

# 1.5B

## Rinforzo a taglio e confinamento di pilastri mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e adesivo epossidico



PRESCRIZIONE

1.
- Preparazione dei supporti. Preparare e bonificare i supporti a regola d’arte, comunque seguendo le indicazioni e prescrizioni della D.L. In caso di supporti non degradati, irruvidire la superficie mediante scarifica meccanica garantendo asperità di almeno 0,5 mm, pari al grado 5 del "Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura". Pulire e rimuovere polveri e oli che possano compromettere l'adesione del sistema mediante aria compressa. In caso di supporto evidentemente degradato, non planare o danneggiato da eventi gravosi, rimuovere in profondità eventuale calcestruzzo ammalorato mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, avendo cura di irruvidire il substrato con asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del "Kit collaudo preparazioni supporti c.a. e muratura"; rimuovere eventuale ruggine dai ferri d'armatura, che devono essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura; realizzare eventuale ricostruzione monolitica o rasatura della sezione mediante la geomalta tixotropica **Geolite**. Concludere la preparazione del supporto mediante stondatura degli spigoli con raggio di curvatura minimo di 20 mm.
2.
- Applicazione del sistema di rinforzo. Realizzare il sistema di rinforzo strutturale a taglio e confinamento Steel Reinforced Polymer **Geosteel SRP** (abbinamento di fibra di acciaio e adesivo minerale epossidico) disponendo le fasce intorno alla sezione come da progetto, a cura di tecnico abilitato. Applicare una prima mano dell’adesivo minerale epossidico **Geolite Gel**, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 2 – 3 mm) per adagiare e inglobare il tessuto di rinforzo. Successivamente applicare, sulla matrice ancora fresca, il tessuto in fibra d'acciaio galvanizzato UHTSS **Geosteel G** (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 spatola o rullo in acciaio e avendo cura che la stessa fuoriesca dai trefoli, garantendo 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 20 cm (eseguire la completa sovrapposizione sul lato corto del pilastro). Concludere l’applicazione con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo 3 – 4 mm) per il totale ricoprimento del tessuto in acciaio, agendo fresco su fresco. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca. Quando il rapporto tra i lati del pilastro è maggiore di due, per garantire un miglior effetto di confinamento, applicare i sistemi di connessione realizzati con **Geosteel G** e **Inietttore&Connettore Geosteel**, previa foratura dell’elemento in c.a., inghisando gli stessi all’interno del supporto mediante **Geolite Gel** o **Epofix**. Nel caso in cui il sistema installato debba essere intonato o mascherato mediante rasatura, si consiglia l'utilizzo di **Geolite Silt**, **Geocalce Multiuso** o **Rasobuild Top**, avendo cura, a resina ancora fresca, di eseguire uno spolvero di **Quarzo 5.12** o sabbia asciutta di opportuna granulometria per facilitarne l'aggrappo.
3.
- Protezione e decorazione. Qualora il sistema di rinforzo venga installato in ambienti particolarmente aggressivi, o comunque si voglia garantire un’ulteriore protezione oltre a quella già fornita dalla matrice, si consiglia l’applicazione finale della pittura elastomerica **Flex Paint**, da estendere, possibilmente, anche nelle zone non rinforzate. 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.

VOCE DI CAPITOLATO

Fornitura e posa in opera di sistema SRP (Steel Reinforced Polymer) per il rinforzo a taglio e confinamento di pilastri mediante placcaggio, 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 3300 g/mq, impregnato con sistema epossidico bicomponente in gel tixotropico, provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla norma EN 1504-4 per incollaggio di elementi strutturali e dalla norma EN 1504-6 per l’inghisaggio di barre di ancoraggio – tipo **Geosteel SRP** realizzato con **Geosteel G3300** abbinato a **Geolite Gel** di Kerakoll - Caratteristiche tecniche certificate del sistema: resistenza a trazione ≥ 2970 MPa, deformazione a trazione ≥ 0,015 mm/mm; modulo di elasticità a trazione E ≥ 216 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 = 7,09 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,381 mm. Caratteristiche tecniche certificate del sistema epossidico: Euroclasse di reazione al fuoco D-s2,d0 (EN 13501-1); emissione di sostanze organiche volatili EC1 Plus certificato GEV-Emicode; temperatura di transizione vetrosa +60 °C (EN 12614). L’intervento si svolge nelle seguenti fasi: eventuale trattamento di ripristino delle superfici degradate, ammalorate, decoese o non planari (da contabilizzare a parte), irruvidimento della superficie garantendo un'asperità di almeno 0,5 mm e stondatura degli spigoli con raggio di curvatura di almeno 20 mm; piegatura del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, in funzione della geometria dell’elemento strutturale mediante impiego di idonea piegatrice certificata; stesura di un primo strato di spessore di circa 2 – 3 mm, di adesivo minerale epossidico; con adesivo ancora fresco, 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 matrice, fino a completa copertura del tessuto di rinforzo per uno spessore complessivo del rinforzo di 3 – 4 mm; eventuale ripetizione delle fasi precedenti per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto. La quantificazione è espressa ad unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.

AVVERTENZE

**Geosteel G** viene fornito per il sistema SRP in n. 4 grammature utili in funzione delle esigenze di calcolo:

- **Geosteel G600** (grammatura: 670 g/m²; n° trefoli per cm = 1,57; spessore equivalente del nastro = 0,084 mm)
- **Geosteel G1200** (grammatura: 1200 g/m²; n° trefoli per cm = 3,14; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm)
- **Geosteel G2000** (grammatura: 2000 g/m²; n° trefoli per cm = 4,72; spessore equivalente del nastro = 0,254 mm)
- **Geosteel G3300** (grammatura: 3300 g/m²; n° trefoli per cm = 7,09; spessore equivalente del nastro = 0,381 mm).

Prima di effettuare l'intervento verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto. 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**.

1

Smussatura degli spigoli del pilastro.

2

Preparazione delle superfici di supporto.

3

Indicazione delle zone di tessuto dove effettuare le piegature.

4

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

5

Applicazione prima mano di **Geolite Gel**.

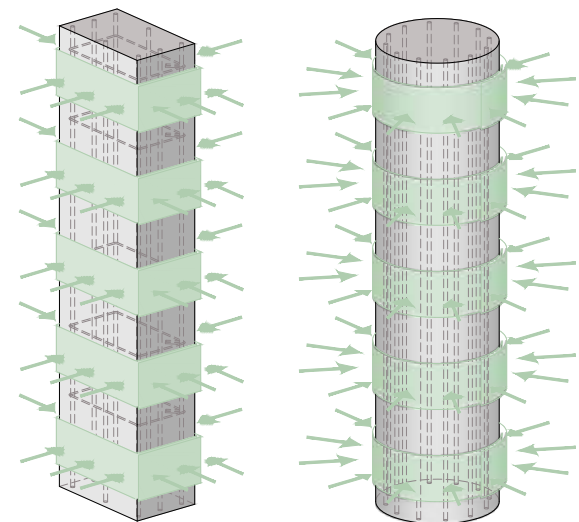
6

Installazione del tessuto in fibra d'acciaio **Geosteel G** e applicazione della seconda mano di **Geolite Gel**.

# 1.5B

RINFORZO A TAGLIO E CONFINAMENTO DI PILASTRI MEDIANTE PLACCAGGIO CON TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATA E ADESIVO EPOSSIDICO

Geoforceone  
Software



VISTA ASSONOMETRICA  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO

#### NOTE

E' possibile ottimizzare la disposizione del rinforzo per aumentare la capacità flessionale oltre che quella a confinamento e a taglio. Nel caso del sistema di rinforzo a solo confinamento e taglio non è necessario prevedere l'ancoraggio alle strutture orizzontali esistenti.

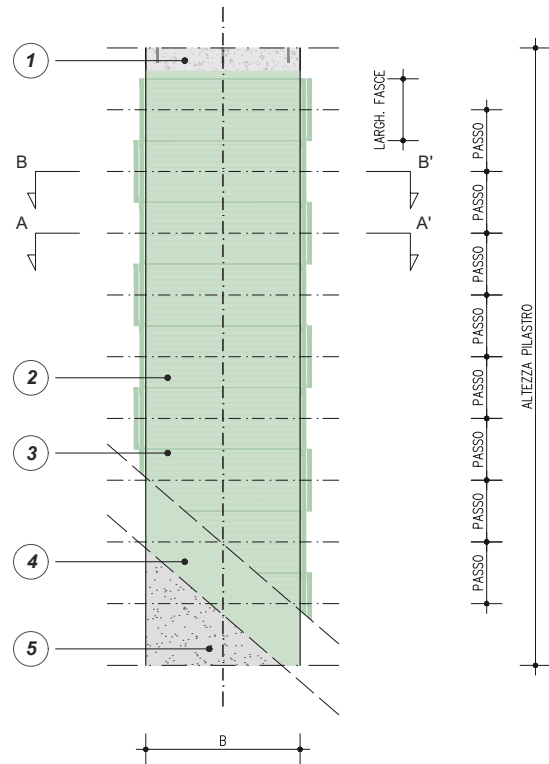
Nota bene: la normativa CNR-DT R2/200 2025, al paragrafo 4.9.1.1, sottolinea che la resistenza media a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 15 MPa nel caso del rinforzo per aderenza.

POWERED BY

kerakoll

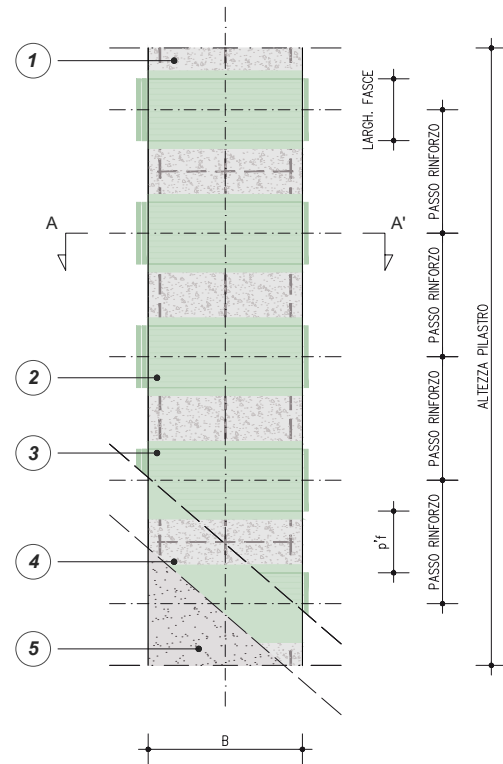
ENGINEERED BY

ASDEA

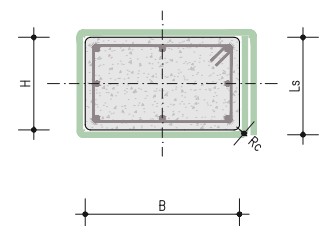


PROSPETTO  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA  
CONTINUA CON GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

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

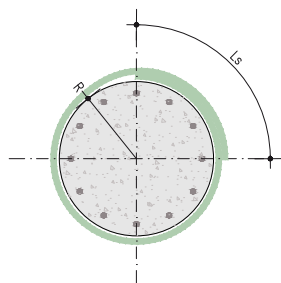


PROSPETTO  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE FASCIATURA  
DISCONTINUA CON GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300



SEZIONE RETTANGOLARE A-A'  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE  
FASCIATURA CONTINUA O DISCONTINUA  
CON GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

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



SEZIONE CIRCOLARE A-A'  
CONFINAMENTO DEL PILASTRO MEDIANTE  
FASCIATURA CONTINUA O DISCONTINUA  
CON GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300

Si consiglia una lunghezza di sovrapposizione  $L_s$  pari ad un minimo di 20 cm.

#### QUADRO NORMATIVO

Placcatura e fasciatura in materiali compositi. L'uso di idonei materiali compositi (o altri materiali resistenti a trazione) nel rinforzo sismico di elementi di c.a. è finalizzato a conseguire i seguenti obiettivi:- aumento della resistenza a taglio di pilastri, travi, nodi trave-pilastro e pareti mediante applicazione di fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe; - aumento della resistenza nelle parti terminali di travi e pilastri mediante applicazione di fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle barre longitudinali ed opportunamente ancorate, purché si garantisca l'efficacia dell'ancoraggio nel tempo; - un aumento della duttilità degli elementi monodimensionali, per effetto dell'azione di confinamento passivo esercitata dalle fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe. Ai fini delle verifiche di sicurezza degli elementi rafforzati con materiali compositi si possono adottare documenti di comprovata validità.

(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 §C8.7.4.2.3)

Un adeguato confinamento degli elementi di c.a. può determinare un miglioramento delle prestazioni dell'elemento strutturale, consentendo di incrementare:

- la resistenza ultima e la corrispondente deformazione ultima di elementi sollecitati da sforzo normale centrato o con piccola eccentricità;
- la duttilità e, congiuntamente all'impiego di rinforzi longitudinali (§ 4.3.2.4 e Appendice E), la resistenza ultima di elementi pressoinflessi.

(CNR - DT R2/200 2025 § 4.6.1)

Negli interventi di rinforzo a taglio, torsione e confinamento è opportuno procedere ad un preventivo arrotondamento degli spigoli degli elementi rinforzati, allo scopo di evitare pericolose concentrazioni di tensione ivi localizzate, che potrebbero provocare una rottura prematura del composito. Il raggio di curvatura  $r_c$  dell'arrotondamento deve essere almeno pari a 20 mm.

(CNR - DT R2/200 2025 § 4.9.2.2)

La lunghezza ottimale di ancoraggio può essere stimata mediante la formula (4.1)

(CNR - DT R2/200 2025 § 4.1.2)

Nel caso di sistemi di rinforzo discontinui costituiti da strisce di materiale composito, per gli interventi di rinforzo per il solo taglio, devono essere rispettate le limitazioni per le larghezze  $b_f$  e il passo  $p_f$ , misurati in (mm) ortogonalmente alla direzione delle fibre.

(CNR - DT R2/200 2025 § 4.4.3.1)

\* Per la pulizia del supporto si è fatto riferimento a normative di comprovata validità

EVENTUALE ASPORTAZIONE IN PROFONDITÀ DI CALCESTRUZZO AMMALORATO (ASPERITÀ DI ALMENO 5 mm). EVENTUALE RIMOZIONE DI RUGGINE DAI FERRI D'ARMATURA. PULIZIA DEL SUBSTRATO DA RESIDUI DI POLVERE, GRASSO, OLI E ALTRE SOSTANZE CONTAMINANTI. EVENTUALE RICOSTRUZIONE MONOLITICA O RASATURA DELLA SEZIONE CON **GEOLITE** AVENDO CURA DI GARANTIRE LA SUFFICIENTE ASPERITÀ DI ALMENO 0,5 mm

1

Dopo aver accertato la qualità del substrato ed aver eventualmente provveduto al ripristino del calcestruzzo ammalorato ed al trattamento delle barre metalliche, può essere opportuno ricorrere ad un ulteriore provvedimento di sabbiatura a carico della superficie interessata dal rinforzo. [...]Nel caso in cui si operi su una superficie di calcestruzzo che non necessiti di ripristino, ma che sia di qualità scadente, è opportuno valutare la possibilità di applicare su di essa un consolidante. [...]In generale, è necessario verificare che sulla superficie di applicazione del rinforzo non siano presenti polveri, grassi, idrocarburi e tensioattivi.

(CNR - DT 200 R2/2025 § 4.9.1.3)

STESURA SUL SUPPORTO DI UNO SPESSORE MEDIO DI 2-3 mm DI **GEOLITE GEL**, PER APPLICARE ED INGLOBARE IL TESSUTO DI RINFORZO

2

INSTALLAZIONE TESSUTO **GEOSTEEL G600/G1200/G2000/G3300** IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO DISPOSTO IN FASCE PARALLELE E/O PERPENDICOLARI ALL'ASSE DELL'ELEMENTO

3

Per ottenere un efficace confinamento è buona norma disporre le fibre del composito in direzione perpendicolare all'asse dell'elemento. Nel caso di disposizione ad elica, l'efficacia del confinamento va opportunamente valutata

(CNR - DT R2/200 2025 § 4.6.2)

Nel caso di fasciatura discontinua è opportuno che la distanza netta fra le strisce rispetti la limitazione  $p_f \leq d_{min} / 2$

(CNR - DT R2/200 2025 § 4.6.2.1)

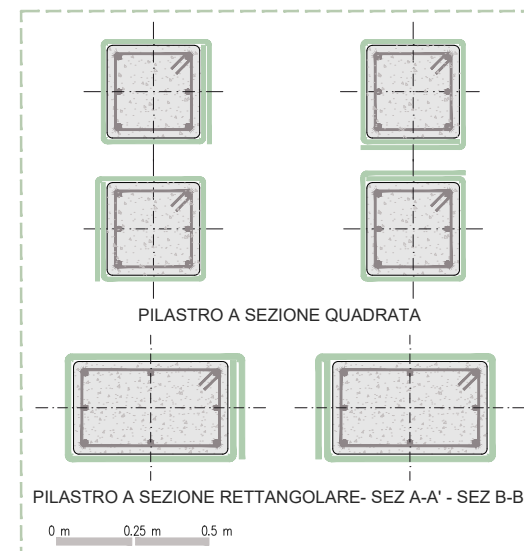
RASATURA FINALE PROTETTIVA FRESCO SU FRESCO CON **GEOLITE GEL** PER UNO SPESSORE COMPLESSIVO DEL RINFORZO PARI A 3-4 mm PER INGLOBARE IL RINFORZO E CHIUDERE EVENTUALI VUOTI. IN PRESENZA DI AMBIENTI PARTICOLARMENTE AGGRESSIVI O PER UN'ULTERIORE PROTEZIONE, SI CONSIGLIA L'APPLICAZIONE DI **FLEX PAINT**

4

RASATURA MEDIANTE **GEOLITE SILT**, **GEOLALCE MULTIUSO** O **RASOBUILD TOP** CON UNO SPOLVERO DI **QUARZO 5.12** O SABBIA ASCIUTTA DI OPPORTUNA GRANULOMETRIA SUL SISTEMA EPOSSIDICO ANCORA FRESCO PER EVENTUALE INTONACATURA

5

#### PARTICOLARI DI SOVRAPPOSIZIONE



#### PARTICOLARI DI ESECUZIONE

