

MANUALE TECNICO STRUTTURALE - EDIZIONE 2024

Guida alla progettazione di sistemi per il consolidamento, il rinforzo strutturale e la sicurezza sismica.

Prescrizioni, voci di capitolato e tavole esecutive

kerakoll

Manuale del consolidamento

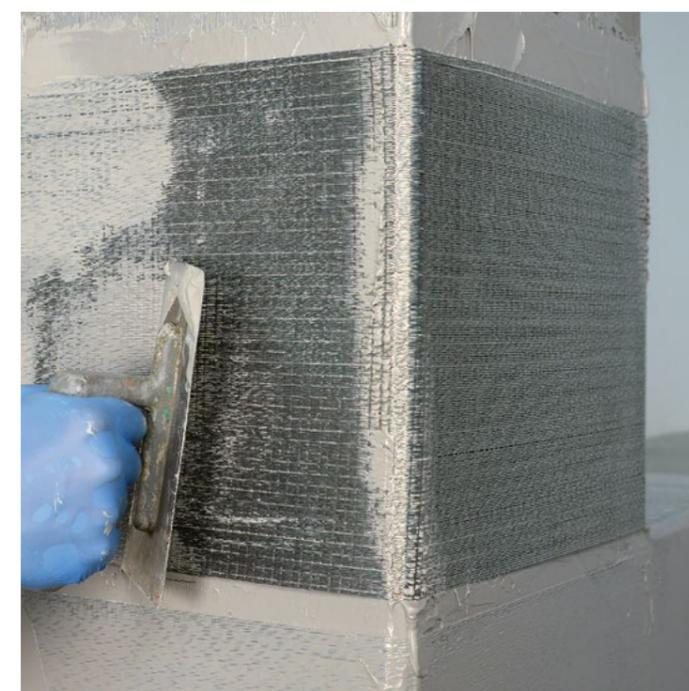
In Italia e nel resto del mondo, si contano ogni anno numerosi eventi sismici che colpiscono il patrimonio edilizio, in tutte le sue forme: dall'edilizia storica in muratura di varia natura fino alle più recenti strutture in c.a. Questi episodi hanno evidenziato problematiche legate alla presenza di murature disomogenee e in pessime condizioni di conservazione, elementi con bassissima resistenza meccanica, o elementi in c.a. realizzati con calcestruzzi scadenti o in evidente stato di degrado.

È proprio dallo studio attento della meccanica dei sistemi di rinforzo e dell'interazione con i vari materiali da costruzione che i nostri ricercatori hanno progettato moderni sistemi di rinforzo, composti da innovative matrici minerali abbinate a nuovi tessuti unidirezionali in fibra d'acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, reti in fibra naturale di basalto e acciaio Inox, fibre corte in acciaio ad alta resistenza e barre elicoidali in acciaio Inox.

Il primato della nostra metodologia di ricerca, unito alle eccellenze dei principali istituti di ricerca nazionali italiani ed esteri con cui collaboriamo, si fonda sullo sviluppo di sistemi di rinforzo, in grado di modularsi perfettamente alle resistenze e rigidità delle diverse tipologie di supporti.

Gli abbinamenti delle matrici Kerakoll con i tessuti in fibra d'acciaio e in fibra di basalto costituiscono gli innovativi sistemi di rinforzo strutturale a basso spessore, che offrono molteplici vantaggi: semplicità applicativa e performance di resistenza, modulo elastico e tenacità superiori a quelle dei più comuni sistemi compositi.

Questo Manuale Tecnico è un'utile guida pratica per i Progettisti e la Direzione Lavori, per pianificare e dirigere il cantiere in modo più semplice ed efficace.

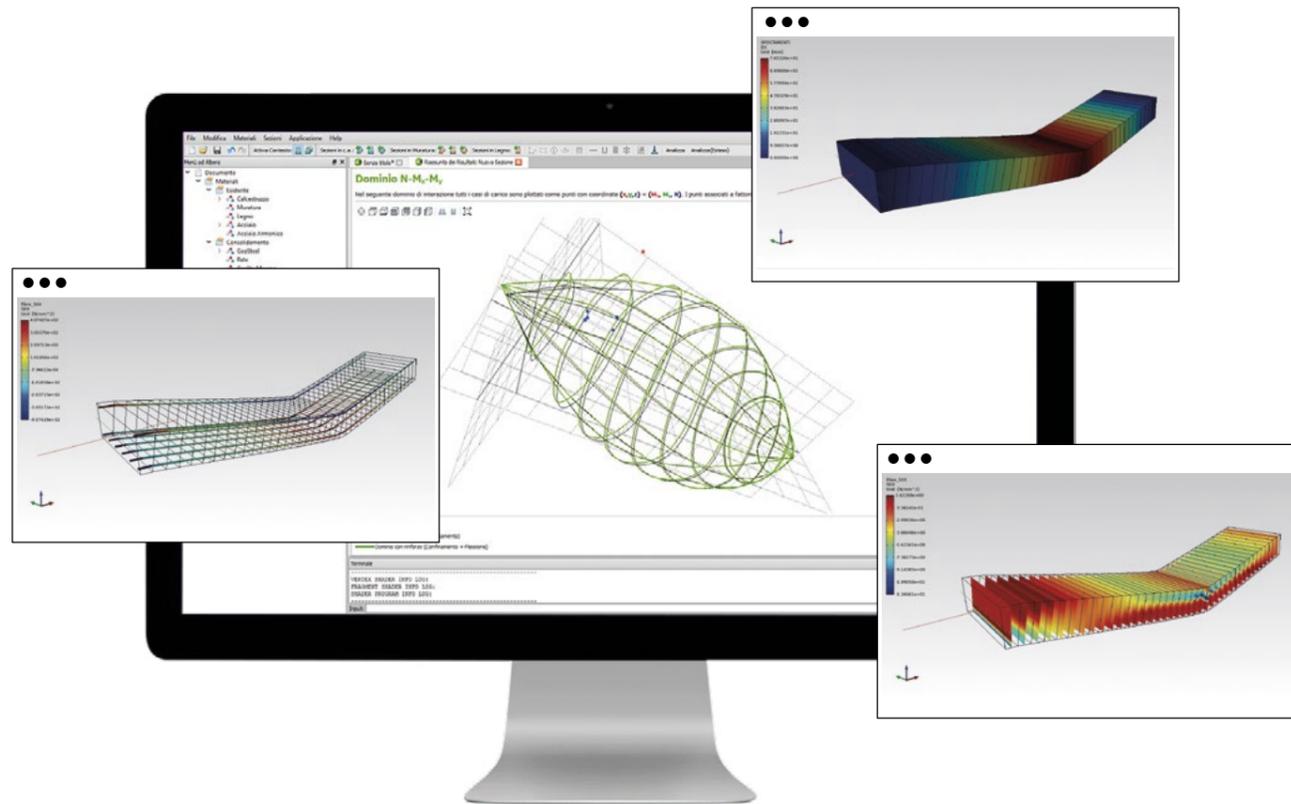


Kerakoll è socio sostenitore di



GEORFORCE ONE, IL SOFTWARE PER PROGETTARE IL CONSOLIDAMENTO E IL RINFORZO STRUTTURALE

Geoforce one
Software



ENGINEERED BY

ASDEA

ASDEA è una società di ingegneria costituita da professionisti che nel corso di decenni hanno maturato significative esperienze di ricerca in campo internazionale.

La società è nata con l'obiettivo di offrire soluzioni innovative e altamente tecnologiche nel campo dell'ingegneria strutturale e opera attivamente in diversi paesi, contando più di 300 professionisti, fornendo in tutto il mondo servizi di ingegneria e architettura altamente specializzati.

L'innovativo software Geoforce One, sviluppato e concepito da Asdea per Kerakoll, permette di progettare e verificare sezioni di forma standard o generica in c.a., c.a.p., legno e muratura. Con soli tre semplici passaggi è possibile progettare e verificare il sistema di rinforzo nell'elemento strutturale. Geoforce One permette inoltre la modellazione e l'analisi di elementi strutturali quali travi/pilastri in c.a., setti, architravi, fasce di piano, archi e volte in muratura e nodi trave-pilastro.

1. DEFINIZIONE DELLA SEZIONE

- Generazione della geometria di sezioni di forme ricorrenti (rettangolare o circolare) tramite appositi editors
- Generazione della geometria di sezioni di forme complesse attraverso un ambiente CAD integrato
- Definizione di barre di armatura longitudinale e trasversale
- Definizione di rinforzi a flessione, taglio, confinamento e torsione
- Definizione di ringrossi di sezione
- Definizione di più casi di carico

2. ANALISI DELLA SEZIONE

- Verifiche a presso/tenso-flessione:
 - verifica dello stato iniziale dovuto a carichi presenti all'atto dell'applicazione del rinforzo
 - verifica allo SLE
 - verifica allo SLU
- Verifiche a confinamento, taglio e torsione: per sezioni in c.a. il legame costitutivo del cls tiene conto dell'effetto del confinamento
- Verifica per più casi di carico

3. VISUALIZZAZIONE ED ESPORTAZIONE DEI RISULTATI

- Generazione, visualizzazione ed esportazione di report dettagliati
- Riepilogo dei materiali utilizzati
- Risultati delle verifiche allo stato iniziale, SLE
- Risultati delle verifiche allo SLU pre e post intervento con sistemi di rinforzo Kerakoll
- Visualizzazione di domini di interazione 2D e 3D
- Visualizzazione del grafico momento-curvatura

DEFINIZIONE DELL'ELEMENTO STRUTTURALE

- Generazione di elementi strutturali con editor ad hoc
- Elementi costruiti a partire da un numero variabile di sezioni, e loro locazione lungo l'asse dell'elemento
- Possibilità di inserire ringrossi (con o senza rinforzo) ad archi e volte

ANALISI FEM STATICA NON LINEARE

- Definizione di carichi e condizioni al contorno
- Lancio dell'analisi statica non lineare a due step:
 - stato iniziale prima dell'applicazione del rinforzo in controllo di forze
 - stato finale con elemento rinforzato in controllo di spostamenti
- Modello di trave con integrazione della risposta sezionale tramite modello a fibre
- Legami costitutivi non lineari basati sulla teoria della plasticità e del danno continuo

VISUALIZZAZIONE DEI RISULTATI

- Visualizzazione grafica dei risultati per ogni step dell'analisi non lineare
- Visualizzazione dei Contour Plots per risultati nodali e di elemento
- Visualizzazione dei Contour Plots per risultati sezionali:
 - stato deformativo e tensionale in ogni punto della sezione a fibre
 - stato dei materiali
 - fattori di sfruttamento
- Grafico della curva forza-spostamento

Indice generale

SOLUZIONI PER IL CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE IN C.A., C.A.P. E PREFABBRICATE	9
• RICOSTRUZIONE, RIPARAZIONE E RINGROSSO	10
• PILASTRI E NODI	18
• SOLAI E TRAVI	32
SOLUZIONI PER IL CONSOLIDAMENTO, IL RINFORZO E LA RIPARAZIONE DI PARETI DI TAMPONAMENTO IN STRUTTURE INTELAIATE IN C.A.	53
• RIPARAZIONE, RIPRISTINO LESIONI LOCALI	54
• RINFORZO E MIGLIORAMENTO DIFFUSO	58
SOLUZIONI PER IL CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE IN MURATURA PORTANTE DI LATERIZIO, TUFO E PIETRA NATURALE	68
• MURATURA E PILASTRI	70
• ARCHI	106
• VOLTE	114
• CUPOLE	138
APPENDICI	147

SOLUZIONI PER IL CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE IN MURATURA PORTANTE DI LATERIZIO, TUFO E PIETRA NATURALE

MURATURA E PILASTRI

1.21A		Riparazione di lesioni su murature mediante opera di scuci e cucì con malta a base di pura calce idraulica naturale	70	1.28		Consolidamento e rinforzo di porzioni di fabbricato mediante realizzazione di fasce di piano mediante placcaggio con fasce di tessuto in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale	94
1.21B		Riparazione di lesioni su murature mediante opera di scuci e cucì con malta a base di pura calce idraulica naturale e inserimento diffuso di connessioni trasversali	72	1.29		Consolidamento e rinforzo di porzioni di fabbricato mediante realizzazione di cordoli armati mediante interposizione nei giunti di fasce di tessuto in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale	96
1.22		Ristilatura dei giunti in muratura con malta certificata a base di pura calce idraulica naturale	74	1.30		Realizzazione di incatenamenti di facciata mediante installazione di fasce di tessuto in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale	98
1.23A		Ristilatura armata dei giunti facciavista mediante malta a base di pura calce idraulica naturale e barre elicoidali in acciaio Inox	76	1.31		Rinforzo di pilastri in muratura mediante confinamento con fasce di tessuto in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale	100
1.23B		Ristilatura armata dei giunti e connessione trasversale di muratura facciavista mediante malta a base di pura calce idraulica naturale, connettori e barre elicoidali in acciaio Inox	78	1.32		Rinforzo di pilastri in muratura facciavista mediante confinamento puntuale con barre elicoidali in acciaio Inox inserite a secco	102
1.24		Consolidamento e rinforzo di maschi murari mediante iniezioni di malta iperfluida a base di pura calce idraulica naturale	80	1.33		Rinforzo di pilastri in muratura facciavista mediante confinamento puntuale con connettori in fibra di acciaio galvanizzato iniettati con geomalta iperfluida a base di pura calce idraulica naturale	104
1.25A		Consolidamento e rinforzo di maschi murari mediante inserimento diffuso di diatoni in fibra di acciaio galvanizzato iniettati con geomalta iperfluida a base di pura calce idraulica naturale	82	ARCHI			
1.25B		Consolidamento e rinforzo di maschi murari mediante reticolato diffuso di diatoni in fibra di acciaio galvanizzato iniettati con geomalta iperfluida a base di pura calce idraulica naturale	84	1.34		Rinforzo e consolidamento di archi mediante placcaggio estradossale con fasce di tessuto in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale	106
1.25c		Connessioni trasversali e ammorsamenti di maschi murari mediante cucitura a secco con barre elicoidali in acciaio Inox	86	1.35		Rinforzo e consolidamento di archi mediante placcaggio intradossale con fasce di tessuto in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale	108
1.26		Rinforzo per azioni nel piano e fuori dal piano di maschi murari mediante placcaggio con fasce in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale	88	1.36		Rinforzo e consolidamento di archi mediante cucitura a secco intradossale con barre elicoidali in acciaio Inox	110
1.27A		Rinforzo per azioni nel piano e fuori dal piano di maschi murari mediante placcaggio diffuso con rete in fibra naturale di basalto e acciaio Inox e geomalta a base di pura calce idraulica naturale	90	1.37		Rinforzo e consolidamento di archi mediante cucitura intradossale con connettori in fibra di acciaio galvanizzato iniettati con geomalta iperfluida a base di pura calce idraulica naturale	112
1.27B		Rinforzo per azioni nel piano e fuori dal piano di maschi murari mediante placcaggio diffuso con rete in fibra naturale di basalto e acciaio Inox e geomalta a base di pura calce idraulica naturale	92				

SOLUZIONI PER IL CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE IN MURATURA PORTANTE DI LATERIZIO, TUFO E PIETRA NATURALE

VOLTE

- | | | | |
|-------------|---|--|-----|
| 1.38 |  | Rinforzo e consolidamento di volte a botte mediante placcaggio estradossale con fasce in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 114 |
| 1.39 |  | Rinforzo e consolidamento di volte a botte mediante placcaggio intradossale con fasce in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 116 |
| 1.40 |  | Rinforzo e consolidamento di volte a botte mediante placcaggio estradossale con rete diffusa in fibra naturale di basalto e acciaio Inox e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 118 |
| 1.41 |  | Rinforzo e consolidamento di volte a botte mediante placcaggio intradossale con rete diffusa in fibra naturale di basalto e acciaio Inox e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 120 |
| 1.42 |  | Rinforzo e consolidamento di volte a crociera mediante placcaggio estradossale con fasce in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 122 |
| 1.43 |  | Rinforzo e consolidamento di volte a crociera mediante placcaggio intradossale con fasce in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 124 |
| 1.44 |  | Rinforzo e consolidamento di volte a crociera mediante placcaggio estradossale con rete diffusa in fibra naturale di basalto e acciaio Inox e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 126 |
| 1.45 |  | Rinforzo e consolidamento di volte a crociera mediante placcaggio intradossale con rete diffusa in fibra naturale di basalto e acciaio Inox e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 128 |
| 1.46 |  | Rinforzo e consolidamento di volte a padiglione mediante placcaggio estradossale con fasce in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 130 |

- | | | | |
|-------------|---|--|-----|
| 1.47 |  | Rinforzo e consolidamento di volte a padiglione mediante placcaggio intradossale con fasce in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 132 |
| 1.48 |  | Rinforzo e consolidamento di volte a padiglione mediante placcaggio estradossale con rete diffusa in fibra naturale di basalto e acciaio Inox e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 134 |
| 1.49 |  | Rinforzo e consolidamento di volte a padiglione mediante placcaggio intradossale con rete diffusa in fibra naturale di basalto e acciaio Inox e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 136 |

CUPOLE

- | | | | |
|-------------|---|--|-----|
| 1.50 |  | Rinforzo e consolidamento di cupole mediante placcaggio estradossale con fasce in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 138 |
| 1.51 |  | Rinforzo e consolidamento di cupole mediante placcaggio intradossale con fasce in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 140 |
| 1.52 |  | Rinforzo e consolidamento di cupole mediante placcaggio estradossale con rete diffusa in fibra naturale di basalto e acciaio Inox e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 142 |
| 1.53 |  | Rinforzo e consolidamento di cupole mediante placcaggio intradossale con rete diffusa in fibra naturale di basalto e acciaio Inox e geomalta a base di pura calce idraulica naturale | 144 |

1.21A

Riparazione di lesioni su murature mediante opera di scuci e cuci con malta a base di pura calce idraulica naturale

PRESCRIZIONE

1. Preparazione del supporto. Rimuovere la parte di muratura realizzata con pietrame e/o con laterizi localmente degradata e/o lesionata, rimuovendo anche la malta di allettamento originaria inconsistente e tutto quanto possa compromettere le successive lavorazioni; procedere successivamente al lavaggio del paramento murario.
2. Ricostruzione del nuovo paramento murario. Procedere alla ricostruzione della muratura con mattoni pieni e/o pietrame allettati utilizzando **Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico**. Posare in opera la malta con cazzuola a formare il letto di posa, alloggiare quindi l'elemento costruttivo imprimendo leggeri movimenti rotatori fino a ottenere il giusto allineamento e posizionamento in quota; asportare la malta in eccesso sul fronte della muratura. I mattoni devono essere ammorsati da entrambi i lati alla vecchia muratura.

AVVERTENZE

Il progettista può valutare l'inserimento di barre elicoidali in acciaio Inox AISI 304 tipo **Steel Helibar 6** nei giunti di malta per un migliore ammorsamento fra la muratura esistente e quella ricostruita. In base alle esigenze di progetto, in alternativa alle geomalte con resistenza a compressione di classe M15 **Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico**, può essere adottata la malta di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 **Biocalce Muratura** (Classe di Resistenza a Compressione M5).

Intervento compatibile con i sistemi deumidificanti Kerakoll.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema per la ricostruzione di murature lesionate con la tecnica scuci-cuci realizzato con nuovi mattoni pieni e/o pietrame allettati con malta inorganica igroscopica e traspirabile a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg $> 1,0$ N/mm² - FB: B (EN 1015-12).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: rimozione delle vecchie malte ammalorate nei giunti delle murature con l'onere della salvaguardia dei tratti in buono stato di conservazione, successiva spazzolatura e lavaggio delle stesse; ricostruzione della muratura mediante sostituzione parziale del materiale con metodo scuci-cuci.

La quantificazione è espressa per unità di superficie di muratura in laterizio a una testa.

1

Individuazione della lesione che interessa una vasta porzione di paramento murario.



2

Individuazione di muratura con estese parti mancanti.



3

Preparazione dei supporti e ricostruzione del paramento murario mediante **Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico**.



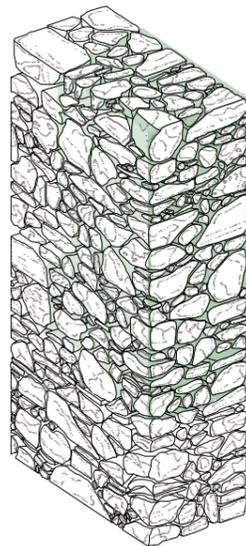
4

Coesistenza tra la nuova parte di muratura ricostruita e quella originale.



1.21A

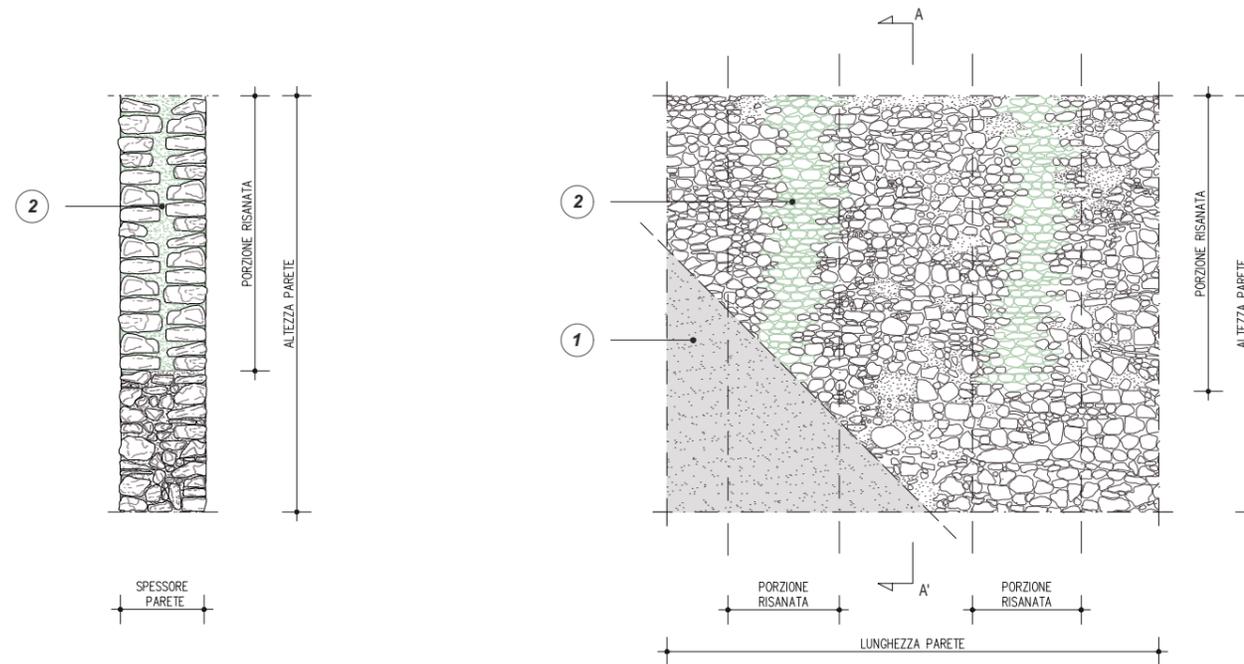
RIPARAZIONE DI LESIONI SU MURATURE MEDIANTE OPERA DI SCUCI E CUCI CON MALTA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE



ASSONOMETRIA INTERVENTO SCUCI - CUCI

NOTE

I disegni rappresentano a titolo esemplificativo un apparecchio murario in pietra, ma lo schema rimane invariato se ci si trova in presenza di muratura di laterizio o tufo.

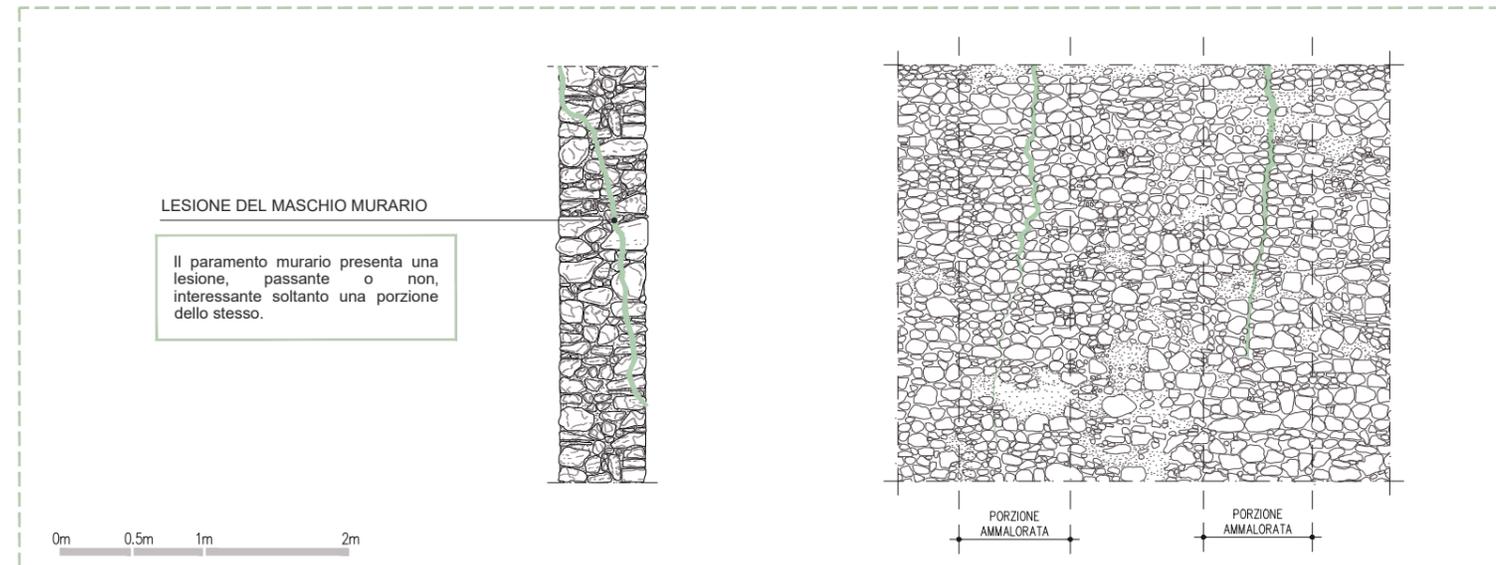


SEZIONE A-A'
INTERVENTO DI SCUCI - CUCI CON GEOCALCE G ANTISMICO O GEOCALCE F ANTISMICO

PROSPETTO
INTERVENTO DI SCUCI - CUCI CON GEOCALCE G ANTISMICO O GEOCALCE F ANTISMICO

0m 0.5m 1m 2m

TIPOLOGIA DI DANNO PER CUI SI CONSIGLIA L'INTERVENTO DI SCUCI - CUCI



LESIONE DEL MASCHIO MURARIO

Il paramento murario presenta una lesione, passante o non, interessante soltanto una porzione dello stesso.

0m 0.5m 1m 2m

QUADRO NORMATIVO

Connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano
Le connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano hanno il compito di ridurre la snellezza delle pareti, rispettivamente nei riguardi della flessione orizzontale e verticale. Ciò ha il duplice effetto di:
1) limitare gli spostamenti fuori dal piano a livello degli orizzontamenti, prevenendo lo sfilamento delle travi dei solai e della copertura;
2) limitare l'ampiezza della porzione di parete muraria potenzialmente interessata da meccanismi fuori dal piano, riducendo la vulnerabilità nei riguardi di cinematismi locali.
Qualora i collegamenti tra le pareti siano scarsi o deteriorati, può essere realizzata un'adeguata ammassatura tra parti adiacenti o intersecantisi. Questa può essere realizzata o migliorata con interventi locali. Tra questi, ad esempio, sono annoverabili diverse tipologie di interventi, tra cui quelli tipo *scuci-cuci*.
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 2)

Incremento della capacità delle pareti
Qualora i setti murari siano costituiti da materiale di bassa qualità, può risultare opportuno migliorare le caratteristiche meccaniche del materiale. Il tipo di intervento da applicare va valutato in base alla tipologia e alla qualità della muratura e può variare dalla ricostruzione parziale (interventi di *scuci-cuci*) al consolidamento mediante iniezioni o mediante interventi superficiali o altre tecniche opportune; si deve procedere alla verifica preliminare della compatibilità chimico-fisica dei materiali nuovi con quelli originari. Nei casi in cui si operi attraverso le *iniezioni di miscele leganti*, si procede anche alla verifica della fattibilità dell'intervento in termini di capacità delle murature di assorbire e diffondere le malte iniettate ponendo attenzione nella scelta della pressione di immissione della miscela, per evitare dissesti locali.
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

- 1 EVENTUALE DEMOLIZIONE DELL'INTONACO E RICOSTRUZIONE DOPO L'INTERVENTO DI RINFORZO
- 2 RICOSTRUZIONE O SOSTITUZIONE DEI CONCI MURARI RIMOSSE CON NUOVI ELEMENTI CON SUPERFICI SCABRE E ALLETTATI CON **GEOCALCE G ANTISMICO** O **GEOCALCE F ANTISMICO**. SI PONGA ATTENZIONE AD AMMORSARE I NUOVI ELEMENTI AI PREESISTENTI ED A SEGUIRNE GLI ORIZZONTAMENTI. SI CONSIGLIA IL RIUSO, PER QUANTO POSSIBILE, DEI CONCI DELLA MURATURA ORIGINARIA

AVVERTENZE: Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alle geomalte con resistenza a compressione di categoria M15 **Geocalce G Antismico** o **Geocalce F Antismico**, la malta di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 **Biocalce Muratura** (Classe di Resistenza a Compressione M5).

1.21B

Riparazione di lesioni su murature mediante opera di scuci e cucu con malta a base di pura calce idraulica naturale e inserimento diffuso di connessioni trasversali



PRESCRIZIONE

- Preparazione del supporto. Rimuovere la parte di muratura localmente degradata e/o lesionata, rimuovendo anche la malta di allettamento originaria inconsistente e tutto quanto possa compromettere le successive lavorazioni; procedere successivamente al lavaggio del paramento murario.
- Ricostruzione del nuovo paramento murario. Procedere alla ricostruzione della muratura con mattoni pieni e/o pietrame allettati utilizzando **Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico**. Posare in opera la malta con cazzuola a formare il letto di posa, alloggiare quindi l'elemento costruttivo imprimendo leggeri movimenti rotatori fino a ottenere il giusto allineamento e posizionamento in quota; asportare la malta in eccesso sul fronte della muratura. I mattoni devono essere ammorsati da entrambi i lati alla vecchia muratura.
- Realizzazione fori. Realizzare un foro avente diametro e profondità di ancoraggio idonei ad accogliere il successivo sistema di rinforzo. Si consiglia di rimuovere la malta in prossimità del foro per annegare i trefoli del connettore.
- Preparazione e installazione diatono. Realizzare il **Diatono Geosteel** con l'inserimento di una fascia di tessuto della gamma **Geosteel G** di opportuna larghezza, in modo da predisporre all'interno del connettore il numero di trefoli minimi necessari da progetto per attingere alle resistenze di trazione richieste; avere cura di sfocciare la parte terminale della fascia di tessuto, mediante taglio della rete di supporto, procedendo con un taglio parallelo ai trefoli stessi per una lunghezza pari a quella dello sfocciamento che si vuole realizzare sulla muratura, garantendo un raggio minimo di sfocciamento di 10 cm. In caso di connettore con sfocciamento su entrambi i lati, realizzare tale operazione su entrambe le estremità della striscia di fibra, arrotolare la fascia su se stessa, avendo cura di realizzare un cilindro di diametro opportuno rispetto al foro realizzato. Installare il connettore all'interno del foro applicando l'**Iniettore&Connettore Geosteel** per la successiva iniezione di malte fluide.
- Inghisaggio diatono. Per consolidare il paramento murario e garantire collaborazione con il **Diatono Geosteel**, effettuare un'iniezione a bassa pressione (minore di 1,5 bar) di geomalta iperfluida **Geocalce FL Antisismico**, previa bagnatura dei supporti, utilizzando l'apposito foro posto sulla testa del tassello. Al termine di questa fase sigillare l'**Iniettore&Connettore Geosteel** con il tappo in dotazione. Eseguire applicazione finale di **Geocalce F Antisismico** per inglobare il rinforzo e ricostruire i giunti di malta.

AVVERTENZE

Il progettista può valutare l'inserimento di barre elicoidali in acciaio Inox AISI 304 **Steel Helibar 6** nei giunti di malta per un migliore ammorsamento fra la muratura esistente e quella ricostruita. In base alle esigenze di progetto, in alternativa alle geomalte con resistenza a compressione di classe M15 **Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico**, può essere adottata la malta di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 **Biocalce Muratura** (Classe di Resistenza a Compressione M5).

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione e le prestazioni meccaniche del **Diatono Geosteel**, realizzato con la gamma di tessuti **Geosteel G** in combinazione con il tassello in polipropilene armato con fibra di vetro **Iniettore&Connettore Geosteel**.

In funzione delle necessità di cantiere e delle caratteristiche del supporto, è possibile sostituire la connessione realizzata mediante **Diatono Geosteel** con la connessione a secco realizzata mediante barre elicoidali **Steel Dryfix** e **Tassello Steel Dryfix**.

Intervento compatibile con i sistemi deumidificanti Kerakoll.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema per la ricostruzione di murature lesionate con la tecnica scuci-cucu con connessioni trasversali realizzato con malta inorganica igroscopica e traspirabile a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg $> 1,0$ N/mm² - FB: B (EN 1015-12). Le connessioni trasversali sono realizzate in numero di 4 elementi al mq tramite diatoni in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza di lunghezza pari a 30 cm, iniettati con malta fluida a base di pura calce naturale NHL 3.5 - tipo **Diatono Geosteel** realizzato con **Geosteel G600** in abbinamento a **Geocalce FL Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate della connessione: $\sigma_{pull-out} = 2555$ MPa (laterizio) - 2503 MPa (tufo).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: rimozione delle vecchie malte ammalorate nei giunti delle murature con l'onere della salvaguardia dei tratti in buono stato di conservazione, successiva spazzolatura e lavaggio delle stesse; ricostruzione della muratura mediante sostituzione parziale del materiale con metodo scuci-cucu; realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensione (diametro e profondità) idonea alla natura del successivo connettore, e successiva rimozione della malta nell'area adiacente al foro realizzato; confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "sfocciamento", e arrotolamento finale del tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato, con bloccaggio dello stesso mediante fascetta plastica; inserimento del connettore all'interno del foro (numero, profondità di ancoraggio, interassi a cura di tecnico abilitato); inserire l'iniettore in polipropilene e fibra di vetro nel diatono in fibra di acciaio in modo da piegare di 90° la parte terminale del fiocco; collaborazione del connettore mediante iniezione a bassa pressione di malta fluida; fissaggio dei trefoli "sfocciati", con celatura dell'intero connettore.

La quantificazione è espressa per unità di superficie di muratura in laterizio a una testa.

1

Individuazione della lesione che interessa una vasta porzione di paramento murario.



2

Preparazione dei supporti e ricostruzione del paramento murario mediante **Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico**.



3

Esecuzione dei fori sulla parete e bagnatura dei supporti.



4

Sfocciamento tessuto **Geosteel G**, arrotolamento del tessuto per la realizzazione del **Diatono Geosteel**.



5

Installazione del **Diatono Geosteel**.



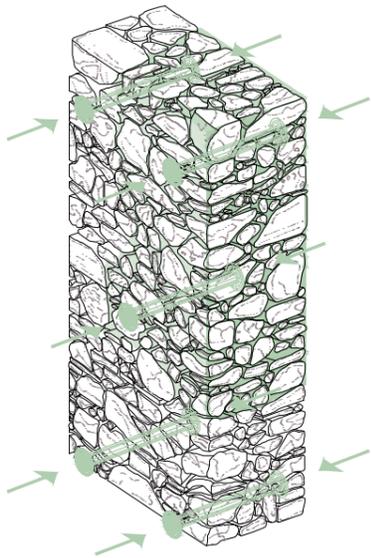
6

Iniezione a bassa pressione di **Geocalce FL Antisismico**, fino alla completa saturazione di eventuali vuoti o lesioni interne.



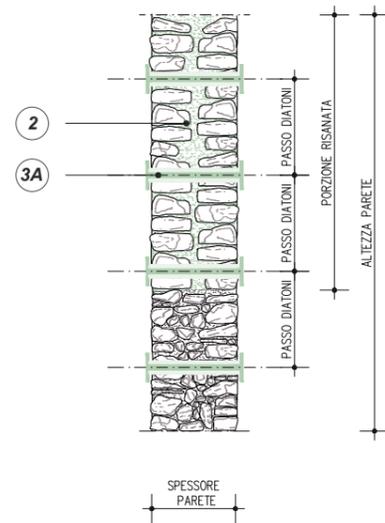
1.21B

RIPARAZIONE DI LESIONI SU MURATURE MEDIANTE OPERA DI SCUCI E CUCI CON MALTA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE E INSERIMENTO DIFFUSO DI CONNESSIONI TRASVERSALI



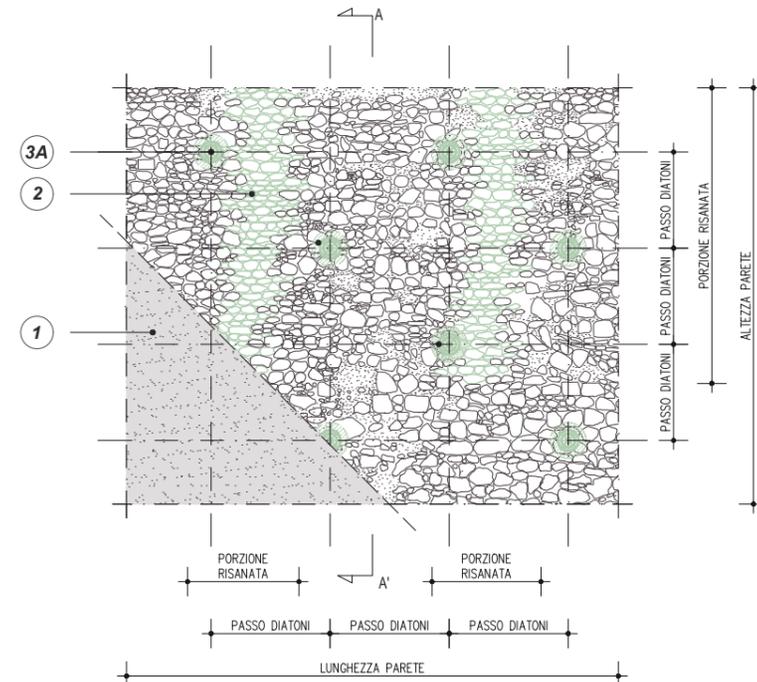
ASSONOMETRIA
UNIONE DELL'INTERVENTO DI SCUCI - CUCI CON L'INSERIMENTO DIFFUSO DI DIATONI ARTIFICIALI A FIOCCO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO GEOSTEEL G600/G1200

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

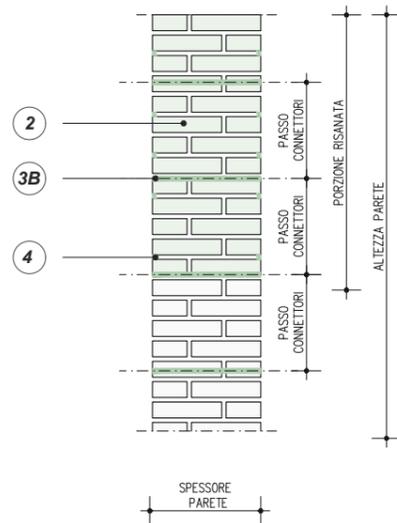


SEZIONE A-A'
UNIONE DELL'INTERVENTO DI SCUCI - CUCI CON L'INSERIMENTO DIFFUSO DI DIATONI ARTIFICIALI A FIOCCO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO GEOSTEEL G600/G1200

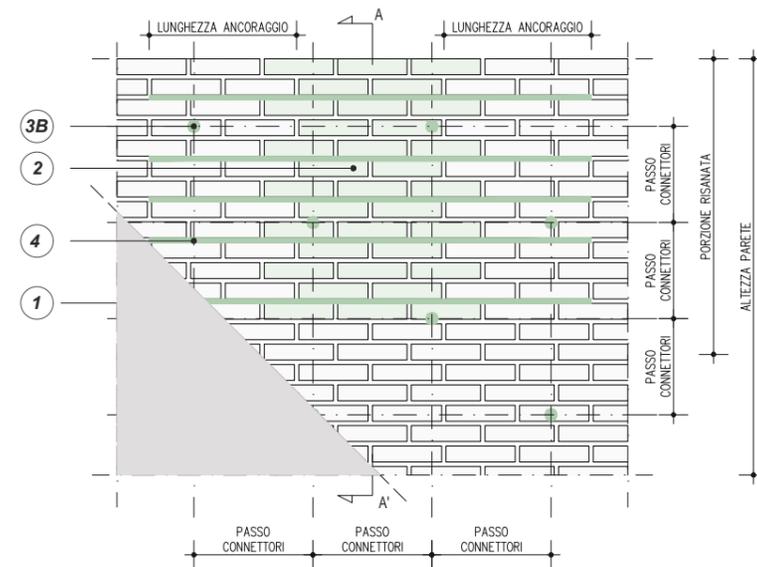
0m 0.5m 1m 2m



PROSPETTO
UNIONE DELL'INTERVENTO DI SCUCI - CUCI CON L'INSERIMENTO DIFFUSO DI DIATONI ARTIFICIALI A FIOCCO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO GEOSTEEL G600/G1200



SEZIONE A-A'
UNIONE DELL'INTERVENTO DI SCUCI - CUCI CON L'INSERIMENTO DIFFUSO DI CONNESSIONI TRASVERSALI REALIZZATE MEDIANTE BARRE ELICOIDALI STEEL DRYFIX E RISTILATURA ARMATA CON BARRE ELICOIDALI STEEL HELIBAR 6



PROSPETTO
UNIONE DELL'INTERVENTO DI SCUCI - CUCI CON L'INSERIMENTO DIFFUSO DI CONNESSIONI TRASVERSALI REALIZZATE MEDIANTE BARRE ELICOIDALI STEEL DRYFIX E RISTILATURA ARMATA CON BARRE ELICOIDALI STEEL HELIBAR 6

QUADRO NORMATIVO

Connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano
Le connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano hanno il compito di ridurre la snellezza delle pareti, rispettivamente nei riguardi della flessione orizzontale e verticale. Ciò ha il duplice effetto di:

- 1) limitare gli spostamenti fuori dal piano a livello degli orizzontamenti, prevenendo lo sfilamento delle travi dei solai e della copertura;
 - 2) limitare l'ampiezza della porzione di parete muraria potenzialmente interessata da meccanismi fuori dal piano, riducendo la vulnerabilità nei riguardi di cinatismi locali.
- Qualora i collegamenti tra le pareti siano scarsi o deteriorati, può essere realizzata un'adeguata ammortatura tra parti adiacenti o intersecantisi. Questa può essere realizzata o migliorata con interventi locali. Tra questi, ad esempio, sono annoverabili diverse tipologie di interventi, tra cui quelli tipo *scuci-cuci*.
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 2)

Incremento della capacità delle pareti
Qualora i setti murari siano costituiti da materiale di bassa qualità, può risultare opportuno migliorare le caratteristiche meccaniche del materiale. Il tipo di intervento da applicare va valutato in base alla tipologia e alla qualità della muratura e può variare dalla ricostruzione parziale (interventi di *scuci-cuci*) al consolidamento mediante iniezioni o mediante interventi superficiali o altre tecniche opportune; si deve procedere alla verifica preliminare della compatibilità chimico-fisica dei materiali nuovi con quelli originari. Nei casi in cui si operi attraverso le *iniezioni di miscele leganti*, si procede anche alla verifica della fattibilità dell'intervento in termini di capacità delle murature di assorbire e diffondere le malte iniettate ponendo attenzione nella scelta della pressione di immissione della miscela, per evitare dissesti locali.
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

1 EVENTUALE DEMOLIZIONE DELL'INTONACO E RICOSTRUZIONE DOPO L'INTERVENTO DI RINFORZO

In apparecchi murari a faccia vista si consiglia di aprire il tessuto sfioccato del connettore nei giunti della muratura.

2 RICOSTRUZIONE O SOSTITUZIONE DEI CONCI MURARI RIMOSSE CON NUOVI ELEMENTI CON SUPERFICI SCABRE E ALLETTATI CON **GEOCALCE G ANTISISMICO** O **GEOCALCE F ANTISISMICO**. SI PONGA ATTENZIONE AD AMMORSARE I NUOVI ELEMENTI AI PREESISTENTI ED A SEGUIRNE GLI ORIZZONTAMENTI. SI CONSIGLIA IL RIUSO, PER QUANTO POSSIBILE, DEI CONCI DELLA MURATURA ORIGINARIA

AVVERTENZE: Il progettista può scegliere, in base alle sue esigenze di progetto, in alternativa alle geomaltes con resistenza a compressione di categoria M15 **Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico**, la malta di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 **Biocalce Muratura** (Classe di Resistenza a Compressione M5).

3A INSERIMENTO DI DIATONI A FIOCCO **GEOSTEEL G600/G1200** INGHISATI NELLA MURATURA CON **GEOCALCE FL ANTISISMICO**

Per un'adeguata ammortatura dell'apparecchio murario, è possibile, in unione all'intervento di *cuci-scuci*, disporre connettori meccanici a fiocco in fibra di acciaio galvanizzato **Geosteel G600/G1200**, soprattutto nel caso l'intervento riguardi un'ampia porzione della muratura, sostituendo così radiciamenti lignei o grappe metalliche. Per maggiori informazioni sui diatoni Geosteel consultare l'APPENDICE 1.B.

Si consiglia di realizzare fori sfalsati con un passo che varia tra 80 e 150 cm. È auspicabile realizzare il foro sugli elementi della muratura di dimensione maggiore, per evitare l'espulsione di quelli minori e quindi più deboli.

3B INSTALLAZIONE A SECCO DI BARRE ELICOIDALI **STEEL DRYFIX**

In alternativa ai connettori meccanici a fiocco, per un'adeguata ammortatura dell'apparecchio murario, è possibile, in unione all'intervento di *cuci-scuci*, disporre barre elicoidali **Steel Dryfix**, soprattutto nel caso l'intervento riguardi un'ampia porzione della muratura, sostituendo così radiciamenti lignei o grappe metalliche. Per maggiori informazioni sulle barre elicoidali **Steel Dryfix** consultare l'APPENDICE 1.B.

4 INSERIMENTO DI **STEEL HELIBAR 6** INGHISATA TRA I GIUNTI CON **GEOCALCE F ANTISISMICO**

L'eccellente flessibilità di **Steel Helibar 6** permette di realizzare la tecnica del repointing o ristilatura armata anche in murature con giunti che presentano dei disallineamenti nei ricorsi di malta. Per maggiori informazioni sulle fasi di montaggio di **Steel Helibar 6** consultare TAV 1.23A.

È possibile collegare le barre elicoidali **Steel Dryfix** e **Steel Helibar 6** mediante appositi connettori. Per maggiori informazioni sulle fasi di montaggio consultare TAV 1.23B.

1.22

Ristilatura dei giunti in muratura con malta a base di pura calce idraulica naturale

PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Procedere effettuando una profonda scarnitura dei giunti murari con mezzi manuali utilizzando esclusivamente raschietti o attrezzature similari. Porre molta attenzione in caso di utilizzo di apparecchiature meccaniche o scalpellature che potrebbero danneggiare gli elementi originali del paramento murario. Una volta terminata la scarnitura, effettuare un lavaggio del paramento murario con utilizzo di acqua spruzzata a bassa pressione. Il fondo deve essere pulito e consistente, privo di parti friabili, di polvere e muffe. I muri d'epoca devono essere puliti accuratamente da residui di precedenti lavorazioni (scialbi, vecchie rasature, ecc.) o salificazioni interstiziali e/o superficiali che potrebbero pregiudicare l'adesione. Prima di procedere alla stuccatura bagnare sempre i supporti.
2. Ristilatura dei giunti. Eseguire la ristilatura profonda dei giunti con le geomalte **Geocalce F Antisismico** o **Geocalce G Antisismico**. Nella stilatura di murature facciavista stendere una prima mano di malta nelle fughe, opportunamente pulite, preparate e inumidite, mediante cazzuola o spatola effettuando un'energica pressione per garantire l'adesione. Le stuccature a raso muro possono essere spugnate.

AVVERTENZE

Geocalce F Antisismico e **Geocalce G Antisismico** sono prodotti naturali non pigmentati, pertanto la colorazione può assumere tonalità variabili fra lotti diversi di produzione. Inoltre, essendo un prodotto minerale, il colore della malta indurita ed essiccata varia in funzione dell'assorbimento dei supporti e delle condizioni atmosferiche durante l'applicazione.

Il progettista può scegliere, in alternativa alle geomalte con resistenza a compressione di classe M15 **Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico**, la malta di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 **Biocalce Pietra** (Classe di Resistenza a Compressione M5).

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di malta inorganica igroscopica e traspirabile a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 per la ristilatura di giunti in muratura - tipo **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg $> 1,0$ N/mm² - FB: B (EN 1015-12).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: scarnitura delle vecchie malte ammalorate presenti nei giunti delle murature, per una profondità di 2 - 3 cm, con l'onere della salvaguardia dei tratti in buono stato di conservazione, successiva spazzolatura e lavaggio delle fughe; stuccatura dei giunti di malta.

La quantificazione è espressa per metro quadro di muratura ristilata.

1

Individuazione paramento murario con giunti da ristilare.



2

Applicazione di **Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico**.



3

Ristilatura dei giunti realizzata su paramento murario esistente.



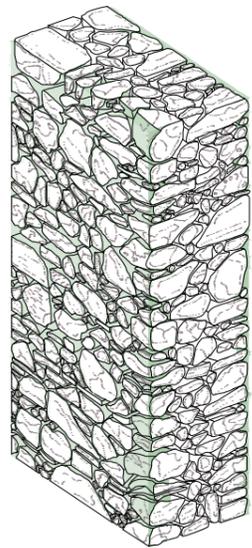
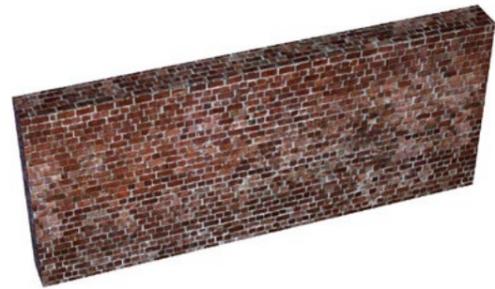
4

Ristilatura dei giunti con **Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico**.



1.22

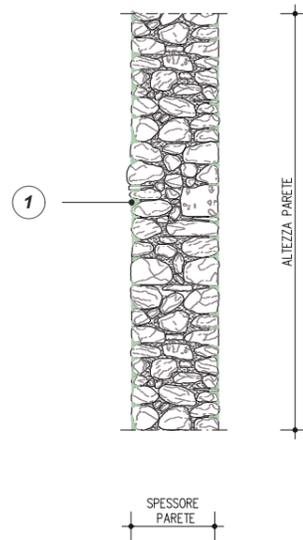
RISTILATURA DEI GIUNTI IN MURATURA CON MALTA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE



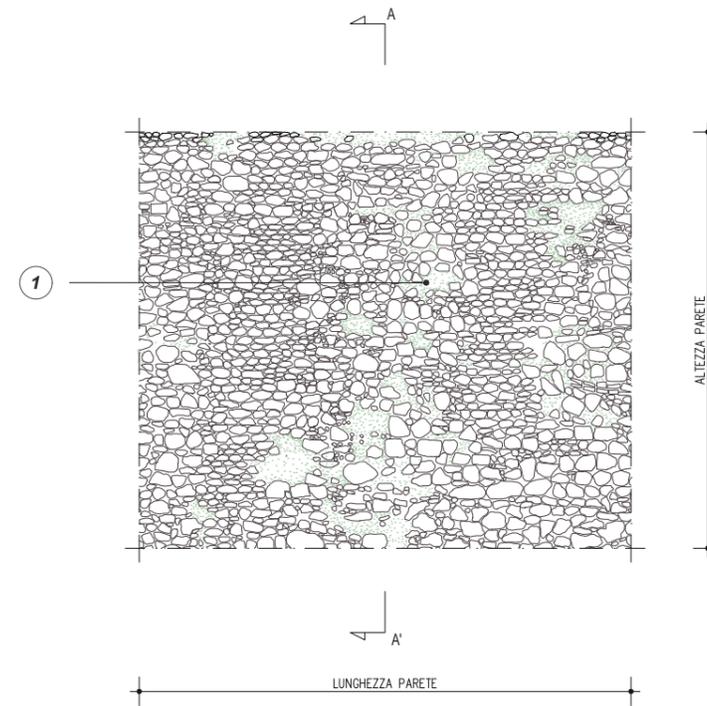
ASSONOMETRIA
RISTILATURA PROFONDA DEI GIUNTI

NOTE

I disegni rappresentano a titolo esemplificativo un apparecchio murario in pietra, ma lo schema rimane invariato se ci si trova in presenza di muratura di laterizio o tufo. Nel caso di lacune nella tessitura dell'apparecchio murario, l'intervento illustrato è propedeutico al consolidamento mediante iniezioni (TAV 1.24).



SEZIONE A-A'
INTERVENTO DI RISTILATURA DEI GIUNTI MEDIANTE GEOCALCE G ANTISISMICO O GEOCALCE F ANTISISMICO



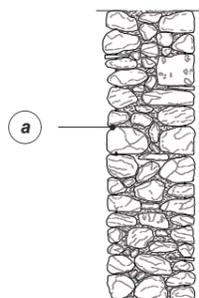
PROSPETTO
INTERVENTO DI RISTILATURA DEI GIUNTI MEDIANTE GEOCALCE G ANTISISMICO O GEOCALCE F ANTISISMICO

1 SIGILLATURA PROFONDA DEI GIUNTI E DELLE LESIONI PRESENTI TRAMITE **GEOCALCE G ANTISISMICO** O **GEOCALCE F ANTISISMICO**

AVVERTENZE: Il progettista può scegliere, in base alle sue esigenze di progetto, in alternativa alle geomalte con resistenza a compressione di categoria M15 **Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico**, la malta di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 **Biocalce Pietra** (Classe di Resistenza a Compressione M5).

FASI OPERATIVE PER L'INTERVENTO DI RISTILATURA DEI GIUNTI

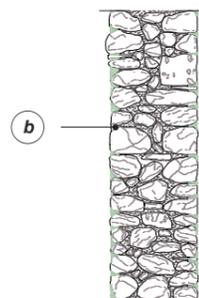
FASE I: SCARNITURA DEI GIUNTI



a

PROFONDA SCARNITURA DEI GIUNTI MURARI SUPERSTITI CON MEZZI MANUALI (TIPO RASCHIETTI) E SUCCESSIVO LAVAGGIO CON ACQUA SPRUZZATA A BASSA PRESSIONE

FASE II: STILATURA DEI GIUNTI



b

b

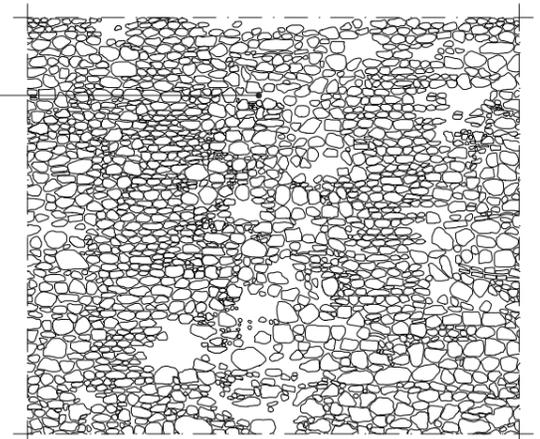
SIGILLATURA PROFONDA DEI GIUNTI E DELLE LESIONI PRESENTI TRAMITE **GEOCALCE G ANTISISMICO** O **GEOCALCE F ANTISISMICO**, MATERIALI DI CARATTERISTICHE FISICO-CHIMICHE E MECCANICHE ANALOGHE ALL'ESISTENTE



TIPOLOGIA DI DANNO PER CUI SI CONSIGLIA L'INTERVENTO DI RISTILATURA DEI GIUNTI

MANCANZA MALTA DI ALLETTAMENTO

Il paramento murario si presenta privo della malta di allettamento originaria, con conseguente perdita della funzione legante superficiale. Il materiale murario invece è in buono stato di conservazione.



QUADRO NORMATIVO

Incremento della capacità delle pareti
L'intervento di *ristilatura dei giunti*, se effettuato su entrambe le superfici esterne, può migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura incrementandone, di fatto, l'area resistente. Particolare cura deve essere rivolta alla scelta della malta da utilizzare in relazione a quella esistente. L'eventuale inserimento nei giunti "ristilati" di piccole barre, trefoli o piattine metalliche o di altri materiali resistenti a trazione, specie se ancorati alla muratura attraverso connessioni trasversali dei paramenti ed organizzati come sistema continuo nelle tre direzioni, può migliorare ulteriormente l'efficacia dell'intervento.
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

1.23A

Ristilatura armata dei giunti facciavista mediante malta a base di pura calce idraulica naturale e barre elicoidali in acciaio Inox

PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Procedere effettuando una profonda scarnitura dei giunti murari con mezzi meccanici o manuali (circa 2-3 cm), ponendo molta attenzione in caso di utilizzo di apparecchiature meccaniche o scalpellature che potrebbero danneggiare gli elementi originali del paramento murario. Una volta terminata la scarnitura del giunto, per tutta la lunghezza della barra di cucitura da installare, effettuare un lavaggio del paramento murario con l'utilizzo di acqua spruzzata a bassa pressione. Il fondo deve essere pulito e consistente, privo di parti friabili, di polvere e muffe. I muri d'epoca devono essere puliti accuratamente da residui di precedenti lavorazioni o salificazioni interstiziali e/o superficiali e quant'altro possa compromettere l'adesione della geomalta **Geocalce F Antisismico**. Prima di procedere con la ristilatura bagnare sempre i supporti.
2. Ristilatura armata del giunto. Allettare con la geomalta **Geocalce F Antisismico** o **Geocalce G Antisismico** per circa 2/3 dello spessore del giunto scarificato, e con l'ausilio della cazzuola inserire **Steel Helibar 6** nello spessore del giunto. Installare la barra mediante pressione manuale avendo cura che la malta di allettamento fuoriesca dai lati della barra; al termine dell'inserimento della barra, stuccare con la stessa malta in modo da garantire la perfetta sigillatura del giunto e la perfetta aderenza della barra al substrato nell'inghisaggio. Le stuccature a raso muro possono essere spugate.

AVVERTENZE

Geocalce F Antisismico è un prodotto naturale non pigmentato, pertanto la colorazione può assumere tonalità variabili fra lotti diversi di produzione. Inoltre, essendo un prodotto minerale, il colore della malta indurita ed essiccata varia in funzione dell'assorbimento dei supporti e delle condizioni atmosferiche durante l'applicazione.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema per la ristilatura armata di murature facciavista realizzato con barre elicoidali certificate EN 845-1 in acciaio inox AISI 304, provviste di marcatura CE poste in opera mediante inghisaggio con malta inorganica igroscopica e traspirabile a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Steel Helibar 6** in abbinamento a **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll. Caratteristiche tecniche certificate della barra: carico di rottura a trazione $\geq 9,8$ kN; carico di rottura a taglio $\geq 5,5$ kN; modulo elastico ≥ 995 MPa; deformazione ultima a rottura $\geq 5\%$; area nominale 8 mm². Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg $> 1,0$ N/mm² - FB: B (EN 1015-12).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: scarnitura delle vecchie malte presenti nei giunti delle murature e successiva spazzolatura e lavaggio delle fughe; allettamento del giunto precedentemente scarnito, per circa 2/3 dello spessore con la geomalta; installazione della barra elicoidale mediante pressione manuale avendo cura che la malta di allettamento fuoriesca dai lati della barra; stuccatura con la stessa malta in modo da garantire la perfetta sigillatura del giunto e l'inghisaggio della barra garantendo una perfetta aderenza di essa al substrato. Le stuccature a raso muro possono essere spugate.

La quantificazione è espressa per unità di lunghezza di giunto di muratura ricostruito e rinforzato.

1

Profonda scarnitura dei giunti murari con mezzi manuali.



2

Allettamento del giunto con **Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico** per circa 2/3 dello spessore del giunto.



3

Inserimento di **Steel Helibar 6**.



4

Sigillatura del giunto e inghisaggio della barra.



5

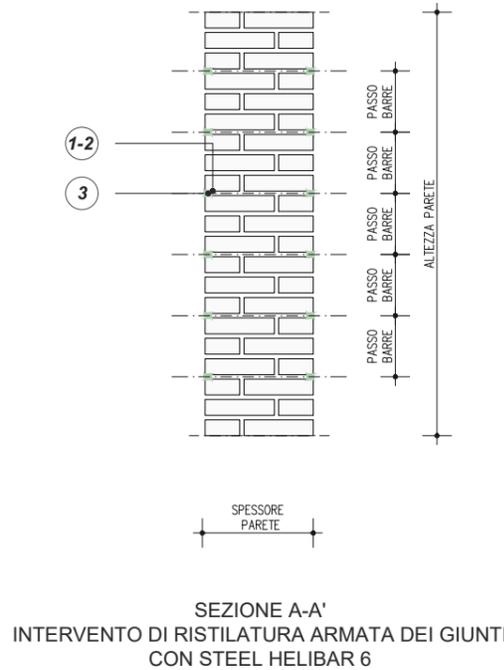
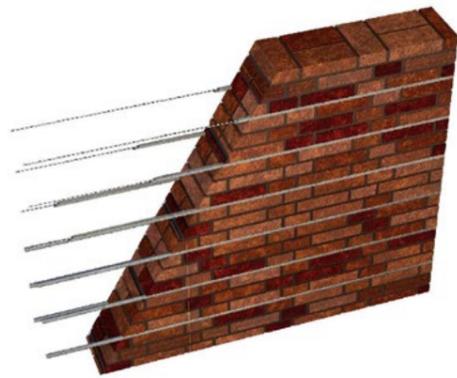
Stuccatura a raso muro.



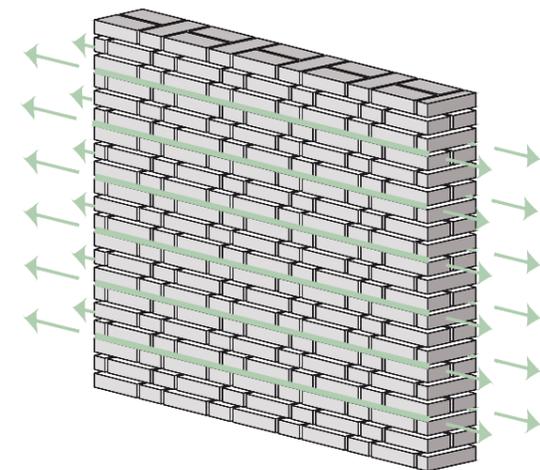
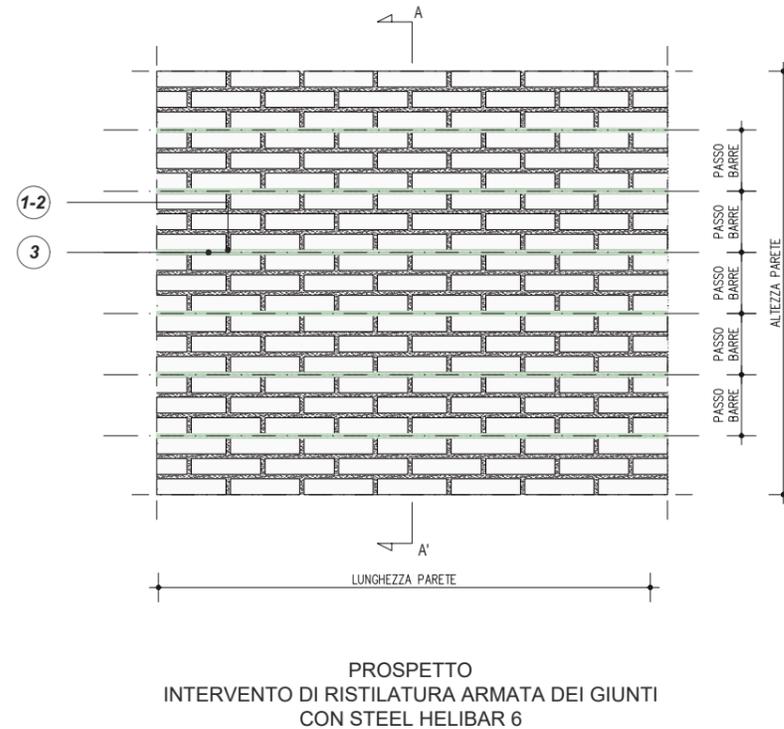
1.23A

RISTILATURA ARMATA DEI GIUNTI FACCIA VISTA MEDIANTE MALTA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE E BARRE ELICOIDALI IN ACCIAIO INOX

Geoforceone
Software



0m 0.5m 1m



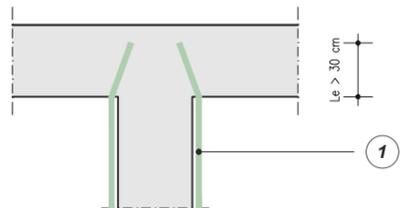
ASSONOMETRIA RISTILATURA ARMATA DEI GIUNTI CON STEEL HELIBAR 6

NOTE

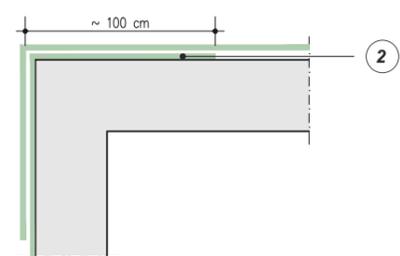
I disegni rappresentano a titolo esemplificativo un apparecchio murario in laterizio, ma lo schema rimane invariato se ci si trova in presenza di muratura di pietra squadrate o tufo. Tale intervento consente l'incremento a flessione e taglio, nonché la cucitura delle murature. Nel caso se ne riscontri la necessità, è possibile ricostruire preventivamente in profondità il giunto secondo le modalità indicate nella TAV 1.22.

DETTAGLI DI ANCORAGGIO E SOVRAPPOSIZIONE

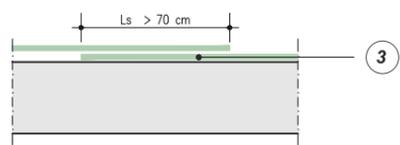
DETTAGLIO 1: ANCORAGGIO SU COLLEGAMENTO A MARTELLO



DETTAGLIO 2: ANCORAGGIO SUI CANTONALI



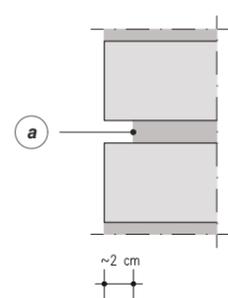
DETTAGLIO 3: LUNGHEZZA DI SOVRAPPOSIZIONE



0m 0.5m 1m 2m

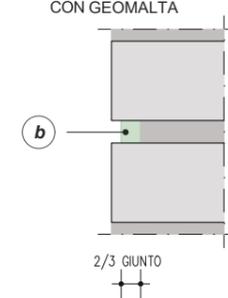
FASI DI MONTAGGIO DI STEEL HELIBAR 6

FASE I: SCARNIFICAZIONE DEL GIUNTO



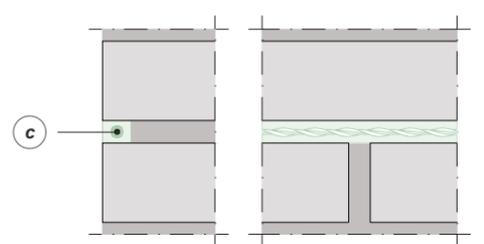
SCARNIFICARE IL GIUNTO FRA I RICORSI PER CIRCA 2 cm CON FLESSIBILE CIRCOLARE O RIMUOVERE MANUALMENTE LA MALTA DI ALLETTAMENTO PER TUTTA LA LUNGHEZZA DELLA BARRA DI CUCITURA CHE SI DOVRÀ INSTALLARE

FASE II: PULIZIA E RIEMPIMENTO CON GEOMALTA



PROCEDERE CON LA PULIZIA E LA BONIFICA DEL GIUNTO. CON CAZZUOLA O PISTOLA MANUALE RIEMPIRE CIRCA 2/3 DELLO SPESSORE DEL GIUNTO CON GEOCALCE F ANTISISMICO

FASE III: INSERIMENTO STEEL HELIBAR 6



INSTALLARE LA BARRA STEEL HELIBAR 6 MEDIANTE PRESSIONE MANUALE AVENDO CURA CHE LA MALTA FUORIESCA DAI LATI DELLA STESSA. STUCCARE CON LA STESSA MALTA PER GARANTIRE LA PERFETTA SIGILLATURA DEL GIUNTO. L'INGHISAGGIO DELLA BARRA E L'ESTETICA DEL LAVORO FINITO

0m 0.05m 0.1m 0.20m

QUADRO NORMATIVO

Incremento della capacità delle pareti
L'intervento di *ristilatura dei giunti*, se effettuato su entrambe le superfici esterne, può migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura incrementandone, di fatto, l'area resistente. Particolare cura deve essere rivolta alla scelta della malta da utilizzare in relazione a quella esistente. L'eventuale inserimento nei giunti "ristilati" di piccole barre, trefoli o piattine metalliche o di altri materiali resistenti a trazione, specie se ancorati alla muratura attraverso connessioni trasversali dei paramenti ed organizzati come sistema continuo nelle tre direzioni, può migliorare ulteriormente l'efficacia dell'intervento.
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

Consolidamento con ristilatura armata e connessione dei paramenti
Il coefficiente indicato in tabella, diversificato per le varie tipologie murarie, può essere applicato ai valori sia dei parametri di resistenza (f , $Tau0e fv0$), sia dei moduli elastici (E , G), in quest'ultimo caso in misura ridotta del 50%. Questa tecnica (con i relativi coefficienti migliorativi) può essere applicata anche sostituendo, su uno dei paramenti, la ristilatura armata con un intonaco armato di limitato spessore, realizzato con malta a base calce, purché siano posti in opera gli elementi di connessione trasversale.
(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.4.1)

1 PROFONDA SCARNITURA DEI GIUNTI MURARI CON MEZZI MANUALI UTILIZZANDO ESCLUSIVAMENTE RASCHIETTI O ATTREZZATURE SIMILARI. PORRE MOLTA ATTENZIONE IN CASO DI UTILIZZO DI APPARECCHIATURE MECCANICHE O SCALPELLATURE CHE POTREBBERO DANNEGGIARE GLI ELEMENTI ORIGINALI DEL PARAMENTO MURARIO

2 LAVAGGIO DEL PARAMENTO MURARIO CON L'UTILIZZO DI ACQUA SPRUZZATA A BASSA PRESSIONE OTTENENDO UN FONDO PULITO E CONSISTENTE, PRIVO DI PARTI FRIABILI, DI POLVERE E MUFFE E DEI MURI D'EPOCA PULITI ACCURATAMENTE DA RESIDUI DI PRECEDENTI LAVORAZIONI O SALIFICAZIONI INTERSTIZIALI E/O SUPERFICIALI E QUANT'ALTRO POSSA COMPROMETTERE L'ADESIONE DELLA GEOMALTA GEOCALCE F ANTISISMICO SCELTA PER L'INGHISAGGIO DELLE BARRE STEEL HELIBAR 6. BAGNATURA DEI SUPPORTI PRIMA DELLA STUCCATURA

3 INSERIMENTO DI STEEL HELIBAR 6 INGHISATA TRA I GIUNTI CON GEOCALCE F ANTISISMICO

L'eccellente flessibilità di Steel Helibar 6 permette di realizzare la tecnica del repointing o ristilatura armata anche in murature con giunti che presentano dei disallineamenti nei ricorsi di malta. Le barre possono infine essere lavorate, con angoli fino a 90°, per realizzare gli ancoraggi sulle murature.

1.23B

Ristilatura armata dei giunti e connessione trasversale di muratura facciavista mediante malta a base di pura calce idraulica naturale, connettori e barre elicoidali in acciaio Inox

PRESCRIZIONE

- Preparazione dei supporti. Effettuare una profonda scarnitura dei giunti murari con mezzi meccanici o manuali per almeno 3 cm, ponendo molta attenzione in caso di utilizzo di apparecchiature meccaniche o scalpellature che potrebbero danneggiare gli elementi originali del paramento murario. Eseguire i fori pilota di diametro opportuno per la successiva installazione delle barre elicoidali **Steel Dryfix 10** nello spessore della muratura, prevedere l'allargamento del diametro a 14 mm per i primi 70 mm di profondità del foro, per l'inserimento del **Connettore Steel Dryfix 10**. Successivamente effettuare un lavaggio del paramento murario con l'utilizzo di acqua spruzzata a bassa pressione. Il fondo deve essere pulito e consistente, privo di parti friabili, di polvere e muffe. I muri d'epoca devono essere puliti accuratamente da residui di precedenti lavorazioni o salificazioni interstiziali e/o superficiali e quant'altro possa compromettere l'adesione della geomalta **Geocalce F Antisismico**. Prima di procedere con la ristilatura bagnare sempre i supporti.
- Ristilatura armata del giunto e connessione trasversale. Installare nei fori pilota le barre elicoidali **Steel Dryfix 10** mediante apposito **Mandrino Steel Dryfix 10-12** e successivamente inserire, sulla testa delle barre, il **Connettore Steel Dryfix 10**. Allettare con la geomalta **Geocalce F Antisismico** o **Geocalce G Antisismico** per circa 2/3 dello spessore del giunto scarificato, e con l'ausilio della cazzuola inserire **Steel Helibar 6** nello spessore del giunto. Installare la barra mediante pressione manuale avendo cura che la malta di allettamento fuoriesca dai lati della barra stessa. In corrispondenza del **Connettore Steel Dryfix 10** inserire la barra elicoidale **Steel Helibar 6** in uno dei due fori presenti. Il secondo foro può essere utilizzato nel caso sia necessaria una seconda barra elicoidale **Steel Helibar 6** prevista come rinforzo o come sovrapposizione. Al termine dell'inserimento della barra, stuccare con la stessa malta in modo da garantire la perfetta sigillatura del giunto e la perfetta aderenza della barra al substrato nell'inghisaggio. Le stuccature a raso muro possono essere spugmate.

AVVERTENZE

Geocalce F Antisismico è un prodotto naturale non pigmentato, pertanto la colorazione può assumere tonalità variabili fra lotti diversi di produzione. Inoltre, essendo un prodotto minerale, il colore della malta indurita ed essiccata varia in funzione dell'assorbimento dei supporti e delle condizioni atmosferiche durante l'applicazione.

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione delle barre elicoidali **Steel Dryfix**.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema per la ristilatura armata dei giunti e la connessione trasversale di murature facciavista realizzato con barre elicoidali certificate EN 845-1 in acciaio inox AISI 304, provviste di marcatura CE poste in opera mediante inghisaggio con malta inorganica igroscopica e traspirabile a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Steel Helibar 6** in abbinamento a **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll. Caratteristiche tecniche certificate della barra: carico di rottura a trazione $\geq 9,8$ kN; carico di rottura a taglio $\geq 5,5$ kN; modulo elastico ≥ 995 MPa; deformazione ultima a rottura $\geq 5\%$; area nominale 8 mm². Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg $> 1,0$ N/mm² - FB: B (EN 1015-12). Le connessioni trasversali sono realizzate in numero pari a 2 elementi al metro lineare tramite barre elicoidali, certificate EN 845-1 in acciaio inox AISI 316, provviste di marcatura CE - tipo **Steel Dryfix 10** di Kerakoll. Caratteristiche tecniche certificate della barra: carico di rottura a trazione $\geq 16,2$ kN; carico di rottura a taglio $\geq 9,5$ kN; modulo elastico ≥ 150 GPa; deformazione ultima a rottura $\geq 3\%$; area nominale 15,50 mm².

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: scarnitura delle vecchie malte presenti nei giunti delle murature per una profondità di almeno 3 cm, realizzazione dei fori pilota di opportuno diametro e successiva spazzolatura e lavaggio delle fughe; installazione a secco delle barre elicoidali diametro 10 mm utilizzando l'apposito mandrino; inserimento del connettore mediante semplice avvitarlo; con cazzuola o pistola manuale allettare il giunto precedentemente scarnito, per circa 2/3 dello spessore con la malta; installare la barra elicoidale diametro 6 mm mediante pressione manuale avendo cura che la malta di allettamento fuoriesca dai lati della barra e utilizzando l'apposito connettore; stuccare con la stessa malta in modo da garantire la perfetta sigillatura del giunto e l'inghisaggio della barra garantendo una perfetta aderenza di essa al substrato. Le stuccature a raso muro possono essere spugmate.

La quantificazione è espressa per unità di lunghezza di giunto di muratura ricostruito e rinforzato.

1

Scarnitura dei giunti murari ed esecuzione dei fori pilota.



2

Installazione di **Steel Dryfix 10**.



3

Inserimento di **Connettore Steel Dryfix 10**.



4

Allettamento del giunto con **Geocalce F Antisismico** per circa 2/3 dello spessore del giunto.



5

Inserimento di **Steel Helibar 6**.



6

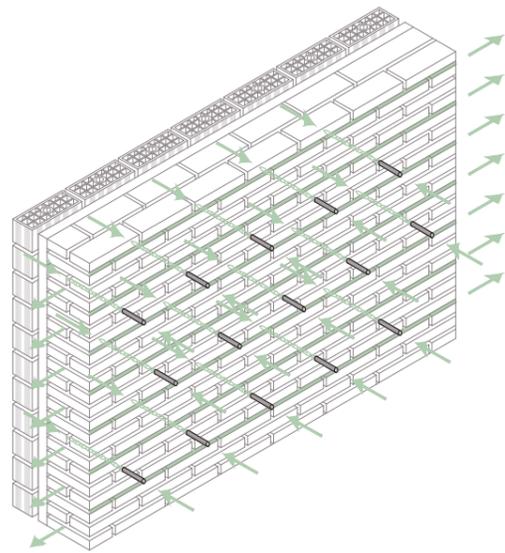
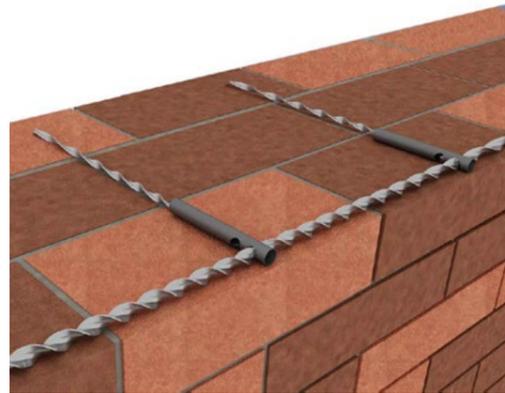
Sigillatura del giunto e inghisaggio della barra.



1.23B

RISTILATURA ARMATA DEI GIUNTI E CONNESSIONE TRASVERSALE DI MURATURA FACCIA VISTA MEDIANTE MALTA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE, CONNETTORI E BARRE ELICOIDALI IN ACCIAIO INOX

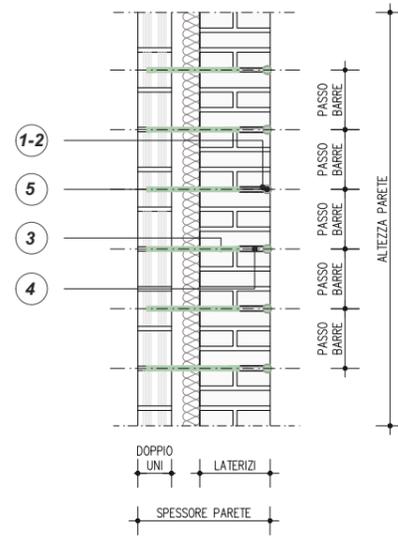
Geoforce one Software



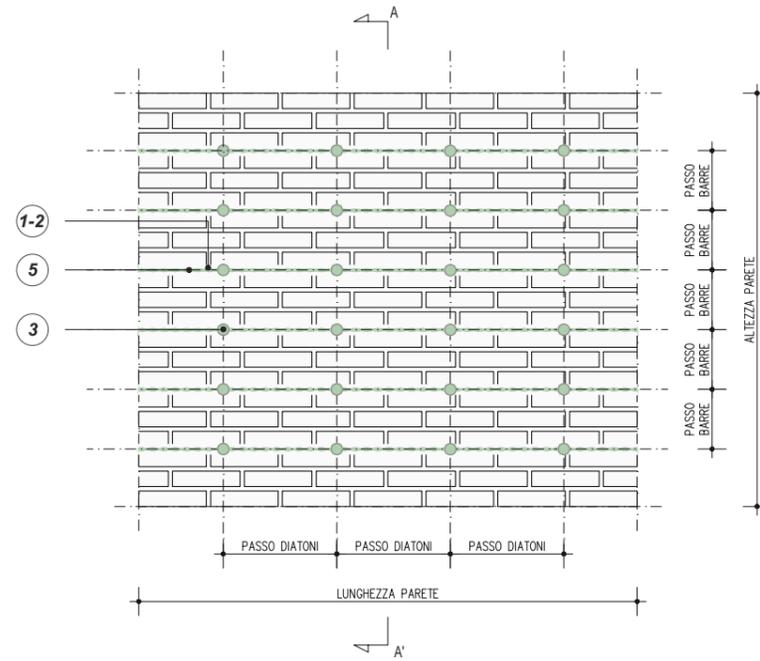
ASSONOMETRIA RISTILATURA ARMATA DEI GIUNTI CON STEEL HELIBAR 6

NOTE

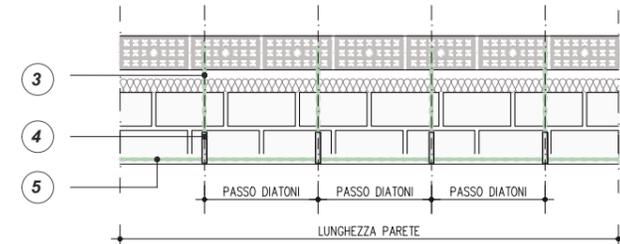
Le barre Steel Dryfix 10, fatta eccezione la possibilità di verificarne l'installazione in cantiere, generalmente non possono essere progettate per interventi di cucitura su muratura in pietrame di elevata consistenza meccanica.



SEZIONE A-A'
INTERVENTO DI RISTILATURA ARMATA DEI GIUNTI TRAMITE STEEL HELIBAR 6 E CONNESSIONI TRASVERSALI CON STEEL DRYFIX 10 E CONNETTORE STEEL DRYFIX 10



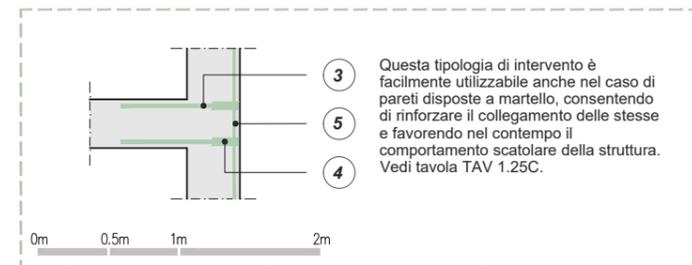
PROSPETTO
INTERVENTO DI RISTILATURA ARMATA DEI GIUNTI TRAMITE STEEL HELIBAR 6 E CONNESSIONI TRASVERSALI CON STEEL DRYFIX 10 E CONNETTORE STEEL DRYFIX 10



PIANTA
INTERVENTO DI RISTILATURA ARMATA DEI GIUNTI TRAMITE STEEL HELIBAR 6 E CONNESSIONI TRASVERSALI CON STEEL DRYFIX 10 E CONNETTORE STEEL DRYFIX 10



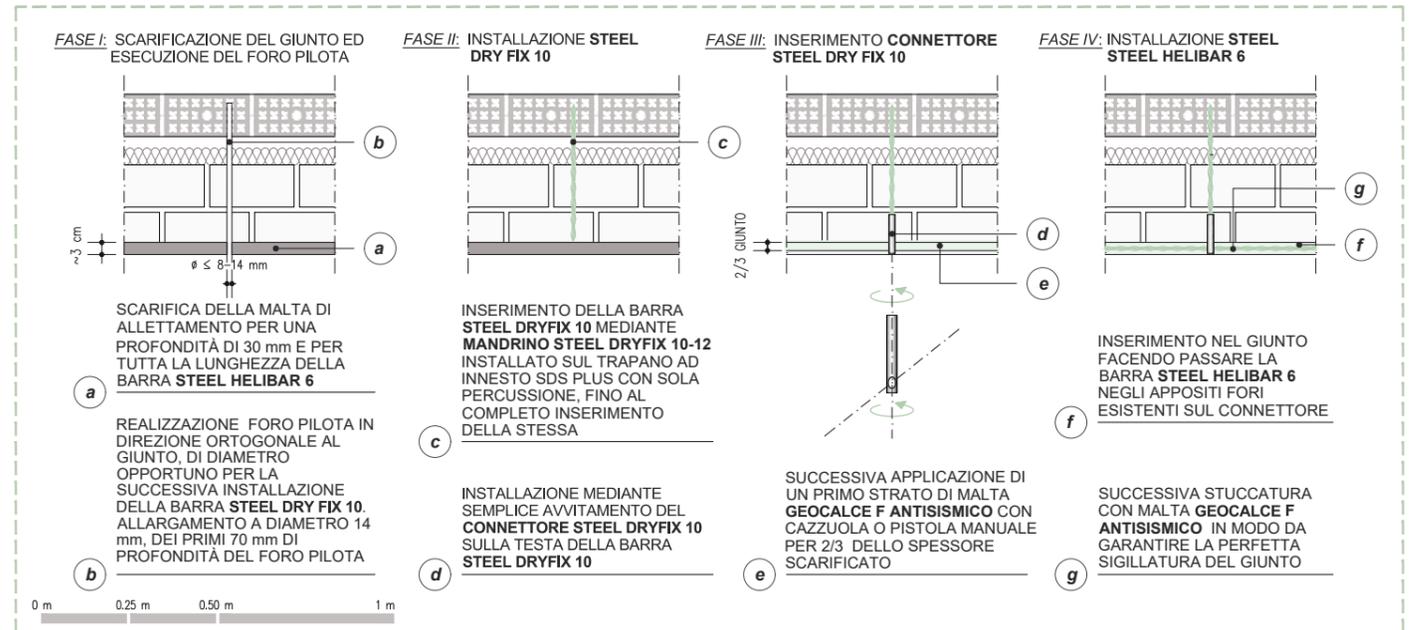
SOLUZIONE PARTICOLARE: COLLEGAMENTO DI PARETI TRASVERSALI



3 Questa tipologia di intervento è facilmente utilizzabile anche nel caso di pareti disposte a martello, consentendo di rinforzare il collegamento delle stesse e favorendo nel contempo il comportamento scatorale della struttura. Vedi tavola TAV 1.25C.
5
4



FASI DI MONTAGGIO



QUADRO NORMATIVO

Incremento della capacità delle pareti
L'intervento di *ristilatura dei giunti*, se effettuato su entrambe le superfici esterne, può migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura incrementandone, di fatto, l'area resistente. Particolare cura deve essere rivolta alla scelta della malta da utilizzare in relazione a quella esistente. L'eventuale inserimento nei giunti "ristilati" di piccole barre, trefoli o piattine metalliche o di altri materiali resistenti a trazione, specie se ancorati alla muratura attraverso connessioni trasversali dei paramenti ed organizzati come sistema continuo nelle tre direzioni, può migliorare ulteriormente l'efficacia dell'intervento. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

Consolidamento con ristilatura armata e connessione dei paramenti
Il coefficiente indicato in tabella, diversificato per le varie tipologie murarie, può essere applicato ai valori sia dei parametri di resistenza (f , Tau_0 e f_{v0}), sia dei moduli elastici (E , G), in quest'ultimo caso in misura ridotta del 50%. Questa tecnica (con i relativi coefficienti migliorativi) può essere applicata anche sostituendo, su uno dei paramenti, la ristilatura armata con un intonaco armato di limitato spessore, realizzato con malta a base calce, purché siano posti in opera gli elementi di connessione trasversale. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.4.1)

- 1 PROFONDA SCARNITURA DEI GIUNTI MURARI CON MEZZI MANUALI UTILIZZANDO ESCLUSIVAMENTE RASCHIETTI O ATTREZZATURE SIMILARI. PORRE MOLTA ATTENZIONE IN CASO DI UTILIZZO DI APPARECCHIATURE MECCANICHE O SCALPELLATURE CHE POTREBBERO DANNEGGIARE GLI ELEMENTI ORIGINALI DEL PARAMENTO MURARIO
- 2 LAVAGGIO DEL PARAMENTO MURARIO CON L'UTILIZZO DI ACQUA SPRUZZATA A BASSA PRESSIONE OTTENENDO UN FONDO PULITO E CONSISTENTE, PRIVO DI PARTI FRIABILI, DI POLVERE E MUFFE E DEI MURI D'EPOCA PULITI ACCURATAMENTE DA RESIDUI DI PRECEDENTI LAVORAZIONI O SALIFICAZIONI INTERSTIZIALI E/O SUPERFICIALI E QUANT'ALTRO POSSA COMPROMETTERE L'ADESIONE DELLA GEOMALTA **GEOCALCE F ANTISISMICO** SCELTA PER L'INGHISAGGIO DELLE BARRE **STEEL HELIBAR 6**. BAGNATURA DEI SUPPORTI PRIMA DELLA STUCCATURA.
- 3 INSTALLAZIONE A SECCO DI BARRE ELICOIDALI **STEEL DRYFIX 10**

Le barre sono disponibili nelle lunghezze 200 - 400 - 600 - 800 mm: è cura del progettista dimensionare l'eventuale profondità di ancoraggio, l'interasse, sia orizzontale che verticale, tra le singole barre e lo sviluppo all'interno della muratura da decidere in funzione della natura del supporto e delle necessità statiche da ottenere. Per conoscere le prestazioni di aderenza/estrazione delle barre elicoidali **Steel Dryfix 10**, si consiglia di effettuare in cantiere prove pull-out mediante estrattore certificato, come indicato nella TAV 1.19. Per ulteriori informazioni sulle fasi operative di montaggio di **Steel Dryfix 10** consultare APPENDICE 1.B.
- 4 INSERIMENTO DI **CONNETTORE STEEL DRYFIX 10**
- 5 INSERIMENTO DI **STEEL HELIBAR 6** INGHISATA TRA I GIUNTI CON **GEOCALCE F ANTISISMICO**

L'eccezionale flessibilità di **Steel Helibar 6** permette di realizzare la tecnica del repointing o ristilatura armata anche in murature con giunti che presentano dei disallineamenti nei ricorsi di malta.

1.24 Consolidamento e rinforzo di maschi murari mediante iniezioni di malta iperfluida a base di pura calce idraulica naturale

PRESCRIZIONE

- Preparazione del supporto e installazione dell'apparato di iniezione. Se necessario, rimuovere l'intonaco esistente e mettere a nudo la superficie muraria a cavallo della zona d'intervento (per una fascia di \approx 50 – 60 cm). Procedere quindi con l'apertura delle lesioni. Pulire bene la superficie. Scegliere il posizionamento dei punti per le iniezioni in funzione della tipologia muraria e in base al quadro fessurativo, mediamente con un interasse di circa 30 – 50 cm. Predisporre le perforazioni nei giunti di malta con una configurazione a quinconce. Effettuare le perforazioni mediante l'utilizzo di un utensile meccanico non battente, con fori aventi diametro non inferiore ai 20 mm, perpendicolarmente alla superficie o leggermente inclinati al fine di garantire la caduta per gravità della malta. La prassi consiglia una profondità pari a circa i 2/3 dello spessore della parete e un'inclinazione di $5^\circ - 10^\circ$ sul piano orizzontale. Pulire bene i fori con aria compressa, posizionare quindi gli ugelli di iniezione in plastica flessibile \varnothing 20 mm in corrispondenza dei fori per una profondità di almeno 10 – 15 cm e sigillare i giunti tra i mattoni, pietre, fessure e le discontinuità con geomalta **Geocalce G Antisismico**, **Geocalce F Antisismico** o **Biocalce Pietra**. Tale operazione si rende necessaria al fine di non permettere la fuoriuscita della malta iniettata. In alternativa si possono adottare gli **Iniettore&Connettore Geosteel** opportunamente installati nei fori e stuccati, in tal modo si può utilizzare il comodo tappo di chiusura senza doversi preoccupare di rimuovere il tubo di plastica. Procedere con la saturazione della struttura interna della muratura attraverso l'introduzione di acqua pulita nei perfori in modo da eliminare le polveri e saturare i materiali originari che tenderebbero a disidratare la malta di iniezione. In tal modo è anche possibile verificare l'esistenza di lesioni e/o fratture nascoste sulla muratura in base alla fuoriuscita dell'acqua. Tale operazione deve essere eseguita almeno 24 ore prima di effettuare le iniezioni di consolidamento.
- Iniezione di consolidamento e rinforzo nel paramento murario. Iniettare la geomalta **Geocalce FL Antisismico**, partendo dal tubicino iniettore posto nella posizione più bassa e procedendo verso l'alto, a bassa pressione (minore di 1,5 bar) per evitare la formazione di pressioni all'interno della massa muraria. Eseguire le iniezioni tramite serbatoio a pressione d'aria o manualmente per caduta, mantenendo la pressione costante fino a quando la miscela non fuoriesce dai fori adiacenti. Chiudere i fori quando sono saturi e proseguire il consolidamento rispettando il previsto piano di lavoro. Dopo l'indurimento della geomalta fluida **Geocalce FL Antisismico**, asportare gli ugelli e sigillare le sedi con la geomalta da muratura **Geocalce G Antisismico**, **Geocalce F Antisismico** o **Biocalce Pietra**.

AVVERTENZE

Nel caso di lesione passante per l'intero spessore della parete muraria, in funzione dello spessore della parete, dello sviluppo e della gravità della lesione in corrispondenza delle facce contrapposte, seguire le successive indicazioni:

- Nel caso di lesione passante con similare andamento (forma e sviluppo lineare) su entrambe le facce della parete, di gravità modesta e spessore della parete \leq 60 cm: procedere all'iniezione della malta solo in corrispondenza della faccia maggiormente danneggiata (a parità di danno, sulla faccia esterna), preparando comunque il fondo anche per la faccia meno danneggiata;
- Nel caso di lesione passante su entrambe le facce della parete, con dissimile andamento (forma e sviluppo lineare) sulle due facce della parete, e/o di gravità severa e/o spessore della parete \geq 60 cm: eseguire le lavorazioni sopra descritte in corrispondenza di entrambe le facce danneggiate.

Intervento compatibile con i sistemi deumidificanti Kerakoll.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di malta traspirante fluida inorganica a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 per il consolidamento e rinforzo di maschi murari tramite iniezione - tipo **Geocalce FL Antisismico** di Kerakoll. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg \geq 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9,5 GPa (EN 13412), tensione di aderenza della barra inghisata \geq 3,5 MPa.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: realizzazione fori per una profondità di 2/3 dello spessore murario e fissaggio e sigillatura dei condotti di iniezione di diametro 3/4"; sigillatura delle lesioni nelle murature e degli altri possibili punti di fuoriuscita della miscela; preiniezione di acqua su tutto il volume murario; iniezione della geomalta iperfluida procedendo dal basso verso l'alto, tramite l'utilizzo di un serbatoio a pressione d'aria o manualmente a caduta. Chiusura dei fori quando saturi e consolidamento rispettando il previsto piano di lavoro; asportazione degli ugelli e sigillatura dei fori con malta.

La quantificazione è espressa per metro quadrato di superficie considerando 4 fori per metro quadro, spessore del muro 50 cm.

1

Bagnatura dei supporti.



2

Stuccatura dei giunti mediante **Geocalce G Antisismico**, **Geocalce F Antisismico** o **Biocalce Pietra**.



3

Perforazione della parete per realizzare una maglia con opportuno interasse tra i fori da iniezione.



4

Collocazione di idonei iniettori nei fori praticati e successiva stuccatura.



5

Caricamento del serbatoio a pressione con **Geocalce FL Antisismico**.



6

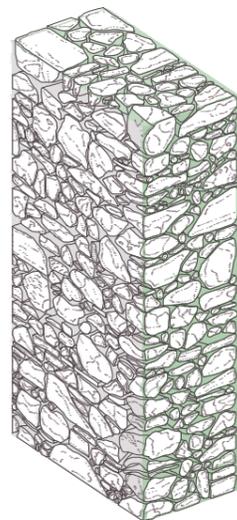
Iniezione a bassa pressione di **Geocalce FL Antisismico**, fino alla completa saturazione di eventuali vuoti o lesioni interne.



1.24

CONSOLIDAMENTO E RINFORZO DI MASCHI MURARI MEDIANTE INIEZIONI DI MALTA IPERFLUIDA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE

Geoforceone Software



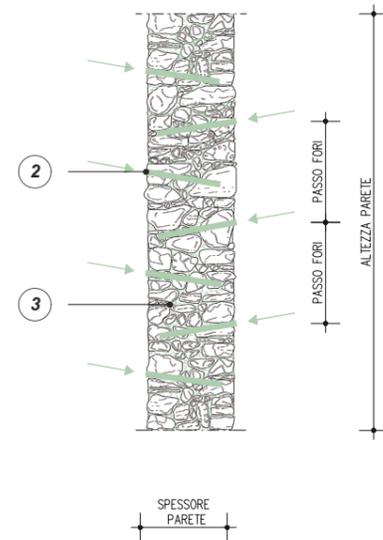
ASSONOMETRIA
INIEZIONI DI GEOCALCE FL ANTISISMICO

NOTE

Le iniezioni di malta in apparecchi murari dissestati consentono di ripristinare la monoliticità, riempire i vuoti e risarcire le lesioni. Questo metodo risulta particolarmente efficace quando la muratura presenta dei vuoti nella malta originaria, un apparecchio murario incoerente oppure in presenza di lesioni importanti e tali che il ripristino mediante scuci e cucì non dia miglioramenti significativi del sistema strutturale.

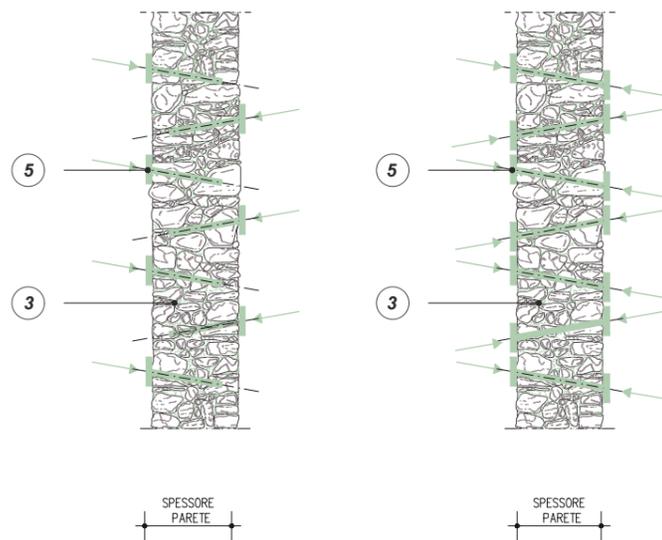
I disegni rappresentano a titolo esemplificativo un apparecchio murario in pietra, ma lo schema rimane invariato se ci si trova in presenza di muratura di laterizio o tufo.

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



SEZIONE A-A'
CONSOLIDAMENTO TRAMITE INIEZIONI DI
GEOCALCE FL ANTISISMICO

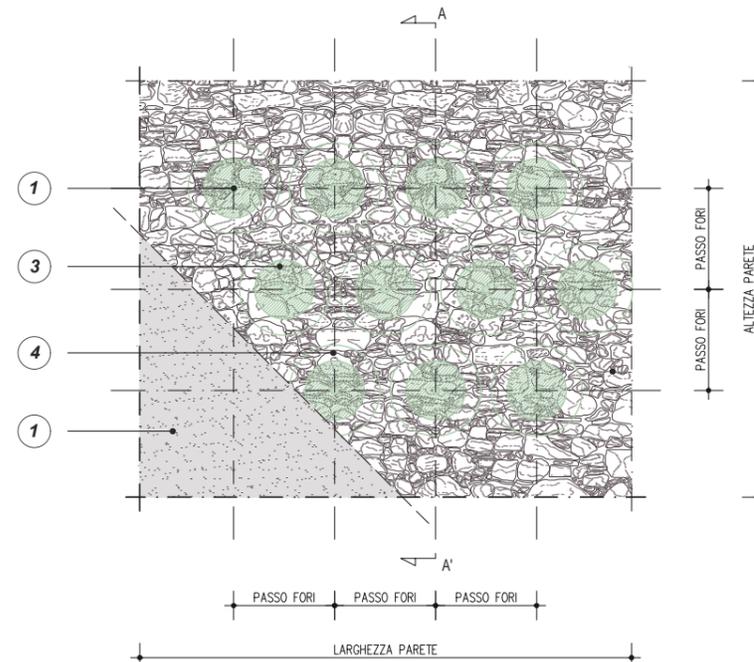
0.5m 1m 2m



SPESSORE PARETE

SEZIONE A-A'
UNIONE DELLE INIEZIONI DI MALTA CON
L'INSERIMENTO DIFFUSO DI DIATONI ARTIFICIALI A
FIOCCO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO
GOSTEEL G600/G1200 NON PASSANTI O PASSANTI

0m 0.5m 1m 2m



PROSPETTO
CONSOLIDAMENTO TRAMITE INIEZIONI DI
GEOCALCE FL ANTISISMICO

- 1 EVENTUALE DEMOLIZIONE DELL'INTONACO E RICOSTRUZIONE DOPO L'INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO
- 2 REALIZZAZIONE DI FORI PER INIETTARE LA MISCELA

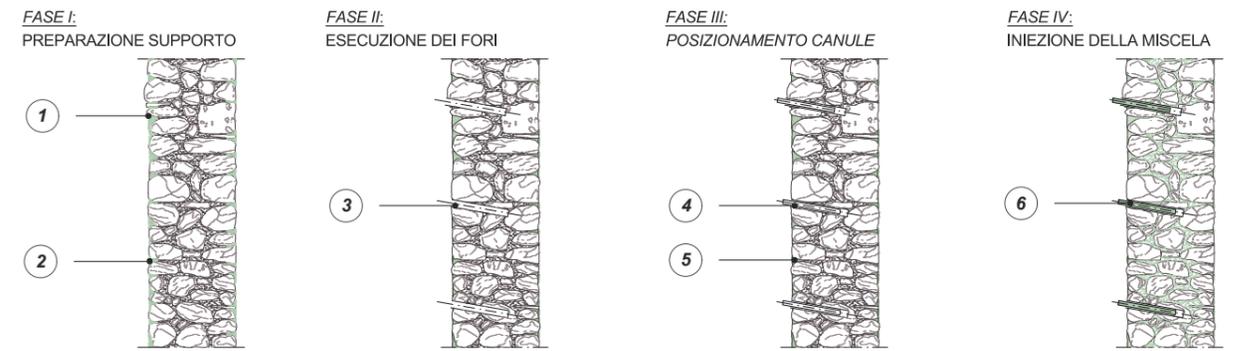
È preferibile eseguire i fori in corrispondenza dei giunti o dei ricorsi di malta. La prassi consiglia una profondità pari a circa i 2/3 dello spessore della parete e con un'inclinazione verso il basso di 5°-10° rispetto al piano orizzontale sfruttando, se possibile, cavità naturali del materiale, lesioni o lacune già esistenti. Si consiglia un interasse tra i fori pari a circa 30-50 cm in entrambe le direzioni, con disposizione in quinconce. Le iniezioni possono essere eseguite su un lato o su entrambi i lati della parete in muratura.

- 3 INIEZIONE DI GEOCALCE FL ANTISISMICO
- 4 RAPPRESENTAZIONE DELL'AREA DI INFLUENZA DELLA MISCELA INIETTATA

- 5 EVENTUALE INSERIMENTO DI DIATONI A FIOCCO GOSTEEL G600/G1200 INGHISATI CON MALTA COLABILE GEOCALCE FL ANTISISMICO

Per un'adeguata ammassatura dell'apparecchio murario, si consiglia di combinare l'intervento con l'inserimento di diatoni artificiali a fiocco in fibra di acciaio galvanizzato Geosteel G600/G1200, come descritto nella TAV 1.25A.

FASI DI ESECUZIONE DELLE INIEZIONI DI GEOCALCE FL ANTISISMICO



FASE I: PREPARAZIONE SUPPORTO
1
2
EVENTUALE RIMOZIONE DELL'INTONACO IN FASE DI DISTACCO. PULITURA DELLA MURATURA TRAMITE GETTI D'ACQUA A BASSA PRESSIONE (5-10 atm) PER ELIMINARE EVENTUALI SOSTANZE PRESENTI. IN ALTERNATIVA LA PULITURA PUÒ AVVENIRE TRAMITE SPAZZOLE, ARIA COMPRESSA O SABBIAIATURA
2
SIGILLATURA PROFONDA DEI GIUNTI E DELLE LESIONI PRESENTI TRAMITE GEOCALCE G ANTISISMICO, GEOCALCE F ANTISISMICO O BIOCALCE PIETRA

FASE II: ESECUZIONE DEI FORI
3
ESECUZIONE DEI FORI SULLA PARETE TRAMITE STRUMENTI A CAROTAGGIO CONTINUO O, PER PERFORAZIONI DI PICCOLA ENTITÀ, A ROTOPERCUSSIONE
3
POSIZIONAMENTO CANULE FISSATE CON LEGANTI A PRESA RAPIDA E PREINIEZIONE DI ACQUA AL FINE DI SATURARE LA MASSA MURARIA LIMITANDONE LE CARATTERISTICHE DI ASSORBIMENTO (24 ORE PRIMA DELL'INIEZIONE)

FASE III: POSIZIONAMENTO CANULE
4
5
SIGILLATURA DEGLI UGELLI, DEI GIUNTI APERTI O DELLE POSSIBILI ALTRE VIE D'USCITE DELLA MISCELA MEDIANTE STUCCATURA CON MALTA REVERSIBILE
5
INIEZIONI CONTINUE DI GEOCALCE FL ANTISISMICO. INIEZIONE A BASSA PRESSIONE: ESEGUITA SU MURATURA DAL BASSO VERSO L'ALTO E DALL'ESTERNO VERSO L'INTERNO

FASE IV: INIEZIONE DELLA MISCELA
6

0m 0.5m 1m 2m

QUADRO NORMATIVO

Incremento della capacità delle pareti
Qualora i setti murari siano costituiti da materiale di bassa qualità, può risultare opportuno migliorare le caratteristiche meccaniche del materiale. Il tipo di intervento da applicare va valutato in base alla tipologia e alla qualità della muratura e può variare dalla ricostruzione parziale (interventi di *scuci-cuci*) al consolidamento mediante iniezioni o mediante interventi superficiali o altre tecniche opportune; si deve procedere alla verifica preliminare della compatibilità chimico-fisica dei materiali nuovi con quelli originari. Nei casi in cui si operi attraverso le *iniezioni di miscele leganti*, si procede anche alla verifica della fattibilità dell'intervento in termini di capacità delle murature di assorbire e diffondere le malte iniettate ponendo attenzione nella scelta della pressione di immissione della miscela, per evitare dissesti locali. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

Consolidamento con iniezioni di miscele leganti
Il coefficiente indicato in tabella, diversificato per le varie tipologie murarie, può essere applicato ai valori sia dei parametri di resistenza (f , f_0 e f_{0d}), sia dei moduli elastici (E e G); i benefici conseguibili dipendono in modo sensibile dalla qualità originaria della malta, risultando tanto maggiori quanto più questa è scadente. È bene ricordare che gli effettivi benefici delle iniezioni sono funzione della reale possibilità delle malte iniettate di riempire lacune esistenti nella trama muraria e di aderire ai materiali esistenti; in ogni caso, è raccomandabile l'esecuzione di saggi, preventivi e di verifica, per valutare i risultati effettivamente conseguiti. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.3.1)

1.25A

Consolidamento e rinforzo di maschi murari mediante inserimento diffuso di diatoni in fibra di acciaio galvanizzato iniettati con geomalta iperfluida a base di pura calce idraulica naturale



PRESCRIZIONE

- Preparazione del supporto. Rimuovere l'intonaco esistente e mettere a nudo la superficie muraria. Se necessario in apparecchi murari faccia a vista, si consiglia di estrarre le parti finali della carota ricavata dal paramento stesso e riapplicarla sulla muratura per nascondere il diatono.
- Realizzazione fori. Realizzare un foro avente diametro e profondità di ancoraggio idonei ad accogliere il successivo sistema di rinforzo. Si consiglia di rimuovere la malta in prossimità del foro per annegare i trefoli del connettore.
- Preparazione e installazione diatono. Realizzare il **Diatono Geosteel** con l'inserimento di una fascia di tessuto della gamma **Geosteel G** di opportuna larghezza, in modo da predisporre all'interno del connettore il numero di trefoli minimi necessari da progetto per attingere alle resistenze di trazione richieste; avere cura di sfioccare la parte terminale della fascia di tessuto, mediante taglio della rete di supporto, procedendo con un taglio parallelo ai trefoli stessi per una lunghezza pari a quella dello sfiocco che si vuole realizzare sulla muratura, garantendo un raggio minimo di sfiocatura di 10 cm. In caso di connettore con sfiocatura su entrambi i lati, realizzare tale operazione su entrambe le estremità della striscia di fibra, arrotolare la fascia su se stessa, avendo cura di realizzare un cilindro di diametro opportuno rispetto al foro realizzato. Installare il connettore all'interno del foro.
- Inserimento tassello. Applicare eventualmente l'**Iniettore&Connettore Geosteel** in polipropilene armato con fibra di vetro, ideale per l'installazione del **Diatono Geosteel** e per la successiva iniezione di malte fluide di inghisaggio.
- Inghisaggio diatono. Per consolidare il paramento murario oggetto del rinforzo e garantire collaborazione con il **Diatono Geosteel**, effettuare un'iniezione a bassa pressione (minore di 1,5 bar) mediante l'impiego della geomalta iperfluida **Geocalce FL Antisismico**, previa bagnatura dei supporti, utilizzando l'apposito foro posto sulla testa del tassello. Al termine di questa fase sigillare l'**Iniettore&Connettore Geosteel** con il tappo in dotazione. Eseguire applicazione finale di **Geocalce F Antisismico** per inglobare il rinforzo e ricostruire i giunti di malta.

AVVERTENZE

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione e le prestazioni meccaniche del **Diatono Geosteel**, realizzato con la gamma di tessuti **Geosteel G** in combinazione con il tassello in polipropilene armato con fibra di vetro **Iniettore&Connettore Geosteel**.

Di seguito si riporta una tabella dove vengono elencate le resistenze di trazione di un connettore, in funzione del tipo di tessuto **Geosteel G** e delle relative larghezze di fascia adottate:

Tessuto	Larghezza della fascia (cm)	Numero di trefoli*	Carico di Rottura a Trazione
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° trefoli per cm = 1,57 **Geosteel G600**; n° trefoli per cm = 3,14 **Geosteel G1200**; carico di rottura a trazione di un trefolo > 1500 N.

Qualora si richieda un connettore con resistenze diverse, ovvero un numero diverso di trefoli, da quelle sopra indicate è sufficiente calcolare la larghezza opportuna della fascia, dividendo la resistenza richiesta per la resistenza di un trefolo e successivamente per il numero di trefoli presenti per unità di larghezza nella tipologia di tessuto scelta.

Intervento compatibile con i sistemi deumidificanti Kerakoll.

1

Esecuzione dei fori sulla parete e bagnatura dei supporti.



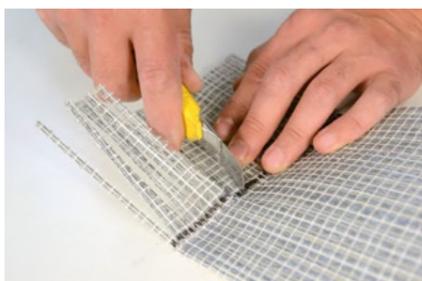
2

Stuccatura dei giunti del paramento murario mediante **Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico**.



3

Sfiocatura tessuto **Geosteel G**.



4

Arrotolamento del tessuto per la realizzazione del **Diatono Geosteel**.



5

Installazione del **Diatono Geosteel**.



6

Iniezione a bassa pressione di **Geocalce FL Antisismico**, fino alla completa saturazione di eventuali vuoti o lesioni interne.



VOCE DI CAPITOLATO

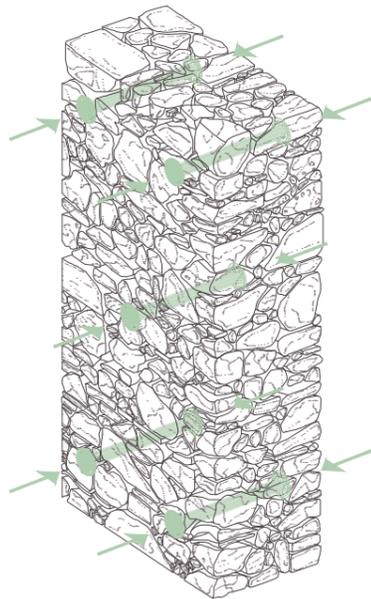
Fornitura e posa in opera di sistema di rinforzo di maschi murari mediante connessione trasversale con inserimento di diatoni realizzati con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120 -1/4 2017 fissati su microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 670 g/mq iniettati con malta traspirante fluida inorganica a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 nel numero di 4 al mq - tipo **Diatono Geosteel** realizzato con **Geosteel G600** in abbinamento a **Geocalce FL Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate della connessione: opull-out = 2555 MPa (laterizio) - 2503 MPa (tufo). Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9,5 GPa (EN 13412), tensione di aderenza della barra inghisata $\geq 3,5$ MPa. Le connessioni sono realizzate nel numero di 4 al mq.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale trattamento di ripristino delle superfici ammalorate (da contabilizzare a parte); realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensione (diametro e profondità) idonea alla natura del connettore, e successiva rimozione della malta nell'area adiacente al foro realizzato; confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "sfiocatura", e arrotolamento finale del tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato, con bloccaggio dello stesso mediante fascetta plastica; inserimento del connettore all'interno del foro (numero, profondità di ancoraggio, interassi a cura di tecnico abilitato); inserimento dell'iniettore in polipropilene e fibra di vetro nel diatono in fibra d'acciaio in modo da piegare di 90° la parte terminale del fiocco; collaborazione del connettore mediante iniezione a bassa pressione di malta fluida; fissaggio dei trefoli "sfioccati", con celatura dell'intero connettore, e contestuale stilatura dei giunti mediante malta; La quantificazione è espressa per metro quadro di parete rinforzata.

1.25A

CONSOLIDAMENTO E RINFORZO DI MASCHI MURARI MEDIANTE INSERIMENTO DIFFUSO DI DIATONI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO INIETTATI CON GEOMALTA IPERFLUIDA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE

Geoforce one
Software



ASSONOMETRIA
DIATONI ARTIFICIALI A FIOCCO GEOSTEEL G600/G1200

NOTE

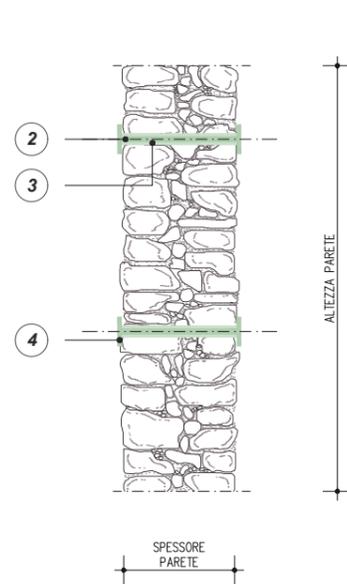
I disegni rappresentano a titolo esemplificativo un apparecchio murario in pietra, ma lo schema rimane invariato se ci si trova in presenza di muratura di laterizio o tufo. In presenza di muratura caotica è sempre consigliabile effettuare un intervento combinato mediante iniezioni di malta (TAV 1.24).

POWERED BY

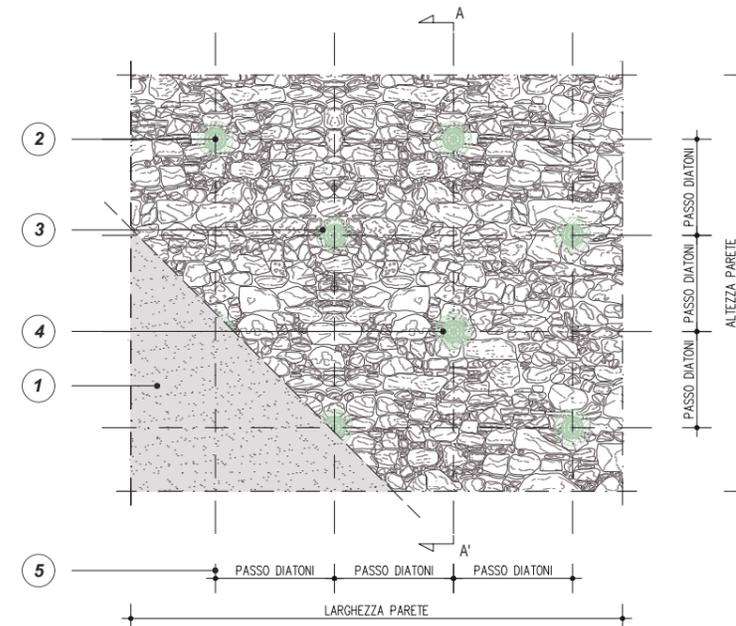
kerakoll

ENGINEERED BY

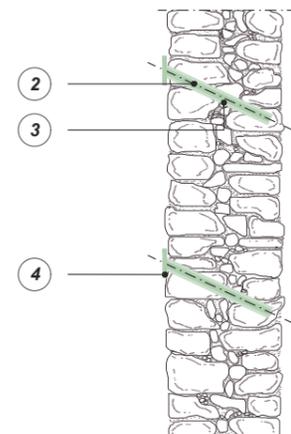
ASDEA



SEZIONE A-A'
INSERIMENTO DIFFUSO DI DIATONI ARTIFICIALI A FIOCCO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO GEOSTEEL G600/G1200



PROSPETTO
INSERIMENTO DIFFUSO DI DIATONI ARTIFICIALI A FIOCCO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO GEOSTEEL G600/G1200

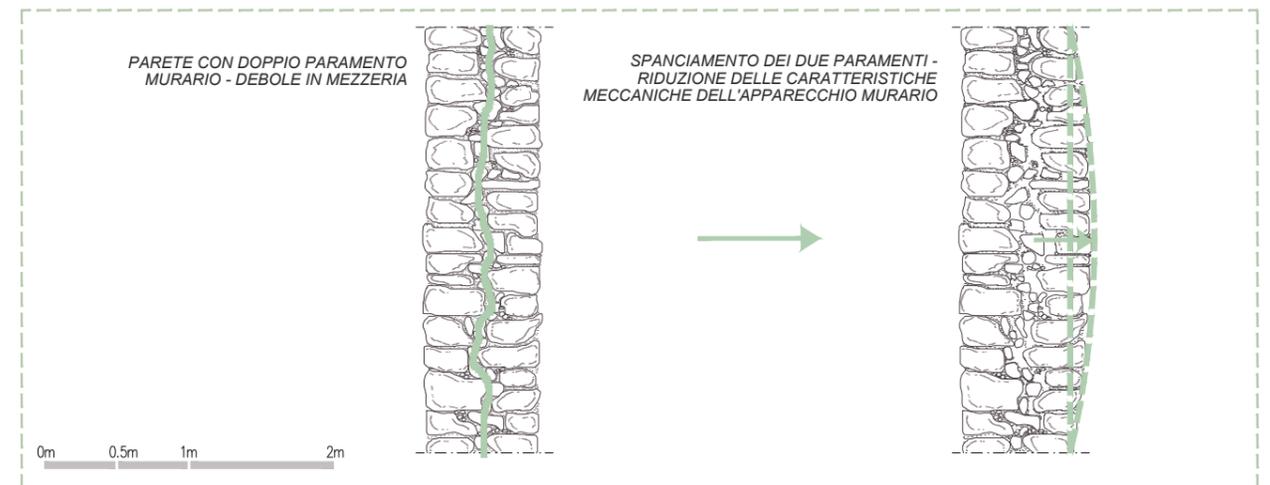


SEZIONE A-A'
INSERIMENTO DIFFUSO DI DIATONI ARTIFICIALI A FIOCCO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO GEOSTEEL G600/G1200 DISPOSTI INCLINATI



Qualora non fosse possibile effettuare dei fori passanti si consiglia di inclinare il diatono artificiale a fiocco in fibra di acciaio galvanizzata **Geosteel G600/G1200** e di utilizzare la stessa procedura applicativa dei diatoni posti in orizzontale.

MECCANISMO DI COLLASSO



QUADRO NORMATIVO

DETTAGLI COSTRUTTIVI

L'uso di connettori può risultare utile o addirittura indispensabile. Si forniscono al riguardo le seguenti regole di dettaglio.
 - Se il sistema di rinforzo FRCM è applicato su una sola faccia del pannello è obbligatorio adottare connettori di lunghezza tale da penetrare all'interno dello strato più esterno del paramento non rinforzato.
 - Nel caso di rinforzo su due facce di murature a sacco o con paramenti scollegati è obbligatorio che i connettori siano passanti.
 - Nel caso di rinforzo di pannelli di spessore $t \leq 400$ mm con FRCM e con l'impiego di connettori si suggerisce un interasse tra questi ultimi $\geq 3t$ e comunque non superiore a 1600 mm; in corrispondenza dei cantonali e dei martelli murari si suggerisce una lunghezza dei connettori $l=3t$.
 - Nel caso di rinforzo di pannelli di spessore $t > 400$ mm si suggerisce un interasse $\geq 2t$ e comunque non superiore a 2000 mm; in corrispondenza dei cantonali e dei martelli murari si suggerisce una lunghezza dei connettori $l=3t$ disposti a quinconce.
 (CNR - DT 215/2018 §6)

Collegamenti nello spessore della parete in presenza di paramenti multipli
 Quando i collegamenti tra paramento esterno e interno sono insufficienti, come frequentemente avviene per le murature in pietra, occorre verificare che, per effetto delle azioni sismiche, non si attivi un meccanismo di flessione fuori piano nella porzione di paramento compresa tra due ritegni dotati di ancoraggio esterno. Si può eventualmente ricorrere a diatoni di contenimento integrativi, disposti nella parete ad adeguata distanza tra loro (in misura non necessariamente troppo fitta). L'inserimento di *diatoni artificiali*, realizzati in calcestruzzo armato, in profilati metallici o in altri materiali resistenti a trazione, compreso l'utilizzo di legature metalliche, con funzione di *tirantini antiespulsivi* o di legature con materiali compositi, può realizzare un efficace collegamento tra i paramenti murari, evitando il distacco o l'innescio di fenomeni di instabilità per compressione dei paramenti esterni. L'efficacia di tali interventi è legata all'effettiva possibilità di solidarizzare detti presidi con la muratura circostante che, pertanto, deve presentare buona consistenza.
 (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 3)

Consolidamento con diatoni artificiali o tirantini antiespulsivi
 Nel caso dell'inserimento di diatoni artificiali dotati di una significativa rigidità a taglio e sufficientemente diffusi, si può applicare a tutti i paramenti di resistenza il coefficiente indicato per le murature originariamente dotate di una buona connessione trasversale; gli elementi di connessione a trazione (tirantini) hanno un effetto significativo solo per la resistenza a compressione (f).
 (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.3.1)

- 1 EVENTUALE DEMOLIZIONE DELL'INTONACO E RICOSTRUZIONE DOPO L'INTERVENTO DI RINFORZO
 In apparecchi murari a faccia vista si consiglia di aprire il tessuto sfioccato del connettore nei giunti della muratura.
- 2 INSERIMENTO DI DIATONI ARTIFICIALI A FIOCCO **GEOSTEEL G600/G1200**
 L'inserimento dei diatoni artificiali a fiocco permette di rinforzare l'apparecchio murario senza modificarne il funzionamento statico originario ed incrementandone la resistenza a taglio. L'intervento è indicato anche per azioni sismiche in quanto restituisce alla parete la monoliticità iniziale e irrigidendola ulteriormente in direzione trasversale, la rende meno vulnerabile a meccanismi di ribaltamento. Consultare l'APPENDICE 1.B per le fasi di montaggio dei diatoni artificiali a fiocco **Geosteel G600/G1200**.
- 3 INIEZIONE DI **GEOCALCE FL ANTISISMICO** PER INGHISARE I DIATONI
 Nel caso non risulti necessario un consolidamento mediante iniezioni (vedi TAV 1.24), per garantire una quantità minore di miscela iniettata si suggerisce di miscelare il prodotto con una minore quantità di acqua per renderlo meno fluido.
- 4 UTILIZZO DI **INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL** PER IL MONTAGGIO DEI DIATONI (CONSULTARE LE FASI DI MONTAGGIO SULL'APPENDICE 1.B DEL MANUALE)
- 5 DEFINIZIONE DEL PASSO DEI DIATONI
 Si consiglia di realizzare fori sfalsati con un passo che varia tra 80 e 150 cm. È auspicabile realizzare il foro sugli elementi della muratura di dimensione maggiore, per evitare l'espulsione di quelli minori e quindi più deboli.

1.25B

Consolidamento e rinforzo di maschi murari mediante reticolato diffuso di diatoni in fibra di acciaio galvanizzato iniettati con geomalta iperfluida a base di pura calce idraulica naturale



PRESCRIZIONE

1. Preparazione del supporto. Rimuovere l'intonaco esistente e mettere a nudo la superficie muraria.
2. Realizzazione fori. Realizzare un foro avente diametro e profondità di ancoraggio idonei ad accogliere il successivo sistema di rinforzo. Si consiglia di rimuovere la malta in prossimità del foro per annegare i trefoli del connettore.
3. Preparazione e installazione diatono. Realizzare il **Diatono Geosteel** con l'inserimento di una fascia di tessuto della gamma **Geosteel G** di opportuna larghezza, in modo da predisporre all'interno del connettore il numero di trefoli minimi necessari da progetto per attingere alle resistenze di trazione richieste; avere cura di sfioccare la parte terminale della fascia di tessuto, mediante taglio della rete di supporto, procedendo con un taglio parallelo ai trefoli stessi per una lunghezza pari a quella dello sfiocco che si vuole realizzare sulla muratura, garantendo una lunghezza minima dei trefoli pari a 80 - 100 cm. In caso di connettore con sfiocatura su entrambi i lati, realizzare tale operazione su entrambe le estremità della striscia di fibra opportunamente predisposta. Terminato il taglio del tessuto arrotolare la fascia su se stessa, avendo cura di realizzare un cilindro di diametro opportuno rispetto al foro realizzato. Installare il connettore così realizzato all'interno del foro. Al fine di ottenere un reticolato continuo inserire i trefoli precedentemente sfioccati nei giunti di malta, considerando una sovrapposizione tra trefoli che arrivano da due fori vicini per almeno 25 - 30 cm. Stuccare i giunti con **Geocalce F Antisismico** al fine di inglobare il tessuto di rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti.
4. Inghisaggio diatono. Per consolidare il paramento murario oggetto del rinforzo e garantire collaborazione con il **Diatono Geosteel**, effettuare un'iniezione a bassa pressione (minore di 1,5 bar) mediante l'impiego della geomalta iperfluida **Geocalce FL Antisismico**, previa bagnatura dei supporti. Eseguire applicazione finale di **Geocalce F Antisismico** per inglobare il rinforzo e ricostruire i giunti di malta.

AVVERTENZE

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione e le prestazioni meccaniche del **Diatono Geosteel**, realizzato con la gamma di tessuti **Geosteel G** in combinazione con il tassello in polipropilene armato con fibra di vetro **Iniettore&Connettore Geosteel**.

Di seguito si riporta una tabella dove vengono elencate le resistenze di trazione di un connettore, in funzione del tipo di tessuto **Geosteel G** e delle relative larghezze di fascia adottate:

Tessuto	Larghezza della fascia (cm)	Numero di trefoli*	Carico di Rottura a Trazione
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° trefoli per cm = 1,57 **Geosteel G600**; n° trefoli per cm = 3,14 **Geosteel G1200**;
carico di rottura a trazione di un trefolo > 1500 N.

Qualora si richieda un connettore con resistenze diverse, ovvero un numero diverso di trefoli, da quelle sopra indicate è sufficiente calcolare la larghezza opportuna della fascia, dividendo la resistenza richiesta per la resistenza di un trefolo e successivamente per il numero di trefoli presenti per unità di larghezza nella tipologia di tessuto scelta.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema di rinforzo di maschi murari mediante connessione trasversale con reticolato diffuso di diatoni realizzati con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120 -1/4 2017 fissati su microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 670 g/mq iniettati con malta traspirante fluida inorganica a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 nel numero di 4 al mq - tipo **Diatono Geosteel** realizzato con **Geosteel G600** in abbinamento a **Geocalce FL Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate della connessione: $\sigma_{pull-out} = 2555$ MPa (laterizio) - 2503 MPa (tufo). Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9,5 GPa (EN 13412), tensione di aderenza della barra inghisata $\geq 3,5$ MPa. Le connessioni sono realizzate nel numero di 4 al mq.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale trattamento di ripristino delle superfici ammalorate (da contabilizzare a parte); realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensione (diametro e profondità) idonea alla natura del connettore, e successiva rimozione delle malte dai giunti; confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "sfiocatura", e arrotolamento finale del tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato, con bloccaggio dello stesso mediante fascetta plastica; inserimento del connettore all'interno del foro (numero, profondità di ancoraggio, interassi a cura di tecnico abilitato), collegamento dei diatoni artificiali a fiocco tra di loro adiacenti mediante sovrapposizione dei trefoli inseriti nei giunti di malta; collaborazione del connettore mediante iniezione a bassa pressione di malta fluida; fissaggio dei trefoli "sfioccati", con celatura dell'intero connettore, e contestuale stilatura dei giunti mediante malta.

La quantificazione è espressa per metro quadro di parete rinforzata.

1

Esecuzione dei fori sulla parete e bagnatura dei supporti.



2

Installazione del connettore realizzato con tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



3

Sfiocatura del **Diatono Geosteel** all'interno dei giunti della muratura.



4

Inghisaggio del **Diatono Geosteel** mediante iniezione a bassa pressione di **Geocalce FL Antisismico**.



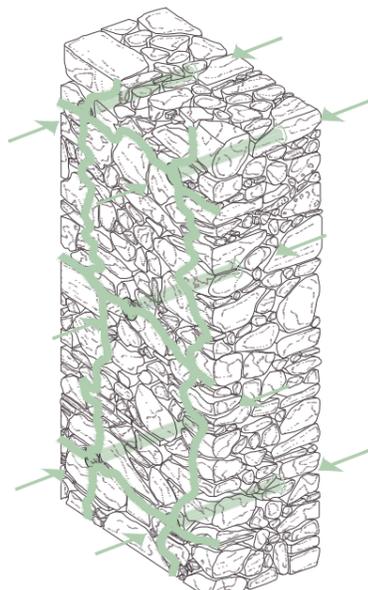
5

Copertura completa dei giunti di muratura con **Geocalce F Antisismico**.



1.25B

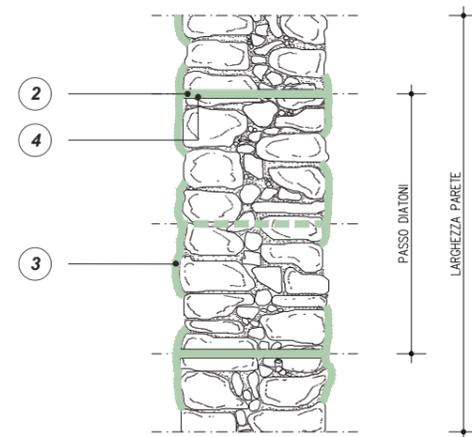
CONSOLIDAMENTO E RINFORZO DI MASCHI MURARI MEDIANTE RETICOLATO DIFFUSO DI DIATONI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO INIETTATI CON GEOMALTA IPERFLUIDA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE



ASSONOMETRIA
DIATONI ARTIFICIALI A FIOCCO GEOSTEEL G600/G1200

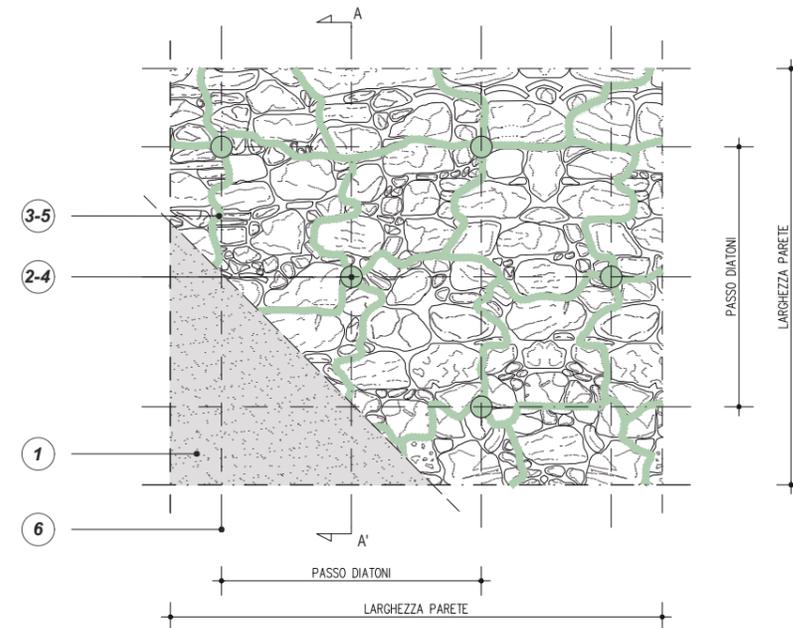
NOTE

Nel caso se ne riscontri la necessità, è possibile ricostruire preventivamente in profondità il giunto secondo le modalità indicate in TAV 1.22. In presenza di muratura caotica è sempre consigliabile effettuare un intervento combinato mediante iniezioni di malta (TAV 1.24).

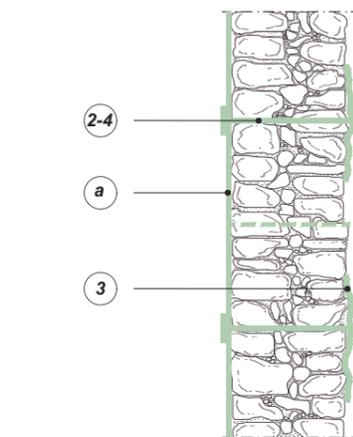


SEZIONE A-A'
INSERIMENTO DIFFUSO DI DIATONI ARTIFICIALI A FIOCCO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO GEOSTEEL G600/G1200

0m 0.5m 1m 2m



PROSPETTO
INSERIMENTO DIFFUSO DI DIATONI ARTIFICIALI A FIOCCO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO GEOSTEEL G600/G1200



SEZIONE A-A'
INSERIMENTO DIFFUSO DI DIATONI ARTIFICIALI A FIOCCO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO GEOSTEEL G600/G1200 E RETE GEOSTEEL GRID 200/400

0m 0.5m 1m 2m

Qualora sia possibile rinforzare un lato del paramento murario con un intervento diffuso, si consiglia l'applicazione di **Geosteel Grid 200/400**. Per maggiori informazioni consultare TAV 1.27.

1 EVENTUALE DEMOLIZIONE DELL'INTONACO E RICOSTRUZIONE DOPO L'INTERVENTO DI RINFORZO

2 INSERIMENTO DI DIATONI ARTIFICIALI A FIOCCO **GEOSTEEL G600/G1200** IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO

L'inserimento di diatoni artificiali permette di rinforzare l'apparecchio murario senza modificarne il funzionamento statico originario ed incrementandone le caratteristiche meccaniche della muratura. L'intervento è indicato anche per azioni sismiche in quanto restituisce alla parete la monoliticità iniziale e, irrigidendola ulteriormente in direzione trasversale, la rende meno vulnerabile a meccanismi di ribaltamento. Consultare l'APPENDICE 1.B per le fasi di montaggio dei diatoni Geosteel.

3 SFIOCCO DEL DIATONO ARTIFICIALE **GEOSTEEL G600/G1200** IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E DISPOSTO ALL'INTERNO DEI GIUNTI DI MALTA PER CREARE IL RETICOLO DI RINFORZO. SOVRAPPOSIZIONE DELLE SFIOCCATURE DEI DIATONI ARTIFICIALI **GEOSTEEL** TRA DI LORO ADIACENTI

4 INIEZIONI DI **GEOCALCE FL ANTISISMICO** PER INGHISARE I DIATONI

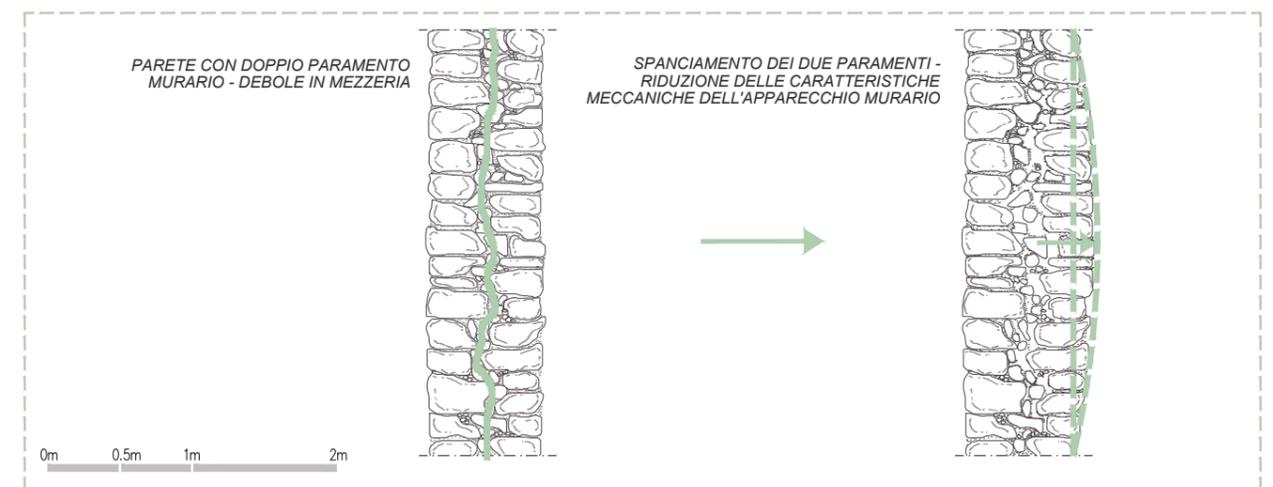
Nel caso non risulti necessario un consolidamento mediante iniezioni (vedi TAV 1.24), per garantire una quantità minore di miscela iniettata si suggerisce di miscelare il prodotto con una minore quantità di acqua per renderlo meno fluido.

5 APPLICAZIONE FINALE DI **GEOCALCE F ANTISISMICO** PER INGLOBARE IL RINFORZO E RICOSTRUIRE I GIUNTI DI MALTA

6 DEFINIZIONE DEL PASSO DEI DIATONI

Si consiglia di realizzare fori sfalsati con un passo che varia tra 80 e 150 cm. È auspicabile realizzare il foro in corrispondenza dei giunti di malta e non dei conci.

MECCANISMO DI COLLASSO



QUADRO NORMATIVO

DETTAGLI COSTRUTTIVI

L'uso di connettori può risultare utile o addirittura indispensabile. Si forniscono al riguardo le seguenti regole di dettaglio.

- Se il sistema di rinforzo FRCM è applicato su una sola faccia del pannello è obbligatorio adottare connettori di lunghezza tale da penetrare all'interno dello strato più esterno del paramento non rinforzato.
- Nel caso di rinforzo su due facce di murature a sacco o con paramenti scollegati è obbligatorio che i connettori siano passanti.
- Nel caso di rinforzo di pannelli di spessore $t \leq 400$ mm con FRCM e con l'impiego di connettori si suggerisce un interasse tra questi ultimi $\geq 3t$ e comunque non superiore a 1600 mm; in corrispondenza dei cantonali e dei martelli murari si suggerisce una lunghezza dei connettori $= 3t$.
- Nel caso di rinforzo di pannelli di spessore $t > 400$ mm si suggerisce un interasse $\geq 2t$ e comunque non superiore a 2000 mm; in corrispondenza dei cantonali e dei martelli murari si suggerisce una lunghezza dei connettori $= 3t$ disposti a quinconce. (CNR - DT 215/2018 §6)

Collegamenti nello spessore della parete in presenza di paramenti multipli
Quando i collegamenti tra paramento esterno e interno sono insufficienti, come frequentemente avviene per le murature in pietra, occorre verificare che, per effetto delle azioni sismiche, non si attivi un meccanismo di flessione fuori piano nella porzione di paramento compresa tra due ritegni dotati di ancoraggio esterno. Si può eventualmente ricorrere a diatoni di contenimento integrativi, disposti nella parete ad adeguata distanza tra loro (in misura non necessariamente troppo fitta). L'inserimento di *diatoni artificiali*, realizzati in calcestruzzo armato, in profilati metallici o in altri materiali resistenti a trazione, compreso l'utilizzo di legature metalliche, con funzione di *tirantini antiespulsivi* o di legature con materiali compositi, può realizzare un efficace collegamento tra i paramenti murari, evitando il distacco o l'innescio di fenomeni di instabilità per compressione dei paramenti esterni. L'efficacia di tali interventi è legata all'effettiva possibilità di solidarizzare detti presidi con la muratura circostante che, pertanto, deve presentare buona consistenza. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 3)

Consolidamento con diatoni artificiali o tirantini antiespulsivi
Nel caso dell'inserimento di diatoni artificiali dotati di una significativa rigidità a taglio e sufficientemente diffusi, si può applicare a tutti i parametri di resistenza il coefficiente indicato per le murature originariamente dotate di una buona connessione trasversale; gli elementi di connessione a trazione (tirantini) hanno un effetto significativo solo per la resistenza a compressione (f). (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.3.1)

1.25C

Connessioni trasversali e ammorsamenti di maschi murari mediante cucitura a secco con barre elicoidali in acciaio Inox

PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Non sono previste particolari procedure di preparazione dei supporti, rimanendo, tuttavia, a discrezione della D.L. eventuali trattamenti di bonifica e consolidamento della muratura.
2. Realizzazione del foro pilota. Eseguire le connessioni trasversali o gli ammorsamenti su muratura faccia vista con cucitura a secco mediante la realizzazione di un foro pilota di diametro opportuno in funzione della barra scelta e della consistenza del supporto e di lunghezza pari a quella della barra elicoidale di cucitura da installare o allo spessore degli elementi su cui si realizza l'intervento.
3. Installazione della barra. Installare la barra **Steel Dryfix** all'interno del foro mediante apposito **Mandrino Steel Dryfix**. Montare il mandrino sul trapano a percussione con innesto SDS Plus e inserire la barra sul mandrino. Procedere quindi all'infissione della barra sfruttando la sola percussione del trapano e la pressione esercitata manualmente. Inserire la barra nel supporto fino alla completa infissione della stessa. Il passo orizzontale e verticale delle barre deve essere determinato da progettista abilitato.
4. Stuccatura del foro. Al termine dell'inserimento della barra stuccare con opportuna geomalta (**Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico** o **Bioalce Pietra**) la parte terminale del foro, in modo da garantire la perfetta sigillatura di quest'ultimo e garantire una perfetta aderenza della barra al substrato anche nella parte iniziale.
5. Controllo qualità sulla tenuta delle barre installate. Per conoscere le prestazioni di aderenza/estrazione delle barre elicoidali **Steel Dryfix** su diversi supporti, si consiglia di effettuare in cantiere prove di pull-out mediante l'apposito estrattore certificato di Kerakoll Spa. Eseguito tale controllo è possibile dimensionare più accuratamente l'intervento.

AVVERTENZE

In caso di murature particolarmente decoese e con nucleo scadente, è possibile associare alla cucitura a secco anche l'iniezione mediante geomalta iperfluida **Geocalce FL Antisismico** mediante microcannula installata sulla testa della barra.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, se adottare le barre **Steel Dryfix 8**, **Steel Dryfix 10** o **Steel Dryfix 12** installate utilizzando l'apposito **Mandrino Steel Dryfix**.

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione delle barre elicoidali **Steel Dryfix**.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di barre elicoidali per connessioni trasversali e ammorsamento di maschi murari mediante cucitura a secco, certificate EN 845-1 in acciaio Inox AISI 316, provviste di marcatura CE, di lunghezza pari a 400 mm, nel numero di 4 al mq, installate in apposito foro pilota, previo eventuale trattamento delle superfici ammalorate, poste in opera mediante apposito mandrino - tipo **Steel Dryfix 10** di Kerakoll. Caratteristiche tecniche certificate della barra: carico di rottura a trazione $\geq 16,2$ kN; carico di rottura a taglio $\geq 9,5$ kN; modulo elastico ≥ 150 GPa; deformazione ultima a rottura $\geq 3\%$; area nominale 15,50 mm². Compresa stuccatura del foro mediante malta a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg $> 1,0$ N/mm² - FB: B (EN 1015-12).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale trattamento di ripristino e preparazione delle superfici ammalorate (da contabilizzare a parte); realizzazione del foro pilota di diametro opportuno, in funzione della lunghezza della barra e della natura del materiale di supporto; installazione della barra all'interno del foro (numero, profondità di ancoraggio, interassi a cura di tecnico abilitato) mediante apposito mandrino; eventuale stuccatura del foro mediante malta.

La quantità è espressa per metro quadrato di rinforzo posto in opera.

1

Realizzazione del foro pilota.



2

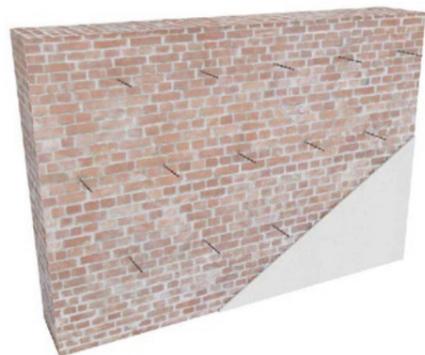
Installazione della barra **Steel Dryfix** all'interno del foro mediante apposito **Mandrino Steel Dryfix**.



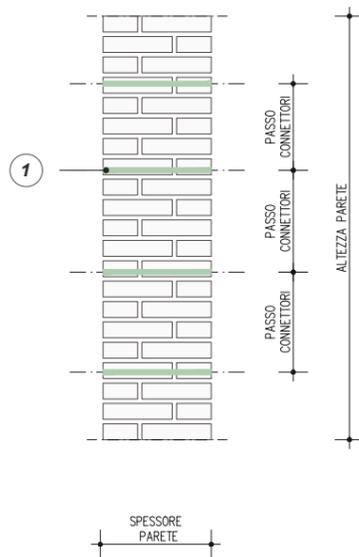
1.25C

CONNESSIONI TRASVERSALI E AMMORSAMENTI DI MASCHI MURARI MEDIANTE CUCITURA A SECCO CON BARRE ELICOIDALI IN ACCIAIO INOX

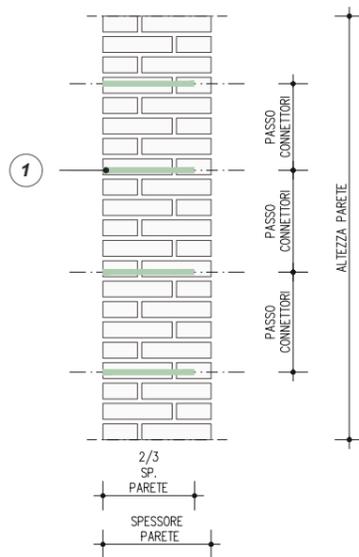
Geoforceone
Software



SOLUZIONE CON CONNESSIONI TRASVERSALI PASSANTI

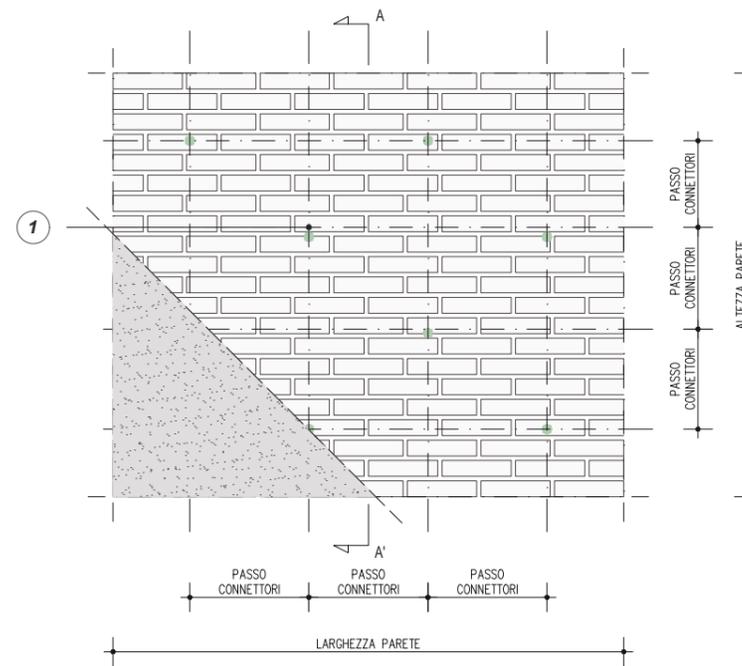


SOLUZIONE CON CONNESSIONI TRASVERSALI NON PASSANTI



SEZIONE A-A'
INSERIMENTO DIFFUSO DI CONNESSIONI TRASVERSALI REALIZZATE MEDIANTE BARRE ELICOIDALI STEEL DRYFIX

0m 0.5m 1m



PROSPETTO
INSERIMENTO DIFFUSO DI CONNESSIONI TRASVERSALI REALIZZATE MEDIANTE BARRE ELICOIDALI STEEL DRYFIX

1 INSTALLAZIONE A SECCO DI BARRE ELICOIDALI STEEL DRYFIX

Le barre sono disponibili in differenti diametri e lunghezze: è cura del progettista dimensionare l'intervento, l'eventuale profondità di ancoraggio, l'interasse, sia orizzontale che verticale, tra le singole barre e lo sviluppo all'interno della muratura da decidere in funzione della natura del supporto e delle necessità statiche da ottenere. Per maggiori informazioni sulle barre elicoidali Steel Dryfix consultare l'APPENDICE 1.B.

ESTRATTORE CERTIFICATO



UTILIZZO DELL'ESTRATTORE CERTIFICATO DI KERAKOLL SPA PER LE PROVE PULL-OUT IN CANTIERE PER LA VERIFICA DELLA TENUTA DELLE BARRE ESISTENTI

Per effettuare la prova di pull-out e verificare la tenuta delle connessioni è necessario inserire la connessione perpendicolare al pannello murario.



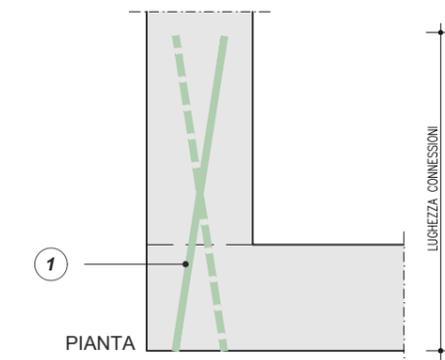
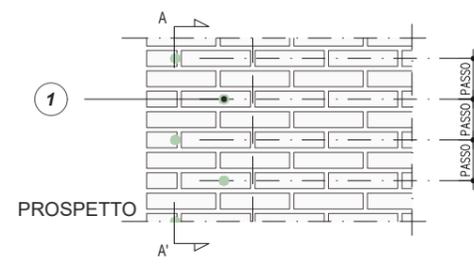
ESTRATTORE CERTIFICATO DI KERAKOLL SPA IN OPERA

QUADRO NORMATIVO

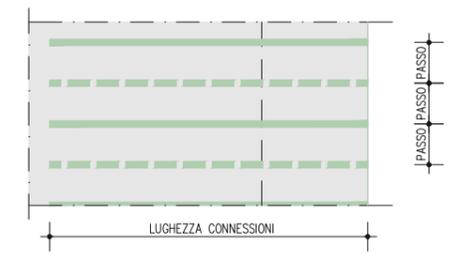
Collegamenti nello spessore della parete in presenza di paramenti multipli
Quando i collegamenti tra paramento esterno e interno sono insufficienti, come frequentemente avviene per le murature in pietrame, occorre verificare che, per effetto delle azioni sismiche, non si attivi un meccanismo di flessione fuori piano nella porzione di paramento compresa tra due ritegni dotati di ancoraggio esterno. Si può eventualmente ricorrere a diazioni di contenimento integrativi, disposti nella parete ad adeguata distanza tra loro (in misura non necessariamente troppo fitta). L'inserimento di *diazioni artificiali*, realizzati in calcestruzzo armato, in profilati metallici o in altri materiali resistenti a trazione, compreso l'utilizzo di legature metalliche, con funzione di *tirantini antiespulsivi* o di legature con materiali compositi, può realizzare un efficace collegamento tra i paramenti murari, evitando il distacco o l'innescio di fenomeni di instabilità per compressione dei paramenti esterni. L'efficacia di tali interventi è legata all'effettiva possibilità di solidarizzare detti presidi con la muratura circostante che, pertanto, deve presentare buona consistenza. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 3)

Consolidamento con diazioni artificiali o tirantini antiespulsivi
Nel caso dell'inserimento di diazioni artificiali dotati di una significativa rigidità a taglio e sufficientemente diffusi, si può applicare a tutti i parametri di resistenza il coefficiente indicato per le murature originariamente dotate di una buona connessione trasversale; gli elementi di connessione a trazione (tirantini) hanno un effetto significativo solo per la resistenza a compressione (f). (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.3.1)

AMMORSAMENTO TRA MASCHI MURARI REALIZZATO MEDIANTE BARRE ELICOIDALI STEEL DRYFIX

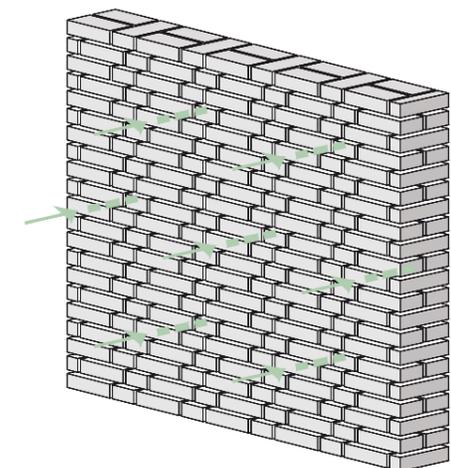


SEZIONE A-A'



In presenza di maschi murari ortogonali con angoli a 90° o a T, è possibile garantire un corretto ammorsamento tra di essi grazie all'inserimento di cuciture a secco realizzate mediante barre elicoidali Steel Dryfix da realizzarsi secondo gli schemi rappresentati a lato. Si consiglia di installare le barre elicoidali sfalsate rispetto al prospetto e di lunghezza pari ad almeno 3 volte lo spessore del muro. Il progettista potrà scegliere, in base alle sue esigenze di progetto, di applicare le barre elicoidali perpendicolari rispetto alla superficie. Il corretto ammorsamento tra i maschi murari aiuta il comportamento scatolare dell'edificio e inibisce la formazione di cinematismi locali. È possibile combinare l'intervento con la ristilatura armata. Vedi "soluzione particolare" TAV 1.23B.

0m 0.5m 1m



ASSONOMETRIA
INSERIMENTO DIFFUSO DI CONNESSIONI TRASVERSALI REALIZZATE MEDIANTE BARRE ELICOIDALI STEEL DRYFIX

NOTE

Le barre Steel Dryfix, fatta eccezione la possibilità di verificarne l'installazione in cantiere, generalmente non possono essere progettate per interventi di cucitura su murature in pietrame di elevata consistenza meccanica.

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

1.26

Rinforzo per azioni nel piano e fuori dal piano di maschi murari mediante placcaggio con fasce in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale



PRESCRIZIONE

- Preparazione del supporto. Pulire la superficie sino alla messa a nudo degli elementi strutturali ed eseguire sigillatura e rincoccatura delle eventuali lesioni presenti con scaglie di materiale idoneo e impiego della geomalta **Geocalce F Antisismico** compatibile con la malta esistente, in modo da ripristinare la continuità strutturale ed estetica. Realizzare eventuale applicazione di fissativo consolidante corticale tipo **Rasobuild Eco Consolidante**. Eseguire la soffiatura conclusiva della parete mediante aria compressa e successiva aspirazione dei detriti.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Eseguire il sistema di rinforzo Steel Reinforced Grout **Geosteel SRG** (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e Geolegante). Stendere un primo strato di spessore medio di 3 - 5 mm di geomalta **Geocalce F Antisismico**. Successivamente, con malta ancora fresca, procedere alla posa del tessuto **Geosteel G600** in fibra di acciaio galvanizzato esercitando un'energica pressione con la spatola, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice; l'interasse delle fasce, le lunghezze d'ancoraggio e la lunghezza di sovrapposizione devono essere opportunamente calcolate dal progettista. Le fasce disposte verticalmente assorbono le sollecitazioni a flessione, mentre le fasce orizzontali quelle a taglio. Concludere l'applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore medio 2 - 5 mm) sempre realizzata con **Geocalce F Antisismico**, al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca. Per garantire una migliore efficacia del sistema di rinforzo, realizzare il sistema di connessione **Diatono Geosteel** impiegando il tessuto **Geosteel G**, pretagliato al fine di ottenere una lunghezza d'ancoraggio pari a quella prevista e verificata dal progettista. È compito del progettista dimensionare gli eventuali interassi tra un connettore e quello subito adiacente.
- Intonacatura. Realizzare eventuale intonacatura mediante **Geocalce Tenace**: intonaco tecnico composito classe M5, a matrice minerale costituito da pura calce NHL e Geolegante, con texture a tecnologia TPI 3D, traspirante, a rischio fessurativo nullo, applicabile anche in alto spessore fino a 30 mm in passata unica.

AVVERTENZE

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione e le prestazioni meccaniche del sistema di connessione a fiocco, realizzato con la gamma di tessuti **Geosteel G** in combinazione con il tassello in polipropilene armato con fibra di vetro **Iniettore&Connettore Geosteel**.

In funzione delle necessità di cantiere e delle caratteristiche del supporto, è possibile sostituire la connessione realizzata mediante **Diatono Geosteel** con la connessione a secco realizzata mediante barre elicoidali **Steel Dryfix** e **Tassello Steel Dryfix**.

Qualora per esigenze progettuali il tessuto **Geosteel G600** non risultasse sufficiente a soddisfare le verifiche, è possibile sostituirlo con **Geosteel G1200**.

Intervento compatibile con il sistema **Klimaexpert Eta Airtech**, primo sistema a cappotto con marcatura CE testato e verificato per l'applicazione senza tasselli. L'assenza dei fissaggi meccanici del sistema **Klimaexpert Eta Airtech** non danneggia l'intervento di rinforzo strutturale antisismico, rendendolo l'ideale completamento per la riqualificazione sismica ed energetica dell'edificio.

Intervento compatibile con i sistemi deumidificanti Kerakoll.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRG (Steel Reinforced Grout) per il rinforzo per azioni nel piano e fuori dal piano di maschi murari, provvisto di Marcatura CE tramite ETA, realizzato con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120-1/4 2017 fissati su microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 670 g/mq impregnato con malta inorganica igroscopica e traspirabile a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Geosteel SRG** realizzato con **Geosteel G600** abbinato a **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione (valore caratteristico) = 2798 MPa, deformazione a trazione (valore caratteristico) = 1,42%, $\sigma_{lim,conv}$ = 1767 MPa (laterizio) - 1593 MPa (tufo) - 2471 MPa (pietra), $\epsilon_{lim,conv}$ = 0,91% (laterizio) - 0,82% (tufo) - 1,27% (pietra), modulo elastico del tessuto E_f = 195 GPa. Caratteristiche del tessuto: resistenza a trazione valore caratteristico > 3000 MPa, deformazione ultima a rottura > 1,5%; area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili) = 0,538 mm²; n° trefoli per cm = 1,57 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg \geq 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg > 1,0 N/mm² - FB: B (EN 1015-12). Le connessioni trasversali sono realizzate in numero di 4 elementi al mq tramite diatoni in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza di lunghezza pari a 30 cm, iniettati con malta fluida a base di pura calce naturale NHL 3.5 - tipo **Diatono Geosteel** realizzato con **Geosteel G600** in abbinamento a **Geocalce FL Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate della connessione: $\sigma_{pull-out}$ = 2555 MPa (laterizio) - 2503 MPa (tufo).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale preparazione delle superfici da rinforzare, mediante demolizione e rimozione dell'intonaco esistente, ripristino di eventuali lesioni mediante cucitura e/o consolidamento con iniezione di malta fluida (da contabilizzare a parte) e depolverizzazione finale mediante idrolavaggio a bassa pressione; realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensione (diametro e profondità) idonea alla natura del connettore, e successiva rimozione delle malte dai giunti; stesura di un primo strato di geomalta, di spessore di circa 3 - 5 mm; con malta ancora fresca, procedere alla posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto; confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "sfiocatura", e arrotolamento finale del tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato, con bloccaggio dello stesso mediante fascetta plastica; inserimento del connettore all'interno del foro (numero, profondità di ancoraggio, interassi a cura di tecnico abilitato); collaborazione del connettore mediante iniezione a bassa pressione di malta fluida; fissaggio dei trefoli "sfioccati", con celatura dell'intero connettore, e contestuale stilatura dei giunti mediante malta; esecuzione del secondo strato di geomalta, di spessore di circa 2 - 5 mm al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti; eventuale ripetizione delle fasi precedenti per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto.

La quantificazione è per unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.

1 _____ 2 _____ 3 _____

Esecuzione dei fori, bagnatura dei supporti e applicazione della prima mano di **Geocalce F Antisismico**.



Installazione delle fasce di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



Taglio tessuto **Geosteel G** a livello del foro di iniezione.



4 _____ 5 _____ 6 _____

Installazione del **Diatono Geosteel** e **Iniettore&Connettore Geosteel**.



Applicazione seconda mano di **Geocalce F Antisismico**.



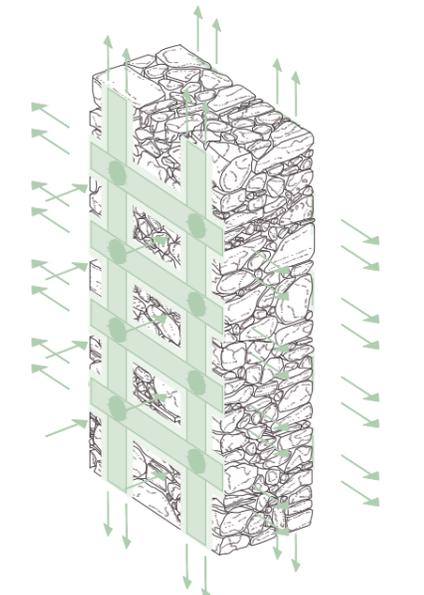
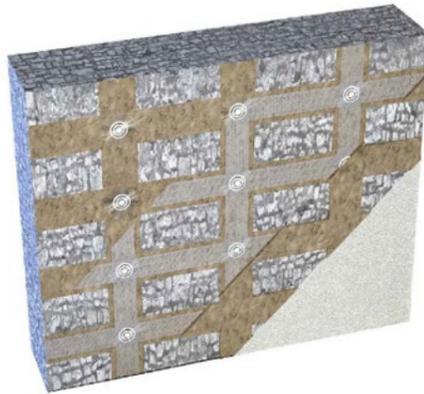
Inghisaggio del diatono con iniezione a bassa pressione di **Geocalce FL Antisismico** e chiusura del foro con apposito tappo.



1.26

RINFORZO PER AZIONI NEL PIANO E FUORI DAL PIANO DI MASCHI MURARI MEDIANTE PLACCAGGIO CON FASCE IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E GEOMALTA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE

Geoforce one
Software



ASSONOMETRIA
FASCE IN FIBRA DI ACCIAIO GEOSTEEL
G600/G1200

NOTE

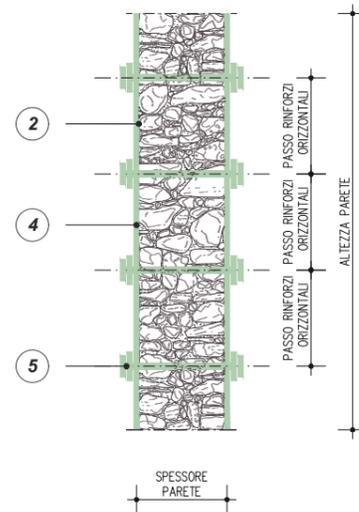
I disegni rappresentano a titolo esemplificativo un apparecchio murario in pietra, ma lo schema rimane invariato se ci si trova in presenza di muratura di laterizio o tufo. In presenza di muratura caotica è sempre consigliabile effettuare un intervento combinato mediante iniezioni di malta (TAV 1.24).

POWERED BY

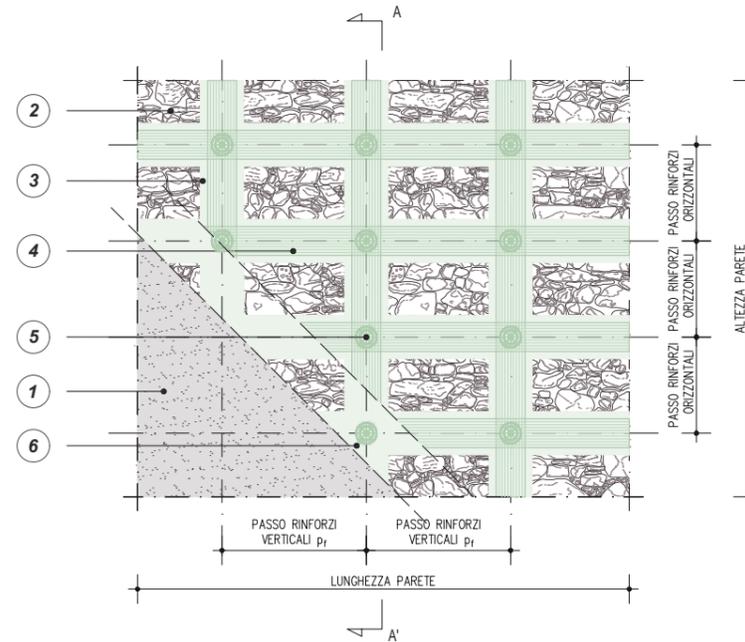
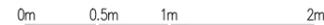
kerakoll

ENGINEERED BY

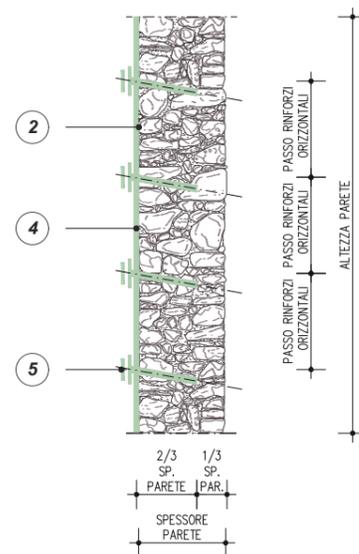
ASDEA



SEZIONE A-A'
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL MASCHIO
MURARIO TRAMITE GEOSTEEL G600/G1200



PROSPETTO
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL MASCHIO
MURARIO TRAMITE GEOSTEEL G600/G1200



SEZIONE A-A'
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL MASCHIO
MURARIO TRAMITE GEOSTEEL G600/G1200
SU UN SOLO LATO DEL PARAMENTO



QUADRO NORMATIVO PER L'INTERVENTO REALIZZATO SU UNA SOLA FACCIA

- Se il sistema di rinforzo FRCM è applicato su una sola faccia del pannello è obbligatorio adottare connettori di lunghezza tale da penetrare all'interno dello strato più esterno del paramento non rinforzato. (CNR - DT 215/2018 §6)

QUADRO NORMATIVO

La capacità portante a taglio e a pressoflessione di un maschio murario può essere incrementata applicando sulle superfici murarie il rinforzo con FRCM, che può prevedere la stesura del tessuto sia con continuità che per fasce. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.1)

RINFORZO DI PARETI SOLLECITATE NEL PROPRIO PIANO
Per migliorare la capacità portante di pareti sollecitate nel proprio piano si possono utilizzare rinforzi FRCM. Nei casi di muratura con caratteristiche meccaniche scadenti, quali ad esempio le murature a sacco, è necessario affiancare all'intervento di rinforzo con composito FRCM altri tipi di intervento allo scopo di assicurare la compagine interna della parete e permettere il corretto trasferimento degli sforzi al rinforzo FRCM.

Capacità a taglio: Allo scopo di incrementare la portanza a taglio di pareti sollecitate nel proprio piano, si può prevedere l'applicazione di rinforzi FRCM disposti preferibilmente in modo simmetrico sulle due facce, ed estesi solitamente all'intera loro superficie con le fibre preferibilmente dirette nelle direzioni verticale e orizzontale. Ai fini del progetto del rinforzo a taglio si considera l'area delle fibre disposte parallelamente alla forza di taglio; in ogni caso, per garantire l'efficacia di tale rinforzo, anche a seguito di fessurazione, è consigliabile prevedere anche fibre disposte ortogonalmente.

Capacità a pressoflessione: Allo scopo di incrementare la portanza a pressoflessione nel piano di pannelli murari può essere prevista l'applicazione di rinforzi FRCM in cui siano presenti fibre disposte nella direzione dell'asse dell'elemento strutturale. I rinforzi sono applicati preferibilmente su entrambe le facce del pannello, ricoprendone di solito la quasi totalità della superficie (Figura 4.1). Rinforzi così disposti incrementano il momento resistente di calcolo di una sezione del pannello solo se sono efficacemente ancorati. Si intendono efficacemente ancorati rinforzi prolungati almeno di 300 mm a partire dalla sezione di verifica oppure connessi alla muratura per mezzo di idonei dispositivi. (CNR - DT 215/2018 §4.1 - §4.1.1 - §4.1.2)

Incremento della capacità delle pareti
Il rinforzo dei setti murari può essere eseguito mediante elementi strutturali integrativi collaboranti disposti sulla superficie; questi possono essere, per esempio, realizzati in acciaio (strutture reticolari costituite da piatt/nastri) o in legno (pannellature). Opportune connessioni devono consentire la collaborazione tra la parete esistente e il rinforzo. L'applicazione di **fasciature resistenti a trazione** può essere realizzata sia con fasce di materiali compositi (sopra citati) sia con tessuti in trefoli di acciaio inossidabile, fissate al supporto murario con prodotti a base cementizia o polimerica. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

* Normative di comprovata validità

1 EVENTUALE DEMOLIZIONE DELL'INTONACO E RICOSTRUZIONE DOPO L'INTERVENTO DI RINFORZO

2 PULIZIA DELLA SUPERFICIE DEL MASCHIO MURARIO, EVENTUALE APPLICAZIONE DI FISSATIVO CONSOLIDANTE CORTICALE TIPO **RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE**, EVENTUALE RICOSTRUZIONE DELLA CONTINUITÀ MATERICA ED EVENTUALE REGOLARIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE CON **GEOCALCE F ANTISISMICO**

In tutti i casi in cui il sistema di rinforzo FRCM debba essere applicato intorno a spigoli, quest'ultimi devono essere opportunamente arrotondati ed il raggio di curvatura dell'arrotondamento deve essere almeno pari a 20 mm. Tale arrotondamento può non essere necessario per reti di acciaio, anche in relazione a quanto dichiarato dal Fabbricante, sempre che suffragato da specifiche prove di laboratorio. (CNR - DT 215/2018 §6)

3 STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MEDIO DI 3-5 mm DI **GEOCALCE F ANTISISMICO** PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO

4 INSTALLAZIONE TESSUTO **GEOSTEEL G600/G1200** DISPOSTO IN FASCE VERTICALI PER ASSORBIRE LE SOLLECITAZIONI A FLESSIONE ED ORIZZONTALI PER ASSORBIRE QUELLE A TAGLIO

- In presenza di più strati di rinforzo, le giunzioni devono essere opportunamente sfalsate. Sono sconsigliati sfalsamenti inferiori alla metà dello spessore dell'elemento rinforzato, con un minimo di 300 mm.[...]
- Deve essere assicurata un'adeguata lunghezza di ancoraggio, al di là dell'estrema sezione in cui il rinforzo FRCM è necessario. In mancanza di più accurate indagini, essa deve essere di almeno 300 mm.
- Deve essere assicurata un'adeguata sovrapposizione delle reti di rinforzo, seguendo le istruzioni contenute nel manuale di installazione. (CNR - DT 215/2018 §6)

Si consiglia una disposizione simmetrica delle fasce di tessuto d'acciaio, opportunamente ancorate, su entrambi i lati del paramento murario. Nei punti di giunzione, si sovrappongano i due tessuti in fibra per almeno 30 cm. Per maggiori informazioni sulla sovrapposizione degli strati di tessuto consultare l'APPENDICE 1.A.

5 INSERIMENTO DIATONI A FIOCCO **GEOSTEEL G600/G1200** INGHISATI CON MALTA COLABILE **GEOCALCE FL ANTISISMICO**

-Nel caso di rinforzo su due facce di murature a sacco o con paramenti scollegati è obbligatorio che i connettori siano passanti.
- Nel caso di rinforzo di pannelli di spessore $t \leq 400$ mm con FRCM e con l'impiego di connettori si suggerisce un interasse tra questi ultimi $\geq 3t$ e comunque non superiore a 1600 mm; in corrispondenza dei cantonali e dei martelli murari si suggerisce una lunghezza dei connettori $l = 3t$.
- Nel caso di rinforzo di pannelli di spessore $t > 400$ mm si suggerisce un interasse $\geq 2t$ e comunque non superiore a 2000 mm; in corrispondenza dei cantonali e dei martelli murari si suggerisce una lunghezza dei connettori $l = 3t$ disposti a quinconce. (CNR - DT 215/2018 §6)

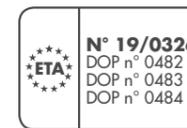
Si consiglia di disporre 4 connessioni al mq, realizzate mediante diatoni meccanici a fiocco in fibra di acciaio ad altissima resistenza **Geosteel G600/G1200**. Consultare l'APPENDICE 1.B per dettagli più approfonditi sui diatoni.

In presenza di supporti idonei, il progettista può valutare l'inserimento di barre elicoidali **Steel Dryfix** come connettori trasversali in sostituzione dei diatoni **Geosteel**. Consultare l'APPENDICE 1.B per dettagli più approfonditi sulle barre elicoidali.

6 RASATURA FINALE PROTETTIVA CON **GEOCALCE F ANTISISMICO** (SPESSORE 2-5 mm), PER INGLOBARE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI. È NECESSARIO GARANTIRE LA CONTEMPORANEA MATURAZIONE DELLO STRATO INIZIALE E DI QUELLO FINALE CHE VA QUINDI APPLICATO QUANDO IL PRECEDENTE È ANCORA UMIDO

1.27A

Rinforzo per azioni nel piano e fuori dal piano di maschi murari mediante placcaggio diffuso con rete in fibra naturale di basalto e acciaio Inox e geomalta a base di pura calce idraulica naturale



PRESCRIZIONE

- Preparazione del supporto. Pulire la superficie sino alla messa a nudo degli elementi strutturali ed eseguire sigillatura e rincocciatura delle eventuali lesioni presenti con scaglie di materiale idoneo e impiego della geomalta **Geocalce F Antisismico** compatibile con la malta esistente, in modo da ripristinare la continuità strutturale ed estetica. Realizzare eventuale applicazione di fissativo consolidante corticale tipo **Rasobuild Eco Consolidante**. Eseguire la soffiatura conclusiva della parete mediante aria compressa e successiva aspirazione dei detriti.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Eseguire il sistema di rinforzo diffuso Fabric Reinforced Cementitious Matrix **Geosteel FRM** (abbinamento di rete in fibra di basalto e malta minerale a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e Geolegante). Stendere un primo strato di spessore medio di 3 – 5 mm di geomalta **Geocalce F Antisismico**. Successivamente, con malta ancora fresca, procedere alla posa della rete biassiale in fibra di basalto e acciaio Inox AISI 304, con speciale trattamento protettivo alcali-resistente con resina all'acqua priva di solventi, **Geosteel Grid 200** esercitando un'energica pressione con la spatola, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice; le lunghezze d'ancoraggio e la lunghezza di sovrapposizione devono essere opportunamente calcolate dal progettista. Per garantire una migliore efficacia del sistema di rinforzo, realizzare il sistema di connessione **Diatono Geosteel** impiegando il tessuto **Geosteel G**, pretagliato al fine di ottenere una lunghezza d'ancoraggio pari a quella prevista e verificata dal progettista. È compito del progettista dimensionare gli eventuali interassi tra un connettore e quello subito adiacente. Concludere l'applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore medio 2 – 5 mm) sempre realizzata con **Geocalce F Antisismico**, al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa dei successivi strati di rinforzo avendo cura di ripetere le fasi con le stesse modalità delle precedenti. È preferibile che strati successivi vengano eseguiti fresco su fresco.
- Intonacatura. Realizzare eventuale intonacatura mediante **Geocalce Tenace**: intonaco tecnico composito classe M5, a matrice minerale costituito da pura calce NHL e Geolegante, con texture a tecnologia TPI 3D, traspirante, a rischio fessurativo nullo, applicabile anche in alto spessore fino a 30 mm in passata unica.

AVVERTENZE

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla rete biassiale in fibra di basalto e acciaio Inox **Geosteel Grid 200**, la rete biassiale in fibra di basalto e acciaio Inox **Geosteel Grid 400** o la rete di armatura biassiale in fibra di vetro alcali-resistente e aramide **Rinforzo ARV 100**.

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione e le prestazioni meccaniche del sistema di connessione a fiocco, realizzato con la gamma di tessuti **Geosteel G** in combinazione con il tassello in polipropilene armato con fibra di vetro **Iniettore&Connettore Geosteel**.

Intervento compatibile con il sistema **Klimaexpert Eta Airtech**, primo sistema a cappotto con marcatura CE testato e verificato per l'applicazione senza tasselli. L'assenza dei fissaggi meccanici del sistema **Klimaexpert Eta Airtech** non danneggia l'intervento di rinforzo strutturale antisismico, rendendolo l'ideale completamento per la riqualificazione sismica ed energetica dell'edificio.

Intervento compatibile con i sistemi deumidificanti Kerakoll.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix) per il rinforzo a pressoflessione e taglio di maschi murari applicato su doppio lato provvisto di Marcatura CE tramite ETA realizzato con tessuto biassiale bilanciato in fibra di basalto e acciaio inox AISI 304 con trattamento protettivo alcali-resistente con resina all'acqua priva di solventi (massa totale 200 g/mq) impregnato con malta inorganica igroscopica e traspirabile a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Geosteel FRM** realizzato con **Geosteel Grid 200** abbinato a **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione (valore caratteristico) = 361 MPa, olim,conv= 945 MPa (laterizio) - 917 MPa (tufo) - 871 MPa (pietra). Modulo elastico del tessuto $E_f = 62$ GPa. Reazione al fuoco Classe A1. Caratteristiche della rete certificate: resistenza a trazione del filo > 750 MPa, dimensione della maglia 17x17 mm, spessore equivalente $t_f (0^\circ-90^\circ) = 0,032$ mm, carico a trazione per unità di larghezza $F_f \approx 40$ kN/m. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg > 1,0 N/mm² - FB: B (EN 1015-12). Le connessioni trasversali sono realizzate in numero di 4 elementi al mq tramite diatoni in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza di lunghezza pari a 30 cm, iniettati con malta fluida a base di pura calce naturale NHL 3.5 - tipo **Diatono Geosteel** realizzato con **Geosteel G600** in abbinamento a **Geocalce FL Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate della connessione: $\sigma_{pull-out} = 2555$ MPa (laterizio) - 2503 MPa (tufo). L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale preparazione delle superfici da rinforzare, mediante demolizione e rimozione dell'intonaco esistente, ripristino di eventuali lesioni mediante cucitura e/o consolidamento con iniezione di malta fluida (da contabilizzare a parte) e depolverizzazione finale mediante idrolavaggio a bassa pressione; realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensione (diametro e profondità) idonea alla natura del connettore, e successiva rimozione delle malte dai giunti; stesura di un primo strato di geomalta, di spessore di circa 3 – 5 mm; con malta ancora fresca, procedere alla posa della rete, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto; confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "sfiocatura", e arrotolamento finale del tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato, con bloccaggio dello stesso mediante fascetta plastica; inserimento del connettore all'interno del foro (numero, profondità di ancoraggio, interassi a cura di tecnico abilitato); collaborazione del connettore mediante iniezione a bassa pressione di malta fluida; fissaggio dei trefoli "sfioccati", con celatura dell'intero connettore, e contestuale stilatura dei giunti mediante malta; esecuzione del secondo strato di geomalta, di spessore di circa 2 – 5 mm al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti; eventuale ripetizione delle fasi precedenti per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto. La quantificazione è espressa per unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.

1

Esecuzione dei fori, bagnatura dei supporti e applicazione della prima mano di **Geocalce F Antisismico**.



2

Installazione della rete biassiale in fibra di basalto **Geosteel Grid**.



3

Taglio tessuto **Geosteel Grid** a livello del foro di iniezione.



4

Installazione del **Diatono Geosteel** con **Iniettore&Connettore Geosteel**.



5

Applicazione seconda mano di **Geocalce F Antisismico**.



6

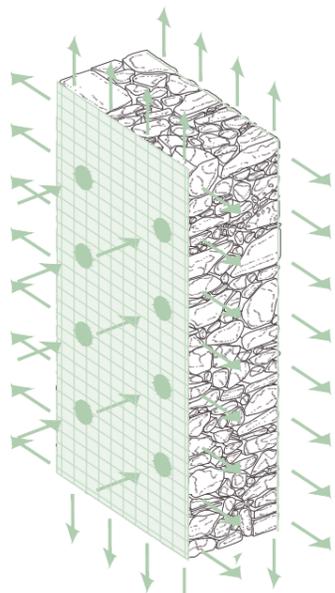
Inghisaggio del diatono con iniezione a bassa pressione di **Geocalce FL Antisismico** e chiusura del foro con apposito tappo.



1.27A

RINFORZO PER AZIONI NEL PIANO E FUORI DAL PIANO DI MASCHI MURARI MEDIANTE PLACCAGGIO DIFFUSO CON RETE IN FIBRA NATURALE DI BASALTO E ACCIAIO INOX E GEOMALTA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE

Geoforce one
Software



ASSONOMETRIA
RETE GEOSTEEL GRID 200/400 O
RINFORZO ARV 100

NOTE

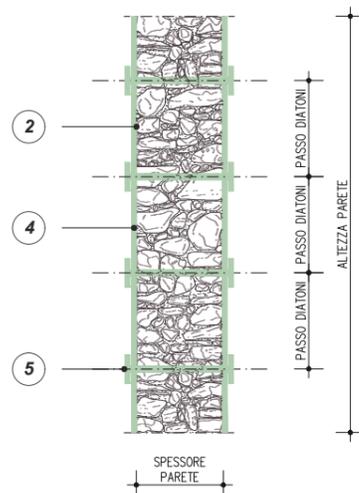
I disegni rappresentano a titolo esemplificativo un apparecchio murario in pietra, ma lo schema rimane invariato se ci si trova in presenza di muratura di laterizio o tufo. In presenza di muratura caotica è sempre consigliabile effettuare un preconsolidamento mediante iniezioni di malta (TAV 1.24).

POWERED BY

kerakoll

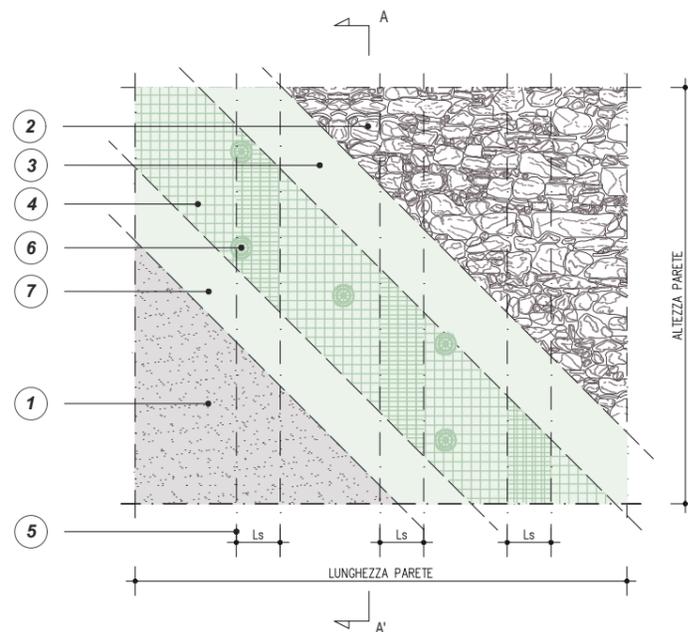
ENGINEERED BY

ASDEA

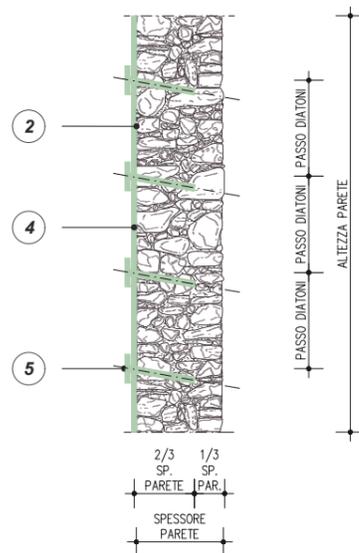


SEZIONE A-A'
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL MASCHIO
MURARIO TRAMITE GEOSTEEL GRID 200/400 O
RINFORZO ARV100

0m 0.5m 1m 2m



PROSPETTO
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL MASCHIO
MURARIO TRAMITE GEOSTEEL GRID 200/400 O
RINFORZO ARV100



SEZIONE A-A'
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL MASCHIO
MURARIO TRAMITE GEOSTEEL GRID 200/400 O
RINFORZO ARV100 SU UN SOLO LATO DEL PARAMENTO

0m 0.5m 1m 2m

QUADRO NORMATIVO PER L'INTERVENTO REALIZZATO SU UNA SOLA FACCIA

- Se il sistema di rinforzo FRCM è applicato su una sola faccia del pannello è obbligatorio adottare connettori di lunghezza tale da penetrare all'interno dello strato più esterno del paramento non rinforzato.
(CNR - DT 215/2018 §6)

QUADRO NORMATIVO

La capacità portante a taglio e a pressoflessione di un maschio murario può essere incrementata applicando sulle superfici murarie il rinforzo con FRCM, che può prevedere la stesura del tessuto sia con continuità che per fasce.
(CNR - DT 215/2018 §2.2.1.1)

RINFORZO DI PARETI SOLLECITATE NEL PROPRIO PIANO

Per migliorare la capacità portante di pareti sollecitate nel proprio piano si possono utilizzare rinforzi FRCM. Nei casi di muratura con caratteristiche meccaniche scadenti, quali ad esempio le murature a sacco, è necessario affiancare all'intervento di rinforzo con composito FRCM altri tipi di intervento allo scopo di assicurare la compagine interna della parete e permettere il corretto trasferimento degli sforzi al rinforzo FRCM.

Capacità a taglio: Allo scopo di incrementare la portanza a taglio di pareti sollecitate nel proprio piano, si può prevedere l'applicazione di rinforzi FRCM disposti preferibilmente in modo simmetrico sulle due facce, ed estesi solitamente all'intera loro superficie con le fibre preferibilmente dirette nelle direzioni verticale e orizzontale. Ai fini del progetto del rinforzo a taglio si considera l'area delle fibre disposte parallelamente alla forza di taglio; in ogni caso, per garantire l'efficacia di tale rinforzo, anche a se-guito di fessurazione, è consigliabile prevedere anche fibre disposte ortogonalmente.

Capacità a pressoflessione: Allo scopo di incrementare la portanza a pressoflessione nel piano di pannelli murari può essere prevista l'applicazione di rinforzi FRCM in cui siano presenti fibre disposte nella direzione dell'asse dell'elemento strutturale. I rinforzi sono applicati preferibilmente su entrambe le facce del pannello, ricoprendone di solito la quasi totalità della superficie (Figura 4.1).

Rinforzi così disposti incrementano il momento resistente di calcolo di una sezione del pannello solo se sono efficacemente ancorati. Si intendono efficacemente ancorati rinforzi prolungati almeno di 300 mm a partire dalla sezione di verifica oppure connessi alla muratura per mezzo di idonei dispositivi.
(CNR - DT 215/2018 §4.1 - §4.1.1 - §4.1.2)

Incremento della capacità delle pareti

Il rinforzo dei setti murari può essere eseguito mediante elementi strutturali integrativi collaboranti disposti sulla superficie; questi possono essere, per esempio, realizzati in acciaio (strutture reticolari costituite da piattini/nastri) o in legno (pannellature). Opportune connessioni devono consentire la collaborazione tra la parete esistente e il rinforzo. L'applicazione di **fasce resistenti a trazione** può essere realizzata sia con fasce di materiali compositi (sopra citati) sia con tessuti in trefoli di acciaio inossidabile, fissate al supporto murario con prodotti a base cementizia o polimerica.

(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

* Normative di comprovata validità

1 EVENTUALE DEMOLIZIONE DELL'INTONACO E RICOSTRUZIONE DOPO L'INTERVENTO DI RINFORZO

2 PULIZIA DELLA SUPERFICIE DEL MASCHIO MURARIO, EVENTUALE APPLICAZIONE DI FISSATIVO CONSOLIDANTE CORTICALE TIPO RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE, EVENTUALE RICOSTRUZIONE DELLA CONTINUITÀ MATERICA ED EVENTUALE REGOLARIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE CON GEOMALTA

In tutti i casi in cui il sistema di rinforzo FRCM debba essere applicato intorno a spigoli, quest'ultimi devono essere opportunamente arrotondati ed il raggio di curvatura dell'arrotondamento deve essere almeno pari a 20 mm. Tale arrotondamento può non essere necessario per reti di acciaio, anche in relazione a quanto dichiarato dal Fabbrikante, sempre che suffragato da specifiche prove di laboratorio.
(CNR - DT 215/2018 §6)

3 STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MEDIO DI 3-5 mm DI GEOCALCE F ANTISISMICO PER APPLICARE ED INGLOBARE LA RETE DI RINFORZO

4 INSTALLAZIONE RETE GEOSTEEL GRID 200/400 O RETE RINFORZO ARV 100

5 APPLICAZIONE DELLA RETE CON UNA LUNGHEZZA DI SOVRAPPOSIZIONE L_s TALE DA GARANTIRE IL CORRETTO FUNZIONAMENTO DEL RINFORZO

- In presenza di più strati di rinforzo, le giunzioni devono essere opportunamente sfalsate. Sono sconsigliati sfalsamenti inferiori alla metà dello spessore dell'elemento rinforzato, con un minimo di 300 mm.[...]
- Deve essere assicurata un'adeguata lunghezza di ancoraggio, al di là dell'estrema sezione in cui il rinforzo FRCM è necessario. In mancanza di più accurate indagini, essa deve essere di almeno 300 mm.
- Deve essere assicurata un'adeguata sovrapposizione delle reti di rinforzo, seguendo le istruzioni contenute nel manuale di installazione.
(CNR - DT 215/2018 §6)

La rete in fibra naturale di basalto ed acciaio inox **Geosteel Grid 200/400** e quella in fibra di vetro e aramide **Rinforzo ARV 100** è disponibile in larghezze di 1 m. Per il montaggio si consiglia una lunghezza di sovrapposizione pari a 30 cm.

6 INSERIMENTO DI DIATONI A FIOCCO GEOSTEEL G600/G1200 INGHISATI CON MALTA COLABILE GEOCALCE FL ANTISISMICO

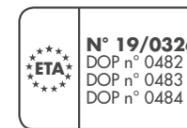
-Nel caso di rinforzo su due facce di murature a sacco o con paramenti scollegati è obbligatorio che i connettori siano passanti.
- Nel caso di rinforzo di pannelli di spessore $t \leq 400$ mm con FRCM e con l'impiego di connettori si suggerisce un interasse tra questi ultimi $\geq 3t$ e comunque non superiore a 1600 mm; in corrispondenza dei cantonali e dei martelli murari si suggerisce una lunghezza dei connettori $l = 3t$.
- Nel caso di rinforzo di pannelli di spessore $t > 400$ mm si suggerisce un interasse $\geq 2t$ e comunque non superiore a 2000 mm; in corrispondenza dei cantonali e dei martelli murari si suggerisce una lunghezza dei connettori $l = 3t$ disposti a quinconce.
(CNR - DT 215/2018 §6)

Si consiglia di disporre 4 connessioni al mq, realizzate mediante diatoni meccanici a fiocco in fibra di acciaio ad altissima resistenza **Geosteel G600/G1200**. Consultare l'APPENDICE 1.B per dettagli più approfonditi sulle modalità di montaggio dei diatoni.

7 RASATURA FINALE PROTETTIVA CON GEOCALCE F ANTISISMICO (SPESSORE 2-5 mm), PER INGLOBARE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI. È NECESSARIO GARANTIRE LA CONTEMPORANEA MATURAZIONE DELLO STRATO INIZIALE E DI QUELLO FINALE CHE VA QUINDI APPLICATO QUANDO IL PRECEDENTE È ANCORA UMIDO

1.27B

Rinforzo per azioni nel piano e fuori dal piano di maschi murari mediante placcaggio diffuso con rete in fibra naturale di basalto e acciaio Inox e geomalta a base di pura calce idraulica naturale



PRESCRIZIONE

- Preparazione del supporto. Pulire la superficie sino alla messa a nudo degli elementi strutturali ed eseguire sigillatura e rincoccatura delle eventuali lesioni presenti, con scaglie di materiale idoneo e impiego della geomalta **Geocalce F Antisismico** compatibile con la malta esistente, in modo da ripristinare la continuità strutturale ed estetica. Realizzare eventuale applicazione di fissativo consolidante corticale tipo **Rasobuild Eco Consolidante**. Eseguire la soffiatura conclusiva della parete mediante aria compressa e successiva aspirazione dei detriti.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare i fori pilota per l'installazione delle barre di connessione **Steel Dryfix** con diametro opportuno in funzione della barra scelta e della consistenza del supporto; se è previsto il successivo inserimento del **Tassello Steel Dryfix** predisporre l'allargamento al diametro di 14 mm per i primi 30 mm di profondità del foro. Installare le barre elicoidali **Steel Dryfix** all'interno dei fori pilota già predisposti, utilizzando l'apposito **Mandrino Steel Dryfix**. È compito del progettista dimensionare gli eventuali interassi tra un connettore e quello subito adiacente. Eseguire il sistema di rinforzo diffuso Fabric Reinforced Cementitious Matrix **Geosteel FRM** (abbinamento di rete in fibra di basalto e malta minerale a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e Geolegante). Stendere un primo strato di spessore medio di 3 - 5 mm di geomalta **Geocalce F Antisismico**. Successivamente, con malta ancora fresca, procedere alla posa della rete biassiale in fibra di basalto e acciaio Inox AISI 304, con speciale trattamento protettivo alcali-resistente con resina all'acqua priva di solventi, **Geosteel Grid 200** esercitando un'energica pressione con la spatola, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice; le lunghezze d'ancoraggio e la lunghezza di sovrapposizione devono essere opportunamente calcolate dal progettista. Eseguire la piegatura delle barre o, in alternativa, l'avvitamento sulla testa della barra dell'apposito **Tassello Steel Dryfix**. Concludere l'applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore medio 2 - 5 mm) sempre realizzata con **Geocalce F Antisismico**, al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa dei successivi strati di rinforzo avendo cura di ripetere le fasi con le stesse modalità delle precedenti. È preferibile che strati successivi vengano eseguiti fresco su fresco.
- Intonacatura. Realizzare eventuale intonacatura mediante **Geocalce Tenace**: intonaco tecnico composito classe M5, a matrice minerale costituito da pura calce NHL e Geolegante, con texture a tecnologia TPI 3D, traspirante, a rischio fessurativo nullo, applicabile anche in alto spessore fino a 30 mm in passata unica.

AVVERTENZE

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, in alternativa alla rete biassiale in fibra di basalto e acciaio Inox **Geosteel Grid 200**, la rete biassiale di armatura in fibra di basalto e acciaio Inox **Geosteel Grid 400** o la rete di armatura biassiale in fibra di vetro alcali-resistente e aramide **Rinforzo ARV 100**.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, se adottare le barre **Steel Dryfix 8**, **Steel Dryfix 10** o **Steel Dryfix 12** installate utilizzando gli appositi **Mandrino Steel Dryfix** e, eventualmente, **Tassello Steel Dryfix**.

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione delle barre elicoidali **Steel Dryfix**.

Intervento compatibile con il sistema **Klimaexpert Eta Airtech**, primo sistema a cappotto con marcatura CE testato e verificato per l'applicazione senza tasselli. L'assenza dei fissaggi meccanici del sistema **Klimaexpert Eta Airtech** non danneggia l'intervento di rinforzo strutturale antisismico, rendendolo l'ideale completamento per la riqualificazione sismica ed energetica dell'edificio.

Intervento compatibile con i sistemi deumidificanti Kerakoll.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix) per il rinforzo per azioni nel piano e fuori dal piano di maschi murari applicato su doppio lato provvisto di Marcatura CE tramite ETA realizzato con tessuto biassiale bilanciato in fibra di basalto e acciaio inox AISI 304 con trattamento protettivo alcali-resistente con resina all'acqua priva di solventi (massa totale 200 g/mq) impregnato con malta inorganica igroscopica e traspirabile a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Geosteel FRM** realizzato con **Geosteel Grid 200** abbinato a **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione (valore caratteristico) = 361 MPa, olim,conv= 945 MPa (laterizio) - 917 MPa (tufo) - 871 MPa (pietra). Modulo elastico del tessuto $E_f = 62$ GPa. Reazione al fuoco Classe A1. Caratteristiche della rete certificate: resistenza a trazione del filo > 750 MPa, dimensione della maglia 17x17 mm, spessore equivalente $t_f (0^\circ-90^\circ) = 0,032$ mm, carico a trazione per unità di larghezza $F_f \approx 40$ kN/m. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg > 1,0 N/mm² - FB: B (EN 1015-12). Le connessioni trasversali sono realizzate in numero di 4 elementi al mq tramite barre elicoidali, certificate EN 845-1 in acciaio Inox AISI 316, provviste di marcatura CE, di lunghezza pari a 400 mm, installate in apposito foro pilota, previo eventuale trattamento delle superfici ammalorate, poste in opera mediante apposito mandrino - tipo **Steel Dryfix 10** di Kerakoll. Caratteristiche tecniche certificate della barra: carico di rottura a trazione $\geq 16,2$ kN; carico di rottura a taglio $\geq 9,5$ kN; modulo elastico ≥ 150 GPa; deformazione ultima a rottura $\geq 3\%$; area nominale 15,50 mm².

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale preparazione delle superfici da rinforzare, mediante demolizione e rimozione dell'intonaco esistente, ripristino di eventuali lesioni mediante cucitura e/o consolidamento con iniezione di malta fluida (da contabilizzare a parte) e depolverizzazione finale mediante idrolavaggio a bassa pressione; realizzazione dei fori pilota per la successiva installazione mediante inserimento a secco di barre elicoidali, prevedere l'allargamento al diametro 14 mm, per i primi 30 mm di profondità del foro pilota; stesura di un primo strato di malta, di spessore di circa 3 - 5 mm; con malta ancora fresca, procedere alla posa della rete, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto; piegatura delle barre elicoidali o in alternativa inserimento dell'apposito tassello; esecuzione del secondo strato di malta, di spessore di circa 2 - 5 mm al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti; eventuale ripetizione delle fasi precedenti per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto.

La quantificazione è espressa per unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.

1 _____ 2 _____ 3 _____

Realizzazione dei fori pilota.



2 _____

Installazione di **Steel Dryfix**.



3 _____

Applicazione prima mano di **Geocalce F Antisismico**.



4 _____

Installazione della rete biassiale in fibra di basalto **Geosteel Grid**.



5 _____

Avvitamento di **Tassello Steel Dryfix**.



6 _____

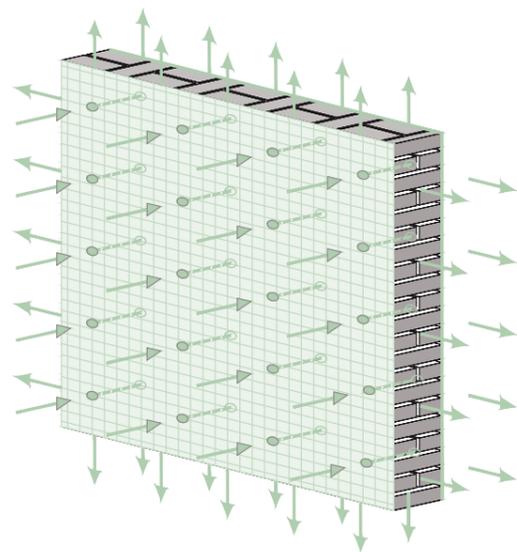
Applicazione seconda mano di **Geocalce F Antisismico**.



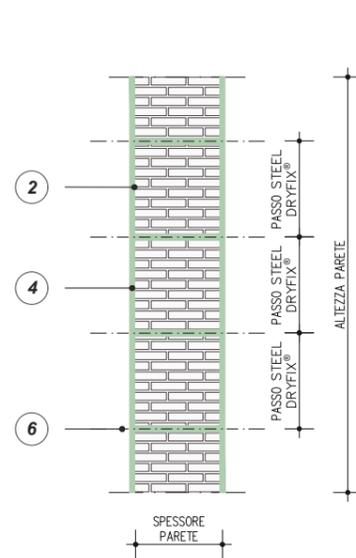
1.27B

RINFORZO PER AZIONI NEL PIANO E FUORI DAL PIANO DI MASCHI MURARI MEDIANTE PLACCAGGIO DIFFUSO CON RETE IN FIBRA NATURALE DI BASALTO E ACCIAIO INOX E GEOMALTA A BASE DI DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE

Geoforceone
Software

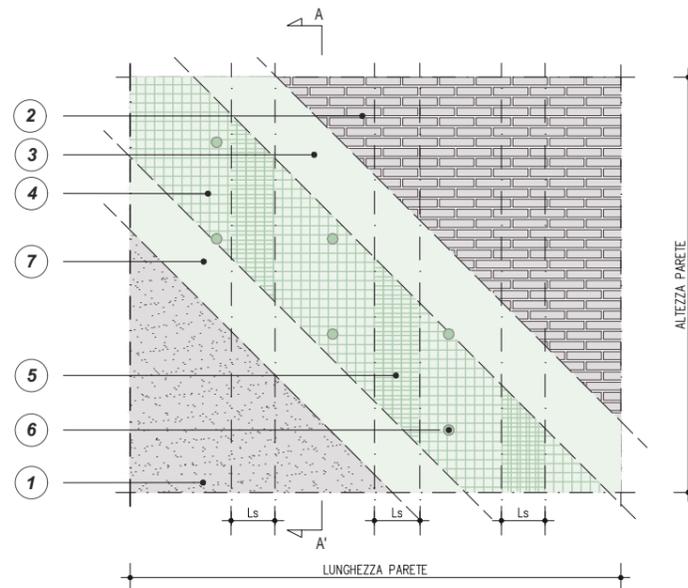


ASSONOMETRIA
RETE GEOSTEEL GRID 200/400 O RINFORZO ARV 100

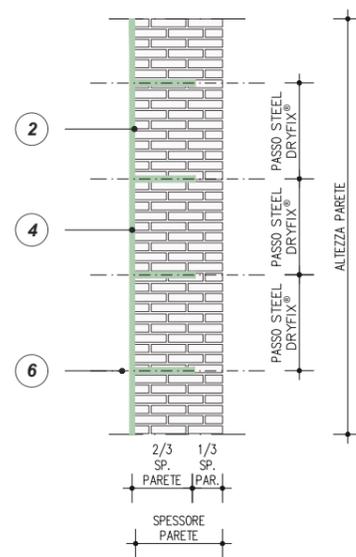


SEZIONE A-A'
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL MASCHIO MURARIO
TRAMITE GEOSTEEL GRID 200/400 O RINFORZO ARV 100

0m 0.5m 1m 2m



PROSPETTO
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL MASCHIO MURARIO
TRAMITE GEOSTEEL GRID 200/400 O RINFORZO ARV 100



SEZIONE A-A'
RINFORZO A FLESSIONE E TAGLIO DEL MASCHIO MURARIO
TRAMITE GEOSTEEL GRID 200/400 O RINFORZO ARV 100 SU UN
SOLO LATO DEL PARAMENTO

QUADRO NORMATIVO PER L'INTERVENTO REALIZZATO SU UNA SOLA FACCIA

- Se il sistema di rinforzo FRCM è applicato su una sola faccia del pannello è obbligatorio adottare connettori di lunghezza tale da penetrare all'interno dello strato più esterno del paramento non rinforzato. (CNR - DT 215/2018 §6)

QUADRO NORMATIVO

RINFORZO DI PARETI SOLLECITATE NEL PROPRIO PIANO

Per migliorare la capacità portante di pareti sollecitate nel proprio piano si possono utilizzare rinforzi FRCM. Nei casi di muratura con caratteristiche meccaniche scadenti, quali ad esempio le murature a sacco, è necessario affiancare all'intervento di rinforzo con composito FRCM altri tipi di intervento allo scopo di assicurare la compagine interna della parete e permettere il corretto trasferimento degli sforzi al rinforzo FRCM.

Capacità a taglio

Allo scopo di incrementare la portanza a taglio di pareti sollecitate nel proprio piano, si può prevedere l'applicazione di rinforzi FRCM disposti preferibilmente in modo simmetrico sulle due facce, ed estesi solitamente all'intera loro superficie con le fibre preferibilmente dirette nelle direzioni verticale e orizzontale. Ai fini del progetto del rinforzo a taglio si considera l'area delle fibre disposte parallelamente alla forza di taglio; in ogni caso, per garantire l'efficacia di tale rinforzo, anche a se-guito di fessurazione, è consigliabile prevedere anche fibre disposte ortogonalmente.

Capacità a pressoflessione

Allo scopo di incrementare la portanza a pressoflessione nel piano di pannelli murari può essere prevista l'applicazione di rinforzi FRCM in cui siano presenti fibre disposte nella direzione dell'asse dell'elemento strutturale. I rinforzi sono applicati preferibilmente su entrambe le facce del pannello, ricoprendone di solito la quasi totalità della superficie (Figura 4.1).

Rinforzi così disposti incrementano il momento resistente di calcolo di una sezione del pannello solo se sono efficacemente ancorati. Si intendono efficacemente ancorati rinforzi prolungati almeno di 300 mm a partire dalla sezione di verifica oppure connessi alla muratura per mezzo di idonei dispositivi. (CNR - DT 215/2018 §4.1 - §4.1.1 - §4.1.2)

Incremento della capacità delle pareti

Il rinforzo dei setti murari può essere eseguito mediante elementi strutturali integrativi collaboranti disposti sulla superficie; questi possono essere, per esempio, realizzati in acciaio (strutture reticolari costituite da piatt/nastri) o in legno (pannellature). Opportune connessioni devono consentire la collaborazione tra la parete esistente e il rinforzo. L'applicazione di fasciature resistenti a trazione può essere realizzata sia con fasce di materiali compositi (sopra citati) sia con tessuti in trefoli di acciaio inossidabile, fissate al supporto murario con prodotti a base cementizia o polimerica. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 4)

* Normative di comprovata validità

1 EVENTUALE DEMOLIZIONE DELL'INTONACO E RICOSTRUZIONE DOPO L'INTERVENTO DI RINFORZO

2 PULIZIA DELLA SUPERFICIE DEL MASCHIO MURARIO, EVENTUALE APPLICAZIONE DI FISSATIVO CONSOLIDANTE CORTICALE TIPO RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE, EVENTUALE RICOSTRUZIONE DELLA CONTINUITÀ MATERICA ED EVENTUALE REGOLARIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE CON GEOCALCE F ANTISISMICO

Dopo aver accertato la qualità del substrato ed aver eventualmente provveduto al ripristino della muratura ammalorata, può essere opportuno ricorrere ad un ulteriore provvedimento di sabbatura. È necessario assicurarsi che le parti interessate dal rinforzo con composito siano perfettamente pulite, rimuovendo da esse eventuali polveri, grassi, idrocarburi e tensioattivi.

- In tutti i casi in cui il sistema di rinforzo FRCM debba essere applicato intorno a spigoli, quest'ultimi devono essere opportunamente arrotondati ed il raggio di curvatura dell'arrotondamento deve essere almeno pari a 20 mm. Tale arrotondamento può non essere necessario per reti di acciaio, anche in relazione a quanto dichiarato dal Fabbrikante, sempre che suffragato da specifiche prove di laboratorio. (CNR - DT 215/2018 §6)

3 STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MEDIO DI 3-5 mm DI GEOCALCE F ANTISISMICO PER APPLICARE ED INGLOBARE LA RETE DI RINFORZO

4 INSTALLAZIONE RETE GEOSTEEL GRID 200/400 O RETE RINFORZO ARV 100

5 APPLICAZIONE DELLA RETE CON UNA LUNGHEZZA DI SOVRAPPOSIZIONE L_s TALE DA GARANTIRE IL CORRETTO FUNZIONAMENTO DEL RINFORZO

- In presenza di più strati di rinforzo, le giunzioni devono essere opportunamente sfalsate. Sono sconsigliati sfalsamenti inferiori alla metà dello spessore dell'elemento rinforzato, con un minimo di 300 mm.[...]
- Deve essere assicurata un'adeguata lunghezza di ancoraggio, al di là dell'estrema sezione in cui il rinforzo FRCM è necessario. In mancanza di più accurate indagini, essa deve essere di almeno 300 mm.
- Deve essere assicurata un'adeguata sovrapposizione delle reti di rinforzo, seguendo le istruzioni contenute nel manuale di installazione. (CNR - DT 215/2018 §6)

La rete in fibra naturale di basalto ed acciaio inox Geosteel Grid 200/400 e quella in fibra di vetro e aramide Rinforzo ARV 100 è disponibile in larghezze di 1 m. Per il montaggio si consiglia una lunghezza di sovrapposizione pari a 30 cm.

6 INSTALLAZIONE A SECCO DI BARRE ELICOIDALI STEEL DRYFIX PER CUCIRE IL MASCHIO MURARIO

Consultare l'APPENDICE 1.B per maggiori informazioni sul progetto e sulle modalità di installazione delle barre per la cucitura del maschio murario.

7 RASATURA FINALE PROTETTIVA CON GEOCALCE F ANTISISMICO (SPESSORE DI CIRCA 2-5 mm), PER INGLOBARE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI. È NECESSARIO GARANTIRE LA CONTEMPORANEA MATURAZIONE DELLO STRATO INIZIALE E DI QUELLO FINALE CHE VA QUINDI APPLICATO QUANDO IL PRECEDENTE È ANCORA UMIDO

NOTE

Le barre Steel Dryfix, fatta eccezione la possibilità di verificarne l'installazione in cantiere, generalmente non possono essere progettate per interventi di cucitura su muratura in pietrame di elevata consistenza meccanica.

POWERED BY

kerakoll

ENGINEERED BY

ASDEA

1.28

Consolidamento e rinforzo di porzioni di fabbricato mediante realizzazione di fasce di piano mediante placcaggio con fasce di tessuto in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale



PRESCRIZIONE

- Preparazione del supporto. Pulire la superficie sino alla messa a nudo degli elementi strutturali ed eseguire sigillatura e rincoccatura delle eventuali lesioni presenti, con scaglie di materiale idoneo e impiego della geomalta **Geocalce F Antisismico** compatibile con la malta esistente, in modo da ripristinare la continuità strutturale ed estetica. Realizzare eventuale applicazione di fissativo consolidante corticale tipo **Rasobuild Eco Consolidante**. Concludere con la pulizia della parete mediante aria compressa e successiva aspirazione dei detriti. In presenza di intonaco provvedere alla locale demolizione dello stesso realizzando un binario di larghezza maggiore di quello della fascia da posare.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Eseguire il sistema di rinforzo Steel Reinforced Grout **Geosteel SRG** (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e Geolegante). In corrispondenza della quota del solaio o laddove è stato progettato l'intervento, con lo scopo di ottenere una completa cerchiatura dell'edificio, stendere un primo strato di spessore medio di 3 - 5 mm di geomalta **Geocalce F Antisismico**. Successivamente, con malta ancora fresca, procedere alla posa del tessuto **Geosteel G600** in fibra di acciaio galvanizzato esercitando un'energica pressione con la spatola, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice; l'interasse delle fasce, le lunghezze d'ancoraggio e la lunghezza di sovrapposizione devono essere opportunamente calcolate dal progettista. Concludere l'applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore medio 2 - 5 mm) sempre realizzata con **Geocalce F Antisismico**, al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca.
- Intonacatura. Realizzare eventuale intonacatura mediante **Geocalce Tenace**: intonaco tecnico composito classe M5, a matrice minerale costituito da pura calce NHL e Geolegante, con texture a tecnologia TPI 3D, traspirante, a rischio fessurativo nullo, applicabile anche in alto spessore fino a 30 mm in passata unica.

AVVERTENZE

Nel posizionamento delle fasce di cerchiatura si deve aver cura nella realizzazione dei dettagli di estremità, e in presenza di lesene o cantonali; onde evitare accumuli tensionali in queste zone, collegare le due fasce poste su parete ortogonali tra di loro, mediante sfioccatura della parte terminale della fascia in fibra di acciaio **Geosteel G**, inserendola in un foro di diametro opportuno all'interno della muratura in corrispondenza della lesena o cantonale. Iniettare il foro mediante **Geocalce FL Antisismico**. Tale soluzione ha il notevole vantaggio di garantire continuità strutturale fra fascia ed elemento di ancoraggio senza sovrapposizioni.

Qualora per esigenze progettuali il tessuto **Geosteel G600** non risultasse sufficiente a soddisfare le verifiche, è possibile sostituirlo con **Geosteel G1200**.

Consultare l'APPENDICE 1.A per conoscere le modalità di realizzazione degli ancoraggi dei sistemi di rinforzo realizzati con la gamma di tessuti **Geosteel G**.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRG (Steel Reinforced Grout) per il consolidamento e rinforzo di porzioni di fabbricato mediante fasce di piano, provvisto di Marcatura CE tramite ETA, realizzato con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120-1/4 2017 fissati su microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 670 g/mq impregnato con malta inorganica igroscopica e traspirabile a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Geosteel SRG** realizzato con **Geosteel G600** abbinato a **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione (valore caratteristico) = 2798 MPa, deformazione a trazione (valore caratteristico) = 1,42%, $\sigma_{lim,conv} = 1767$ MPa (laterizio) - 1593 MPa (tufo) - 2471 MPa (pietra), $\epsilon_{lim,conv} = 0,91\%$ (laterizio) - 0,82% (tufo) - 1,27% (pietra), modulo elastico del tessuto $E_f = 195$ GPa. Caratteristiche del tessuto: resistenza a trazione valore caratteristico > 3000 MPa, deformazione ultima a rottura > 1,5%; area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili) = 0,538 mm²; n° trefoli per cm = 1,57 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg > 1,0 N/mm² - FB: B (EN 1015-12).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale preparazione delle superfici interessate mediante eventuale rimozione dell'intonaco se presente e bonifica del supporto (da contabilizzare a parte); stesura di un primo strato di geomalta, di spessore di circa 2 - 5 mm; con malta ancora fresca, procedere alla posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto; esecuzione del secondo strato di geomalta, di spessore di circa 3- 5 mm al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti; eventuale ripetizione delle fasi precedenti per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto; eventuale inserimento di connettori per l'ancoraggio terminale delle fasce di piano realizzati dalla stessa fascia di rinforzo (da contabilizzare a parte), previa: realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensioni idonee per l'inserimento della "sfioccatura" con iniezione a bassa pressione finale di malta fluida.

La quantificazione è espressa per unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.

1

Applicazione primo mano di **Geocalce F Antisismico**.



2

Installazione delle fasce di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



3

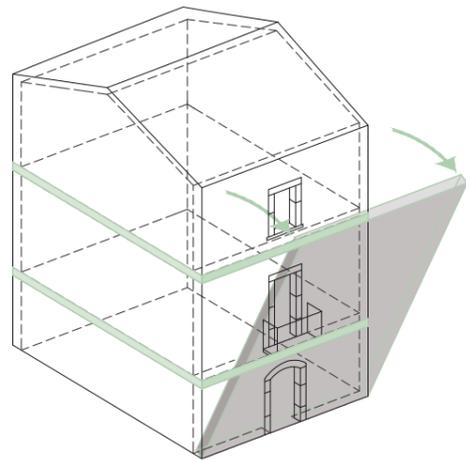
Applicazione seconda mano di **Geocalce F Antisismico**.



1.28

CONSOLIDAMENTO E RINFORZO DI PORZIONI DI FABBRICATO MEDIANTE REALIZZAZIONE DI FASCE DI PIANO MEDIANTE PLACCAGGIO CON FASCE DI TESSUTO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E GEOMALTA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE

Geoforceone
Software



ASSONOMETRIA EDIFICIO CON FASCE DI PIANO

NOTE

Cerchiare l'edificio mediante fasce di piano consente di favorire il comportamento d'insieme, migliorare il collegamento delle pareti ortogonali tra loro e incrementare la resistenza flessionale delle pareti perpendicolari all'azione sismica.
Per le soluzioni in abbinamento agli incatenamenti di facciata, consultare TAV 1.30. Per le soluzioni in abbinamento ai rinforzi delle volte, a botte, a crociera e a padiglione, consultare da TAV 1.38 a TAV 1.49.

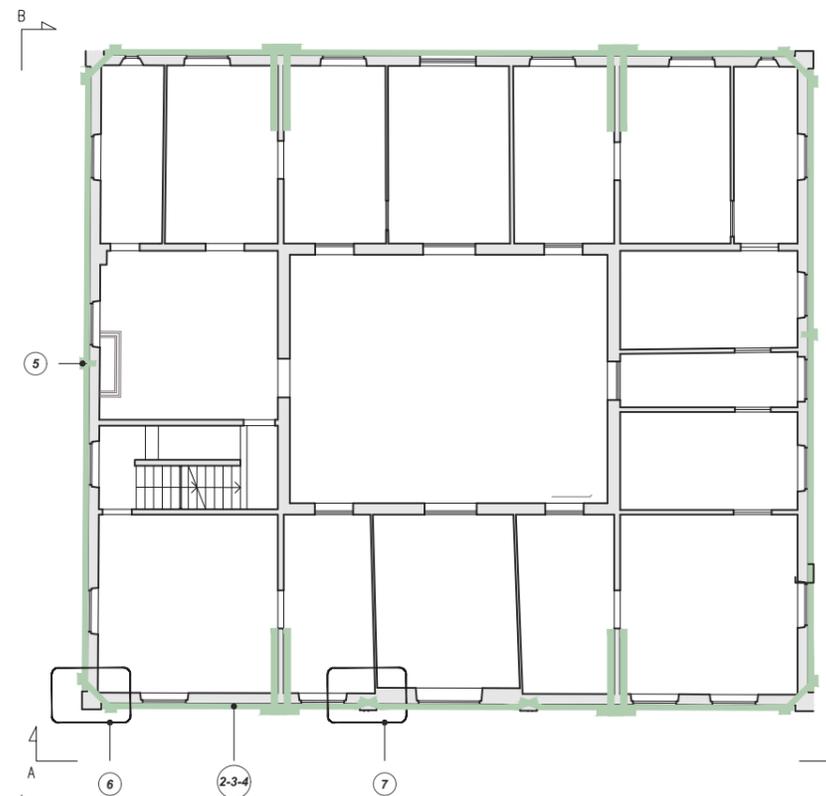
POWERED BY **kerakoll** ENGINEERED BY **ASDEA**



PROSPETTO A-A'
RINFORZO DI PORZIONI DI FABBRICATO
MEDIANTE FASCE GEOSTEEL G600/G1200



PROSPETTO B-B'
RINFORZO DI PORZIONI DI FABBRICATO
MEDIANTE FASCE GEOSTEEL G600/G1200

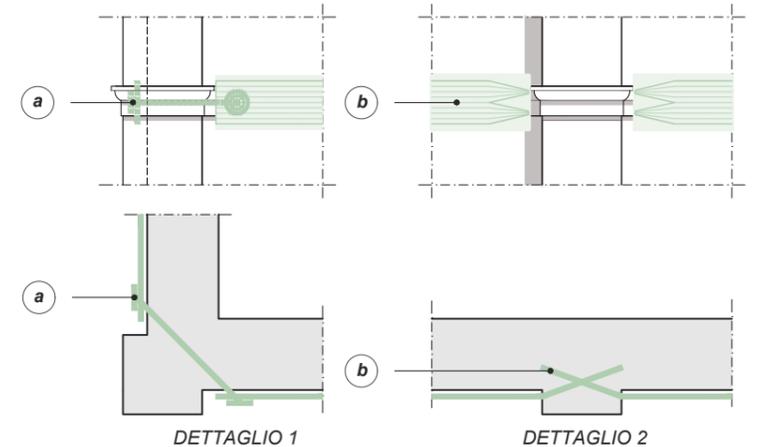


PIANTA
RINFORZO DI PORZIONI DI FABBRICATO
MEDIANTE FASCE GEOSTEEL G600/G1200

PARTICOLARI DI ANCORAGGIO CONSIGLIATI

ALLE ESTREMITÀ, IN PRESENZA DI LESENE O CANTONALI, ESEGUIRE CUCITURE ARMATE CON BARRE A FIOCCO REALIZZATE CON TESSUTO **GEOSTEEL G600/G1200** E INGHISATE CON **GEOCALCE FL ANTISISMICO** (CONSULTARE L'APPENDICE 1.A PER MAGGIORI INFORMAZIONI)

IN PRESENZA DI LESENE O PARASTE, ONDE EVITARE ACCUMULI TENSIONALI, SI ANCORI LA FASCIA AL MURO. ESEGUIRE L'ANCORAGGIO MEDIANTE SFIOCCATURA, OGNI 10 cm DI LARGHEZZA DI FASCIA **GEOSTEEL G**



QUADRO NORMATIVO

Particolarmente efficaci sono gli elementi di collegamento tra pareti opposte atti a impedirne le rotazioni verso l'esterno e ad assicurare il funzionamento scatolare dell'edificio. A tale scopo possono essere utilmente impiegati tiranti (o catene), siano essi metallici o di altri materiali, disposti nelle due direzioni principali del fabbricato, al livello dei solai e in corrispondenza delle pareti portanti. I tiranti consentono anche la formazione del meccanismo tirante-puntone nelle fasce, migliorando la capacità di accoppiamento dei maschi murari. In alternativa, il funzionamento scatolare dell'edificio è favorito dalle cerchiature esterne, che in alcuni casi si possono realizzare con elementi metallici o materiali compositi, particolarmente efficaci nel caso di edifici di dimensioni in pianta ridotte, come i campanili, o quando vengono realizzati ancoraggi in corrispondenza dei martelli murari.
E in ogni caso necessario evitare l'insorgere di concentrazioni di tensioni in corrispondenza degli spigoli delle murature. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4.1 - 2)
Cordolature di piano e sommitali
Per aumentare i moltiplicatori di collasso associati a cinematismi di ribaltamento di macroelementi murari è possibile realizzare una cordolatura esterna realizzata con fasce di tessuto che cingono l'edificio.
È inoltre possibile realizzare dei cordoli sommitali in muratura armata inserendo nei giunti orizzontali di malta dei tessuti di rinforzo. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.3)

PULIZIA DELLE SUPERFICI, EVENTUALE APPLICAZIONE DI FISSATIVO CONSOLIDANTE CORTICALE TIPO **RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE**, EVENTUALE RICOSTRUZIONE DELLA CONTINUITÀ MATERICA ED EVENTUALE REGOLARIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE CON **GEOCALCE F ANTISISMICO**

- 1 STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MINIMO DI 3-5 mm DI **GEOCALCE F ANTISISMICO** PER APPLICARE ED INGLOBALARE IL TESSUTO DI RINFORZO
- 2 INSTALLAZIONE DEL TESSUTO **GEOSTEEL G600/G1200** IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO
- 3 Consultare TAV 1.26 per dettagli più approfonditi sul progetto e sulle modalità di installazione delle fasce in **Geosteel G**.
- 4 STESURA DI UNA SECONDA MANO DI **GEOCALCE F ANTISISMICO** DI SPESSORE 2-5 mm
- 5 INSTALLAZIONE DI DIATONI A FIOCCO **GEOSTEEL G600/G1200** INGHISATI CON MALTA COLABILE **GEOCALCE FL ANTISISMICO**
- 6 **DETTAGLIO 1: SOLUZIONE D'ANGOLO**
- 7 **DETTAGLIO 2: PRESENZA DI LESENA**

1.29

Consolidamento e rinforzo di porzioni di fabbricato mediante realizzazione di cordoli armati per interposizione nei giunti di fasce di tessuto in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale



PRESCRIZIONE

- Preparazione del supporto. Pulire la superficie sino alla messa a nudo degli elementi strutturali ed eseguire sigillatura e rincoccatura delle eventuali lesioni presenti, con scaglie di materiale idoneo e impiego della geomalta **Geocalce F Antisismico** compatibile con la malta esistente, in modo da ripristinare la continuità strutturale ed estetica. Realizzare eventuale applicazione di fissativo consolidante corticale tipo **Rasobuild Eco Consolidante**. Eseguire la soffiatura conclusiva della superficie mediante aria compressa e successiva aspirazione dei detriti.
- Applicazione del sistema di rinforzo. A livello della sommità dei maschi murari costituenti l'edificio, posizionare il cordolo composto da strati alternati di ricorsi in laterizio e sistema di rinforzo composito Steel Reinforced Grout **Geosteel SRG** (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e Geolegante), che prevede una prima mano di **Geocalce F Antisismico** pari a 3 – 5 mm, nella quale inglobare il tessuto in fibra di acciaio galvanizzato **Geosteel G600** esercitando un'energica pressione con la spatola e lo strato finale di **Geocalce F Antisismico** realizzato agendo fresco su fresco, con spessore pari a 2 – 5 mm. Per garantire una migliore efficacia del sistema di rinforzo, realizzare i sistemi di connessione. È compito del progettista dimensionare l'eventuale interasse tra un connettore e quello subito adiacente sullo sviluppo lineare del cordolo. Realizzare il **Diatono Geosteel** con l'inserimento di una fascia di tessuto della gamma **Geosteel G** di opportuna larghezza, in modo da predisporre all'interno del connettore il numero di trefoli minimi necessari da progetto per attingere alle resistenze di trazione richieste; avere cura di sfocciare la parte terminale della fascia di tessuto, mediante taglio della rete di supporto, procedendo con un taglio parallelo ai trefoli stessi per una lunghezza pari a quella dello sfocco che si vuole realizzare sulla muratura, avendo cura di garantire un raggio minimo di sfocciatura di cm 10. Terminato il taglio del tessuto, arrotolare la fascia su se stessa, avendo cura di realizzare un cilindro di diametro opportuno rispetto al foro realizzato. Installare il **Diatono Geosteel** così realizzato all'interno del foro per tutta l'altezza del cordolo. Per consolidare ulteriormente la sommità della parete posta al di sotto del cordolo e garantire una perfetta collaborazione tra muratura e connettori metallici, eseguire un'iniezione a bassa pressione (minore di 1,5 bar) di geomalta iperfluida **Geocalce FL Antisismico**, previa bagnatura dei supporti, utilizzando, come foro d'imbocco, quello precedentemente impiegato per l'inserimento del connettore. Tale lavorazione deve garantire non solo l'inghisaggio del connettore ma anche il consolidamento locale della muratura esistente sottostante.

AVVERTENZE

Di particolare importanza risulta il ruolo svolto dal connettore a fiocco, che deve garantire la connessione completa dei vari strati costituenti il cordolo e la muratura esistente sottostante. Pertanto si consiglia di adottare una lunghezza di ancoraggio minima di 50 cm nella muratura sottostante oltre lo spessore del nuovo cordolo armato.

Qualora per esigenze progettuali il tessuto **Geosteel G600** non risultasse sufficiente a soddisfare le verifiche, è possibile sostituirlo con **Geosteel G1200**.

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione e le prestazioni meccaniche del sistema di connessione a fiocco, realizzato con la gamma di tessuti **Geosteel G** in combinazione con il tassello in polipropilene armato con fibra di vetro **Iniettore&Connettore Geosteel**.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRG (Steel Reinforced Grout) per il consolidamento e rinforzo di porzioni di fabbricato con la realizzazione di cordoli armati, provvisto di Marcatura CE tramite ETA, realizzato con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120-1/4 2017 fissati su microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 670 g/mq impregnato con malta inorganica igroscopica e traspirabile a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Geosteel SRG** realizzato con **Geosteel G600** abbinato a **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione (valore caratteristico) = 2798 MPa, deformazione a trazione (valore caratteristico) = 1,42%, $\sigma_{lim,conv} = 1767$ MPa (laterizio) - 1593 MPa (tufo) - 2471 MPa (pietra), $\epsilon_{lim,conv} = 0,91\%$ (laterizio) - 0,82% (tufo) - 1,27% (pietra), modulo elastico del tessuto $E_f = 195$ GPa. Caratteristiche del tessuto: resistenza a trazione valore caratteristico > 3000 MPa, deformazione ultima a rottura > 1,5%; area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili) = 0,538 mm²; n° trefoli per cm = 1,57 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg > 1,0 N/mm² - FB: B (EN 1015-12).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale preparazione delle superfici poste alla sommità delle pareti, mediante preparazione di un opportuno binario di allettamento planare per accogliere il nuovo cordolo di muratura (da contabilizzare a parte); stesura di un primo strato di geomalta, di spessore di circa 3 – 5 mm; con malta ancora fresca, procedere alla posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto; esecuzione del secondo strato di geomalta, di spessore di circa 2 – 5 mm al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti; stesura dei ricorsi in laterizio; eventuale ripetizione delle fasi precedenti per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto; inserimento di connettori realizzati con un tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza (da contabilizzare a parte), previa: realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensioni idonee per l'inserimento del connettore e profondità pari all'altezza del nuovo cordolo e per almeno 50 cm all'interno della muratura esistente, con iniezione a bassa pressione finale di malta fluida.

La quantificazione è espressa per unità di superficie di cordolo armato effettivamente realizzato.

1

Stesura del primo strato di **Geocalce F Antisismico** e posa del tessuto **Geosteel G**.



2

Stesura del secondo strato di **Geocalce F Antisismico**.



3

Posa dei ricorsi in laterizio.



4

Realizzazione e preparazione del foro previsto per l'installazione del connettore a fiocco.



5

Inserimento del **Diatono Geosteel**.



6

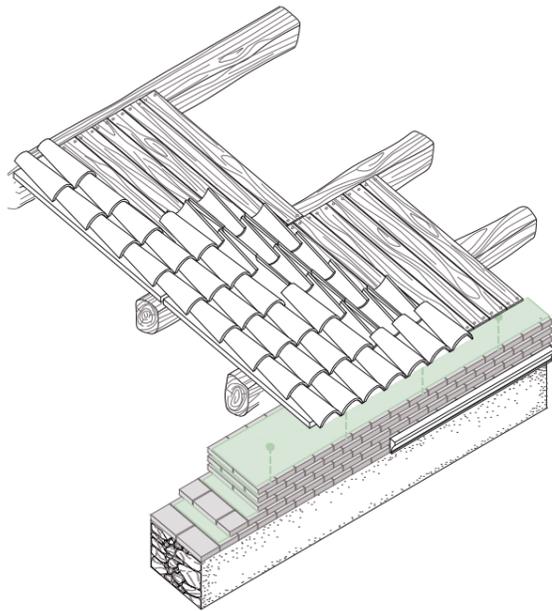
Inghisaggio del connettore con **Geocalce FL Antisismico**.



1.29

CONSOLIDAMENTO E RINFORZO DI PORZIONI DI FABBRICATO MEDIANTE REALIZZAZIONE DI CORDOLI ARMATI PER INTERPOSIZIONE NEI GIUNTI DI FASCE DI TESSUTO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E GEOMALTA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE

Geoforceone
Software



ASSONOMETRIA
CORDOLO IN MURATURA ARMATA

NOTE

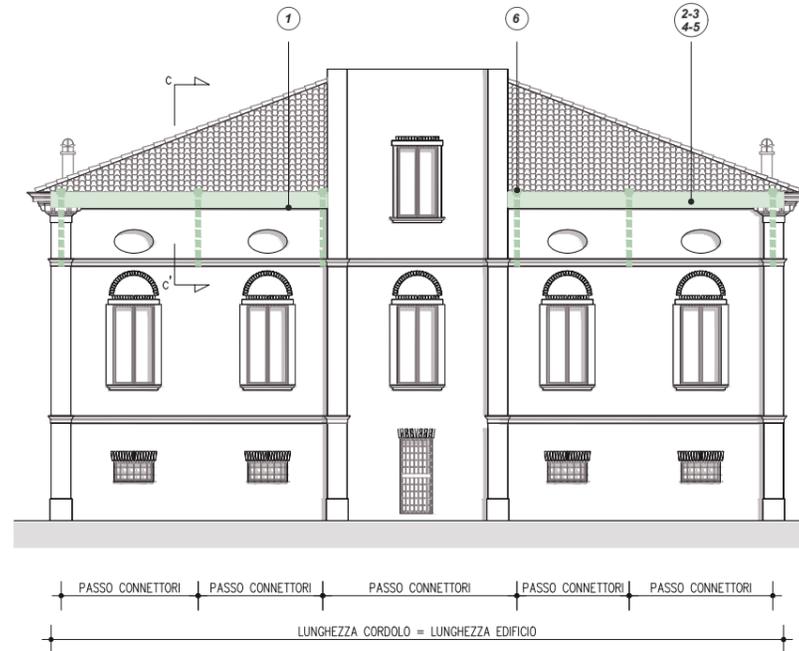
Porre un cordolo in sommità dell'edificio consente di migliorare il comportamento d'insieme ed il collegamento delle pareti ortogonali tra loro, di ridurre le spinte derivanti dalle strutture di copertura e di distribuire gli sforzi orizzontali derivanti dall'azione sismica, senza modificare in maniera consistente il comportamento originale del manufatto storico in muratura.

POWERED BY

kerakoll

ENGINEERED BY

ASDEA

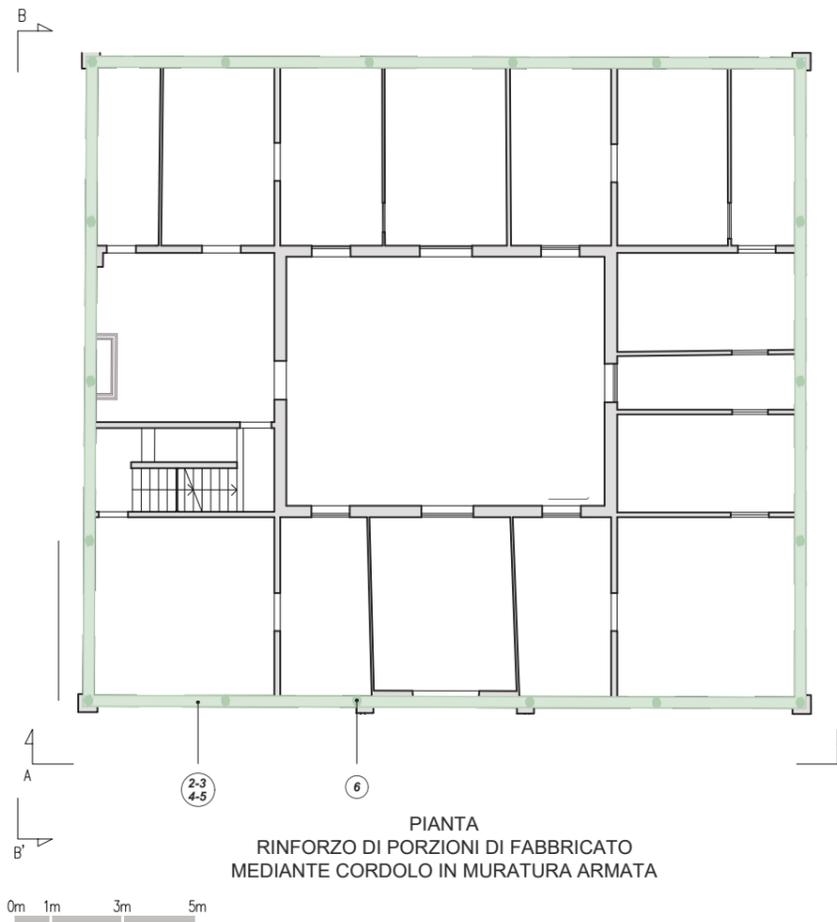


PROSPETTO A-A'
RINFORZO DI PORZIONI DI FABBRICATO
MEDIANTE CORDOLO IN MURATURA ARMATA

0m 1m 3m 5m



PROSPETTO B-B'
RINFORZO DI PORZIONI DI FABBRICATO
MEDIANTE CORDOLO IN MURATURA ARMATA



PIANTA
RINFORZO DI PORZIONI DI FABBRICATO
MEDIANTE CORDOLO IN MURATURA ARMATA

0m 1m 3m 5m

PULIZIA DELLE SUPERFICI, EVENTUALE APPLICAZIONE DI FISSATIVO CONSOLIDANTE CORTICALE TIPO RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE, EVENTUALE RICOSTRUZIONE DELLA CONTINUITÀ MATERICA ED EVENTUALE REGOLARIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE CON GEOMALTA

1 STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MINIMO DI 3-5 mm DI GEOCALCE F ANTISMICO PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO

2 INSTALLAZIONE DEL TESSUTO GEOSTEEL G600/G1200 IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO

3 Consultare TAV 1.26 per dettagli più approfonditi sul progetto e sulle modalità di installazione delle fasce in Geosteel G.

4 STESURA DI UNA SECONDA MANO DI GEOCALCE F ANTISMICO DI SPESSORE 2-5 mm

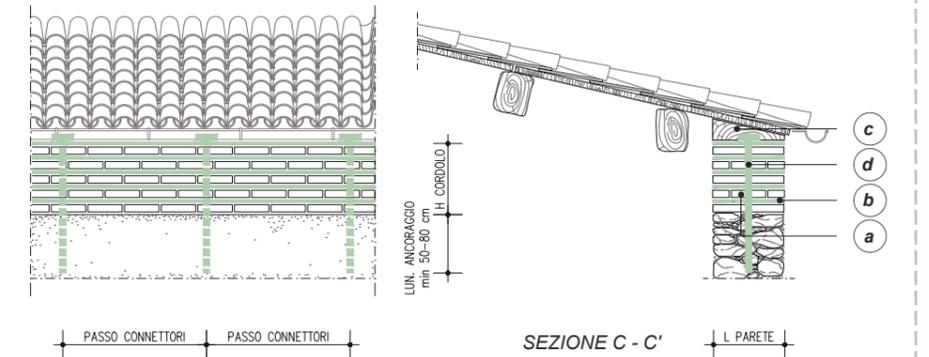
5 COMPLETAMENTO RICORSI IN LATERIZIO

6 INSERIMENTO DI DIATONI A FIOCCO GEOSTEEL G600/G1200 INGHISATI CON MALTA COLABILE GEOCALCE FL ANTISMICO

Consultare l'APPENDICE 1.B per maggiori informazioni.

PARTICOLARI DI ANCORAGGI

- a RICORSI IN LATERIZIO
- b FASCE IN TESSUTO GEOSTEEL G600 ALLETTATE CON GEOCALCE F ANTISMICO
- c CUNEO DI APPOGGIO DELLA COPERTURA
- d CONNETTORI MECCANICI A FIOCCO GEOSTEEL G600/G1200 INGHISATI CON GEOCALCE FL ANTISMICO



QUADRO NORMATIVO

REALIZZAZIONE DI CORDOLI SOMMITALI

Tra le tecniche di rinforzo delle strutture murarie sono da annoverare i cordoli sommitali realizzati con muratura armata mediante sistemi FRCM Essi sono applicati sulla superficie orizzontale in corrispondenza dei giunti di malta tra i filari degli elementi lapidei o di laterizio (Figure 2.7 e 2.8). Il tessuto FRCM è disposto in più strati allo scopo di fornire resistenza a trazione e a flessione del cordolo, senza variazione significativa della rigidità della muratura. Il cordolo, in generale, è realizzato per tutto lo spessore della muratura e il sistema di rinforzo FRCM è applicato per il medesimo spessore. [...]

La resistenza a trazione del cordolo può essere messa in conto nella verifica dei meccanismi locali di collasso a condizione che, in corrispondenza degli incroci o degli angoli fra le pareti, venga osservata una sovrapposizione del tessuto di rinforzo pari a tutto lo spessore del cordolo e comunque non inferiore a 300 mm, adottando, ove possibile, soluzioni di ancoraggio la cui efficacia sia supportata da idonee campagne sperimentali (§ 9). Inoltre, il trasferimento dello sforzo di trazione del cordolo alla muratura sottostante deve essere garantito per mezzo di idonee impernature verticali. (CNR - DT 215/2018 §4.3)

Cordolature di piano e sommitali

Per aumentare i moltiplicatori di collasso associati a cinematismi di ribaltamento di macroelementi murari è possibile realizzare una cordolatura esterna realizzata con fasce di tessuto che cingono l'edificio.

È inoltre possibile realizzare dei cordoli sommitali in muratura armata inserendo nei giunti orizzontali di malta dei tessuti di rinforzo. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.3)

Connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano

I cordoli in sommità possono costituire una soluzione efficace sia per collegare le pareti in una zona dove la muratura è meno resistente a taglio a causa del basso livello di compressione, sia per contenere eventuali azioni spingenti della copertura, sia anche per favorire l'appoggio delle singole membrature dell'orditura. Il collegamento del cordolo con la muratura esistente può essere realizzato, in assenza di soluzioni più efficaci e meno invasive, attraverso perforazioni armate con barre metalliche, protette o di tipo inossidabile, oppure di altro materiale resistente a trazione, efficacemente ancorate alla muratura.

(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 2)

1.30

Realizzazione di incatenamenti di facciata mediante installazione di fasce di tessuto in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale



PRESCRIZIONE

- Preparazione del supporto. Pulire la superficie sino alla messa a nudo degli elementi strutturali ed eseguire sigillatura e rincoccatura delle eventuali lesioni presenti, con scaglie di materiale idoneo e impiego della geomalta **Geocalce F Antisismico** compatibile con la malta esistente, in modo da ripristinare la continuità strutturale ed estetica. Realizzare eventuale applicazione di fissativo consolidante corticale tipo **Rasobuild Eco Consolidante**. Concludere con la pulizia della parete mediante aria compressa e successiva aspirazione dei detriti.
- Applicazione del sistema di rinforzo. In corrispondenza della quota del solaio o in prossimità della quota di posizionamento delle catene tradizionali, realizzare incatenamenti con un sistema composito Steel Reinforced Grout **Geosteel SRG** (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e Geolegante), realizzato con fasce di tessuto **Geosteel G600** installate con **Geocalce F Antisismico** e ancorate sulle pareti ortogonali che ribaltano e che non risultano ben ammorsate. Stendere una prima mano di **Geocalce F Antisismico** pari a 3 - 5 mm, dove inglobare il tessuto in fibra di acciaio galvanizzato **Geosteel G600** esercitando un'energica pressione con la spatola. Successivamente realizzare lo strato finale di **Geocalce F Antisismico** agendo fresco su fresco, con spessore medio pari a 2 - 5 mm, al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti. In prossimità della parete con carente ammorsamento, generalmente una delle pareti perimetrali, laddove la fascia di rinforzo installata sul muro di spina incontra quest'ultima, realizzare un numero di fori di diametro opportuno, sufficienti per permettere il passaggio in continuità della fascia all'esterno, in modo da realizzare il desiderato ancoraggio. Per ogni foro si consideri una larghezza massimo di 10 cm di fascia. Procedere quindi alla sfioccatura della parte terminale della fascia in fibra di acciaio **Geosteel G** inserendola nel foro e sfioccandola all'esterno e bloccandola con l'ausilio dell'**Iniettore&Connettore Geosteel** in polipropilene e fibra di vetro. In caso di combinazione di rinforzo per fasce di piano e ribaltamento di facciata, ancorare meccanicamente la fascia di incatenamento sopra la fascia di piano. Per consolidare ulteriormente le pareti oggetto del rinforzo e garantire una perfetta collaborazione tra muratura e connettori metallici, realizzare un'iniezione a bassa pressione (minore di 1,5 bar) di geomalta iperfluida **Geocalce FL Antisismico**, previa bagnatura dei supporti, utilizzando, come foro d'imbocco, quello precedentemente impiegato per l'inserimento del connettore.
- Intonacatura. Realizzare eventuale intonacatura mediante **Geocalce Tenace**: intonaco tecnico composito classe M5, a matrice minerale costituito da pura calce NHL e Geolegante, con texture a tecnologia TPI 3D, traspirante, a rischio fessurativo nullo, applicabile anche in alto spessore fino a 30 mm in passata unica.

AVVERTENZE

Qualora per esigenze progettuali il tessuto **Geosteel G600** non risultasse sufficiente a soddisfare le verifiche, è possibile sostituirlo con **Geosteel G1200**.

Consultare l'APPENDICE 1.A per conoscere le modalità di realizzazione degli ancoraggi dei sistemi di rinforzo realizzati con la gamma di tessuti **Geosteel G**.

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione e le prestazioni meccaniche del sistema di connessione a fiocco, realizzato con la gamma di tessuti **Geosteel G** in combinazione con il tassello in polipropilene armato con fibra di vetro **Iniettore&Connettore Geosteel**.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRG (Steel Reinforced Grout) per rinforzo mediante incatenamenti di facciata, provvisto di Marcatura CE tramite ETA, realizzato con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120-1/4 2017 fissati su microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 670 g/mq impregnato con malta inorganica igroscopica e traspirabile a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Geosteel SRG** realizzato con **Geosteel G600** abbinato a **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione (valore caratteristico) = 2798 MPa, deformazione a trazione (valore caratteristico) = 1,42%, $\sigma_{lim,conv}$ = 1767 MPa (laterizio) - 1593 MPa (tufo) - 2471 MPa (pietra), $\epsilon_{lim,conv}$ = 0,91% (laterizio) - 0,82% (tufo) - 1,27% (pietra), modulo elastico del tessuto E_f = 195 GPa. Caratteristiche del tessuto: resistenza a trazione valore caratteristico > 3000 MPa, deformazione ultima a rottura > 1,5%; area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili) = 0,538 mm²; n° trefoli per cm = 1,57 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg \geq 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg > 1,0 N/mm² - FB: B (EN 1015-12).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale preparazione delle superfici interessate dagli incatenamenti mediante eventuale rimozione dell'intonaco se presente e bonifica del supporto (da contabilizzare a parte); stesura di un primo strato di geomalta, di spessore di circa 3 - 5 mm; con malta ancora fresca, procedere alla posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto; esecuzione del secondo strato di geomalta, di spessore di circa 3 - 5 mm al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti; eventuale ripetizione delle fasi precedenti per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto; inserimento del tessuto sfioccato per l'ancoraggio terminale e incatenamento delle fasce per realizzare l'ammorsamento fra la parete ribaltante e quella di spina su cui è installata la fascia posta a cerchiatura dell'edificio (da contabilizzare a parte), previa: realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensioni idonee alla successiva connessione, confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "sfioccatura", e arrotolamento finale del tessuto in fibra d'acciaio, inserimento del connettore all'interno del foro e bloccaggio dello stesso mediante tassello, attraverso il quale realizzare la successiva iniezione a bassa pressione finale di malta fluida; fissaggio dei trefoli "sfioccati" con la stessa geomalta impiegata come matrice del placcaggio di rinforzo.

La quantificazione è espressa per unità di superficie di rinforzo posta in opera comprensiva di sovrapposizioni.

1

Realizzazione dei fori pilota.



2

Applicazione primo mano di **Geocalce F Antisismico**.



3

Installazione delle fasce di tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



4

Sfioccatura parte terminale **Geosteel G** in facciata su fascia già installata.



5

Installazione di **Iniettore&Connettore Geosteel**.



6

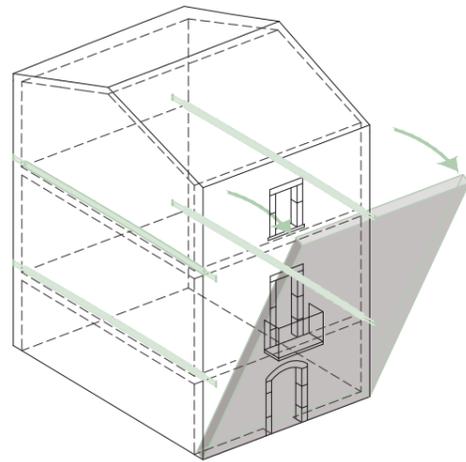
Inghisaggio del tessuto sfioccettato con **Geocalce FL Antisismico** e chiusura del foro di iniezione con apposito tappo in dotazione.



1.30

REALIZZAZIONE DI INCATENAMENTI DI FACCIATA MEDIANTE INSTALLAZIONE DI FASCE DI TESSUTO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E GEOMALTA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE

Geoforceone
Software



ASSONOMETRIA EDIFICIO CON INCATENAMENTI DI FACCIATA

NOTE

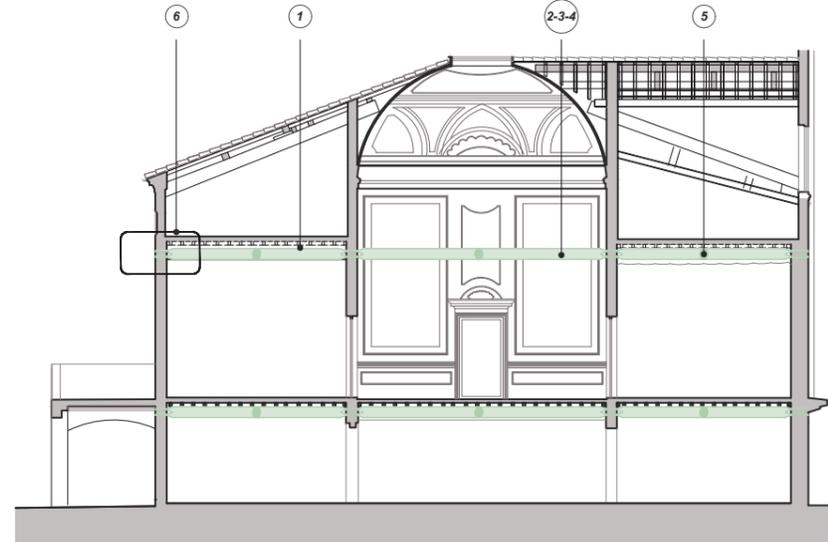
È da notare come porre una catena modifica il comportamento meccanico originario della fabbrica storica, occorrerà quindi analizzare successivamente la struttura per individuarne i meccanismi di danno. La catena trasferisce ai muri trasversali la forza che avrebbe provocato il ribaltamento della parete esterna, si deve dunque porre attenzione a posizionarla in modo da non incontrare punti deboli o nei quali la concentrazione di tensioni locali sia particolarmente dannosa.

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

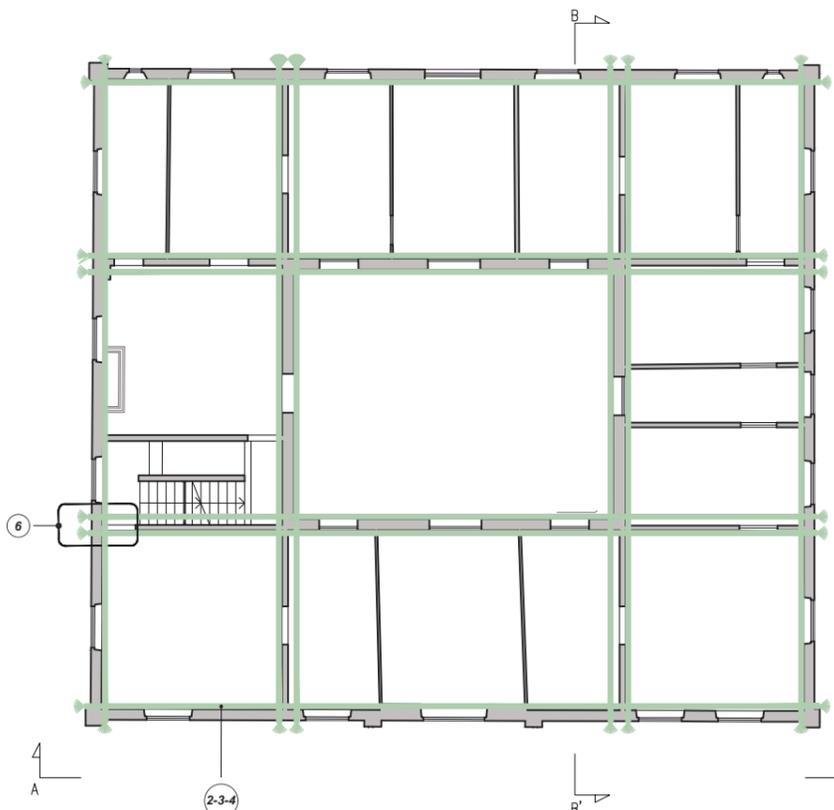


PROSPETTO A-A'
RINFORZO DI PORZIONI DI FABBRICATO
MEDIANTE INCATENAMENTO DI FACCIATA CON GEOSTEEL G600/G1200

0m 1m 3m 5m



SEZIONE B-B'
RINFORZO DI PORZIONI DI FABBRICATO
MEDIANTE INCATENAMENTO DI FACCIATA CON GEOSTEEL G600/G1200



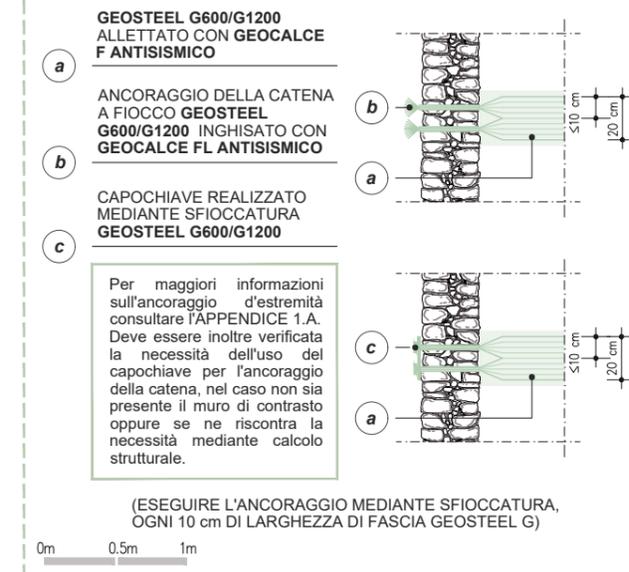
PIANTA
RINFORZO DI PORZIONI DI FABBRICATO
MEDIANTE INCATENAMENTO DI FACCIATA CON GEOSTEEL G600/G1200

0m 1m 3m 5m

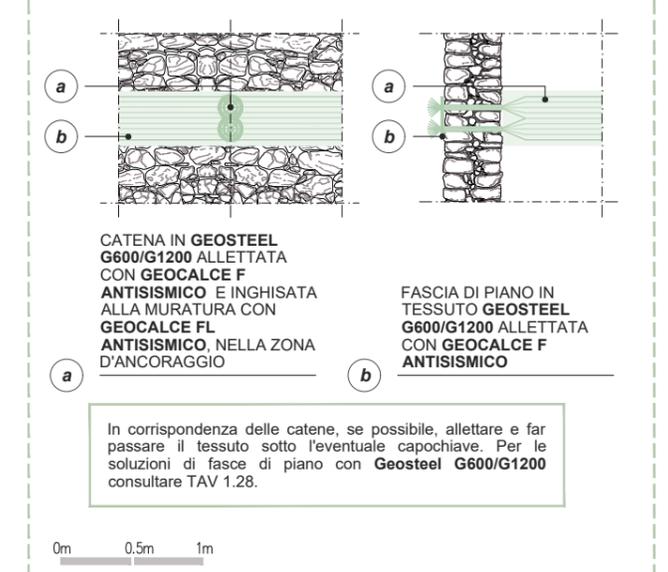
PULIZIA DELLE SUPERFICI, EVENTUALE APPLICAZIONE DI FISSATIVO CONSOLIDANTE CORTICALE TIPO **RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE**, EVENTUALE RICOSTRUZIONE DELLA CONTINUITÀ MATERICA ED EVENTUALE REGOLARIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE CON GEOMALTA

- 1 STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MINIMO DI 3-5 mm DI **GEOCALCE F ANTISISMICO** PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO
- 2 INSTALLAZIONE DEL TESSUTO **GEOSTEEL G600/G1200** IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO
Consultare TAV 1.26 per dettagli più approfonditi sul progetto e sulle modalità di installazione delle fasce in **Geosteel G600/G1200**.
- 3 STESURA DI UNA SECONDA MANO DI **GEOCALCE F ANTISISMICO** DI SPESSORE 2-5 mm
- 4 INSTALLAZIONE DI DIATONI A FIOCCO **GEOSTEEL G600/G1200** IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO INGHISATI CON MALTA COLABILE **GEOCALCE FL ANTISISMICO**
Consultare l'APPENDICE 1.B per maggiori informazioni.
- 5 ANCORAGGIO CATENA IN FACCIATA

PARTICOLARI DI ANCORAGGIO



FASCIA DI PIANO E INCATENAMENTI DI FACCIATA



QUADRO NORMATIVO

Particolarmente efficaci sono gli elementi di collegamento tra pareti opposte atti a impedirne le rotazioni verso l'esterno e ad assicurare il funzionamento scatolare dell'edificio. A tale scopo possono essere utilmente impiegati tiranti (o catene), siano essi metallici o di altri materiali, disposti nelle due direzioni principali del fabbricato, al livello dei solai e in corrispondenza delle pareti portanti. I tiranti consentono anche la formazione del meccanismo tirante-puntone nelle fasce, migliorando la capacità di accoppiamento dei maschi murari. In alternativa, il funzionamento scatolare dell'edificio è favorito dalle cerchiature esterne, che in alcuni casi si possono realizzare con elementi metallici o materiali compositi, particolarmente efficaci nel caso di edifici di dimensioni in pianta ridotte, come i campanili, o quando vengono realizzati ancoraggi in corrispondenza dei martelli murari. E in ogni caso necessario evitare l'insorgere di concentrazioni di tensioni in corrispondenza degli spigoli delle murature. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4.1 - 2) **Cordolature di piano e sommitali** Per aumentare i moltiplicatori di collasso associati a cinematismi di ribaltamento di macroelementi murari è possibile realizzare una cordolatura esterna realizzata con fasce di tessuto che cingono l'edificio. È inoltre possibile realizzare dei cordoli sommitali in muratura armata inserendo nei giunti orizzontali di malta dei tessuti di rinforzo. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.3)

1.31

Rinforzo di pilastri in muratura mediante confinamento con fasce di tessuto in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta a base di pura calce idraulica naturale



PRESCRIZIONE

- Preparazione dei supporti. Provvedere alla demolizione e alla rimozione dell'intonaco esistente e di tutte le parti inconsistenti o incoerenti. Dove si presentino lesioni o lacune della muratura è consigliabile intervenire mediante la ricucitura della tessitura muraria o eventuale iniezione con malta fluida. Rimuovere la polvere dai supporti effettuando un lavaggio con acqua a bassa pressione di tutte le superfici interessate. Realizzare eventuali regolarizzazioni delle superfici precedentemente consolidate con **Geocalce F Antisismico** geomalta a base di pura calce naturale NHL 3.5 e Geolegante. Effettuare eventuale applicazione di fissativo consolidante tipo **Rasobuild Eco Consolidante**. Prima dell'applicazione del sistema di rinforzo provvedere alla stondatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare il sistema di rinforzo strutturale Steel Reinforced Grout **Geosteel SRG** (abbinamento di fibra di acciaio e malta minerale a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e Geolegante) effettuando dei placcaggi ad anello intorno alla sezione del pilastro oggetto dell'intervento, con larghezza e interasse da stabilire a cura di tecnico abilitato, con l'applicazione di una prima mano di **Geocalce F Antisismico**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 3 - 5 mm) per regolarizzarlo e per adagiare e inglobare il tessuto di rinforzo. Successivamente applicare sulla matrice ancora fresca il tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato **Geosteel G600** disposto con le fibre perpendicolari all'asse dell'elemento (presagomato in funzione della geometria dell'elemento strutturale mediante impiego della **Piegatrice Geosteel**), garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice, esercitando un'energica pressione con la spatola e avendo cura che la stessa malta fuoriesca dai trefoli per garantire un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. Nei punti di giunzione longitudinale, sovrapporre due strati di tessuto in fibra di acciaio per almeno 30 cm (in caso di rinforzo a confinamento, eseguita la completa sovrapposizione sul lato corto del pilastro, installare il tessuto sino alla mezzera del lato lungo). Concludere l'applicazione, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore medio 2 - 5 mm) sempre realizzata con **Geocalce F Antisismico**, al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca.
- Intonacatura. Realizzare eventuale intonacatura mediante **Geocalce Tenace**: intonaco tecnico composito classe M5, a matrice minerale costituito da pura calce NHL e Geolegante, con texture a tecnologia TPI 3D, traspirante, a rischio fessurativo nullo, applicabile anche in alto spessore fino a 30 mm in passata unica.

AVVERTENZE

Qualora per esigenze progettuali il tessuto **Geosteel G600** non risultasse sufficiente a soddisfare le verifiche, è possibile sostituirlo con **Geosteel G1200**.

Quando il rapporto tra i lati del pilastro è maggiore di due, per garantire un migliore effetto di confinamento, procedere con la connessione trasversale mediante l'applicazione di **Diatono Geosteel**, in abbinamento a **Iniettore&Connettore Geosteel**, previa adeguata foratura del paramento murario e inghisando gli stessi mediante **Geocalce FL Antisismico**. Se le opere sono a contatto permanente o occasionale con sostanze liquide, si consiglia di contattare l'ufficio tecnico Kerakoll per predisporre il sistema di protezione più idoneo.

Consultare l'APPENDICE 1.A per conoscere le modalità di realizzazione degli ancoraggi dei sistemi di rinforzo realizzati con la gamma di tessuti **Geosteel G**.

Intervento compatibile con i sistemi deumidificanti Kerakoll.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRG (Steel Reinforced Grout) per rinforzo di pilastri in muratura mediante confinamento, provvisto di Marcatura CE tramite ETA, realizzato con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120-1/4 2017 fissati su microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 670 g/mq impregnato con malta inorganica igroscopica e traspirabile a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Geosteel SRG** realizzato con **Geosteel G600** abbinato a **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione (valore caratteristico) = 2798 MPa, deformazione a trazione (valore caratteristico) = 1,42%, $\sigma_{lim,conv}$ = 1767 MPa (laterizio) - 1593 MPa (tufo) - 2471 MPa (pietra), $\epsilon_{lim,conv}$ = 0,91% (laterizio) - 0,82% (tufo) - 1,27% (pietra), modulo elastico del tessuto E_f = 195 GPa. Caratteristiche del tessuto: resistenza a trazione valore caratteristico > 3000 MPa, deformazione ultima a rottura > 1,5%; area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili) = 0,538 mm²; n° trefoli per cm = 1,57 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg \geq 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg > 1,0 N/mm² - FB: B (EN 1015-12).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale preparazione delle superfici da rinforzare, mediante demolizione e rimozione dell'intonaco esistente, ripristino di eventuali lesioni mediante cucitura e/o consolidamento con iniezione di malta fluida (da contabilizzare a parte) e depolverizzazione finale; stesura di un primo strato di malta, di spessore di circa 3 - 5 mm; con malta ancora fresca, procedere alla posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto; esecuzione del secondo strato di geomalta, di spessore di circa 2 - 5 mm al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti; eventuale ripetizione delle fasi precedenti per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto; eventuale applicazione di sistemi di connessione realizzati con tessuto in fibra di acciaio conformati in adeguata maniera (da contabilizzare a parte), in abbinamento ad iniettore/connettore plastico, previa adeguata foratura del paramento murario e inghisaggio degli stessi con successiva iniezione di malta fluida, nei casi in cui rapporto tra i lati del pilastro sia maggiore di due.

La quantificazione è espressa per unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.

1

Smussatura degli spigoli e preparazione delle superfici.



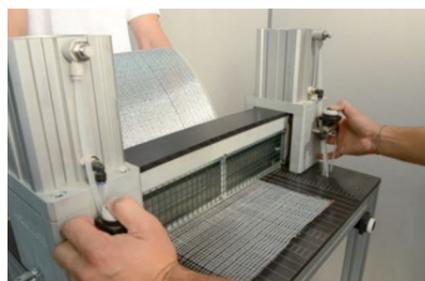
2

Indicazione delle zone di tessuto dove effettuare la piegatura.



3

Piegatura tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G**.



4

Bagnatura del supporto.



5

Applicazione prima mano di **Geocalce F Antisismico**.



6

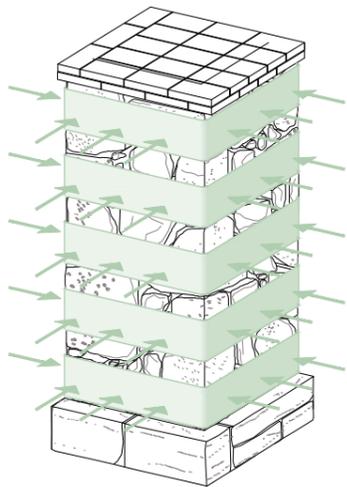
Installazione del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel** e applicazione seconda mano di **Geocalce F Antisismico**.



1.31

RINFORZO DI PILASTRI IN MURATURA MEDIANTE CONFINAMENTO CON FASCE DI TESSUTO IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO E GEOMALTA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE

Geoforce one
Software



ASSONOMETRIA CONFINAMENTO DEL PILASTRO CON GEOSTEEL G600/G1200

NOTE

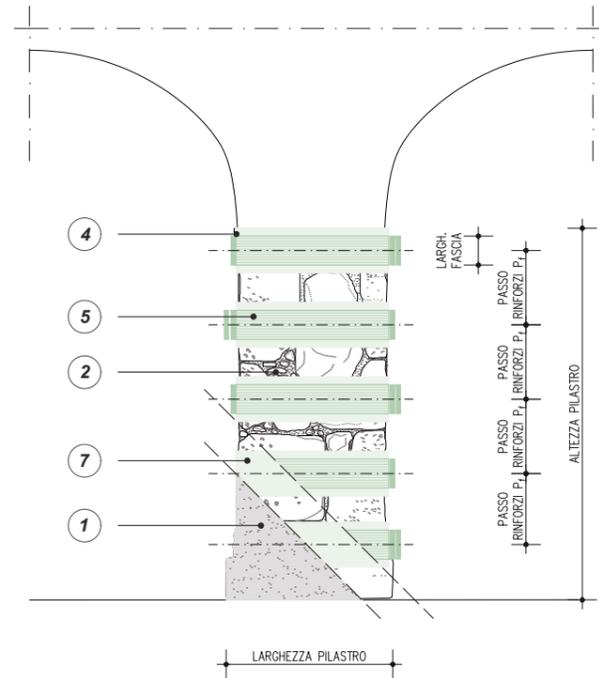
I disegni rappresentano a titolo esemplificativo un apparecchio murario in pietra, ma lo schema rimane invariato se ci si trova in presenza di muratura di laterizio o tufo. In presenza di muratura caotica è sempre consigliabile effettuare un preconsolidamento mediante iniezioni di malta (TAV 1.24).

POWERED BY

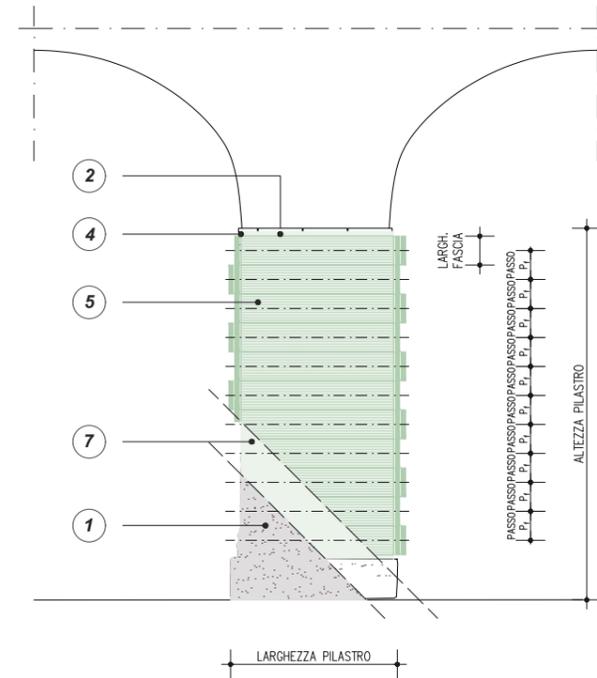
kerakoll

ENGINEERED BY

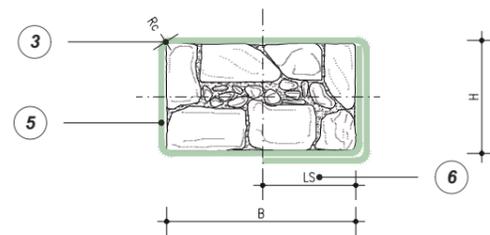
ASDEA



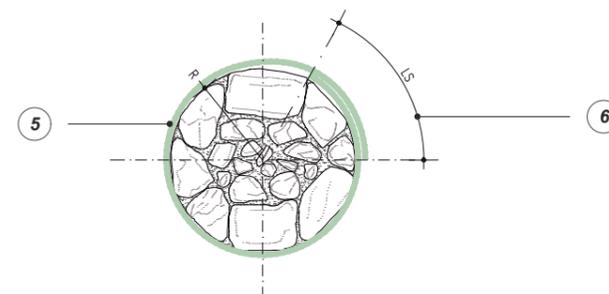
PROSPETTO CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA DISCONTINUA CON GEOSTEEL G600/G1200



PROSPETTO CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA CONTINUA CON GEOSTEEL G600/G1200



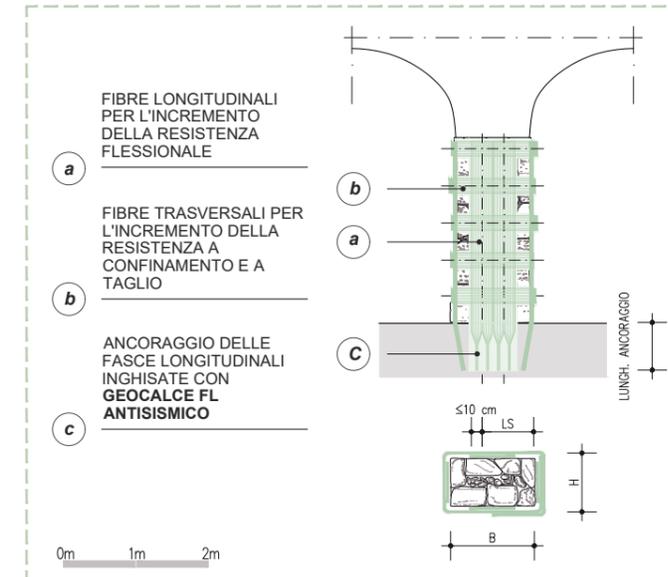
PIANTA SEZIONE RETTANGOLARE CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA DISCONTINUA CON GEOSTEEL G600/G1200



PIANTA SEZIONE CIRCOLARE CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA DISCONTINUA CON GEOSTEEL G600/G1200



RINFORZO A PRESSOFLESSIONE



QUADRO NORMATIVO

Confinamento di pilastri di muratura

La fasciatura di elementi sottoposti a compressione centrata o in presenza di piccole eccentricità permette di aumentare la duttilità dell'elemento ed aumentarne la capacità portante. Gli avvolgimenti possono essere realizzati in continuo o con fasce fra loro discontinue. (CNR - DT 215/2018 §2.2.1.4)

Interventi su pilastri e colonne

Tenendo presente che i pilastri e le colonne sono essenzialmente destinati a sopportare carichi verticali con modeste eccentricità, gli interventi tendono generalmente a:
- migliorare la resistenza a sforzo normale mediante ad esempio cerchiature e fasciature;
- eliminare eventuali spinte orizzontali prodotte da elementi spingenti poggianti su di essi.

In presenza di azioni sismiche, le colonne e i pilastri, realizzati in muratura o anche monolitici, devono, infatti, non solo essere preservati da forze orizzontali, ma anche essere impediti di ruotare in sommità. (Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.7.4 - 6)

* Normative di comprovata validità

1 EVENTUALE DEMOLIZIONE DELL'INTONACO E RICOSTRUZIONE DOPO L'INTERVENTO DI RINFORZO

2 PULIZIA DELLA SUPERFICIE DEL PILASTRO, EVENTUALE APPLICAZIONE DI FISSATIVO CONSOLIDANTE CORTICALE TIPO RASOBUILD ECO CONSOLIDANTE, EVENTUALE RICOSTRUZIONE DELLA CONTINUITÀ MATERICA ED EVENTUALE REGOLARIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE CON GEOCALCE F ANTISISMICO

3 ARROTONDAMENTO DEGLI SPIGOLI R_c

Prima dell'applicazione del sistema FRCM è opportuno procedere ad un arrotondamento degli spigoli della sezione, allo scopo di evitare pericolose concentrazioni di tensione localizzate in corrispondenza degli stessi, che potrebbero provocare una rottura prematura del sistema. Il raggio di curvatura dello spigolo deve soddisfare la seguente limitazione: $r_c \geq 20 \text{ mm}$ (CNR - DT 215/2018 § 4.4.2)*

4 STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MINIMO DI 3-5 mm DI GEOCALCE F ANTISISMICO PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO

5 INSTALLAZIONE TESSUTO GEOSTEEL G600/G1200 DISPOSTO CON LE FIBRE PERPENDICOLARI ALL'ASSE DELL'ELEMENTO

Il confinamento mediante FRCM di elementi a sezione quadrata o rettangolare consente di conseguire solo modesti incrementi della resistenza a compressione. Applicazione di questo genere devono pertanto essere attentamente vagliate ed analizzate. In assenza di adeguate prove sperimentali, che ne comprovino l'efficacia, non va considerato l'effetto del confinamento esterno su sezioni rettangolari per le quali $b/h > 2$ essendo b la dimensione maggiore ed h la dimensione minore della sezione. (CNR - DT 215/2018 § 4.4.2)*

6 APPLICAZIONE DEL TESSUTO CON UNA LUNGHEZZA DI SOVRAPPOSIZIONE L_s TALE DA GARANTIRE IL CORRETTO FUNZIONAMENTO DEL RINFORZO

Si consigliano lunghezze di sovrapposizione pari ad un minimo di 30 cm. Per maggiori informazioni sulla sovrapposizione degli strati di tessuto consultare l'APPENDICE 1.A.

7 RASATURA FINALE PROTETTIVA CON GEOCALCE F ANTISISMICO (SPESSORE 2-5 mm), PER INGLOBARE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI. È NECESSARIO GARANTIRE LA CONTEMPORANEA MATURAZIONE DELLO STRATO INIZIALE E DI QUELLO FINALE CHE VA QUINDI APPLICATO QUANDO IL PRECEDENTE È ANCORA UMIDO

1.32

Rinforzo di pilastri in muratura facciavista mediante confinamento puntuale con barre elicoidali in acciaio Inox inserite a secco

PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Non sono previste particolari procedure di preparazione dei supporti, rimanendo, tuttavia, a discrezione della D.L. eventuali trattamenti di bonifica e consolidamento della muratura.
2. Realizzazione del foro pilota. Eseguire il rinforzo di pilastri in muratura faccia vista con cucitura a secco mediante la realizzazione di un foro pilota di diametro opportuno in funzione della barra scelta e della consistenza del supporto e di lunghezza pari a quella della barra elicoidale di cucitura da installare o allo spessore dell'elemento da rinforzare.
3. Installazione della barra. Installare la barra **Steel Dryfix** all'interno del foro mediante apposito **Mandrino Steel Dryfix**. Montare il mandrino sul trapano a percussione con innesto SDS Plus e inserire la barra sul mandrino. Procedere quindi all'infissione della barra sfruttando la sola percussione del trapano e la pressione esercitata manualmente. Inserire la barra nel supporto fino alla completa infissione della stessa. Il passo orizzontale e verticale delle barre deve essere determinato da progettista abilitato. Nel caso di colonne circolari si suggerisce la disposizione a raggiera, avendo cura di sfalsarle verticalmente di qualche cm, lo stesso dicasi per colonne quadrate o rettangolari quando il rinforzo viene infisso su lati tra di essi ortogonali.
4. Stuccatura del foro. Al termine dell'inserimento della barra stuccare con opportuna geomalta (**Geocalce G Antisismico** o **Geocalce F Antisismico** o **Biocalce Pietra**) la parte terminale del foro, in modo da garantire la perfetta sigillatura di quest'ultimo e garantire una perfetta aderenza della barra al substrato anche nella parte iniziale.
5. Controllo qualità sulla tenuta delle barre installate. Per conoscere le prestazioni di aderenza/estrazione delle barre elicoidali **Steel Dryfix** su diversi supporti, si consiglia di effettuare in cantiere prove di pull-out mediante l'apposito estrattore certificato di Kerakoll Spa. Eseguito tale controllo è possibile dimensionare più accuratamente l'intervento.

AVVERTENZE

In caso di murature particolarmente decoese e con nucleo scadente, è possibile associare alla cucitura a secco anche l'iniezione di geomalta iperfluida **Geocalce FL Antisismico** mediante microcannula installata sulla testa della barra.

Il progettista può scegliere, in base alle esigenze di progetto, se adottare le barre **Steel Dryfix 8**, **Steel Dryfix 10** o **Steel Dryfix 12** installate utilizzando l'apposito **Mandrino Steel Dryfix**.

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione delle barre elicoidali **Steel Dryfix**.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di barre elicoidali per il rinforzo di pilastri in muratura facciavista mediante confinamento puntuale, certificate EN 845-1 in acciaio Inox AISI 316, provviste di marcatura CE, di lunghezza pari a 400 mm, nel numero di 4 al mq, installate in apposito foro pilota, previo eventuale trattamento delle superfici ammalorate, poste in opera mediante apposito mandrino – tipo **Steel Dryfix 10** di Kerakoll – Caratteristiche tecniche certificate della barra: carico di rottura a trazione $\geq 16,2$ kN; carico di rottura a taglio $\geq 9,5$ kN; modulo elastico ≥ 150 GPa; deformazione ultima a rottura $\geq 3\%$; area nominale 15,50 mm². Compresa stuccatura del foro mediante malta a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Geocalce F Antisismico** di Kerakoll. Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), classe di resistenza R1 PCC (EN 1504-3), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9 GPa (EN 13412), adesione al supporto a 28 gg $> 1,0$ N/mm² – FB: B (EN 1015-12).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale trattamento di ripristino e preparazione delle superfici ammalorate (da contabilizzare a parte); realizzazione del foro pilota di diametro opportuno, in funzione della lunghezza della barra e della natura del materiale di supporto; installazione della barra all'interno del foro (numero, profondità di ancoraggio, interassi a cura di tecnico abilitato) mediante apposito mandrino; eventuale stuccatura del foro mediante malta.

La quantificazione è espressa per unità di superficie di rinforzo posta in opera.

1

Realizzazione del foro pilota.



2

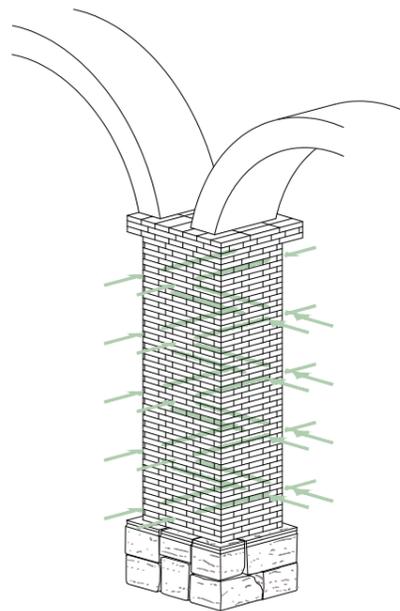
Installazione della barra **Steel Dryfix** all'interno del foro mediante apposito **Mandrino Steel Dryfix**.



1.32

RINFORZO DI PILASTRI IN MURATURA FACCIAVISTA MEDIANTE CONFINAMENTO PUNTUALE CON BARRE ELICOIDALI IN ACCIAIO INOX INSERITE A SECCO

Geoforceone
Software



ASSONOMETRIA CONFINAMENTO PUNTUALE DEL PILASTRO CON STEEL DRYFIX

NOTE

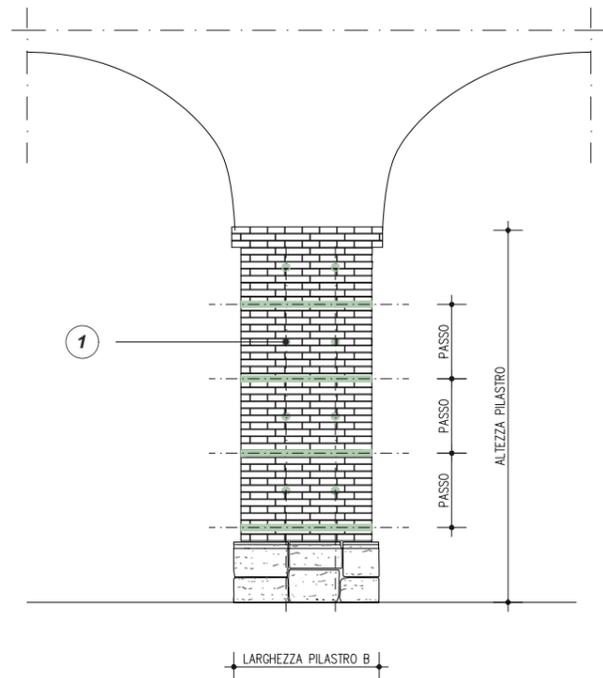
Le barre Steel Dryfix, fatta eccezione la possibilità di verificarne l'installazione in cantiere, generalmente non possono essere progettate per interventi di cucitura su muratura in pietrame di elevata consistenza meccanica.

POWERED BY

kerakoll

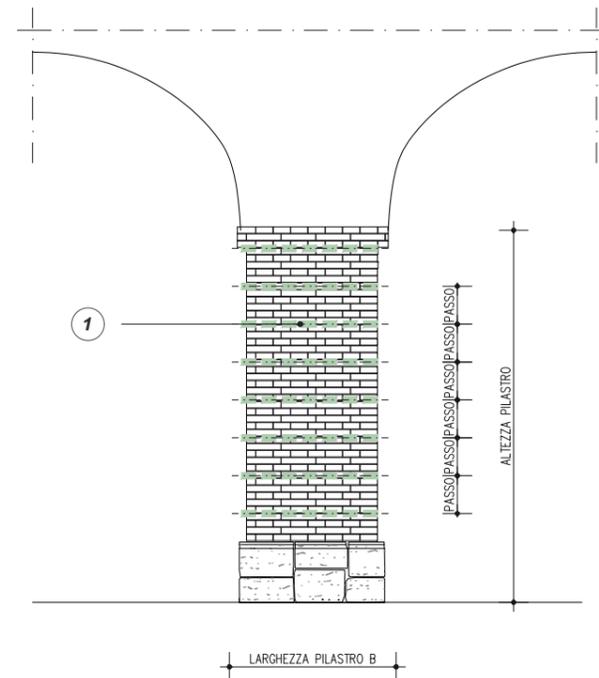
ENGINEERED BY

ASDEA

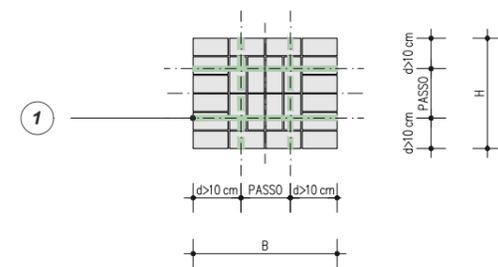


PROSPETTO SEZIONE RETTANGOLARE O QUADRATA CONFINAMENTO PUNTUALE DEL PILASTRO CON STEEL DRYFIX

0m 0.5m 1m 2m

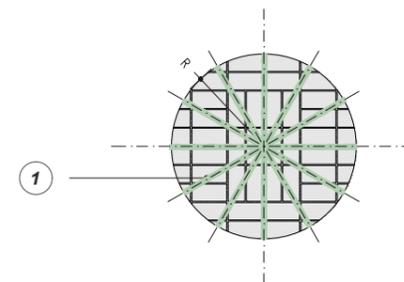


PROSPETTO SEZIONE CIRCOLARE CONFINAMENTO PUNTUALE DEL PILASTRO CON STEEL DRYFIX



PIANTA SEZIONE RETTANGOLARE CONFINAMENTO PUNTUALE DEL PILASTRO CON STEEL DRYFIX

0m 0.5m 1m 2m



PIANTA SEZIONE CIRCOLARE CONFINAMENTO PUNTUALE DEL PILASTRO CON STEEL DRYFIX

QUADRO NORMATIVO

Consolidamento con diatoni artificiali o tirantini antiespulsivi

Nel caso dell'inserimento di diatoni artificiali dotati di una significativa rigidità a taglio e sufficientemente diffusi, si può applicare a tutti i parametri di resistenza il coefficiente indicato per le murature originariamente dotate di una buona connessione trasversale; gli elementi di connessione a trazione (tirantini) hanno un effetto significativo solo per la resistenza a compressione (f).

(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.3.1)

1 INSTALLAZIONE A SECCO DI BARRE ELICOIDALI STEEL DRYFIX

Le barre sono disponibili in differenti diametri e lunghezze: è cura del progettista dimensionare l'intervento, l'eventuale profondità di ancoraggio, l'interasse, sia orizzontale che verticale tra le singole barre e lo sviluppo all'interno della muratura da decidere in funzione della natura del supporto e delle necessità statiche da ottenere. Consultare l'APPENDICE 1.B per maggiori informazioni sulle barre elicoidali **Steel Dryfix** e per la loro modalità di installazione.

Per conoscere le prestazioni di aderenza/estrazione delle barre elicoidali **Steel Dryfix**, si consiglia di effettuare in cantiere prove pull-out mediante opportuno kit di estrazione.

1.33

Rinforzo di pilastri in muratura facciavista mediante confinamento puntuale con connettori in fibra di acciaio galvanizzato iniettati con geomalta iperfluida a base di pura calce idraulica naturale



PRESCRIZIONE

1. Preparazione dei supporti. Non sono previste particolari procedure di preparazione dei supporti, rimanendo, tuttavia, a discrezione della D.L. eventuali trattamenti di bonifica e consolidamento della muratura.
2. Realizzazione fori. Eseguire il rinforzo di pilastri in muratura facciavista con installazione di connettori in fibra d'acciaio galvanizzato UHTSS mediante la realizzazione di un foro avente diametro e profondità di ancoraggio idonei ad accogliere il successivo sistema di rinforzo. Si consiglia di rimuovere la malta in prossimità del foro per annegare i trefoli del connettore.
3. Preparazione e installazione diatonò. Realizzare il **Diatono Geosteel** con l'inserimento di una fascia di tessuto della gamma **Geosteel G** di opportuna larghezza, in modo da predisporre all'interno del connettore il numero di trefoli minimi necessari da progetto per attingere alle resistenze di trazione richieste; avere cura di sfioccare la parte terminale della fascia di tessuto, mediante taglio della rete di supporto, procedendo con un taglio parallelo ai trefoli stessi per una lunghezza pari a quella dello sfiocco che si vuole realizzare sulla muratura, garantendo un raggio minimo di sfiocatura di 10 cm. In caso di connettore con sfiocatura su entrambi i lati, realizzare tale operazione su entrambe le estremità della striscia di fibra opportunamente predisposta. Terminato il taglio del tessuto arrotolare la fascia su se stessa, avendo cura di realizzare un cilindro di diametro opportuno rispetto al foro realizzato. Installare il **Diatono Geosteel** così realizzato all'interno del foro.
4. Inserimento tassello. Applicare l'**Iniettore&Connettore Geosteel** in polipropilene armato con fibra di vetro, ideale per l'installazione del **Diatono Geosteel** e per la successiva iniezione di malte fluide di inghisaggio.
5. Ingheggiamento diatonò. Per consolidare il paramento murario oggetto del rinforzo e garantire collaborazione con il connettore metallico, effettuare un'iniezione a bassa pressione (minore di 1,5 bar) mediante l'impiego della geomalta iperfluida **Geocalce FL Antisismico**, previa bagnatura dei supporti, utilizzando, come foro d'imbocco, l'apposito foro posto sulla testa del tassello. Al termine di questa fase, sigillare l'**Iniettore&Connettore Geosteel** con il tappo in dotazione.
6. Intonacatura. Realizzare eventuale intonacatura mediante **Geocalce Tenace**: intonaco tecnico composito classe M5, a matrice minerale costituito da pura calce NHL e Geolegante, con texture a tecnologia TPI 3D, traspirante, a rischio fessurativo nullo, applicabile anche in alto spessore fino a 30 mm in passata unica.

AVVERTENZE

Consultare l'APPENDICE 1.B per conoscere le modalità di installazione e le prestazioni meccaniche del sistema di connessione a fiocco, realizzato con la gamma di tessuti **Geosteel G** in combinazione con il tassello in polipropilene armato con fibra di vetro **Iniettore&Connettore Geosteel**.

Intervento compatibile con i sistemi deumidificanti Kerakoll.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema di connessione trasversale per il rinforzo di pilastri mediante confinamento puntuale con diatonò realizzati con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120 -1/4 2017 fissati su microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 670 g/mq iniettati con malta traspirante fluida inorganica a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 - tipo **Diatono Geosteel** realizzato con **Geosteel G600** in abbinamento a **Geocalce FL Antisismico** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate della connessione: $\sigma_{pull-out} = 2555$ MPa (laterizio) - 2503 MPa (tufo). Caratteristiche della malta certificate: classe della malta G/M15 (EN 998/2), permeabilità al vapore acqueo da 15 a 35 (EN 1745), resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm² (EN 1015-11), modulo elastico 9,5 GPa (EN 13412), tensione di aderenza della barra inghisata $\geq 3,5$ MPa. L'intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale trattamento di ripristino delle superfici ammalorate (da contabilizzare a parte); realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensione (diametro e profondità) idonea alla natura del connettore, e successiva rimozione della malta nell'area adiacente al foro realizzato; confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "sfiocatura", e arrotolamento finale del tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato, con bloccaggio dello stesso mediante fascetta plastica; inserimento del connettore all'interno del foro (numero, profondità di ancoraggio, interassi a cura di tecnico abilitato); inserire il tassello in polipropilene e fibra di vetro nel diatonò in fibra d'acciaio galvanizzato in modo da piegare di 90° la parte terminale del fiocco; consolidamento della muratura e collaborazione del connettore mediante iniezione a bassa pressione di malta fluida; fissaggio dei trefoli "sfioccati", con celatura dell'intero connettore, e contestuale stilatura dei giunti mediante malta. La quantificazione è espressa per unità di superficie di rinforzo posta in opera.

1

Esecuzione dei fori pilota.



2

Applicazione prima mano di **Geocalce F Antisismico**.



3

Installazione del **Diatono Geosteel**.



4

Stuccatura finale del connettore con **Geocalce F Antisismico**.



5

Ingheggiamento del diatonò mediante iniezione a bassa pressione di **Geocalce FL Antisismico**.



6

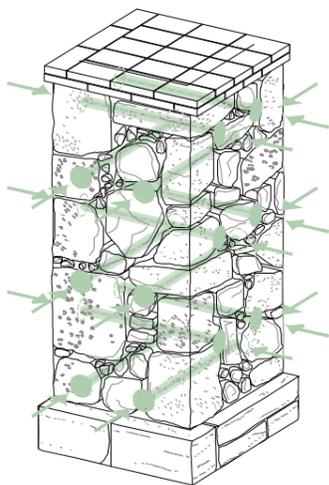
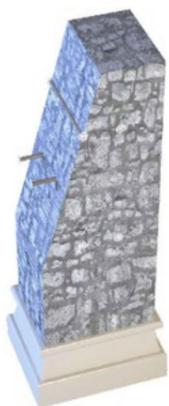
Chiusura del foro di iniezione con apposito tappo di chiusura.



1.33

RINFORZO DI PILASTRI IN MURATURA FACCIAVISTA MEDIANTE CONFINAMENTO PUNTUALE CON CONNETTORI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO INIETTATI CON GEOMALTA IPERFLUIDA A BASE DI PURA CALCE IDRAULICA NATURALE

Geoforceone
Software



ASSONOMETRIA
CONFINAMENTO PUNTUALE DEL PILASTRO CON
CONNETTORI A FIOCCO GEOSTEEL G600/G1200

NOTE

I disegni rappresentano a titolo esemplificativo un apparecchio murario in pietra, ma lo schema rimane invariato se ci si trova in presenza di muratura di laterizio o tufo.

In presenza di muratura caotica è sempre consigliabile effettuare un consolidamento mediante iniezioni di malta abbinata all'inserimento dei connettori metallici (TAV 1.24).

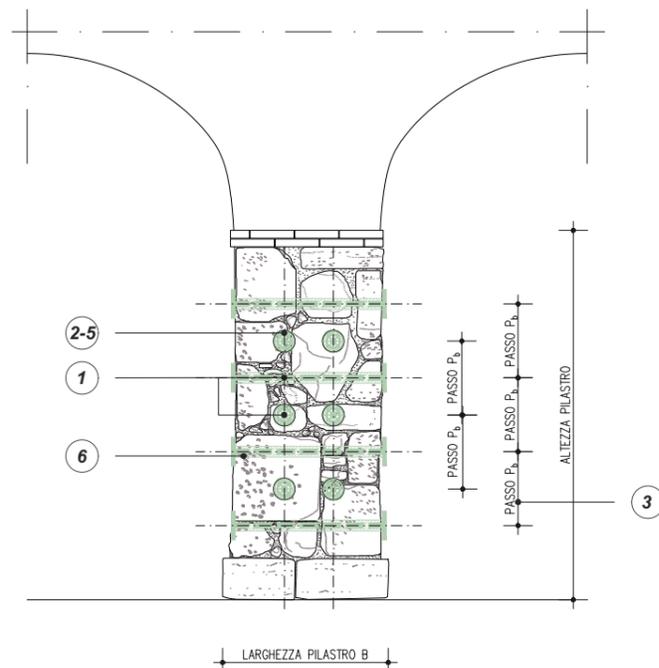
Per informazioni aggiuntive sui connettori meccanici in fibra di acciaio galvanizzato Geosteel G600/G1200 consultare APPENDICE 1.B.

POWERED BY

kerakoll

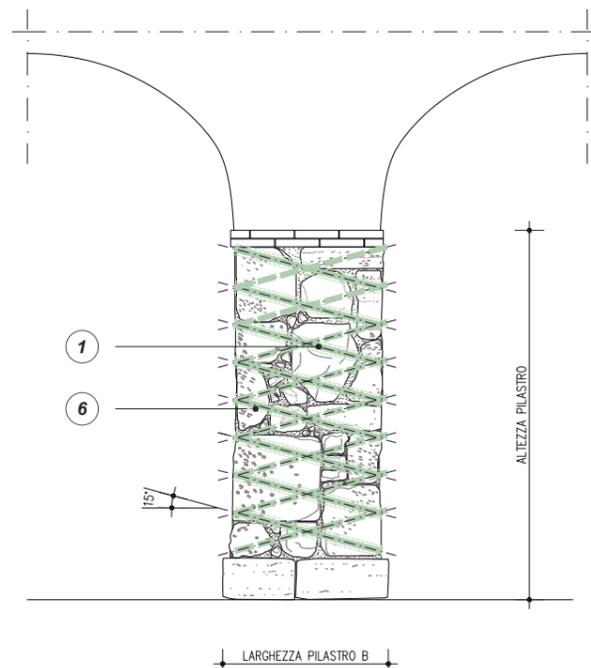
ENGINEERED BY

ASDEA

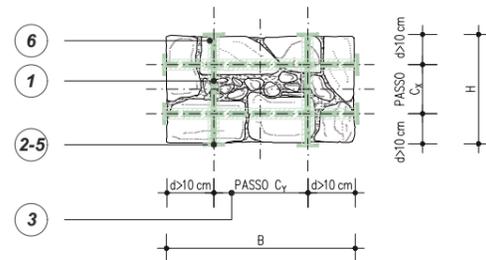


PROSPETTO SEZIONE RETTANGOLARE O QUADRATA
CONFINAMENTO PUNTUALE DEL PILASTRO CON
CONNETTORI GEOSTEEL G600/G1200

0m 0.5m 1m 2m

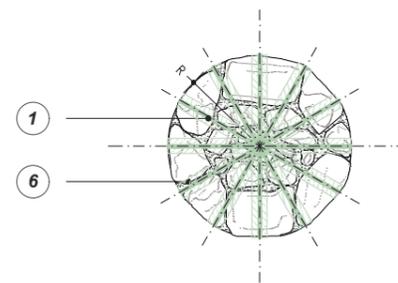


PROSPETTO SEZIONE CIRCOLARE
CONFINAMENTO PUNTUALE DEL PILASTRO CON
CONNETTORI GEOSTEEL G600/G1200



PIANTA SEZIONE RETTANGOLARE
CONFINAMENTO PUNTUALE DEL PILASTRO CON
CONNETTORI GEOSTEEL G600/G1200

0m 0.5m 1m 2m



PIANTA SEZIONE CIRCOLARE
CONFINAMENTO PUNTUALE DEL PILASTRO CON
CONNETTORI GEOSTEEL G600/G1200

QUADRO NORMATIVO

Consolidamento con diatoni artificiali o tirantini antiespulsivi

Nel caso dell'inserimento di diatoni artificiali dotati di una significativa rigidità a taglio e sufficientemente diffusi, si può applicare a tutti i parametri di resistenza il coefficiente indicato per le murature originariamente dotate di una buona connessione trasversale; gli elementi di connessione a trazione (tirantini) hanno un effetto significativo solo per la resistenza a compressione (f).

(Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, §C8.5.3.1)

1 INSTALLAZIONE DI DIATONI A FIOCCO GEOSTEEL G600/G1200

L'inserimento di connettori meccanici permette di rinforzare l'apparecchio murario senza modificarne il funzionamento statico originario, incrementandone la resistenza a taglio e la duttilità e assicurandone la monoliticità. Consultare l'APPENDICE 1.B per maggiori informazioni sui diatoni a fiocco Geosteel G600/G1200 e per la loro modalità di installazione.

2 APPLICAZIONE DEL DIATONO CON UNA LUNGHEZZA DI ANCORAGGIO LA TALE DA GARANTIRE IL CORRETTO FUNZIONAMENTO DEL RINFORZO

3 DEFINIZIONE DEL PASSO DEI CONNETTORI P_b

COLONNE RETTANGOLARI:

Nell'ambito delle barre di uno stesso strato, la distanza di quella più esterna dal lato della sezione parallelo alle barre non deve essere più grande di 1/4 della lunghezza del lato ad esse ortogonale. Inoltre deve risultare:

$$c_x \leq h/5, c_y \leq b/5$$

Infine, il passo p_b deve soddisfare la relazione $p_b \leq \max\{c_x, c_y\}$. (CNR - DT 200 R1/2013 §5.6.3)

4 POSIZIONAMENTO NEGLI APPOSITI GIUNTI DI MALTA DEI TREFOLI "SFIOCATI" DEL CONNETTORE, NASCOSTI ALL'INTERNO DEGLI STESSI GIUNTI MEDIANTE L'APPLICAZIONE MANUALE DI GEOCALCE F ANTISMICO (O GEOCALCE G ANTISMICO O BIOCALCE PIETRA), PREVIA BAGNATURA DEI SUPPORTI

5 UTILIZZO DI INIETTORE&CONNETTORE GEOSTEEL PER IL MONTAGGIO DEI DIATONI (CONSULTARE LE FASI DI MONTAGGIO IN APPENDICE 1.B)

6 INIEZIONI DI GEOCALCE FL ANTISMICO PER INGHISARE I CONNETTORI

Non è possibile valutare la quantità di miscela iniettata, poiché questa si estende all'interno dell'apparecchio murario su un'area molto superiore rispetto a quella del solo connettore. Per informazioni aggiuntive sulle iniezioni di malta consultare TAV 1.24.