

RINFORZO STRUTTURALE



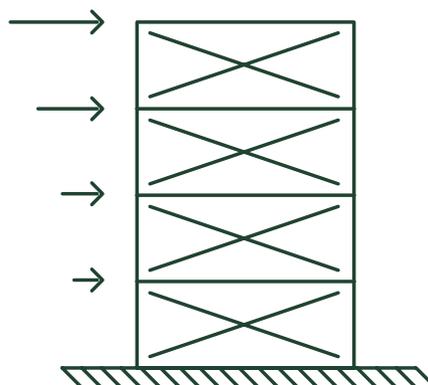
LA SICUREZZA STRUTTURALE NELL'EDILIZIA

La sicurezza strutturale nell'edilizia rappresenta un argomento di grande attualità per il quale sempre maggiori risorse vengono impiegate, specialmente nel rinforzo di strutture esistenti.

La vulnerabilità sismica degli edifici, in particolare, è un argomento molto discusso, soprattutto negli ultimi decenni, a seguito dei numerosi eventi sismici che hanno colpito un patrimonio edilizio ormai vetusto. Gran parte delle strutture esistenti sono state realizzate in anni in cui le norme tecniche di costruzione non contemplavano correttamente le sollecitazioni orizzontali legate alle forze inerziali sismiche. Proprio per questo motivo, seppur originariamente progettate e realizzate "a norma", molte di queste strutture hanno subito notevoli danni durante i successivi eventi sismici.

Il tema del rinforzo di strutture esistenti non è tuttavia legato esclusivamente a problemi derivanti ad eventi sismici. Le strutture possono infatti essere soggette a differenti problematiche, come:

- degrado dei materiali che costituiscono la struttura (corrosione delle barre di armatura, calcestruzzo ammalorato, degrado della muratura, ecc.);
- cambio di destinazione d'uso con conseguente modifica dell'assetto strutturale o dei carichi agenti;
- semplice incremento dei carichi agenti;
- altri eventi imprevedibili (incendio, dissesti idrogeologici, impatti, ecc.)
- cedimenti del terreno.



In tale contesto, **la conduzione di molteplici ricerche scientifiche e lo sviluppo di materiali innovativi hanno notevolmente favorito, specialmente nel corso degli ultimi decenni, lo sviluppo di nuove tecnologie** orientate al rinforzo di strutture esistenti.

Anche in questo campo MAPEI si contraddistingue da più di vent'anni nella sviluppo di nuove tecniche, vantando una proficua collaborazione fra i laboratori interni di R&S e numerose università italiane e straniere.

Il processo di sviluppo ha seguito soprattutto le evoluzioni normative e tecnologiche legate ai più importanti eventi sismici internazionali, portando allo sviluppo di sistemi di rinforzo specifici per ogni diversa problematica.

Nella **prima parte** del manuale verranno presentate le principali tecnologie di rinforzo, individuando per ciascuna di esse i campi di applicazione, i vantaggi e la ricca sperimentazione scientifica che le accompagna.

Nella **seconda parte** verranno invece presentate le applicazioni pratiche delle tecnologie precedentemente descritte, in funzione della tipologia strutturale dell'edificio da rinforzare, con lo scopo di sottolinearne gli aspetti applicativi più importanti.

MAPEI: innovazione tecnologica in costante evoluzione



FRP SYSTEM



FRG SYSTEM

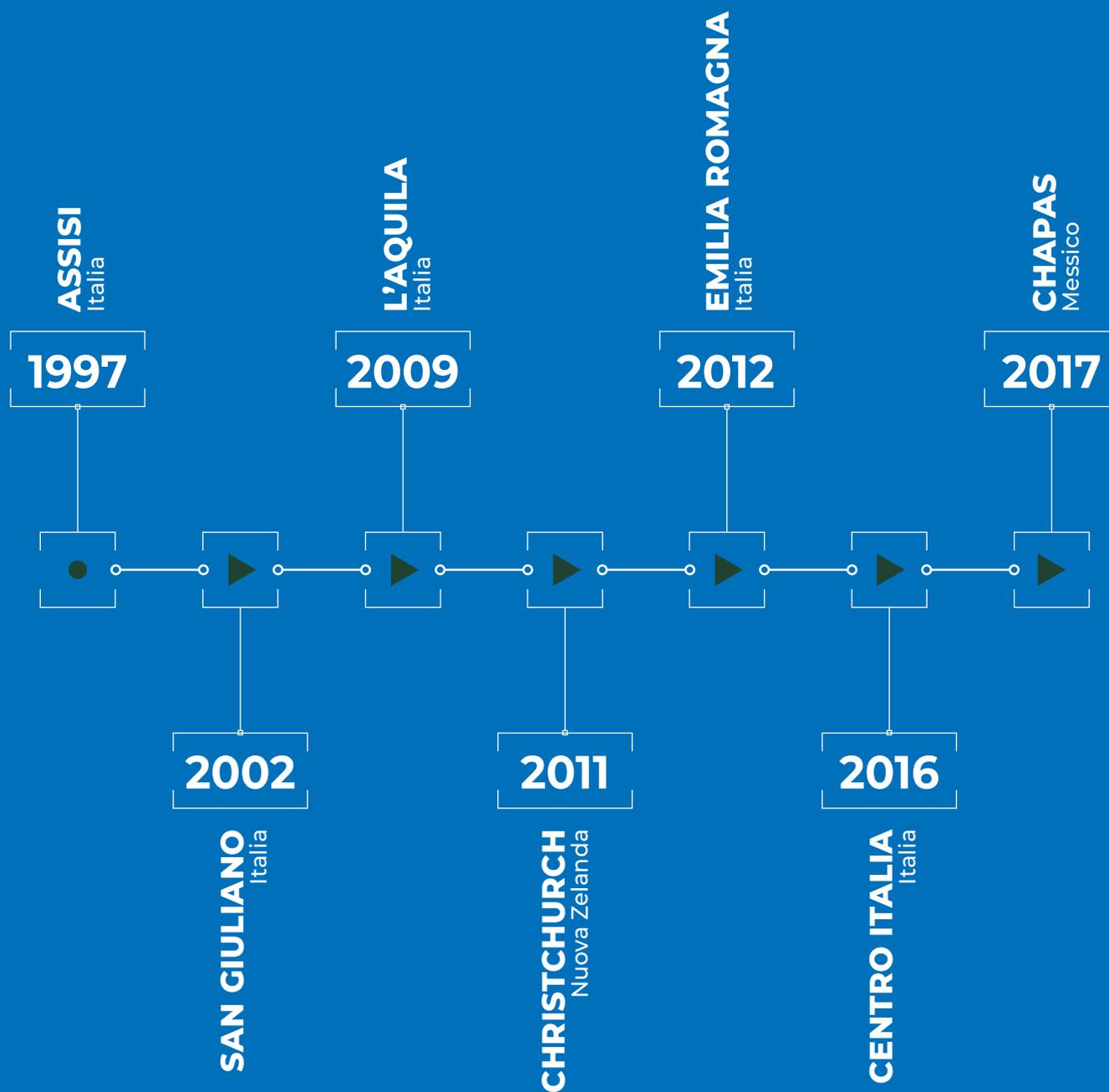


HPC SYSTEM



MAPEWRAP
EQ SYSTEM

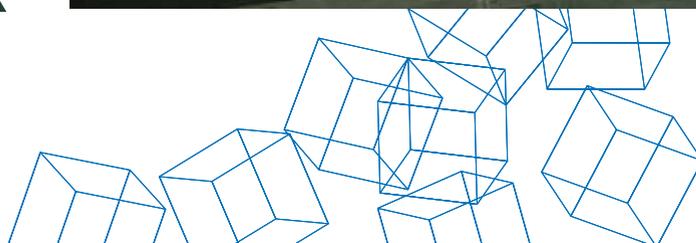
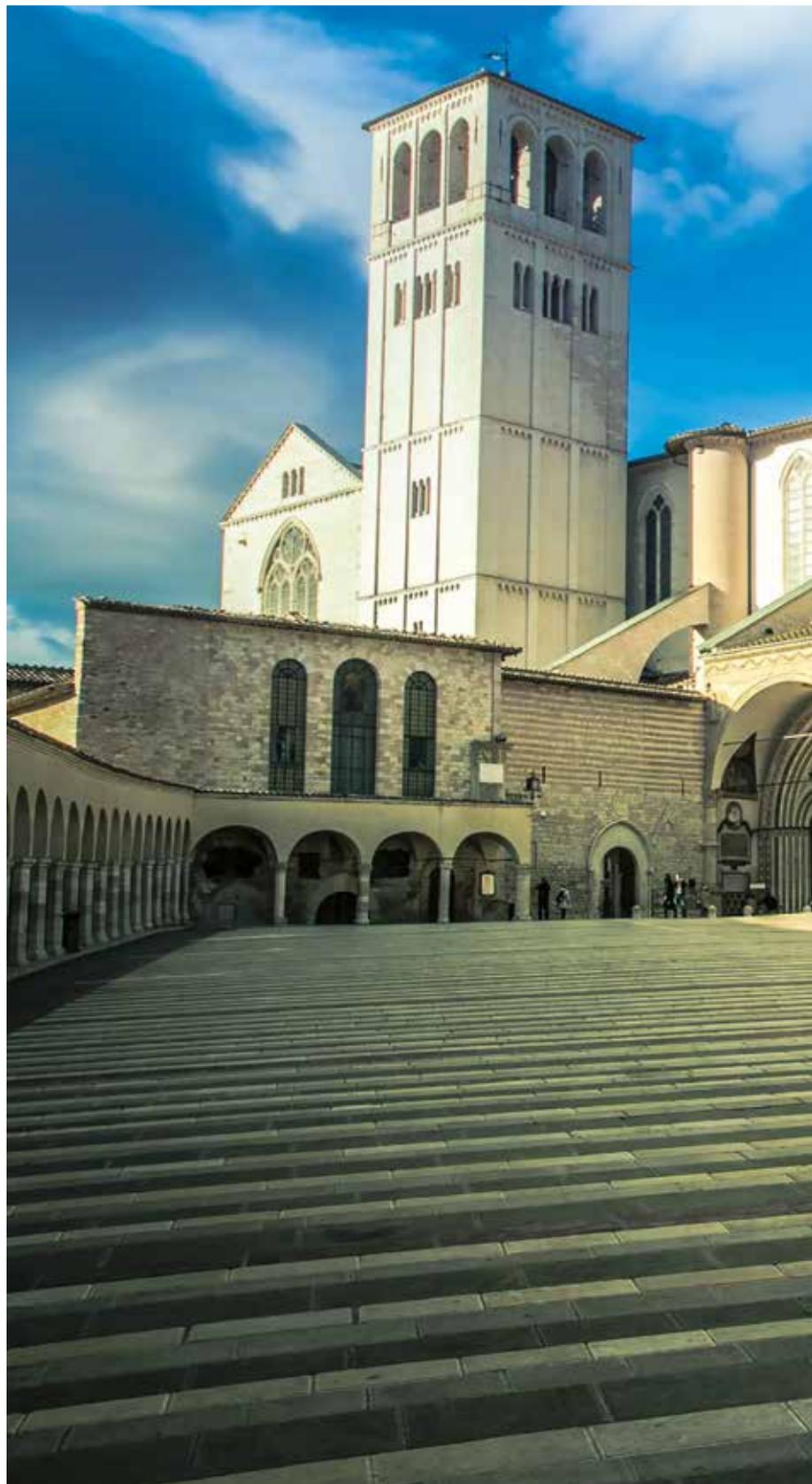
LA NOSTRA ESPERIENZA A SEGUITO DEGLI EVENTI SISMICI

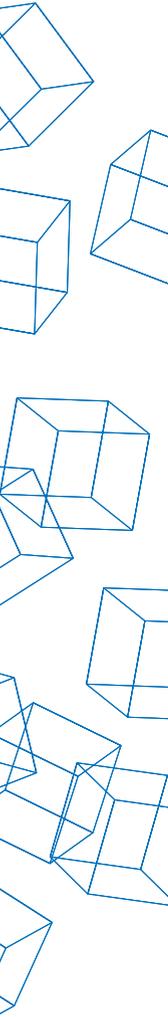


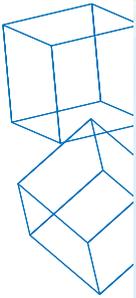
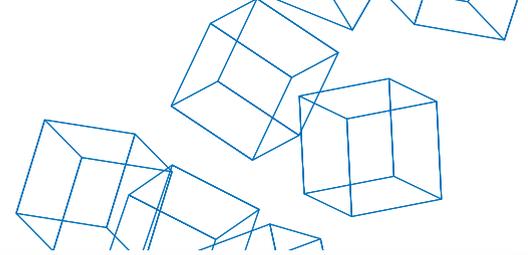


MAPEI NEL MONDO

BASILICA DI SAN FRANCESCO D'ASSISI
Assisi - Italia - 1998

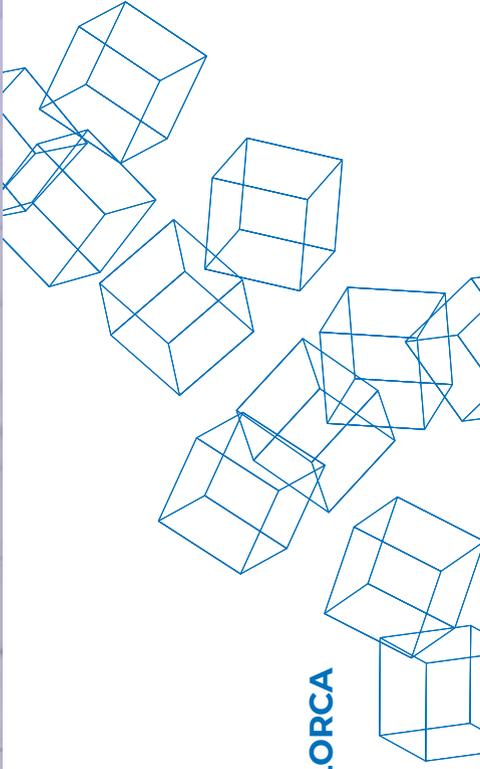




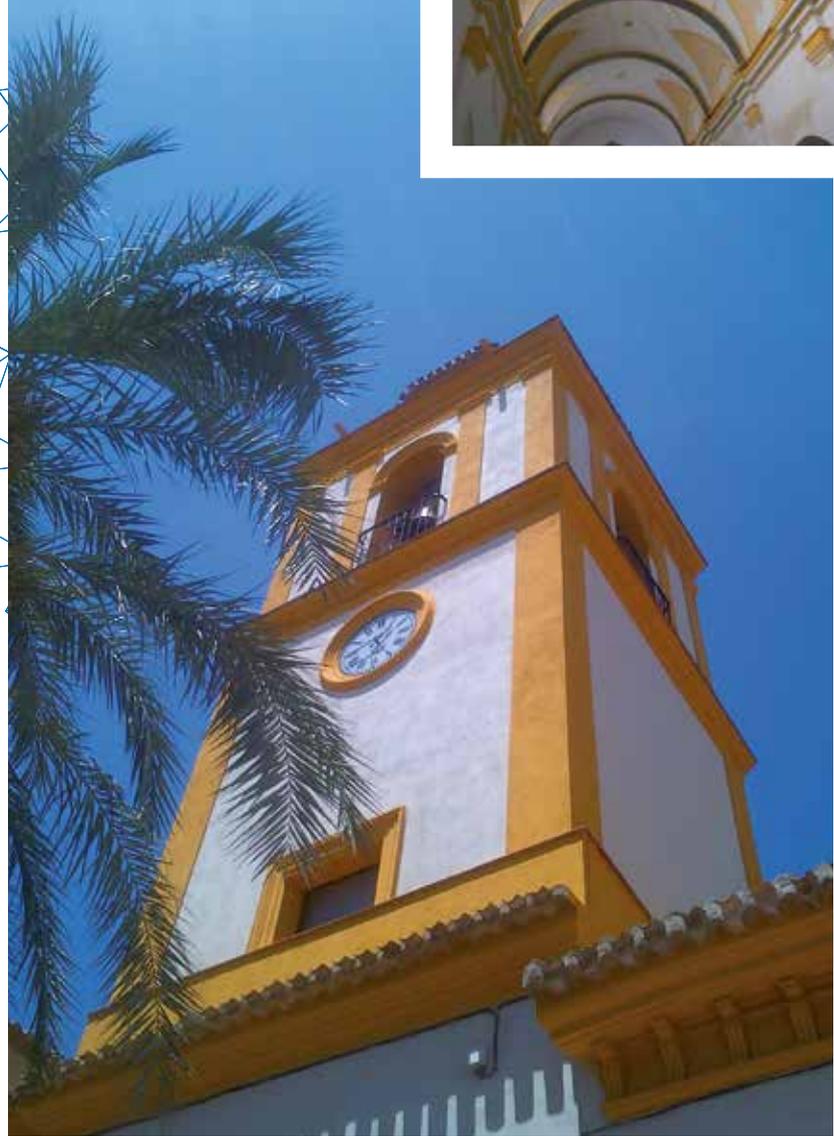


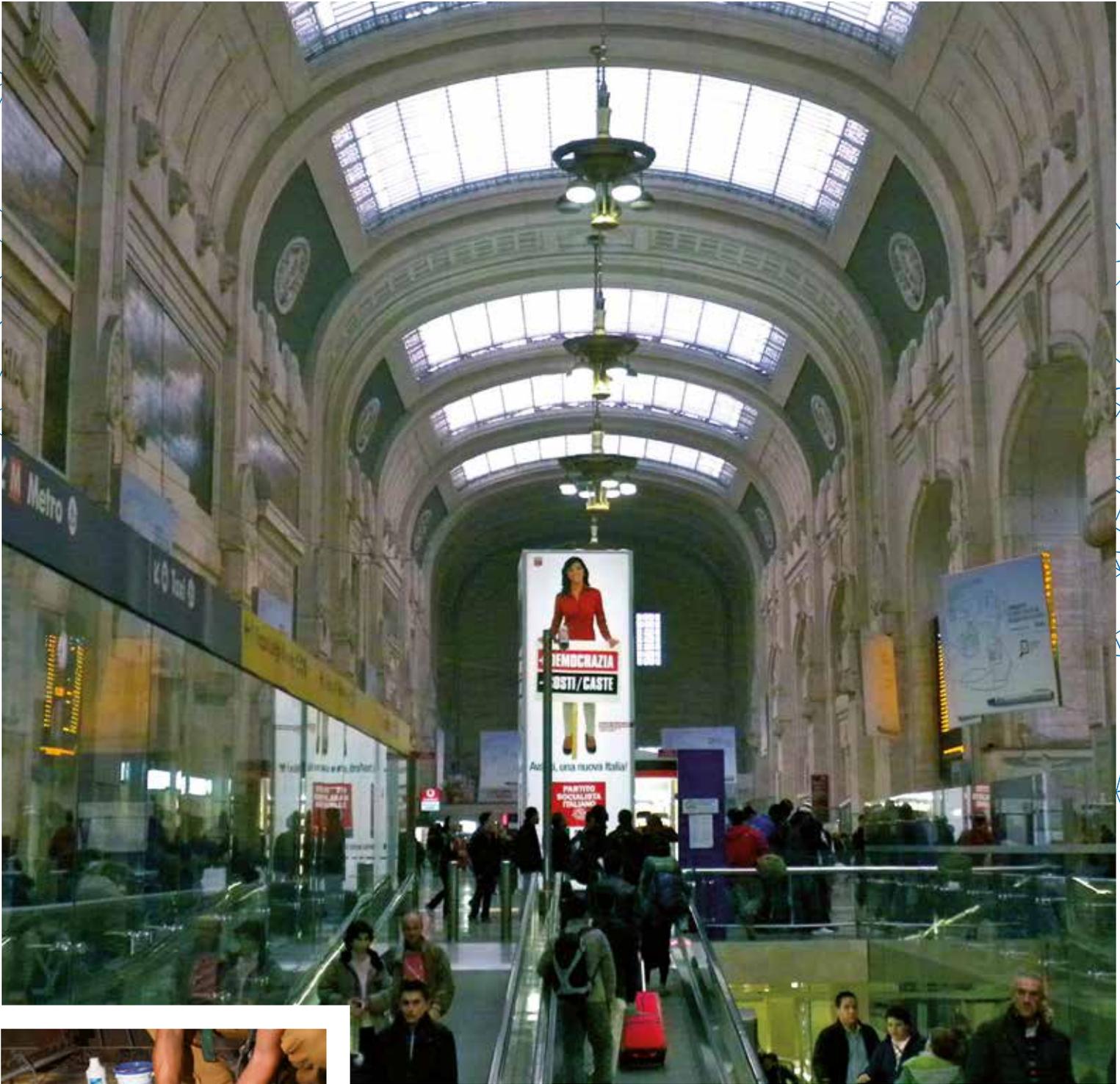
HOUSING & DEVELOPMENT BOARD
Singapore | 2013





IGLESIA DE SAN CRISTÓBAL EN LORCA
Spagna - 2013

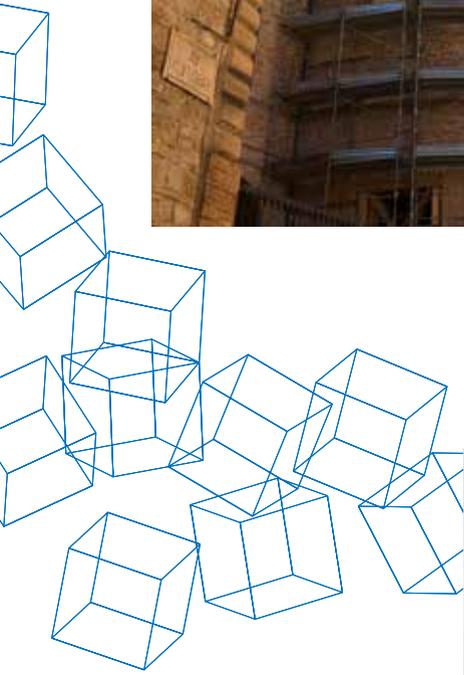




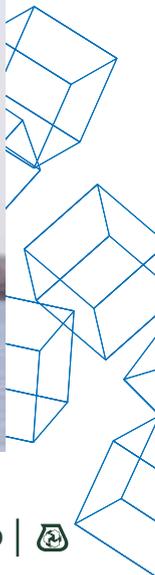
STAZIONE CENTRALE DI MILANO
Milano - Italia - 2007

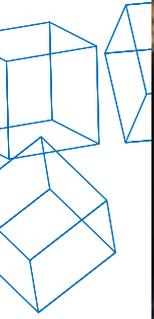
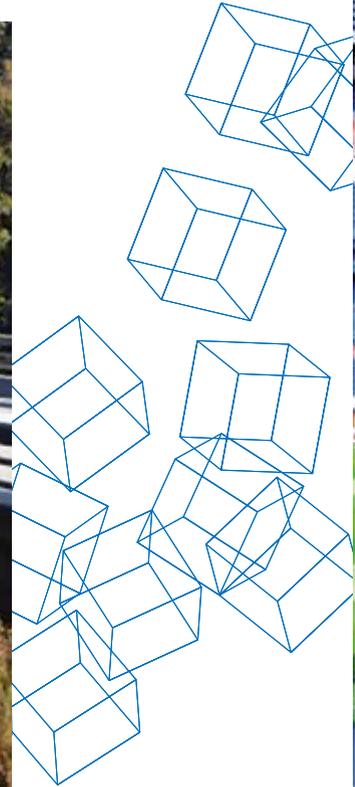


**ABSIDE CATTEDRALE DI SANTA MARIA
ANNUNZIATA DI CAMERINO**
Camerino - Italia - 2017

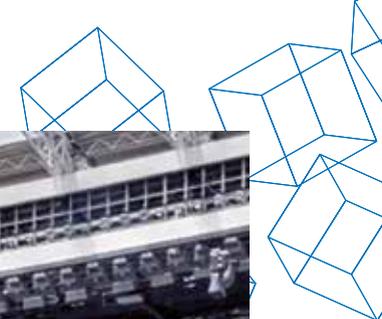
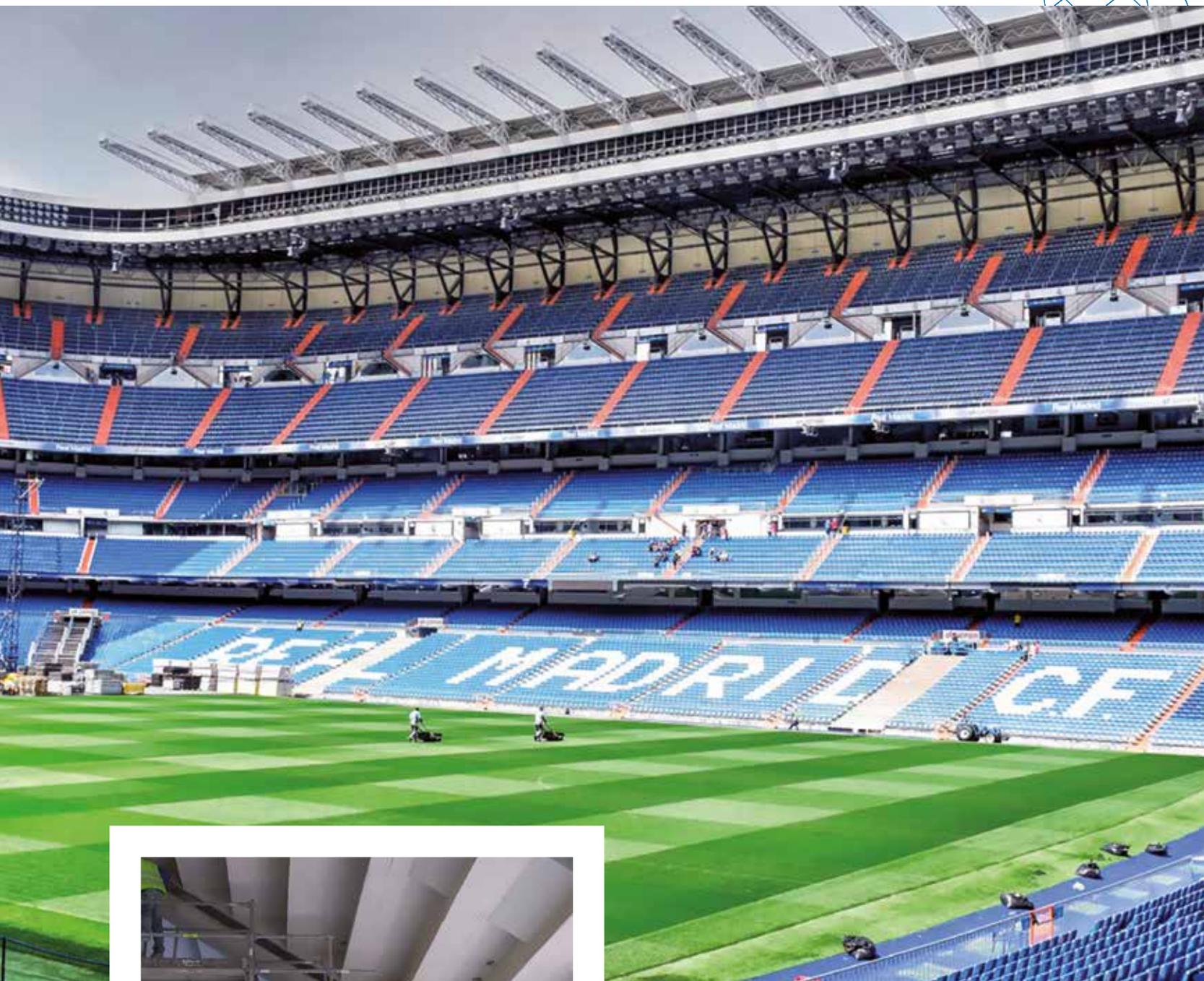


CHAMPLAIN BRIDGE MONTREAL
Quebec - 2013





SHALE PEAK BRIDGE
Nuova Zelanda - 2015



SANTIAGO BERNABEU
Madrid - Spagna - 2011

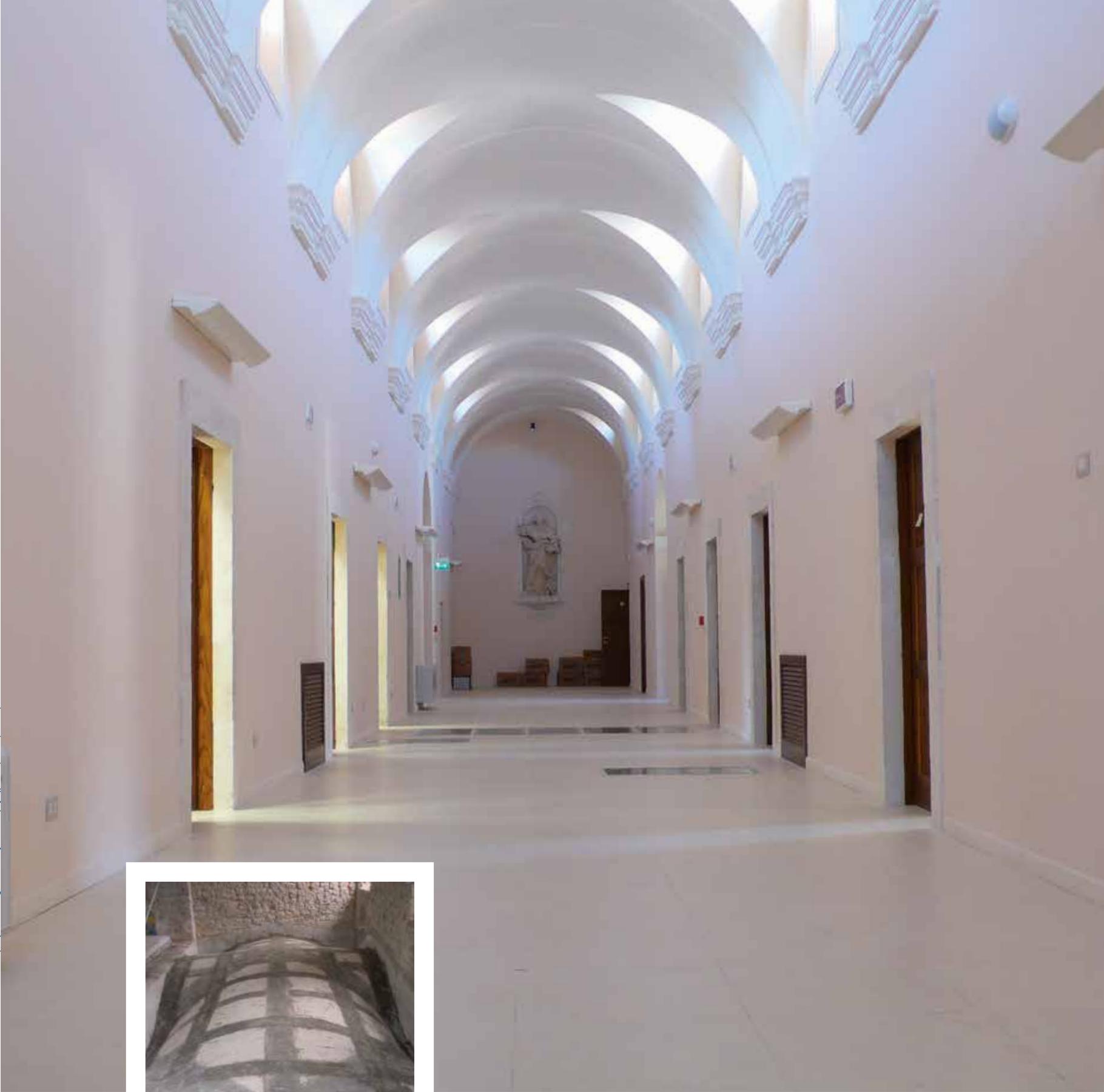


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Messico - 2018



CHURCH OF ST. JOHN THE BAPTIST
Croazia - 2016





EX CONVENTO SAN DOMENICO
L'Aquila - Italia - 2008

INDICE

01 . TECNOLOGIE MAPEI

1.1	FRP SYSTEM	18
1.1.1	DEFINIZIONE	18
1.1.2	TIPOLOGIE DI MATERIALI E CAMPI DI APPLICAZIONE	20
1.1.3	SPERIMENTAZIONE	26
1.2	FRG SYSTEM	36
1.2.1	DEFINIZIONE	36
1.2.2	TIPOLOGIE DI MATERIALI E CAMPI DI APPLICAZIONE	37
1.2.3	SPERIMENTAZIONE	42
1.3	HPC SYSTEM: MALTE CEMENTIZIE FIBRORINFORZATE (FRC) AD ALTISSIME PRESTAZIONI MECCANICHE	50
1.3.1	DEFINIZIONE	50
1.3.2	TIPOLOGIE DI MATERIALI E CAMPI DI APPLICAZIONE	52
1.3.3	SPERIMENTAZIONE	60

1.4	MAPEWRAP EQ SYSTEM	64
1.4.1	DEFINIZIONE, MATERIALI E CAMPI DI APPLICAZIONE	64
1.4.2	SPERIMENTAZIONE	66
1.5	SISTEMI COMPLEMENTARI	68
1.5.1	BARRE ELICOIDALI IN ACCIAIO INOSSIDABILE	68
1.5.2	RESINE DI INGHISAGGIO	69
1.5.3	SISTEMI DI INIEZIONI IN MURATURA	71
1.5.4	MAPEWRAP FIOCCO	73
1.5.5	MAPEWRAP CONNECTOR	74
1.5.6	SPERIMENTAZIONE	75

02 . **APPLICAZIONI PRATICHE** SCHEDE DI RINFORZO

2.1	RINFORZO DI EDIFICI IN CALCESTRUZZO ARMATO	78
2.2	RINFORZO DI EDIFICI IN MURATURA E LEGNO	116
2.3	INTERVENTI SU ELEMENTI NON PORTANTI	162



RINFORZO STRUTTURALE



7

TECNOLOGIE MAPEI



1.1

FRP SYSTEM

1.1.1

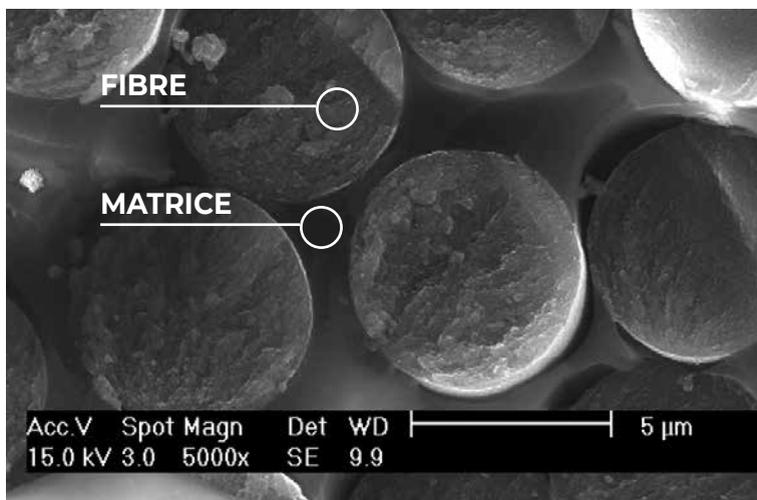
DEFINIZIONE

I Fiber Reinforced Polymers, comunemente denominati FRP o materiali fibrorinforzati a matrice polimerica, costituiscono una vasta gamma di materiali compositi costituiti da una matrice polimerica di natura organica (resina epossidica) con la quale viene impregnato un rinforzo in fibra lunga e continua di elevate proprietà meccaniche.

Come visibile dalla fotografia al microscopio elettronico realizzata nei Laboratori R&S di MAPEI, i materiali compositi FRP sono materiali costituiti da due distinti elementi, fibre e matrice, con due diverse funzioni: le fibre hanno il compito di sopportare le sollecitazioni, la matrice ha il compito di trasferire le sollecitazioni dall'elemento da rinforzare alle fibre di rinforzo.

Oltre alle consolidate applicazioni nel campo dell'ingegneria aeronautica, navale e meccanica, l'utilizzo degli FRP si è ormai affermato anche in edilizia, in particolare nel campo del rinforzo di strutture esistenti.

Tale diffusione, iniziata alla fine degli anni '80, si è sempre più ampliata grazie alla continua sperimentazione scientifica, all'affinamento delle modalità di applicazione con la messa in opera sul campo e allo sviluppo di un comparto normativo sempre più completo. Data la loro diffusione, in realtà gli FRP non dovrebbero più essere definiti una tecnica di rinforzo "innovativa" ma rientrare nel campo dei "comuni" interventi di rinforzo strutturale, soprattutto in ambito di adeguamento sismico.



Gli FRP rappresentano un miglioramento rispetto a tecniche esistenti più tradizionali, grazie ai loro molteplici vantaggi, riassumibili nei seguenti punti:

- elevata resistenza chimica e durabilità nel tempo;
- incremento delle resistenze meccaniche degli elementi rinforzati, senza incrementare le masse e le rigidità della struttura. Tale caratteristica rappresenta un vantaggio di fondamentale importanza soprattutto nei rinforzi in campo sismico;
- spessori di applicazione esigui che, a differenza dei tradizionali interventi di rinforzo (ringrossi di sezione, travi rompi-tratta, *beton plaquè*, ecc.) non modificano l'aspetto estetico della struttura, non portando ad alcuna variazione della geometria originale;
- aumento della duttilità della struttura;
- velocità e semplicità dell'intervento;
- reversibilità dell'intervento.

Gli FRP, ad esempio, possono sostituire il tradizionale intervento di placcaggio con piatti di acciaio di strutture inflesse: la sostituzione di piastre in acciaio (pesanti, soggette a rapida corrosione e necessariamente da bullonare alla struttura) con fogli di tessuto FRP rappresenta un avanzamento tecnologico che permette di eliminare il problema della corrosione, semplificare le operazioni di posa, ridurre i tempi di intervento e non modificare le dimensioni dell'elemento rinforzato.

Contrariamente a quanto si potrebbe pensare, i sistemi FRP risultano vantaggiosi anche dal punto di vista economico. Grazie alla loro estrema leggerezza, vengono messi in opera senza l'ausilio di particolari attrezzature e macchinari, da un numero limitato di operatori, in tempi estremamente brevi e spesso senza che risulti necessario interrompere l'esercizio della struttura. Di conseguenza, l'applicazione di questi sistemi permette di ridurre i tempi di applicazione e le attrezzature necessarie per l'intervento.

**Gli FRP
rappresentano
un miglioramento
rispetto a tecniche
esistenti più
tradizionali, grazie
ai loro molteplici
vantaggi.**

1.1.2

TIPOLOGIE DI MATERIALI

E CAMPI DI APPLICAZIONE

Una costante spinta innovativa nel campo degli FRP è data dal continuo sviluppo di fibre con diverse prestazioni meccaniche, in grado di rispondere sempre meglio alle molteplici necessità tecniche e applicative.

Le fibre impiegabili, infatti, possono essere di diversa natura (carbonio, vetro, basalto, aramide), con differenti proprietà meccaniche (resistenza a trazione, modulo elastico, allungamento a rottura) e differenti proprietà fisico-chimiche (resistenza alla corrosione, ecc.).

Grazie alla ventennale esperienza maturata nel mondo degli FRP, MAPEI dispone di una gamma completa di materiali compositi, costituita da differenti tipi di resine e di fibre.

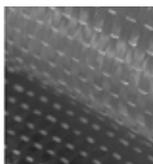
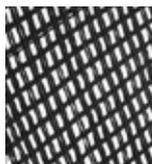
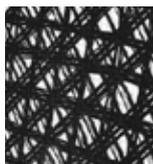
Gli FRP della gamma MAPEI possono essere suddivisi nelle macro famiglie di seguito indicate.



MAPEWRAP SYSTEM

MAPEWRAP SYSTEM, sistema di rinforzo strutturale composto da tessuto in fibra di carbonio, vetro o basalto ad alta resistenza con elevato modulo elastico e resine epossidiche di impregnazione e incollaggio. La possibilità di orientare e dosare le fibre di rinforzo nelle effettive direzioni secondo cui agiscono le sollecitazioni, consente la realizzazione di specifici tessuti che permettono di operare in condizioni e con risultati impensabili impiegando rinforzi tradizionali.

MAPEWRAP C tessuti in fibra di carbonio

Direzione delle fibre	UNI-Direzionale		BI-Direzionale	QUADRI-Direzionale
				
Modulo elastico a trazione	252 GPa	390 GPa	230 GPa	230 GPa
Grammatura	300 e 600 g/m ²	300 e 600 g/m ²	230 e 360 g/m ²	380 g/m ²

MAPEWRAP G tessuti in fibra di vetro

MAPEWRAP B tessuti in fibra di basalto

MAPEWRAP S FABRIC tessuti in acciaio

Direzione delle fibre	UNI-Direzionale	UNI-Direzionale	UNI-Direzionale	
				
Modulo elastico a trazione	80 GPa	89 GPa	230 GPa	
Grammatura	900 g/m ²	400 e 600 g/m ²	650 g/m ²	2000 g/m ²

In alcuni casi è possibile utilizzare una diversa tipologia di tessuto, realizzata con fibre in acciaio (**MAPEWRAP S FABRIC**) in abbinamento a una matrice polimerica. Questo tipo di sistema, non è però attualmente contemplato all'interno delle Istruzioni di calcolo CNR DT 200 R1/2013 (Già Linee Guida nazionali per la progettazione di rinforzi con FRP).



Rinforzo di un nodo trave-pilastro con MAPEWRAP C SYSTEM



MAPEWRAP SYSTEM:
tessuti in fibra di carbonio, vetro o basalto e resine epossidiche di incollaggio



Rinforzo di ciminiera in mattoni con MAPEWRAP C SYSTEM

CARBOPLATE SYSTEM

CARBOPLATE SYSTEM, sistema di rinforzo strutturale composto da lamine pultruse in fibra di carbonio ad elevata resistenza e resine epossidiche di incollaggio. Il sistema può essere realizzato con diverse tipologie di lamine, differenziate per modulo elastico e dimensioni.

CARBOPLATE | lamine pultruse in fibra di carbonio

	CARBOPLATE E 170	CARBOPLATE E 200	CARBOPLATE E 250
			
Modulo elastico a trazione	≥ 160 GPa	≥ 190 GPa	250 GPa
Larghezza disponibile	Rotoli con larghezze di 50, 100 e 150 mm		



Rinforzo a flessione di travi e solai con CARBOPLATE SYSTEM



CARBOPLATE SYSTEM: lamine pultruse in fibra di carbonio ad alta resistenza e resine epossidiche di incollaggio



Applicazione di CARBOPLATE SYSTEM su travetti di solaio latero-cemento



Rinforzo a flessione di trave in legno mediante placcaggio con CARBOPLATE SYSTEM

MAPEROD SYSTEM

MAPEROD SYSTEM, barre pultruse piene ad aderenza migliorata e alta resistenza a trazione, in fibre di carbonio o vetro e resine epossidiche di incollaggio, per il rinforzo strutturale di elementi in calcestruzzo, legno e muratura.

MAPEROD C
barre in fibra di carbonio

MAPEROD G
barre in fibra di vetro

		
Modulo elastico a trazione	155 GPa	40,8 GPa
Diametri	10-12 mm	10 mm
Resistenza a trazione	2000 MPa	760 MPa
Confezioni	Scatole da 10 pezzi da 2 m cad.	Scatola da 10 pezzi da 6 m cad.



MAPEROD SYSTEM: barre pultruse piene ad alta resistenza a trazione e resine epossidiche di incollaggio



Rinforzo di trave in legno con MAPEROD SYSTEM



Inquadramento normativo

Il riferimento per la progettazione dei rinforzi in FRP sono le Istruzioni CNR-DT 200 R1/2013 (revisione delle originarie CNR DT200/2004) Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati - Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie, assunte come Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del C.S.LL.PP. a tutti gli effetti già nell'anno 2009.

Tali Istruzioni sono state messe a punto unendo le conoscenze e l'esperienza dei produttori, degli utilizzatori (progettisti e costruttori) e degli esponenti del mondo universitario, seguendo un approccio alla sicurezza congruente con l'assetto normativo degli Eurocodici.

Le indicazioni per la qualificazione dei sistemi e per la loro accettazione in cantiere sono invece riportate nella Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti, emanata dal C.S.LL.PP., nella sua prima versione, con il DPCS LL.PP. n. 220 del 9.7.2015, valida fino a scadenza dei rispettivi CVT per tutti i sistemi con essa qualificati, e successivamente aggiornata e ri-emanata con il DPCS LL.PP. n. 293 del 29.5.2019. Essa è indirizzata principalmente ai Produttori di tali sistemi, che devono provare la validità delle soluzioni da loro proposte, e ai Direttori dei Lavori, che hanno la responsabilità di controllare e accettare il materiale in cantiere.

Sulla base di tale Linea Guida, il Servizio Tecnico Centrale (STC) del C.S.LL.PP. rilascia ai Produttori un Certificato di Valutazione Tecnica (CVT) (ex CIT NTC 2008) per i sistemi di rinforzo FRP richiesti.

Approccio di calcolo

L'intervento di rinforzo deve essere progettato in base ai risultati ottenuti da una analisi preliminare svolta sulla struttura esistente.

Il miglioramento delle prestazioni delle strutture esistenti soggette ad azioni sismiche può essere effettuato o migliorando la capacità di risposta della struttura oppure limitando la richiesta a cui la struttura stessa è soggetta in caso di terremoto.

Un progetto di rinforzo che prevede l'utilizzo di FRP può essere classificato come un intervento di tipo selettivo, mirato ad intervenire su alcuni elementi della struttura migliorandone le prestazioni, soprattutto in termini di duttilità, ed evitando i meccanismi di collasso di tipo fragile.

I problemi di irregolarità in termini di rigidità non possono essere risolti attraverso l'impiego di FRP. Le irregolarità in termini di resistenza possono, invece, essere risolte mediante il rinforzo di alcuni elementi della struttura, controllando comunque che non venga ridotta la duttilità globale della stessa.

AZIONE	NORMATIVA	STRUMENTO MAPEI
Qualificazione	Linea Guida FRP (DPCSLLPP n.220 09/07/2015; DPCSLLPP n.293 29/05/2019)	Certificato CIT / CVT
Progettazione	CNR-DT 200 R1/2013 (Linea Guida CSLLPP 24/07/2009)	MAPEI FRP FORMULA
Accettazione in cantiere	Linea Guida FRP (DPCSLLPP n.220 09/07/2015; DPCSLLPP n.293 29/05/2019)	Certificato CIT / CVT

1.1.3

SPERIMENTAZIONE



Progetto finanziato dalla Regione Campania - programma operativo plurifondo azione 5.4.3 - annualità 1999 - Il bando

Prove sperimentali sui solai in latero-cemento rinforzati con lamine in CFRP

ANNO: 1999 - 2001

SEDE: LABORATORIO EDIL-TEST S.R.L. Viale delle Industrie - 84091 Battipaglia (SA)

RESP. SCI.: A. Balsamo, R. Erra, E. Erra

SPERIMENTAZIONE: Sono stati realizzati n. 8 campi di solaio piano in scala reale di dimensioni ciascuno pari a 490 cm x 200 cm semplicemente appoggiati agli estremi, adottando le tipologie più diffuse di solai misti in latero-cemento ed utilizzando varie classi di calcestruzzo. I campi di solaio sono stati sottoposti a prove di carico in configurazione "as-built" e con rinforzo in lamine CFRP **CARBOPLATE** applicate all'intradosso dei travetti.

RISULTATI: La sperimentazione ha mostrato come il solaio rinforzato raggiunge la stessa freccia massima dell'"as-built" sopportando fino al doppio del carico applicato.

REFERENCE:

"Sperimentazione di materiali compositi in resina e fibra di carbonio con relative tecniche applicative per l'utilizzo nel consolidamento strutturale delle opere in cemento armato semplice e cemento armato precompresso" - Progetto finanziato dalla Regione Campania - Assessorato all'Università e Ricerca Scientifica, Innovazione Tecnologica e Nuova Economia, Sistemi Informativi e Statistica, Musei e Biblioteche - Programma Operativo Plurifondo Azione 5.4.3 - Annualità 1999 - Il Bando, (dal 1999 al 2001)





Progetto ICONS (Innovative seismic design concepts for new and existing structures)

Edificio in c.a. in scala reale, rinforzato con CFRP

ANNO: 2001

SEDE: ELSA Laboratory, Joint Research Centre, European Commission, Ispra (VA)

RESP. SCI.: A. Balsamo, A. Colombo, G. Manfredi, P. Negro, A. Prota, P. Zaffaroni

SPERIMENTAZIONE: Struttura a telaio in c.a. in scala reale costituita da due telai paralleli collegati da diaframmi rigidi; progettata secondo le regole dell'Eurocodice 8, seguendo l'approccio del Displacement Based Design (Dbd). La struttura è stata prima sottoposta a due prove pseudo-dinamiche, la prima corrispondente al terremoto di progetto e la seconda ad un terremoto pari ad 1,5 volte il precedente. A seguito dei danni significativi, si è proceduto preliminarmente alla riparazione dei telai originari con sarcitura delle lesioni ed iniezioni con resine epossidiche di idonea viscosità. Successivamente si è proceduto all'applicazione del rinforzo utilizzando tessuti in fibra di carbonio (CFRP) unidirezionali per la fasciatura dei pilastri (**MAPEWRAP C UNI-AX**) e quadriassiali per la riparazione dei setti e dei nodi trave-pilastro (**MAPEWRAP C QUADRI-AX**).

RISULTATI: La crisi del telaio riparato e rinforzato con CFRP è stata prodotta dalla rottura delle barre metalliche longitudinali nella sezione alla base dei setti, laddove si è prodotto il completo distacco delle armature dalla fondazione. La struttura riparata e rinforzata con CFRP ha mostrato sotto sisma una risposta molto simile rispetto a quella originaria, ma ha esibito una maggiore capacità deformativa. Inoltre, a differenza della struttura originaria, essa è



stata in grado di sostenere gli effetti prodotti da un terremoto pari a 1,5 volte quello di progetto.

REFERENCE:

A. Balsamo, A. Colombo, G. Manfredi, P. Negro, A. Prota, (2005). Seismic behavior of a full-scale RC frame repaired using CFRP laminates. *ENGINEERING STRUCTURES*, 10.1016/j.engstruct.2005.01.002

Balsamo A.; Colombo A.; Manfredi G.; Negro P.; Prota A. (2002). Full-Scale Test on a RC Dual System Repaired with Advanced Composites. *12th European Conference on Earthquake Engineering, London (UK), 9-13 September 2002*

G. Manfredi; A. Prota; M. Pecce; A. Balsamo (2003). L'uso dei Compositi nelle Strutture in Cemento Armato. *Rivista L'EDILIZIA*



Progetto SPEAR (Seismic Performance Assessment and Rehabilitation of existing buildings)

Edificio in c.a. in scala reale, rinforzato con GFRP

ANNO: 2001

SEDE: ELSA Laboratory, Joint Research Centre, European Commission, Ispra (VA)

RESP. SCI.: A. Balsamo, M. Di Ludovico, G. Manfredi, A. Prota, E. Mola, P. Negro, E. Cosenza, P. Zaffaroni

SPERIMENTAZIONE: Rinforzo con GFRP (confinamento dei pilastri, rinforzo a taglio per prevenire meccanismi di rottura fragile e confinamento dei nodi esterni) di una struttura a telaio in c.a. in scala reale con tre piani fuori terra, regolare in elevazione ma doppiamente non simmetrica in pianta, progettata per soli carichi gravitazionali, rappresentativa dell'attuale patrimonio edilizio dell'Europa meridionale. Rinforzo eseguito con **MAPEWRAP G UNI-AX** e **MAPEWRAP G QUADRI-AX**.

RISULTATI: La sperimentazione ha mostrato per la struttura post danno, riparata e rinforzata con GFRP:

- incremento di duttilità globale pari a 123%;
- incremento di sollecitazione sismica pari a 50% con assenza di danni strutturali;
- nessuna modifica della massa della struttura e, di conseguenza, della domanda sismica;
- reversibilità dell'intervento di rinforzo in GFRP.

REFERENCE:

M. Di Ludovico; E. Mola; G. Manfredi; P. Negro; A. Balsamo (2007). *Rinforzo sismico di una struttura in c.a. in scala reale – PARTE I: Analisi Prove Sperimentali Pseudodinamiche. XXII Convegno Nazionale ANIDIS, Pisa, 10-14 giugno 2007*

M. Di Ludovico; A. Balsamo; A. Prota; G. Manfredi; E. Cosenza (2006). *Design of Seismic Strengthening of an Irregular RC Structure by Using FRP Laminates or RC Jacketing. Proceedings of the 2nd International fib Congress, Napoli, 5-8 June 2006*



A. Balsamo; G. Manfredi; E. Mola; P. Negro; A. Prota (2005). *Seismic Rehabilitation of a Full-Scale RC Structure using GFRP Laminates. 7th International Symposium on FRP Reinforcement for Concrete Structures, Farmington Hills (MI), 7-10 November 2005*

M. Di Ludovico; A. Balsamo; A. Prota; G. Manfredi (2008). *Comparative Assessment of Seismic Rehabilitation Techniques on a Full-Scale 3-Story RC Moment Frame Structure. STRUCTURAL ENGINEERING AND MECHANICS, 2-s2.0-41449089254*

A. Balsamo; M. Di Ludovico; G. Manfredi; A. Prota. *Rinforzo sismico con FRP: la struttura SPEAR. REALTÀ MAPEI INTERNATIONAL*

Balsamo A.; Di Ludovico M.; Manfredi G.; Prota A. (2009). *Studio sul rinforzo strutturale con FRP System. COMPOSITI MAGAZINE*

Progetto MITRAS (Materiali, Tecnologie e Metodi di Progettazione Innovativi per il Ripristino ed il Rinforzo di Infrastrutture di Trasporto Stradale)

Rinforzo con CFRP di travi da ponte in c.a.p. in scala reale



ANNO: 2008

SEDE: Laboratorio a "cielo aperto" a Brindisi progettato dal Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: M. Di Ludovico, A. Balsamo, A. Prota, G. Manfredi, E. Cosenza, P. Di Stasio

SPERIMENTAZIONE: Sono stati realizzati 5 campioni in scala reale di travi in c.a.p. sui quali è stata condotta una validazione sperimentale dell'utilizzo di tessuti in CFRP (**MAPEWRAP C UNI-AX**) per ripristinare la resistenza a flessione di travi in c.a.p. utilizzate per ponti autostradali, danneggiate da urti accidentali (per impatto di automezzi fuori sagoma) che causano la parziale perdita per tranciamento dei trefoli costituenti le armature longitudinali.

RISULTATI: Il rinforzo in CFRP ha consentito un recupero sia in termini di rigidezza che di resistenza a flessione (recupero di momento ultimo pari a 13% e 17% rispetto alle travi con percentuale di trefoli recisi per effetto del danno pari al 17% ed al 33% del totale).

REFERENCE:

M. Di Ludovico; A. Balsamo; A. Prota; G. Manfredi (2009). FRP strengthening of full scale PC girders. 9th International Symposium on Fiber-Reinforced Polymer Reinforcement for Concrete Structures, Sydney (Australia), 13-15 July 2009

M. Di Ludovico; A. Balsamo; A. Prota; G. Manfredi; E. Cosenza (2008). Rinforzo di travi da ponte in c.a.p. mediante l'uso di FRP. XVII Congresso CTE, Roma, 5-8 novembre 2008



Progetto TE.M.P.E.S. (Tecnologie e Materiali Innovativi per la Protezione Sismica degli Edifici Storici)

Prove su tavola vibrante di edifici in muratura di tufo "a sacco", in scala 1:2, consolidati con GFRP



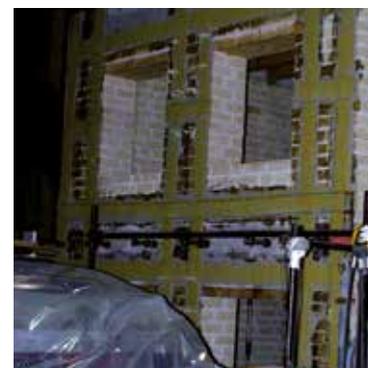
ANNO: 2005-2006

SEDE: Laboratorio CESI di Seriate (BG)

RESP. SCI.: G. Bergamo, A. Balsamo, A. Prota, I. Langone, G. Manfredi

SPERIMENTAZIONE: Nell'ambito dell'attività sperimentale svolta sono stati realizzati due modelli in "muratura di tufo a sacco" nel rapporto di scala delle lunghezze 1:2. I due modelli sono stati sottoposti a prova su tavola vibrante utilizzando accelerogrammi naturali registrati sul territorio Italiano (Calitri 1980, Colfiorito 1997). I modelli non rinforzati dopo il danneggiamento sono stati consolidati utilizzando tecniche di rinforzo reversibili ed innovative basate sull'uso di materiali compositi con fibre di vetro (GFRP).

RISULTATI: I due modelli, con e senza rinforzo, hanno mostrato un meccanismo di collasso del tipo a blocchi rigidi (Rocking Mechanism) con formazione di lesioni orizzontali all'interfaccia maschio-fascia. Per i modelli rinforzati le prove dinamiche condotte hanno evidenziato un incremento della rigidità laterale attestando l'efficacia delle tecniche di rinforzo adottate per contrastare il meccanismo attivato. La tecnica di rinforzo con fasce in GFRP si è confermata adeguata per interventi di riparazione nei riguardi di "aftershocks". Le prove di invecchiamento accelerato condotte in camera climatica hanno permesso di escludere fenomeni di degrado della matrice epossidica a causa di esposizioni estreme di gelo e disgelo.



REFERENCE:

I. Langone, A. Prota, G. Bergamo, G. Manfredi. Analisi sperimentale su tavola vibrante di due modelli in muratura di tufo consolidati mediante materiali compositi. XII Convegno Anidis, 10-14 Giugno 2007, Pisa

Mapei S.p.A. CERTIFICAZIONE ICC-ES DI MAPEWRAP FRP SYSTEM Colonne in scala in c.a. confinante con CFRP



ANNO: 2014

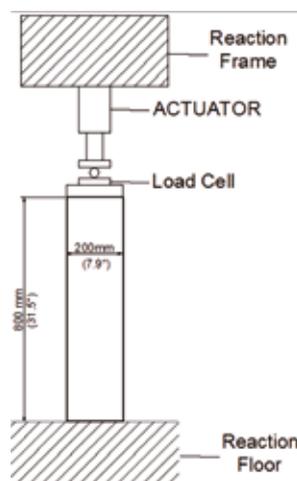
SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: A. Balsamo, A. Prota, A. Nanni, F. De Caso y Basalo, D. Pisapia, P. Campanella

SPERIMENTAZIONE: Il programma sperimentale è stato eseguito su colonne in calcestruzzo armato in scala, aventi sezione trasversale quadrata con lato pari a 200 mm ed altezza 800 mm. Sono stati sottoposti a prove di compressione assiale quattro pilastri: due "as-built" di controllo e due rinforzati con un confinamento costituito da una fasciatura continua in CFRP **MAPEWRAP C UNI-AX** per tutta l'altezza dell'elemento. Sono state considerate due classi di calcestruzzo (bassa e alta resistenza) e due percentuali di CFRP **MAPEWRAP C UNI-AX** (basso e alto livello di rinforzo).

RISULTATI: Le prove sono state condotte nell'ambito della certificazione ICC ES AC 125 ed hanno convalidato i criteri di progettazione previsti dai codici ACI 318, ACI 440 e di accettazione del materiale in CFRP in accordo agli standard AC 125. L'applicazione del sistema di rinforzo in CFRP **MAPEWRAP C UNI-AX** ha fornito agli elementi strutturali incrementi di resistenza a compressione e di capacità di spostamento assiale (pseudo-duttilità) senza nessuna modifica della rigidezza iniziale.

REFERENCE:
CERTIFIED TEST REPORT EVALUATION OF EXTERNALLY APPLIED FRP STRENGTHENING COMPOSITE SYSTEMS - Per ICC-ES Acceptance Criteria AC125 -ESR-3499 Report Number: R-5.10_12-12-02_MAP.3 Date: July 28, 2016 REVISION 3



ReLUIS “RETE DI LABORATORI UNIVERSITARI DI INGEGNERIA SISMICA” Task 2.1.1: Reinforced Concrete Structures PE 2010-2013 Rinforzo di nodi in c.a. rinforzati con CFRP



ANNO: 2010 - 2014

SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: M. Di Ludovico, A. Balsamo, A. Prota, G. Manfredi, M. Dolce, C. Del Vecchio, G.M. Verderame

SPERIMENTAZIONE: Sono stati realizzati 9 campioni in scala reale di nodi trave-pilastro non confinati, con l'intento di riprodurre gli edifici esistenti in c.a. progettati per sole azioni gravitazionali e senza alcun riferimento ad azioni sismiche ovvero con riferimenti normativi obsoleti per la valutazione delle azioni sismiche.

RISULTATI: I risultati delle prove su nodi trave-pilastro rinforzati con CFRP, hanno dimostrato:

- incremento della resistenza a taglio del pannello di nodo;
- efficace confinamento delle estremità del pilastro concorrenti nel nodo;
- incremento a taglio delle estremità delle travi concorrenti nel nodo;
- nessuna modifica della rigidezza del nodo.

REFERENCE:

Balsamo, A.; Del Vecchio C.; Di Ludovico, M.; Prota, A.; Manfredi G.; Dolce, M. (2012). *Rinforzo con FRP di nodi trave-pilastro esistenti: analisi sperimentale e modelli di capacità. (in Italian). 19° Congresso CTE, Bologna*

Del Vecchio C, Di Ludovico M, Balsamo A, Prota A, Manfredi G, Dolce M. 2014. *Experimental Investigation of Exterior RC Beam-Column Joints Retrofitted with FRP Systems. ASCE Journal of Composites for Construction. V. 18 (4). pp. 1-13. DOI: 10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000459*



Di Ludovico M.; Balsamo A.; Prota A.; Verderame G.M.; Dolce M.; G. Manfredi (2012). *Preliminary Results of an Experimental Investigation on RC beam-column joints. Proceedings of 6th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering, Roma, 13-15 June 2012*



ReLUIIS “RETE DI LABORATORI UNIVERSITARI DI INGEGNERIA SISMICA” Task 2.1.1: Reinforced Concrete Structures PE 2010-2013 Rinforzo di pilastri a taglio e flessione, rinforzati con CFRP

ANNO: : 2015-2017

SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: M. Di Ludovico, A. Balsamo, A. Prota, G. Manfredi, M. Del Zoppo

SPERIMENTAZIONE: Il programma sperimentale è costituito da due set di pilastri: tre pilastri snelli ($L=1500$ mm) a comportamento flessionale e cinque pilastri tozzi ($L=900$ mm) a comportamento fragile governato da crisi a taglio prima del raggiungimento della capacità flessionale. I pilastri sono stati progettati in modo da essere rappresentativi di elementi tipici di edifici esistenti in Italia. I pilastri snelli, governati da crisi flessionale, sono stati rinforzati mediante fasciature in CFRP nella zona della potenziale cerniera plastica. I pilastri governati da crisi tagliante sono stati, invece, rinforzati con fasciatura discontinua in CFRP, per tutta l'altezza dell'elemento. Diverse classi di calcestruzzo e percentuali di CFRP sono state investigate. Il comportamento sismico dei pilastri è stato valutato mediante prove cicliche in controllo di spostamento, applicando una sforzo normale adimensionalizzato pari a 0,1, come tipicamente trovato in edifici esistenti.

RISULTATI: I risultati delle prove hanno dimostrato dopo l'applicazione di CFRP:

- incremento della duttilità nei pilastri confinati alla base;
- incremento della capacità a taglio nei pilastri tozzi rinforzati con CFRP;
- cambiamento della modalità di crisi da fragile a duttile per i pilastri tozzi rinforzati con CFRP;
- nessuna modifica di rigidità dei pilastri.



REFERENCE:

Del Zoppo, M., Di Ludovico, M., Balsamo, A., Prota, A., Manfredi, G. (2017). FRP for seismic strengthening of shear controlled RC columns: experience from earthquakes and experimental analysis. Composite Part B, 10.1016/j.compositesb.2017.07.028

Del Zoppo, M.; Di Ludovico, M.; Balsamo, A.; Prota, A. Comparative Analysis of Existing RC Columns Jacketed with CFRP or FRCC. *Polymers* 2018, 10, 361



ReLUIS (Linea di Ricerca n.8); Progetto MACE (Materiali Compositi Innovativi per l'Edilizia)

Compressione su colonne in muratura in scala reale e ridotta rinforzate con sistemi in FRP

ANNO: 2008-2013

SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: A. Prota, M. Di Ludovico, A. Balsamo, E. Fusco, G. Maddaloni, C. D'Ambra, F. Micelli, G. Manfredi

SPERIMENTAZIONE: I test di compressione assiale su provini in scala reale e ridotta, realizzati con differenti tipologie murarie (tufo, mattoni e pietra calcarea), hanno permesso di evidenziare l'efficacia di tecniche di confinamento con sistemi di fasciatura continua o discontinua in FRP con diversa tipologia di fibre (carbonio, vetro, basalto) impregnate con resine epossidiche.

RISULTATI: Le diverse tecniche di confinamento in FRP hanno conferito alle colonne un aumento sia in termini di resistenza che in termini di duttilità, esibendo un significativo comportamento dissipativo rispetto alla risposta fragile degli analoghi campioni non rinforzati.

REFERENCE: Di Ludovico M., D'Ambra C., Prota A., Manfredi G., (2010), "FRP Confinement of Tuff and Clay Brick Columns: Experimental Study and Assessment of Analytical Models", ASCE - Journal of Composites for Construction, Vol. 14, No. 5, pp. 583-596, Sept- Oct. 2010 (ISSN: 1090-0268)

Micelli F., Di Ludovico M., Balsamo A., and Manfredi G., (2014) "Mechanical behaviour of FRP-confined masonry by testing of full-scale columns". Special Issue "S.I.: Advanced in composites applied to masonry" SPRINGER Materials and Structures, Volume 47, Issue 12, October 21 2014, pp. 2081-2100, DOI: 10.1617/s11527-014-0357-9

Di Ludovico, M., Fusco, E., Prota, A., & Manfredi, G. (2008, October). Experimental behavior of masonry columns confined using advanced materials. In The 14th world conference on earthquake engineering



1.2

FRG SYSTEM

1.2.1

DEFINIZIONE

I diversi sistemi raggruppati nella macro-famiglia degli FRG (*Fibre Reinforced Grout*) sono composti, diversamente dagli FRP, da una matrice di natura inorganica (malta) nella quale viene inglobato un rinforzo in fibra sotto forma di rete.

Lo scopo di queste tecnologie è quello di migliorare le proprietà meccaniche della muratura e di aumentare il grado di collaborazione tra gli elementi che la compongono (tipicamente mattoni e malta).

La tecnica tradizionale di rinforzo consiste nell'applicazione di un intonaco armato composto da rete elettrosaldata e diversi centimetri di betoncino cementizio. Tale tecnica, seppur capace di incrementare le resistenze della muratura, genera rilevanti problematiche, sia a causa dei notevoli incrementi di rigidità dovuti all'elevato modulo elastico del betoncino (generalmente cementizio e quindi poco compatibile con il supporto), sia a causa della rete di armatura metallica, la quale spesso presenta

problemi di corrosione e, soprattutto su supporti irregolari, di applicazione.

A fronte di queste problematiche, MAPEI ha sviluppato i sistemi FRG che propongono la sostituzione della rete metallica con reti in fibra di vetro A.R., in basalto o in carbonio. Il tradizionale betoncino cementizio viene invece sostituito da malte duttili fibrorinforzate, compatibili sia meccanicamente sia chimicamente con la muratura.

I sistemi FRG possono essere suddivisi nelle seguenti famiglie: **Sistemi FRCM** (*Fibre Reinforced Cementitious Matrix*) e **CRM** (*Composite Reinforced Mortar*) ossia intonaci armati con reti in fibra di vetro.

1.2.2

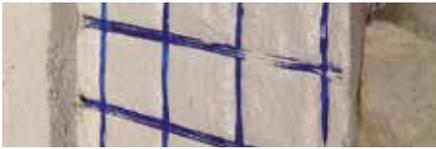
TIPOLOGIE DI MATERIALI E CAMPI DI APPLICAZIONE

CRM SYSTEM

I **sistemi CRM** si compongono di malte adatte ad essere applicate in spessori di 3-4 cm, in grado di coprire anche murature molto irregolari, abbinata a reti in fibra di vetro A.R.. Dato lo spessore di applicazione, il sistema necessita di essere connesso meccanicamente alla muratura con connettori in fibra di vetro.



Applicazione del rinforzo per incremento di resistenza a taglio-trazione e compressione

MALTE	MAPEWALL INTONACA & RINFORZA		MAPE-ANTIQUE STRUTTURALE NHL	
				
Natura chimica	Malta fibrorinforzata per intonaci e da muratura traspirante, a base di calce idraulica naturale		Malta per intonaci traspiranti e da muratura a base di calce idraulica naturale ed Eco-Pozzolana, esente da cemento	
Spessore di applicazione (per mano)	Da 10 a 30 mm		Da 10 a 40 mm	
Modulo elastico a compressione	10 GPa		10 GPa	

RETI	MAPENET EM 30	MAPENET EM 40	CONNETTORI	MAPENET EM CONNECTOR
				
Natura chimica	Fibra di vetro A.R.	Fibra di vetro A.R.	Natura chimica	Fibra di vetro alcali resistsente
Maglia	30 x 30 mm	40 x 40 mm	Maglia	100 x 200; 100 x 500; 100 x 700 (mm)

In attesa della Linea Guida nazionale per la progettazione dei CRM, è possibile dimensionare questo tipo di rinforzo come intonaco armato, utilizzando le tabelle della Circolare Esplicativa delle NTC 2018. Qualifica dei sistemi secondo Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione dei sistemi a rete preformata in materiali compositi fibrorinforzati a matrice polimerica da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti con la tecnica dell'intonaco armato CRM (Composite Reinforced Mortar) di cui al DPCSLPP n.292 del 29/05/2019 o con ETA corrispondente.



FRCM SYSTEM

I **sistemi FRCM** sono composti da particolari malte fibrorinforzate da applicare in basso spessore (circa 1-1,5 cm) in abbinamento a diverse tipologie di reti di rinforzo in fibra (vetro, basalto o carbonio). Tali sistemi permettono di ridurre efficacemente le masse e le rigidità dell'intervento di rinforzo a fronte di un significativo incremento delle resistenze meccaniche. L'elevatissima adesione al supporto delle malte utilizzate permette di evitare la realizzazione di connettori trasversali. Nel caso in cui sia indispensabile la presenza di una connessione meccanica, è possibile utilizzare specifici ancoraggi (fiocchi in fibra di vetro, basalto o carbonio) **MAPEWRAP FIOCCO**.

MALTE

PLANITOP HDM MAXI

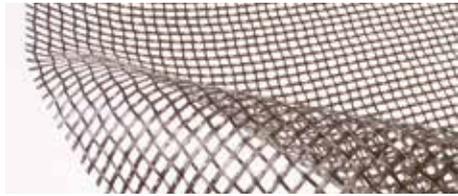
PLANITOP HDM RESTAURO

		
Natura chimica	Malta cementizia a base di leganti a reattività pozzolanica, fibrorinforzata, bicomponente a elevata duttilità	Malta a base di calce idraulica (NHL) ed ECO-POZZOLANA, fibrorinforzata, bicomponente esente da cemento
Spessore di applicazione (per mano)	Da 6 a 25 mm	Da 3 a 10 mm
Modulo elastico a compressione	10 GPa	8 GPa

RETI

MAPEGRID G 220

MAPEGRID B 250

		
Natura chimica	Fibra di vetro A.R.	Fibra di basalto
Maglia	25 x 25 mm	6 x 6 mm



Applicazione del rinforzo in basso spessore per incrementare la resistenza a taglio-trazione di maschi murari



Connessione meccanica aggiuntiva con fiocchi in fibra di carbonio



Applicazione di sistema FRCM come antiribaltamento di tramezze e tamponamenti



Rinforzo estradossale di volte in muratura

La progettazione è possibile tramite Istruzioni CNR DT 215/2018 o come da cap. 11 NTC2018, con codici Internazionali come ACI 549-4R-13 (Mapei FRCM Software Design).

Qualifica dei sistemi secondo Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti di cui al DPCSSLPP n.1 del 08/01/2019 o con ETA corrispondente.



		Spessore di applicazione	Incremento di rigidezza	Incremento delle masse	Praticità di messa in opera	Realizzazione di connessione meccanica
INTONACO ARMATO TRADIZIONALE CON RETE IN ACCIAIO		 Almeno 5 cm	 L'incremento dello spessore della muratura e l'impiego di una rete rigida in acciaio incrementano le rigidzze globali della struttura	 L'incremento dello spessore della muratura incrementa le masse globali della struttura (necessità di incrementare la capacità delle fondazioni)	 Necessarie connessioni meccaniche Difficile movimentazione in cantiere	 Realizzazione e pulizia fori, innesto connettori
INTONACO ARMATO CON RETE IN FIBRA DI VETRO		 Da 3-5 cm	 L'incremento dello spessore della muratura incrementa le rigidzze globali della struttura	 L'incremento dello spessore della muratura incrementa le masse globali della struttura (necessità di incrementare la capacità delle fondazioni)	 Facile movimentazione e applicazione della rete in fibra rispetto alla rete in acciaio Necessarie connessioni meccaniche	 Realizzazione e pulizia fori, innesto connettori
SISTEMA FRCM		 Da 1 a 2 cm	 Il limitato incremento dello spessore della muratura aumenta di poco le rigidzze della struttura.	 Il limitato incremento dello spessore della muratura aumenta di poco le masse della struttura	 Facile movimentazione e applicazione della rete in fibra rispetto alla rete in acciaio Possibilità di evitare connessioni meccaniche, generalmente è sufficiente un irruvidimento del supporto	 Possibilità di evitare o limitare connessioni meccaniche grazie all'elevata adesione delle malte bicomponenti

Velocità di messa in opera	Incremento resistenza taglio	Incremento resistenza compressione	Incremento duttilità	Compatibilità con il supporto	Durabilità
 Rete in acciaio tradizionale rigida e difficile da tagliare e posare (soprattutto su volte)		 Aumento dell'area agente a compressione grazie all'aumento di spessore		 Utilizzo di malte e reti con moduli di elasticità troppo elevati	 Utilizzo di reti non chimicamente resistenti
 Rete in fibra di vetro facile da tagliare e posare Malte applicabili anche a spruzzo		 Aumento dell'area agente a compressione grazie all'aumento di spessore		 Utilizzo di malte e reti con bassi moduli di elasticità compatibili con il supporto	 Reti in fibra di vetro A.R. resistenti all'ambiente alcalino delle malte (richiedere sempre il certificato)
 Rete in fibra di vetro o basalto facile da tagliare e posare Malte applicabili anche a spruzzo		 Minore incremento di area agente a compressione	 Elevato incremento di resistenza e di deformazioni plastiche pre-rottura (richiedere test report)	 Utilizzo di malte e reti con bassi moduli di elasticità, compatibili con il supporto	 Reti in fibra di vetro A.R. resistenti all'ambiente alcalino delle malte (richiedere sempre il certificato) o in basalto

 Sufficiente

 Discreto

 Buono

 Ottimo

1.2.3 SPERIMENTAZIONE

MAPEI S.p.A.; Progetto ReLUIS-DPC 2010–2013 (LINE AT1-1.1 Valutazione e riduzione della vulnerabilità di edifici in muratura)

Prove di compressione diagonale su diverse tipologie di pannelli murari rinforzati con FRGM/CRM

ANNO: 2004 - 2018 (in corso)

SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: A. Balsamo, I. Iovinella, G. Maddaloni, P. Di Stasio, F. Parisi, N. Augenti, M. Di Ludovico, G.P. Lignola, A. Prota, G. Manfredi, G. Morandini

SPERIMENTAZIONE: La campagna sperimentale con test di compressione diagonale si sviluppa su un elevatissimo numero di campioni caratterizzati da numerose tipologie di murature (tufo napoletano, mattoni rossi, conci sbozzati, pietra disordinata, ecc.), con diversa tessitura e con numerosissime configurazioni di rinforzo e diverse tipologie di connessioni trasversali (tirantini).

RISULTATI: Lo scopo della campagna sperimentale è quello di studiare l'interazione fra le diverse tipologie di murature ed i diversi sistemi di rinforzo **MAPEI FRG (FRGM/CRM)**. I risultati non solo mostrano la conformità dei sistemi di rinforzo con l'approccio normativo, ma evidenziano:

- aumento della capacità a taglio/trazione;
- ritardo dell'innesco della fessurazione;
- elevato incremento di duttilità.

REFERENCE:

Balsamo A., Iovinella I., Morandini G., Maddaloni G., (2014). *Experimental Investigation on IMG masonry reinforcement*, 37th IABSE – International Association for Bridge and Structural Engineering, Madrid, Spagna, Settembre 2014



Balsamo, A.; Iovinella, I.; Di Ludovico, M.; Prota, A. (2014). *Masonry reinforcement with IMG Composites: Experimental Investigation*. 4th International Conference on Mechanics of Masonry Structures Strengthened with Composite Materials, Ravenna, 9-11 September 2014

Balsamo Alberto, Iovinella Ivano (2014). *Sistemi di rinforzo con FRG per strutture in muratura*. REHABEND 2014, 1-4 April, 2014, Santander, España

Balsamo A., Iovinella I., Morandini G. (2014). *FRG Strengthening Systems for Masonry Building*, 2014 NZSEE Conference, Auckland

F. Parisi; I. Iovinella; A. Balsamo; N. Augenti; A. Prota (2012). *In-plane behaviour of tuff masonry strengthened with inorganic matrix-grid composites in diagonal compression*. Proceedings of the 15th



European Conference Composite Materials, Venezia, 24-28 June 2012

Parisi F.; Iovinella I.; Balsamo A.; Augenti N.; Prota A. (2011). Indagine sperimentale sulla resistenza a taglio della muratura di tufo rinforzata con materiali compositi a matrice inorganica. XIV Convegno ANIDIS, Bari, 18-22 settembre 2011

Balsamo Alberto, Iovinella Ivano, Morandini Giulio (2011). Experimental Campaign on Tuff Masonry Strengthened with FRG. SEWC 2011 - Structural Engineering World congress, Como, 4-6 Giugno 2011

Balsamo, A.; Di Ludovico, M.; Prota, A.; Manfredi, G. (2011). Masonry Walls Strengthened with Innovative Composites. Proceedings of the FRPRCS-10 - 10th International Symposium on Fiber-Reinforced Polymer Reinforcement for Concrete Structures, Farmington Hills

(MI), 2-4 April 2011

Balsamo A.; Iovinella I.; Morandini G.; Prota A. (2010). Comportamento sperimentale di muratura di tufo rinforzata con FRP a base di ecopozzolana. COMPOSITI MAGAZINE

Balsamo A.; Iovinella I.; Di Ludovico M.; Prota A. (2010). Experimental Behavior of Tuff Masonry Strengthened with Lime Matrix - Grid Composites. Proceedings of the 3rd International Workshop on Conservation of Heritage Structures Using FRM and SHM, Ottawa (Canada), 11-13 August 2010

Balsamo A.; Prota A.; Iovinella I.; Morandini G. (2010). Comportamento sperimentale di muratura di tufo rinforzata con FRG a base di ecopozzolana. Sicurezza e Conservazione dei Beni Culturali colpiti da Sisma, Venezia, 8-9 aprile 2010



Progetto PROVACI (Tecnologie per la PROtezione sismica e la VALorizzazione di Complessi di Interesse culturale) DISTRETTO STRESS

Campagna sperimentale su elementi voltati in scala reale, rinforzati con FRCM

ANNO: 2013

SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: A. Balsamo, G.P. Lignola, G. Manfredi, A. Prota, I. Iovinella, G. Maddaloni, V. Giamundo, G. Ramaglia, M. Pallecchia, A. Zinno, F. da Porto

SPERIMENTAZIONE: L'elemento voltato testato su tavola vibrante rappresenta la geometria tipica delle coperture di ambienti di chiese ed edifici storici. Il test mira a studiare il comportamento dinamico della sola volta muraria per effetto di azioni sismiche severe e l'incremento prestazionale raggiungibile a seguito del loro rinforzo della stessa mediante sistemi FRCM.

RISULTATI: Sono stati applicati in maniera incrementale un accelerogramma reale (evento Irpinia 1980) ed uno artificiale, ad hoc per la prova. I risultati hanno mostrato un incremento di resistenza che ha consentito alla volta di resistere ad eventi con intensità di oltre 2,5 volte la PGA iniziale. La compatibilità meccanica del sistema di rinforzo testato è stata dimostrata dall'assenza di fenomeni di delaminazione tra l'interfaccia malta/mattone e malta/rinforzo. Il rinforzo non ha inoltre provocato un significativo incremento di massa del campione rispetto a quello originario.

REFERENCE:

V. Giamundo; G.P. Lignola; G. Maddaloni; A. Balsamo; A. Prota; G. Manfredi (2015). *Experimental investigation of the seismic performances of IMG reinforcement on curved masonry elements*. COMPOSITES PART B, ENGINEERING, 10.1016/j.compositesb.2014.10.039



V. Giamundo, G.P. Lignola, G. Maddaloni, F. da Porto, A. Prota and G. Manfredi. *Shaking table tests on a full-scale unreinforced and IMG-retrofitted clay brick masonry barrel vault*. SPRINGER Bulletin of Earthquake Engineering, Volume 14 No. 6, 2016:1663-1693 DOI: 10.1007/s10518-016-9886-7

V. Giamundo; G. Ramaglia; A. Balsamo; G.P. Lignola; A. Prota; G. Manfredi; G. Maddaloni; A. Zinno. *Rinforzo di una volta in muratura: valutazione dell'efficacia mediante test su tavola vibrante*. XVI Convegno Anidis 2015, L'Aquila, Italia, Settembre 2015

A. Prota, M. Pallecchia, G.P. Lignola, A. Zinno, A. Balsamo, I. Iovinella, G. Maddaloni. *Valutazione sperimentale mediante prova su tavola vibrante dell'efficacia di interventi con sistemi FRG su volte in muratura*. INGEGNIO Magazine dossier #31 "Sistemi di rinforzo e consolidamento strutturale" Vol.31, Aprile 2015:1-24. ISSN 2307-8928



Progetto PROVACI (Tecnologie per la PROtezione sismica e la VALorizzazione di Complessi di Interesse culturale) DISTRETTO STRESS

Campagna sperimentale su elementi voltati con piedritti, in scala reale, rinforzati con FRCM

ANNO: 2014-2015

SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: A. Balsamo, G.P. Lignola, G. Manfredi, A. Prota, G. Ramaglia, I. Iovinella

SPERIMENTAZIONE: La campagna di prove su tavola vibrante è stata svolta con lo scopo di studiare il comportamento dinamico di volte in muratura con geometria tipica e l'interazione con le pareti sottostanti con lo scopo di proteggere dal danno la porzione voltata mediante sistemi FRCM con reti in basalto e tessuto in acciaio.

RISULTATI: Sono stati applicati in maniera incrementale due accelerogrammi reali, Friuli 1976 ed Irpinia 1980. La struttura muraria è stata dunque sottoposta a numerosi eventi sismici simulati di intensità crescente e repliche (sciame sismico). La struttura non rinforzata è crollata nella sua porzione voltata. A seguito della ricostruzione e dell'applicazione del rinforzo in FRCM, accoppiato ad una frenellatura tradizionale, la struttura non ha mostrato danni nella porzione voltata, anche per eventi di intensità doppia, in termini di PGA, rispetto all'evento che ha causato il crollo della struttura.

REFERENCE:

Giancarlo Ramaglia; Gian Piero Lignola; Alberto Balsamo; Andrea Prota, 2017. *Seismic Strengthening of Masonry Vaults with Abutments Using Textile-Reinforced Mortar*. DOI: 10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000733. © 2016 American Society of Civil Engineers





Progetto ReLUIS-DPC 2010–2013 (LINEA TI-1.1 –Valutazione e riduzione della vulnerabilità di edifici in muratura)

Campagna sperimentale su parete in scala reale, forata in muratura, rinforzata con FRCM

ANNO: 2010

SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: N. Augenti, F. Parisi, A. Balsamo, A. Prota, G. Manfredi, I. Iovinella

SPERIMENTAZIONE: Le prove sono state eseguite su una parete forata in muratura di tufo realizzata in scala reale e progettata in modo che gran parte del danneggiamento potesse concentrarsi nel pannello di fascia, dissesto che spesso si verifica in edifici esistenti in muratura.

RISULTATI: Il sistema di rinforzo esterno FRCM applicato alla fascia di piano non solo ha consentito il completo ripristino della capacità portante orizzontale, ma anche di aumentare notevolmente la capacità di spostamento "traslando" la perdita di resistenza a grandi livelli di spostamento laterale. Il sistema FRCM ha anche fornito una dissipazione aggiuntiva dovuta alla diffusione del danneggiamento in tutto il pannello di fascia piuttosto che lungo le sue diagonali per effetto della crisi per taglio e della tessitura della muratura.

REFERENCE:

N. Augenti; F. Parisi; A. Prota and G. Manfredi. In-Plane Lateral Response of a Full-Scale Masonry Subassembly with and without an Inorganic Matrix-Grid Strengthening System. *Journal of Composites for Construction*, Vol. 15, No. 4, August 1, 2011. ©ASCE, ISSN 1090-0268/2011/4-578-590/\$25.00

Parisi F.; Augenti N.; Balsamo A.; Prota A.; Manfredi G.(2010). Lateral Loading Tests on a Masonry System With and Without External Reinforcement. 14th European Conference on Earthquake Engineering, Ohrid (FYRoM), 30 August - 3 September 2010



ReLUIS (Linea di Ricerca n.8); Progetto MACE (Materiali Compositi Innovativi per l'Edilizia); Progetto METRICS (Metodologie e Tecnologie per la gestione e Riqualificazione dei Centri Storici e degli edifici di pregio) DISTRETTO STRESS



Prove di compressione su colonne in muratura in scala reale e ridotta, di diverse tipologie murarie, rinforzate con FRCM

ANNO: 2008-2013-2017

SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: Balsamo A., Di Ludovico M., Prota A., Fusco E., Maddaloni G., D'Ambra C., F. Micelli, A. Cascardi, M.A. Aiello, Manfredi G., I. Iovinella

SPERIMENTAZIONE: Le prove condotte hanno permesso di indagare l'efficacia di tecniche di confinamento passivo con l'utilizzo di sistemi in FRCM su colonne in muratura di tufo, mattoni e pietra calcarea in scala ridotta e in scala reale. I campioni testati in compressione centrata sono stati rinforzati con reti in fibra di vetro (**MAPEGRID G 220**) o basalto (**MAPEGRID B 250**) immerse in matrici inorganiche (**PLANITOP HDM RESTAURO**), con o senza la presenza di tirantini.

RISULTATI: Le diverse tecniche di confinamento utilizzate in FRCM hanno conferito alle colonne un aumento sia in termini di resistenza che in termini di duttilità, evidenziando un significativo comportamento dissipativo rispetto alla configurazione fragile dei campioni non rinforzati.

REFERENCE:

A. Balsamo; G. Maddaloni; F. Micelli; A. Prota; G. Melcangi (2018). "Experimental behaviour of full scale masonry columns confined with FRP or FRCM systems", REHABEND 2018 Euro-American Congress on Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management, Caceres, Spagna, Maggio 2018

G. Maddaloni, A. Cascardi, A. Balsamo, M. Di Ludovico, F. Micelli, M.A. Aiello, A. Prota (2017). "Confinement of Full-Scale Masonry Columns



with FRCM Systems"; MURICO 5 CONFERENCE – Mechanics Of Masonry Structures Strengthened With Composite Materials - Key Engineering Materials ISSN: 1662-9795, Vol. 747, pp 374-381

Di Ludovico, M., Fusco, E., Prota, A., & Manfredi, G. (2008). Experimental behavior of masonry columns confined using advanced materials. In The 14th world conference on earthquake engineering

Progetto METRICS (Metodologie e Tecnologie per la gestione e Riqualificazione dei Centri Storici e degli edifici di pregio) DISTRETTO STRESS Sperimentazione su tavola vibrante di edificio in muratura, in scala 1:2, rinforzato con FRCM



ANNO: 2016

SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: M. Di Ludovico, A. Balsamo, G. Maddaloni, N. Iuliano, G. Maddaloni, A. Prota, G. Manfredi

SPERIMENTAZIONE: Nell'ambito del progetto di ricerca Metrics è stato studiato il comportamento sismico di una struttura in scala 1:2 realizzata in muratura di tufo a una testa con piattabande e solaio in legno, rappresentativa di un edificio del napoletano, riparata e rinforzata a seguito del danno con sistemi innovativi in FRCM.

RISULTATI: La struttura è stata testata su tavola vibrante e sottoposta ad una serie di sequenze sismiche simulate con accelerogrammi relativi a recenti eventi avvenuti in Italia, tra i quali L'Aquila 2009 ed Amatrice 2016. Sono stati studiati i meccanismi di rottura e danno tipici degli organismi strutturali scollari in muratura. La struttura dopo il danneggiamento, è stata riparata con tecnologie tradizionali e mediante:

- iniezione delle lesioni con malta a base di calce ed Eco-Pozzolana, esente da cemento molto fluida (**MAPE-ANTIQUÉ F21**);
- ammorsamento dei cantonali e cucitura delle lesioni sub-orizzontali con barre elicoidali in acciaio inox applicate a secco (**MAPEI STEEL DRY 316**).

La struttura è stata rinforzata con i seguenti interventi innovativi:

- cucitura delle lesioni diagonali con sistema FRCM (**MAPEGRID G 220 + PLANITOP HDM RESTAURO**);
- fasciatura in sommità con sistema FRCM (**MAPEGRID G 220 + PLANITOP HDM RESTAURO**);



- Intonaco esterno e interno di nuova generazione costituito da malta di calce fibrorinforzata (**PLANITOP INTONACO ARMATO**).

Dopo la riparazione ed il rinforzo la struttura non ha mostrato alcun danno anche per eventi di intensità significativamente superiore (+40%), in termini di PGA, rispetto alla sequenza sismica che aveva causato il danneggiamento.

REFERENCE:

Gennaro Maddaloni, M. Di Ludovico, A. Balsamo, Giuseppe Maddaloni, A. Prota (2018). "Dynamic assessment of innovative retrofit techniques for masonry buildings", *Composites Part B* 147 (2018) 147-161, <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.04.038>

Marco Di Ludovico, Alberto Balsamo, Gennaro Maddaloni, Nunzia Iuliano, Giuseppe Maddaloni, Andrea Prota, Gaetano Manfredi (2017). "Shaking Table Tests on 1/2 Scale One Story Masonry Structure", *7AESE - 7th International Conference on Advances in Experimental Structural Engineering*, Pavia, Settembre 2017

1.3

HPC SYSTEM

MALTE CEMENTIZIE
FIBRORINFORZATE (FRC)
AD ALTISSIME PRESTAZIONI
MECCANICHE

1.3.1

DEFINIZIONE

Fra le diverse tecnologie orientate al rinforzo delle strutture esistenti, MAPEI propone una nuova famiglia di malte appartenenti alla linea PLANITOP HPC ossia malte cementizie fibrorinforzate con fibre strutturali d'acciaio diffuse omogeneamente all'interno di una matrice cementizia ad elevatissime prestazioni meccaniche.



Fibre disperse
nella matrice cementizia

Tali materiali, classificabili come HPFRCC (*High Performance Fiber Reinforced Cementitious Concrete*), si contraddistinguono rispetto alle malte tradizionali per le loro elevatissime resistenze meccaniche e l'elevata duttilità.

Oggi esistono diverse tipologie di fibre impiegabili all'interno di matrici cementizie. Quelle maggiormente utilizzate sono polimeriche, metalliche, in vetro, in carbonio o in materiale naturale (cellulosa, legno ecc.).

A differenza delle tradizionali fibre sintetiche, comunemente utilizzate nelle

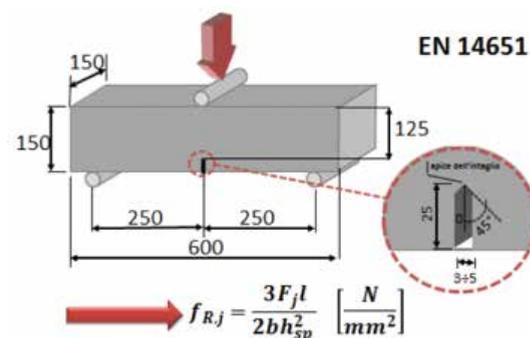
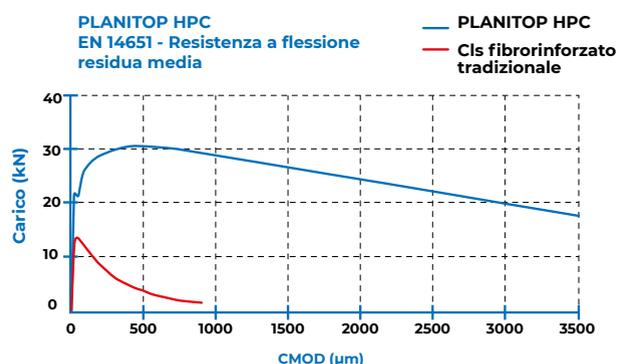
malte cementizie (orientate perlopiù a ridurre i fenomeni fessurativi), l'aggiunta di fibre in acciaio (**FIBRE HPC**) incrementa la **duttilità** e la **tenacità** della malta cementizia conferendole una maggiore capacità resistente in fase plastica (post-fessurazione) e, spesso, un **comportamento a trazione** di tipo **in-crudente**.

La presenza di queste fibre metalliche conferisce quindi al materiale un comportamento tale da poter ridurre, in molti casi sostituire completamente, la presenza dell'armatura tradizionale.

Le malte **PLANITOP HPC** e **PLANITOP HPC FLOOR** sono caratterizzate da una matrice cementizia ad elevatissime prestazioni meccaniche le cui prestazioni sono facilmente confrontabili con quelle delle malte da ripristino del calcestruzzo nella seguente tabella:

	CALCESTRUZZO TRADIZIONALE	MALTA CEMENTIZIA	PLANITOP HPC
Resistenza a compressione	15 - 40 MPa	15 - 60 MPa	130 MPa
Resistenza a trazione	-	-	8,5 MPa
Resistenza a flessione	-	4 - 8 MPa	32 MPa

Grafico resistenza a flessione residua in accordo alla norma EN 14651



La progettazione, l'esecuzione e la caratterizzazione di elementi strutturali con l'utilizzo di PLANITOP HPC richiedono regole e modelli di calcolo diversi da quelli normalmente impiegati per le opere in conglomerato cementizio ordinario. Tali materiali non sono attualmente trattati nelle norme tecniche sulle costruzioni nazionali ed europee. Per ovviare a questo limite, un'apposita commissione di esperti, predisposta dal CNR nel 2006, ha emesso un documento tecnico (CNR DT 204/2006 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Calcestruzzo Fibrorinforzato) dove vengono riassunte le principali proprietà dei calcestruzzi fibrorinforzati e fornite le indicazioni sufficienti a consentire il dimensionamento e la verifica di strutture realizzate mediante l'impiego di calcestruzzi armati con fibre in sostituzione o in aggiunta alle armature ordinarie. In queste Istruzioni vengono fornite anche le indicazioni necessarie per la verifica in laboratorio delle proprietà dei materiali cementizi fibro-rinforzati e per la determinazione delle grandezze significative ai fini del calcolo strutturale. A livello di qualificazione, tali prodotti rientrano sia nella categoria delle malte strutturali per ripristino di strutture esistenti (marcature CE secondo EN 1504-3;-6) sia nella categoria degli FRC (Fiber Reinforced Concrete) con qualificazione secondo Linea Guida di cui al DPCSLPP n.208 09/04/2019.



1.3.2

TIPOLOGIE DI MATERIALI E CAMPI DI APPLICAZIONE

PLANITOP HPC FLOOR SYSTEM

Uno dei principali campi di applicazione di questa tecnologia consiste negli interventi di rinforzo di solai esistenti mediante la realizzazione con **PLANITOP HPC FLOOR** di una cappa collaborante a basso spessore, applicabile su diverse tipologie di solaio, come:

- solai in legno
- solai in latero-cemento o solette in c.a.
- solai in acciaio.

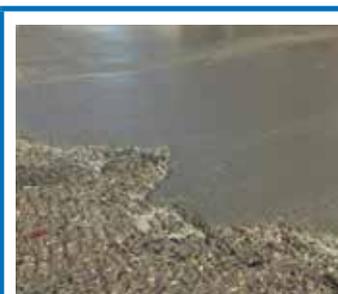
PLANITOP HPC FLOOR



PLANITOP HPC FLOOR T



PLANITOP HPC FLOOR 46





Rinforzo estradossale di solaio in latero-cemento



Rinforzo estradossale di solaio in legno



Rinforzo estradossale di solaio in latero-cemento

La tecnica più tradizionale per il rinforzo di solai esistenti consiste nel realizzare una cappa estradossale con un getto di calcestruzzo (tradizionale o alleggerito) armato con una rete di acciaio, in uno spessore di almeno 4-5 cm.

Questo sistema di rinforzo, seppur largamente impiegato, presenta dei punti deboli legati soprattutto agli elevati spessori di applicazione, i quali fanno aumentare massa e rigidità della struttura e risultano molto invasivi sia a livello operativo sia a livello architettonico, creando non pochi problemi nella riprogettazione delle quote interne e dei pacchetti impiantistici e di finitura.

Nel seguito viene presentato un confronto fra la tecnica tradizionale di rinforzo (cappa collaborante armata con rete in acciaio) e l'impiego di **PLANITOP HPC FLOOR** su un solaio in latero-cemento.



CAPPA COLLABORANTE CON CALCESTRUZZO TRADIZIONALE



CAPPA COLLABORANTE A BASSO SPESSORE CON PLANITOP HPC FLOOR

Spessore di applicazione	<p>Almeno 4-5 cm</p>	<p>Da 1,5 a 3 cm</p>
Invasività	<p>Necessarie connessioni meccaniche (pioli) o chimiche (resine epossidiche)</p>	<p>È sufficiente un adeguato irruvidimento superficiale del supporto</p>
Interventi di ristrutturazione	<p>Elevati spessori non compatibili con le quote interne esistenti (es. infissi)</p>	<p>Limitati spessori compatibili con quote interne esistenti, possibilità di posare impianti riscaldanti o isolamento acustico</p>
Incremento di rigidità		<p>Il superiore modulo di elasticità compensa il ridotto spessore di applicazione</p>
Incremento delle masse	<p>Aumento forze inerziali (sismiche) a causa dell'aumento del peso proprio (per elevato spessore), necessità di rinforzare le fondazioni</p>	<p>Limitato incremento di peso proprio per il limitato spessore, inferiore anche a sistemi con calcestruzzi alleggeriti</p>
Velocità di messa in opera	<p>Realizzazione e pulizia fori, innesto connettori e loro legatura all'armatura di rinforzo</p>	<p>NO connettori (salvo casi specifici), elevate resistenze meccaniche dopo 24h, calpestabile dopo poche ore dall'applicazione</p>
Incremento resistenza flessione		
Dimensione dei travetti	<p>Spesso le dimensioni ridotte dei travetti non consentono l'applicazione dei connettori meccanici e quindi risulta necessario l'utilizzo di una resina epossidica (tipo EPORIP) per la ripresa di getto come ancoraggio chimico.</p>	<p>Tale sistema non richiede una dimensione minima del travetto</p>
Iperstaticità della struttura		<p>Ideale anche per strutture iperstatiche (travi su più appoggi o mensole) per resistenza a trazione del materiale</p>

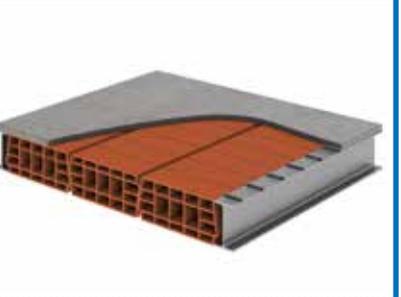
Sufficiente
 Discreto
 Buono
 Ottimo

Al contrario della tecnica tradizionale, la cappa collaborante realizzata con **PLANITOP HPC FLOOR** o **PLANITOP HPC FLOOR T** permette di incrementare le prestazioni del solaio con alcuni vantaggi fondamentali:

- il basso spessore di applicazione (da 1,5-3 cm) permette di limitare l'incremento dei carichi e mantenere le quote interpiano;
- l'adesione del sistema, su supporto correttamente irruvidito, è tale da limitare o evitare la connessione meccanica o chimica con il supporto;
- nessuna necessità di rete di armatura;
- elevata duttilità e resistenza a sollecitazioni cicliche.

La leggerezza del rinforzo svolge un ruolo fondamentale in quanto un ridotto carico permanente strutturale permette un aumento dei carichi portati o accidentali e soprattutto riduce le masse e le forze sismiche indotte sulla struttura. Nella successiva tabella vengono confrontati i pesi medi delle varie tipologie di rinforzo.

	<u>SPESSORE</u>	<u>PESO SPECIFICO</u>	<u>PESO COMPLESSIVO DELL'INTERVENTO</u>	
Calcestruzzo tradizionale	5 cm	2400 kg/m ³	125 kg/m ²	-
Calcestruzzo alleggerito	5 cm	1400 kg/m ³	75 kg/m ²	- 44 %
PLANITOP HPC FLOOR	2,5 cm	2400 kg/m ³	60 kg/m ²	- 53 %

<u>SOLAIO IN LATERO CEMENTO</u>	<u>SOLAIO IN LEGNO</u>	<u>SOLAIO IN ACCIAIO-CALCESTRUZZO</u>
		
Vedi scheda di rinforzo edifici in c.a. N. 8 A	Vedi scheda di rinforzo edifici in muratura e legno N. 10 A	Vedi scheda di rinforzo edifici in muratura e legno N. 10 B

PLANITOP HPC SYSTEM

Attraverso l'intervento di rinforzo dei pilastri con incamiciatura in HPFRCC (*High Performance Fiber Reinforced Cementitious Concrete*) è possibile incrementarne la capacità portante (azione assiale, momento flettente e taglio). Attraverso il confinamento del calcestruzzo si aumentano la capacità in termini di spostamento e la duttilità della sezione.

PLANITOP HPC



PLANITOP HPC TIXO



L'elevato contenuto di fibre consente di utilizzare il prodotto con un'armatura tradizionale estremamente ridotta o addirittura senza, così come in accordo al documento tecnico di riferimento CNR DT 204/2006. Lo spessore di applicazione di **PLANITOP HPC** è variabile mediamente tra i 20 e 40 mm.



Rinforzo di pilastri con incamiciatura in basso spessore



Rinforzo di travi e pilastri con incamiciatura in basso spessore



Rinforzo di solai di copertura in falda

		Spessore di applicazione	Praticità di messa in opera	Incremento di rigidità	Incremento delle masse	Velocità di messa in opera
RINGROSSO TRADIZIONALE CON CALCESTRUZZO ARMATO		 <p>Almeno 5-10 cm</p>	 <p>Necessarie connessioni meccaniche (pioli) o chimiche (resine epossidiche)</p>	 <p>Incremento di rigidità della struttura per l'elevato spessore di ringrosso</p>	 <p>Incremento delle masse per l'elevato spessore di ringrosso (necessità di incrementare la capacità delle fondazioni)</p>	 <p>Realizzazione e pulizia fori, innesto connettori</p>
RINGROSSO A BASSO SPESSORE CON PLANITOP HPC		 <p>Spessore tipico da 1,5 a 3 cm</p>	 <p>È sufficiente un adeguato irruvidimento superficiale del supporto</p>	 <p>Limitato incremento di rigidità della struttura per limitato spessore di ringrosso</p>	 <p>Limitato incremento di masse per il limitato spessore di ringrosso</p>	 <p>Elevate resistenze meccaniche già dopo 24 ore possibile rimozione del cassero dopo 48 ore</p>
FASCIATURA CON SISTEMA FRP		 <p>Trascurabile</p>	 <p>Rimozione selezionata degli elementi secondari</p>	 <p>Trascurabile incremento di rigidità per il trascurabile spessore di ringrosso</p>	 <p>Trascurabile incremento di rigidità per il trascurabile spessore di ringrosso</p>	 <p>Applicazione immediata (fresco su fresco) di tutti gli strati del sistema</p>

Incremento resistenza a taglio di pilastri o travi	Incremento resistenza a flessione di pilastri	Incremento resistenza a compressione di pilastri	Incremento resistenza di nodi trave/pilastro	Incremento resistenza a flessione di travi	Incremento duttilità	Resistenza al fuoco
 <p>Significativo per aggiunta staffe</p>	 <p>Significativo ma richiesto un minimo di armatura orizzontale</p>	 <p>Significativo ma richiesto un minimo di armatura aggiuntiva</p>	 <p>Grande difficoltà e invasività nella messa in opera</p>	 <p>Grande difficoltà e invasività nella messa in opera</p>		 <p>Il calcestruzzo ha elevata resistenza al fuoco</p>
 <p>Significativo per aggiunta fibre</p>	 <p>Significativo anche limitando o evitando l'integrazione di armatura tradizionale</p>	 <p>Significativo anche limitando o evitando l'integrazione di armatura tradizionale</p>		 <p>Difficoltà e invasività intermedie, significativo irrigidimento travi ma limitato incremento di resistenza</p>		 <p>La presenza di fibre in acciaio non modifica l'elevata resistenza al fuoco della malta</p>
 <p>(Con fasciatura orizzontale) significativo, soprattutto per pilastri debolmente armati</p>	 <p>(Con applicazione verticale e orizzontale) discreto incremento</p>		 <p>Facilità di messa in opera</p>	 <p>Facilità e bassa invasività nella messa in opera, significativo soprattutto per travi debolmente armate</p>		 <p>Proteggere con pannelli in calcio silicato o specifiche malte ignifughe</p>

 Sufficiente

 Discreto

 Buono

 Ottimo

1.3.3 SPERIMENTAZIONE



Progetto DPC-Reluis “RETE DI LABORATORI UNIVERSITARI DI INGEGNERIA SISMICA” PE 2014-2018

Prove sperimentali su nodi trave-pilastro in c.a., in scala reale, prelevati da edifici danneggiati a seguito di eventi sismici

ANNO: 2016

SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: A. Balsamo, C. Del Vecchio, M. Di Ludovico, A. Prota, G. Manfredi

SPERIMENTAZIONE: Le attività di prova hanno riguardato due nodi trave-pilastro estratti da un edificio esistente in c.a. realizzato negli anni '60 a L'Aquila e danneggiato del sisma del 2009. Il sistema strutturale a telaio era caratterizzato da proprietà scadenti del calcestruzzo e da dettagli d'armatura tipici degli edifici esistenti progettati prima degli anni '70. Il rinforzo è stato realizzato mediante la rimozione del calcestruzzo corticale, per una profondità di circa 40 mm, fino a portare a nudo i ferri perimetrali di armatura longitudinale di travi e pilastri. Il copriferro è stato poi ripristinato con l'applicazione di **PLANITOP HPC** e **FIBRE HPC**.

RISULTATI: Il quadro fessurativo ha mostrato come il sistema di rinforzo realizzato tramite la sostituzione del copriferro con **PLANITOP HPC** sia in grado di spostare la modalità di crisi, passando dalla crisi fragile del pannello di nodo allo sviluppo della cerniera plastica all'interfaccia trave-nodo in corrispondenza della estremità finale del rinforzo. Il cambio di modalità di crisi da fragile (rottura nodo) a duttile (snervamento della trave in entrambe le direzioni) produce un notevole incremento di energia dissipata (+85%).



REFERENCE:

"Del Vecchio C, Di Ludovico M, Balsamo A, Prota A. 2018. Seismic retrofit of real beam-column joints using Fiber Reinforced Cement (FRC) composites. *ASCE Journal of Structural Engineering* Vol. 144, issue 5, DOI: 10.1061/(ASCE)JST.1943-541X.0001999

Del Vecchio C, Di Ludovico M, Balsamo A, Prota A, Manfredi G, (2017), Innovative solutions for seismic retrofit of existing RC buildings with poor quality concrete. *COST Action TU1207, Next Generation Design Guidelines for Composites in Construction, Proceedings of the End of Action Conference, 3-5 April 2017 Budapest, Hungary, pp. 8*

Test report UNINA - Experimental tests on existing RC members strengthened with thin jacketing of high performance fiber reinforced cement composite, shrinkage-free and high ductility, with stiff steel fibers, namely PLANITOP HPC (Mapei S.p.A.)



Progetto DPC-Reluis “RETE DI LABORATORI UNIVERSITARI DI INGEGNERIA SISMICA” PE 2014-2018

Prove sperimentali su pilastri in c.a., in scala reale, prelevati da edifici danneggiati a seguito di eventi sismici

ANNO: 2016

SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: C. Del Vecchio, M. Di Ludovico, A. Balsamo, A. Prota

SPERIMENTAZIONE: Le attività di prova hanno riguardato due pilastri estratti da un edificio esistente in c.a. realizzato negli anni '60 a L'Aquila e danneggiato del sisma del 2009. Il sistema strutturale a telaio era caratterizzato da proprietà scadenti del calcestruzzo e da dettagli d'armatura tipici degli edifici esistenti progettati prima degli anni '70. Il rinforzo è stato realizzato mediante la rimozione del copriferro per una profondità di circa 40 mm e successivo ripristino con l'applicazione di **PLANITOP HPC** e **FIBRE HPC**.

RISULTATI: I risultati sperimentali evidenziano l'efficacia del sistema di rinforzo realizzato mediante **PLANITOP HPC** e **FIBRE HPC** nel posticipare la crisi a compressione del pilastro ottenendo un incremento di resistenza di circa il 37%. Inoltre il quadro fessurativo finale mostra come il sistema di rinforzo sia riuscito ad impedire il buckling delle barre d'armatura longitudinale verso l'esterno.

REFERENCE:

Test report UNINA - Experimental tests on existing RC members strengthened with thin jacketing of high performance fiber reinforced cement composite, shrinkage-free and high ductility, with stiff steel fibers, namely PLANITOP HPC (Mapei S.p.A.)





Mapei S.p.A.

Prove sperimentali su solai in latero-cemento, in scala reale, con caldana estradossale rinforzata con getto integrativo in HPC

ANNO: 2016

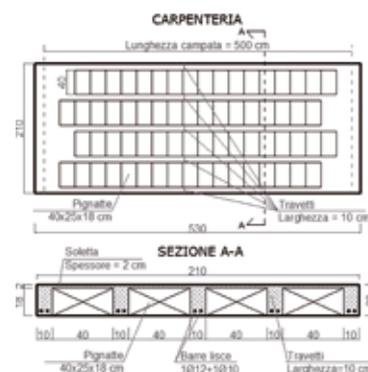
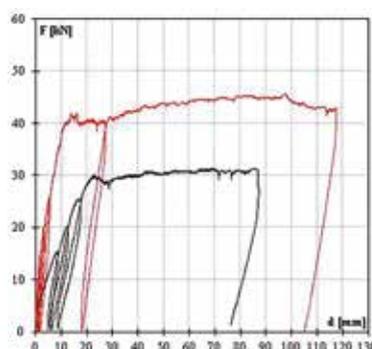
SEDE: Laboratorio La.Sp.ed Tirreno S.r.l – Cava dè Tirreni (SA) – Campagna di prove progettata da Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: A. Balsamo, G. Morandini, I. Iovinella, G. Maddaloni, A. Prota, M. Di Ludovico

SPERIMENTAZIONE: Sono stati realizzati due campi di solaio gemelli adiacenti in latero-cemento gettati in opera, separati da idoneo giunto, con destinazione d'uso per civile abitazione, rappresentativi di un solaio degli anni '60 - '70 e dimensionati secondo l'approccio alle tensioni ammissibili tipico per l'epoca di costruzione. I solai presentavano una sola campata con luce tra gli appoggi di 5 m ed un'altezza complessiva di 200 mm (180 di blocco in laterizio e 20 mm di caldana estradossale), pari a 1/25 della luce. Un solaio è stato testato dopo aver applicato uno strato integrativo all'estradosso della caldana di **PLANITOP HPC FLOOR** di spessore contenuto (circa 20 mm) su supporto adeguatamente preparato. L'altro solaio è stato testato "as-built".

RISULTATI: Dal confronto fra il solaio non rinforzato e il solaio gemello rinforzato con **PLANITOP HPC FLOOR**, si evince:

- un incremento della resistenza a flessione del solaio pari al 50%;
- un incremento della rigidezza iniziale pari al 220% con conseguente diminuzione della freccia in fase di esercizio;
- un incremento della duttilità pari al 125% con conseguente incremento delle deformazioni plastiche.



REFERENCE:

Test Report UNINA - Prova in scala reale su solaio latero-cementizio gettato in opera rinforzato con getto integrativo all'estradosso della caldana realizzato con malta cementizia monocomponente ad elevatissime fluidità e prestazioni meccaniche a ritiro compensato e ad elevata duttilità denominata Planitop HPC Floor (Mapei S.p.A.)

1.4

MAPEWRAP EQ SYSTEM

1.4.1

DEFINIZIONE, MATERIALI

E CAMPI DI APPLICAZIONE

Nell'ambito del presidio degli elementi non strutturali, un innovativo sistema di protezione nei confronti delle azioni sismiche è rappresentato da MAPEWRAP EQ SYSTEM. Il sistema si presenta sottoforma di "seismic wallpaper", una "carta da parati" che permette di aumentare il tempo di evacuazione degli edifici in caso di sisma.

Una delle maggiori criticità negli edifici durante un terremoto, è la difficoltà di evacuare i locali a causa del danneggiamento o del crollo degli elementi secondari (tramezzi, tamponamenti o controsoffitti).

L'applicazione di **MAPEWRAP EQ SYSTEM** migliora la distribuzione delle tensioni indotte dalle sollecitazioni dinamiche delle strutture e riduce la vulnerabilità sismica delle partizioni secondarie, conferendo agli elementi così rinforzati un'elevata duttilità.

Tale sistema permette di migliorare anche le prestazioni dei solai in laterocemento, riducendone il rischio di sfondellamento. L'aumento di tempo utile così ottenuto può risultare fondamentale per permettere a tutte le persone presenti nell'edificio di completare indenni l'evacuazione.

Il rinforzo aderisce perfettamente anche ai supporti intonacati, purché questi risultino solidi e compatti. **MAPEWRAP EQ SYSTEM** può essere applicato sia all'interno sia all'esterno dell'edificio.



Il terremoto dell'Aquila del 2009 ha messo in rilievo l'importanza del rischio del ribaltamento degli elementi non strutturali, quali tamponamenti e tramezze, a causa delle sollecitazioni indotte dal sisma. Per tale problema, benché già noto, si è purtroppo rivelata la necessità di ulteriore attenzione e non a caso proprio le fotografie del sisma dell'Aquila sono diventate tra le più familiari agli addetti ai lavori.

A partire dal 2009 diversi sistemi antiribaltamento sono stati studiati e pubblicizzati, molto spesso prendendo spunto da quello proposto nelle Linee Guida della Protezione Civile pubblicate proprio in seguito al terremoto dell'Aquila.

Come per il ribaltamento semplice delle facciate degli edifici in muratura, il ribaltamento della partizione in laterizio avviene intorno ad una cerniera cilindrica posta alla sua base. Affinché essa risulti stabile anche se soggetta alle sollecitazioni sismiche, è necessario verificare l'equilibrio alla rotazione intorno alla cerniera, considerando l'effetto della forza sismica e della forza esercitata dal sistema di antiribaltamento. Il distacco può avvenire in corrispondenza dell'elemento strutturale o di quello non strutturale, pertanto è necessario verificare quali dei due valori della forza di adesione al supporto risulta minore e quindi da considerare.

MAPEWRAP EQ SYSTEM migliora la distribuzione delle tensioni indotte dalle sollecitazioni dinamiche e riduce la vulnerabilità sismica delle partizioni secondarie, conferendo un'elevata duttilità.

MAPEWRAP EQ NET

MAPEWRAP EQ ADHESIVE

		
<p>Natura chimica</p>	<p>Tessuto bidirezionale in fibra di vetro apprettato per il presidio sismico delle partizioni secondarie degli edifici.</p>	<p>Adesivo monocomponente all'acqua pronto all'uso a base di dispersione poliuretanica a bassissima emissione di sostanze organiche volatili (VOC) per l'impregnazione del tessuto bidirezionale apprettato in fibra di vetro MAPEWRAP EQ NET.</p>

1.4.2 SPERIMENTAZIONE



Progetto ReLUIIS/DPC RS8 “capacità sismica di componenti non strutturali”

Prove sperimentali su partizioni in laterizio, in scala reale, soggette a ribaltamento

ANNO: 2016

SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: G. Magliulo, F. Celano, A. Balsamo, A. Prota, G. Morandini, I. Iovinella

SPERIMENTAZIONE: Il setup di prova consiste in:

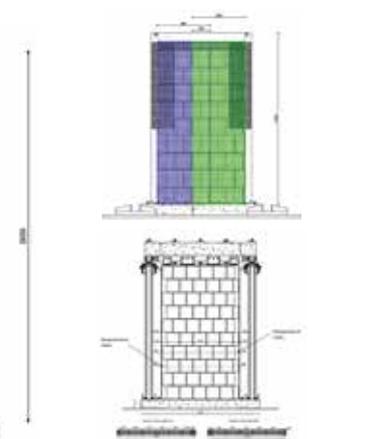
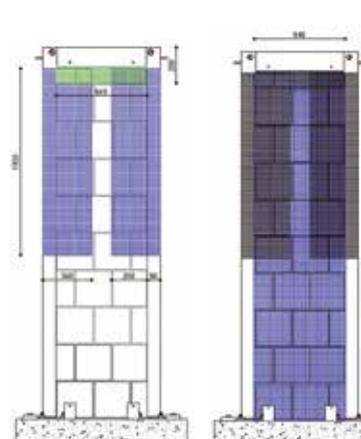
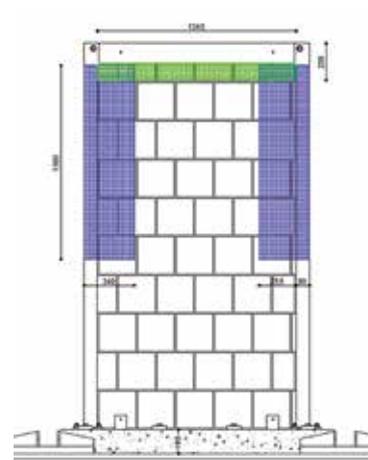
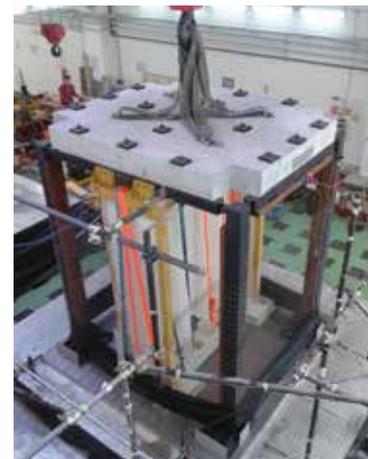
- telaio tridimensionale in acciaio per il trasferimento dell'input sismico al provino;
- provino costituito da partizioni in laterizio forato provvisto di sistema di rinforzo **MAPEWRAP EQ SYSTEM**;
- tavola vibrante per l'esecuzione di dieci prove dinamiche.

RISULTATI: Al termine delle prove della campagna sperimentale non è avvenuto alcun ribaltamento delle pareti, dimostrando l'efficacia del sistema.

REFERENCE:

G.Magliulo, F.Celano, A. Balsamo, A. Prota 2016. Shaking table tests on infill retrofitted with foam and net. Available at <http://www.reluis.it>.

Test report UNINA - Prova dinamica su tramezzature in laterizio forato con rinforzo per anti-ribaltamento e rotture nel piano: MAPEWRAP EQ SYSTEM (Mapei S.p.A.)





Mapei S.p.A.

Prove sperimentali su solaio in latero-cemento, in scala reale, soggetto a sfondellamento

ANNO: 2016

SEDE: Laboratorio La.Sped Tirreno S.r.l. – Cava de' Tirreni (SA) – Campagna di prove progettata da Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: A. Balsamo, M. Di Ludovico, G. Maddaloni, I. Iovinella, A. Prota, G. Morandini

SPERIMENTAZIONE: Sono state eseguite una serie di prove di carico su un solaio in latero-cemento per civile abitazione, rappresentativo di un solaio esistente degli anni '60 - '70, dimensionato secondo l'approccio alle tensioni ammissibili, simulando un fenomeno di sfondellamento al fine di indagare l'efficacia.

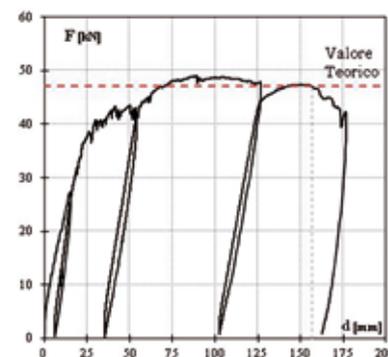
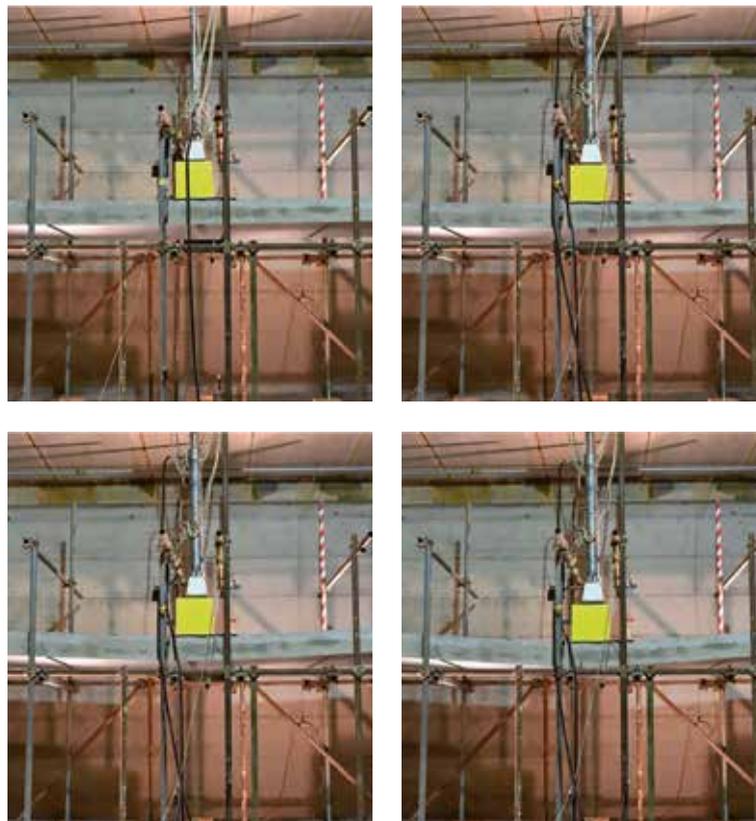
RISULTATI: L'utilizzo di **MAPEWRAP EQ SYSTEM** quale sistema di rinforzo per evitare lo sfondellamento del solaio, ha dimostrato la propria efficacia evitando la caduta dei blocchi in laterizio danneggiati e distaccati a seguito dello stato deformativo del solaio.

REFERENCE:

A. Balsamo, M. Di Ludovico, G. Maddaloni, G. Morandini A. (2016). "A new FRP based technique to restore damaged cast in place rc floors: experimental validation", CICE - 8th International Conference on Fiber Reinforced Polymers (FRP) Composites in Civil Engineering, Hong Kong, Cina, Dicembre 2016

Balsamo A., Di Ludovico M., Maddaloni G., Iovinella I., Prota A. (2016). "Un innovativo sistema anti-sfondellamento per solai in c.a. gettati in opera: validazione sperimentale e caso studio applicativo", Rivista InConcreto n.142

Test report UNINA - Prova in scala reale su solaio latero-cementizio con rinforzo per anti-sfondellamento MAPEWRAP EQ SYSTEM (Mapei S.p.A.)



1.5

SISTEMI
COMPLEMENTARI

1.5.1

BARRE ELICOIDALI

IN ACCIAIO INOSSIDABILE

MAPEI STEEL BAR e MAPEI STEEL DRY sono barre elicoidali in acciaio inossidabile disponibili nella tipologia AISI 304 e AISI 316 caratterizzate da elevatissima resistenza meccanica e stabilità chimica.

La particolare geometria della barra garantendo una notevole aderenza meccanica permette di realizzare ancoraggi garantendo una notevole aderenza meccanica.

MAPEI STEEL BAR

MAPEI STEEL DRY

		
Materiali	Acciaio INOX AISI 304 o AISI 316	
Diametri	6 mm	6, 8, 10, 12 mm
Lunghezze disponibili	10 m	25, 40, 60, 80, 100 cm
Campi di applicazione	<ul style="list-style-type: none"> • Stilatura armata di giunti in pareti in muratura faccia a vista. • Interventi di collegamento di pareti in muratura non ammorsate. • Riparazione di lesioni locali. 	<ul style="list-style-type: none"> • Collegamento di maschi murari a doppia fodera (<i>cavity-wall</i>). • Cuciture armate in muri cantonali e a martello. • Riparazione di lesioni su muratura. • Sistema di connessione fra solai in legno e cappa collaborante a basso spessore realizzato con PLANITOP HPC FLOOR T. • Interventi di collegamento di solai in legno alle pareti in muratura.

1.5.2

RESINE DI

INGHISAGGIO

La gamma MAPEFIX propone soluzioni mirate per le diverse esigenze di fissaggio, dai carichi leggeri fino alle necessità strutturali più gravose.

L'affidabilità dei prodotti della gamma **MAPEFIX** è confermata dal rispetto delle norme degli Eurocodici e dalle indicazioni dei Technical Report elaborati dall'EOTA, che definiscono le linee guida più severe nel campo dei fissaggi (ETAG 001, TR029, TR023 e ETAG 029).

Mapei mette inoltre a disposizione un software tecnico gratuito, **MAPEFIX SOFTWARE DESIGN**, sviluppato in accordo con le vigenti normative Europee, per il corretto dimensionamento di un fissaggio con l'utilizzo delle resine **MAPEFIX**.



Tecnici e progettisti possono contare sul software gratuito MAPEFIX SOFTWARE DESIGN per il dimensionamento del fissaggio con MAPEFIX.

MAPEFIX PE WALL

MAPEFIX VE SF

MAPEFIX EP470 SEISMIC

			
Base chimica	Poliestere senza stirene	Vinilestere senza stirene	Epossidica pura
Tempo di inizio presa (+20 °C)	6'	6'	50'
Tempo di indurimento finale (+20 °C)	45'	45'	16 h
Muratura (ETAg 029)	(M8-M12)		
Calcestruzzo (ETA option 1 e 7)		(M12-M30/ ϕ 12- ϕ 32)	(M12-M24)
Certificazione sismica (C1 o C2)		(M12-M30/ ϕ 12- ϕ 32)	(M16-M24)
Fissaggio di barre ad aderenza migliorata per riprese di getto (ETA Rebar)		(ϕ 8- ϕ 25)	(ϕ 8- ϕ 32)
Resistenza al fuoco		(120')	

1.5.3

SISTEMI DI

INIEZIONI IN MURATURA

In generale le iniezioni di boiaccia vengono utilizzate per omogeneizzare il comportamento delle murature, saturando le cavità e reintegrando il materiale sciolto.

L'iniezione di boiaccia è indicata per riaggregare piccoli inerti, come ad esempio nel riempimento di muri a sacco o in murature in pietrame sbozzato. Per evitare la formazione di zone contigue con diversa rigidità e diversa capacità resistente, l'intervento deve essere eseguito su tutta la parete.



L'iniezione di boiaccia risulta molto utile nelle zone interessate dall'applicazione di carichi concentrati e di possibili punzonamenti locali

L'iniezione di boiaccia permette inoltre di reintegrare la malta di allettamento originaria, degradata e polverulenta, delle murature, permettendo di regolarizzare le superfici di contatto tra i vari blocchi.

Sia che la muratura sia danneggiata o integra, se la qualità della tessitura muraria è insufficiente a causa della mancanza di adeguate connessioni tra i paramenti, l'iniezione di boiaccia deve essere accompagnata da interventi di riconnessione come, ad esempio, l'esecuzione di cuciture.

L'iniezione di boiaccia risulta molto utile nelle zone interessate dall'applicazione di carichi concentrati e di possibili punzonamenti locali, come in corrispondenza di appoggi di travi o di capichieve.

I prodotti Mapei appositamente formulati per eseguire iniezioni sono i seguenti:

	MAPE-ANTIQUE I	MAPE-ANTIQUE I-15	MAPE-ANTIQUE F2I	MAPEWALL INIETTA&CONSOLIDA
				
Materiale	Malte fluide a base di calce idraulica naturale ed Eco-Pozzolana (senza cemento)			Malta a base calce
Resistenza a compressione	18 [MPa]	15 [MPa]	10 [MPa]	15 [MPa]

La miscela da iniezione deve presentare un basso tenore di sali idrosolubili e deve essere compatibile fisicamente e chimicamente con i componenti utilizzati nelle murature storiche, con caratteristiche meccaniche similari.

La miscela da iniezione, così formulata, presenta i seguenti vantaggi:

- elevata fluidità con basso rapporto acqua/legante;
- caratteristiche meccaniche comparabili a quelle della struttura muraria, permettendo un comportamento strutturale omogeneo e isotropo della muratura risanata;
- basso tenore di sali idrosolubili;
- alta traspirabilità;
- elevato potere di penetrazione con conseguente saturazione di piccole fessure e cavità;
- assenza di segregazione nell'impasto durante l'iniezione;
- compatibilità chimica con i materiali utilizzati negli edifici storici;
- ridotto ritiro idraulico.

CARBOTUBE SYSTEM è un sistema di barre cave ad aderenza migliorata, in fibre di carbonio, preformate con resina epossidica, ad alta resistenza a trazione, per il rinforzo strutturale di elementi in calcestruzzo, legno e muratura, impiegabili anche in abbinamento alle iniezioni di boiacche fluide per realizzare cuciture armate nella muratura.

CARBOTUBE | Barre cave in fibra di carbonio

	
Modulo elastico a trazione	170 GPa
Diametri	est. 10 mm; int. 8 mm

1.5.4

MAPEWRAP

FIOCCO

Corde in fibre unidirezionali

I prodotti denominati **MAPEWRAP FIOCCO** sono corde in fibre unidirezionali di carbonio, vetro, basalto o acciaio ad alta resistenza da impregnare con resina epossidica bicomponente superfluida (tipo **MAPEWRAP 21** o **MAPEWRAP 31**).

	MAPEWRAP C FIOCCO	MAPEWRAP B FIOCCO	MAPEWRAP G FIOCCO	MAPEWRAP SG FIOCCO
				
Materiale	Carbonio	Basalto	Vetro	Acciaio
Diametri	6, 8, 10, 12 [mm]	3, 10, 12 [mm]	6, 8, 10, 12 [mm]	5, 10 [mm]
Resistenza a trazione	4830 [MPa]	3101 [MPa]	2560 [MPa]	2086 [MPa]
Campi di applicazione	 <p>Sistema di connessione che può essere utilizzato in combinazione con i sistemi MAPEWRAP SYSTEM, CARBOPLATE SYSTEM e FRCM System</p>			

1.5.5

MAPEWRAP

CONNECTOR

I MAPEWRAP CONNECTOR sono connettori preformati costituiti da un gambo rigido e da un'estremità libera non impregnata da "sfioccare" all'esterno.

MAPEWRAP FIOCCO e **MAPEWRAP CONNECTOR** possono essere utilizzati in abbinamento ai tessuti della gamma **MAPEWRAP**, alle lamine **CARBOPLATE** e ai sistemi di rinforzo realizzati con le reti della gamma **MAPEGRID**, per migliorarne l'ancoraggio, in particolare negli interventi di rinforzo a flessione e a taglio.

A differenza di **MAPEWRAP FIOCCO**, il gambo rigido dei **MAPEWRAP**

CONNECTOR è già preformato e non ha bisogno di essere impregnato il giorno precedente. Questa tipologia di connettore risulta quindi di più facile e rapida applicazione rispetto a **MAPEWRAP FIOCCO** ma, di contro, presenta lunghezze fisse e non modificabili.

MAPEWRAP FIOCCO può invece essere formato in opera con lunghezza, sia del gambo sia dello sfiocco, a piacere.

MAPEWRAP C CONNECTOR

MAPEWRAP G CONNECTOR

		
Materiale	Carbonio	Vetro
Diametri	6, 8, 10 [mm]	10 [mm]

1.5.6 SPERIMENTAZIONE



Progetto PROVACI (Tecnologie per la PROtezione sismica e la VALorizzazione di Complessi di Interesse culturale) DISTRETTO STRESS Campagna sperimentale su cantonale in muratura in scala reale

ANNO: 2015

SEDE: Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura DiSt, Università degli Studi di Napoli Federico II

RESP. SCI.: Balsamo A., Di Ludovico M., Prota A., Maddaloni G., Iuliano N.

SPERIMENTAZIONE: Le prove sono state eseguite su un elemento in scala reale rappresentativo di un martello murario al piano terra di un edificio a due piani in muratura di tufo, realizzato con ridotta ammortatura tra le pareti mutuamente ortogonali. Il provino, a seguito del danno, rappresentativo di un meccanismo di ribaltamento semplice fuori piano con la formazione di un cuneo di trascinamento nel muro di spina, è stato riparato e consolidato adottando le tecniche tradizionali (iniezioni delle lesioni con malta a base di calce ed Eco-Pozzolana, esente da cemento molto fluida - **MAPE-ANTIQUÉ F21**) e successivamente rinforzato con la tecnica delle cuciture armate, sostituendo le "classiche" barre metalliche con un sistema innovativo costituito da tubi pultrusi cavi in fibra di carbonio (**CARBOTUBE**) dotati di protesi aggiuntiva realizzata con trefoli in acciaio inox, ricavati da tessuto unidirezionale (**MAPEWRAP S FABRIC**), disposti longitudinalmente e a spirale, al fine di migliorarne la resistenza al tranciamento e l'ingranamento con la malta da iniezione, quest'ultima costituita da boiaccia superfluida a base di leganti idraulici naturali e sabbie ultrafini (**MAPE-ANTIQUÉ I**).

RISULTATI: La tecnica di rinforzo innovativa ha consentito un significativo incremento di resistenza riducendo la connessione tra i due muri ortogonali.



Ciò ha consentito al martello rinforzato di dissipare una maggiore energia rispetto al campione non rinforzato, senza modificarne in maniera sostanziale la rigidità iniziale, scongiurando un meccanismo di ribaltamento osservato nel provino non rinforzato.

REFERENCE:

Maddaloni G., Di Ludovico M., Balsamo A., Prota A. (2016), "Out-of-plane experimental behaviour of t-shaped full scale masonry wall strengthened with composite connections", *Composites Part B* 93 (2016) 328 e 343

Balsamo A., Di Ludovico M., Morandini G., Maddaloni G., (2016) "Comportamento sperimentale fuori piano di un martello murario in scala reale rinforzato con sistema in composito", *REHABEND 2016 Euro-American Congress on Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management, Burgos, Spagna, Maggio 2016*

Maddaloni G., Balsamo A., Di Ludovico M., Prota A., (2016). "Out of plane experimental behavior of T-shaped full scale masonry orthogonal walls strengthened with innovative composite systems", *4th International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies, Las Vegas, Nevada, USA, Agosto 2016*

Balsamo A., Di Ludovico M., Iuliano N., Maddaloni G., Prota A., (2015) "Analisi sperimentale sul comportamento fuori piano di martelli murari in scala reale", *XVI Convegno Anidis 2015, L'Aquila, Italia, Settembre 2015*



RINFORZO STRUTTURALE



2

**APPLICAZIONI
PRATICHE**
Schede di rinforzo



2.1

RINFORZO DI EDIFICI

IN CALCESTRUZZO ARMATO



A seguito dei numerosi eventi sismici che hanno colpito l'Italia e molti altri Paesi nel mondo negli ultimi decenni, nelle strutture in calcestruzzo armato si è potuto notare il ripetersi di alcuni meccanismi di collasso o danneggiamento “tipici”, il cui innesco può essere limitato o eliminato mediante differenti tecniche di rinforzo.

In funzione del risultato che si vuole ottenere, possono essere progettati differenti interventi di rinforzo:

A. Incremento di resistenza e/o rigidità mediante l'inserimento di un telaio esterno, di sistemi di controvento o di setti in c.a.;

B. Incremento di resistenza e/o di rigidità mediante ringrosso di pilastri con c.a. o calastrellatura metallica;

C. Incremento della capacità deformativa e della duttilità della struttura mediante **fasciatura in FRP** o **incamiciatura con calcestruzzi fibrati ad alta prestazione**.

Gli interventi al punto C risultano vantaggiosi perché permettono di migliorare la capacità deformativa globale della struttura intervenendo però localmente, conferendo ai singoli ele-

COLLASSO TIPICO DI STRUTTURE IN C.A.



Collasso per piano debole



Crisi del nodo treve-pilastro



Crisi pilastro tozzo



Difetti costruttivi



Difetti nella riprese di getto



Instabilità barre armatura



Rottura a pressoflessione



Rottura a taglio di pilastro



Solaio sfondellato



Trave impattata

menti una **maggiore duttilità** oppure **correggendo la gerarchia delle resistenze**, intervento tipico soprattutto nelle strutture progettate per i soli carichi verticali.

I **sistemi FRP** e **HPC** di seguito descritti permettono di raggiungere tali obiettivi con notevoli vantaggi rispetto alle tecniche tradizionali in termini di costi e tempi di realizzazione, facilità di mes-

sa in opera, riduzione degli spazi interni fruibili, durabilità e soprattutto **ridotta influenza sull'incremento delle masse e rigidezze globali originarie**.

RINFORZO DI EDIFICI**IN CALCESTRUZZO ARMATO****1. PREPARAZIONE DEL SUPPORTO E RIPRISTINO DI ELEMENTI IN C.A**

- 1.a  Preparazione del supporto
- 1.b  Ripristino di travetti e solette piene
- 1.c  Ripristino di travi, pilastri e nodi trave-pilastro
-

2. RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVETTI E SOLETTE PIENE

- 2.a  Placcaggio con FRP: tessuti **MAPEWRAP SYSTEM**
- 2.b  Placcaggio con FRP: lamine **CARBOPLATE SYSTEM**
-

3. RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVI

- 3.a  Placcaggio con FRP: tessuti **MAPEWRAP SYSTEM**
- 3.b  Placcaggio con FRP: lamine **CARBOPLATE SYSTEM**
- 3.c  Incamiciatura mediante HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC**
-

4. RINFORZO A TAGLIO DI TRAVI

- 4.a  Placcaggio con FRP: tessuti **MAPEWRAP SYSTEM**

5. RINFORZO DI PILASTRI

- 5.a  Fasciatura dei pilastri per incrementare il confinamento e il taglio mediante FRP: tessuti **MAPEWRAP SYSTEM**
- 5.b  Rinforzo a presso-flessione mediante placcaggio con FRP: tessuti **MAPEWRAP SYSTEM**
- 5.c  Incamiciatura mediante HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC**
-

6. RINFORZO DI NODI TRAVE-PILASTRO D'ANGOLO

- 6.a  Placcaggio con FRP: tessuti **MAPEWRAP SYSTEM**
- 6.b  Incamiciatura mediante HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC**
-

7. RINFORZO DI NODI TRAVE-PILASTRO PERIMETRALI

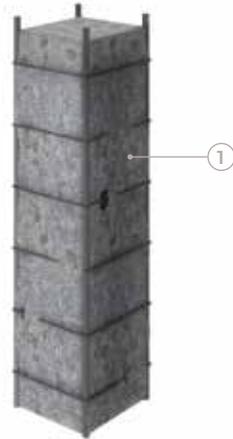
- 7.a  Placcaggio con FRP: tessuti **MAPEWRAP SYSTEM**
- 7.b  Incamiciatura mediante HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC**
-

8. RINFORZO DI SOLAI CON CAPPА COLLABORANTE A BASSO SPESSORE

- 8.a  Rinforzo di solai piani con cappa collaborante a basso spessore mediante HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC FLOOR**
- 8.b  Rinforzo di solai inclinati con cappa collaborante a basso spessore mediante HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC TIXO**

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO E RIPRISTINO DI ELEMENTI IN C.A.

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO



PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



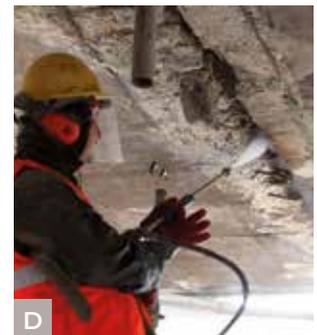
Prima di procedere alle operazioni di rinforzo di una struttura in c.a. è indispensabile rimuovere gli strati di finitura presenti (ad esempio pitture o intonaci) e verificare lo stato della superficie dell'elemento strutturale sottostante.

Nel caso in cui la sezione in c.a. si dovesse presentare solida, compatta, con adeguate prestazioni meccaniche, priva di fessurazioni, esente da sostanze (come disarmanti, olii, grassi, pitture, ruggine, ecc.) che possano alterare l'adesione degli strati di rinforzo successivi, sarà sufficiente pulire e depolverare la superficie del calcestruzzo.

Nel caso in cui la sezione di c.a. dovesse risultare ammalorata e/o le barre di armatura risultassero ossidate, sarà necessario eseguire un'adeguata **preparazione del supporto**. Questa lavorazione, fondamentale per ottenere un risultato durevole ed efficace, si articola nelle seguenti fasi:

- Rimozione delle zone di calcestruzzo interessate da fessurazione, distacco o decoese fino a raggiungere un supporto solido, compatto e con adeguate prestazioni meccaniche (foto A, B). Al termine di tale operazione il calcestruzzo si dovrà presentare adeguatamente irruvidito, presentando scabrosità di almeno 5 mm.
- Tutti i ferri d'armatura eventualmente esposti durante l'operazione di demolizione dovranno essere liberati dalla ruggine superficiale (foto C, D).
- Pulire a fondo le superfici interessate dal ripristino per eliminare sostanze estranee, olii, grassi, pitture, ruggine e depolverare tutte le superfici in modo da rimuovere la polvere presente (foto E).

Tutte le precedenti fasi di preparazione possono essere svolte mediante diverse modalità, variabili a seconda delle condizioni del cantiere e attraverso mezzi meccanici o manuali. Nel seguito, elenchiamo alcune delle più comuni procedure per effettuare tali preparazioni.



Carteggiatura/irruvidimento

Abrasione della superficie cementizia mediante tela smeriglio, usata manualmente o con apposite macchine carteggiatrici, al fine di irruvidire il sottofondo ed eliminare depositi superficiali. I residui dovranno essere rimossi mediante aspirazione o lavaggio ove il successivo strato di riporto lo consenta.

Spazzolatura delle superfici in acciaio

Pulizia delle superfici di acciaio quali zanche, tiranti ed armature, oggetto della ricostituzione del copriferro, mediante spazzolatura meccanica o manuale.

Spazzolatura superficiale del calcestruzzo

Pulizia della superficie del calcestruzzo allo scopo di rimuovere il latte di cemento e le parti incoerenti.

Idrolavaggio

Idropulizia del sottofondo cementizio con acqua in pressione fino ad eliminare parti incoerenti o in fase di distacco e ogni altro inquinante organico od inorganico (sali solubili), estraneo.

Idroscarifica

Trattamento del calcestruzzo mediante getto d'acqua ad altissima pressione, superiore a 800 atm, erogata da apposito macchinario al fine di eliminare parti in fase di distacco, inquinanti di ogni

tipo, tracce di ruggine dai ferri d'armatura e rendere la superficie sufficientemente scabra per l'applicazione della successiva malta da ripristino.

Idrosabbatura

Trattamento del sottofondo cementizio con inerti silicei ed acqua in pressione al fine di rimuovere elementi inquinanti estranei solubili in acqua e parti incoerenti fino ad ottenere una superficie sana e compatta.

Sabbatura

Trattamento con inerte siliceo, mediante appositi macchinari, delle superfici cementizie ed eventuali ferri d'armatura al fine di eliminare ruggine e parti incoerenti.

Bocciardatura

Martellatura delle superfici in calcestruzzo allo scopo di creare un forte irruvidimento del supporto atto a garantire l'adesione di malte da ripristino, intonaci ecc.

Depolverizzazione

Rimozione della polvere e delle parti friabili dalle superfici, oggetto d'interventi di ripristino (rasatura e verniciatura), mediante aspiratore industriale o semplicemente con aria compressa.

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO E RIPRISTINO DI ELEMENTI IN C.A. RIPRISTINO DI TRAVETTI E SOLETTE PIENE



← 1 | TRAVETTO ESISTENTE
2 | RIPRISTINO SEZIONE

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

Dopo aver eseguito la preparazione del supporto (SCHEDA 1.A) si procede come di seguito descritto:

→ Sigillatura di fessure

Prima di proseguire con le altre lavorazioni le eventuali fessure presenti dovranno essere trattate, allargandole (per esempio con un flessibile) e, dopo aver asportato i residui di polvere, sigillandole mediante colatura o iniezione di **EPOJET** (resina epossidica bicomponente superfluida per iniezioni e ancoraggi) con successivo spolvero di quarzo a rifiuto (eseguito fresco su fresco), in modo da creare una buona superficie di aggrappo per i successivi prodotti.

→ Protezione dei ferri d'armatura

Dopo la rimozione della ruggine, i ferri d'armatura dovranno essere trattati mediante l'applicazione a pennello di doppia mano di malta cementizia anticorrosiva monocomponente **MAPEFER 1K** o bicomponente **MAPEFER** (foto A). Entrambi i prodotti a base di leganti cementizi, polimeri in polvere e inibitori di corrosione hanno la specifica funzione di impedire la formazione di ossido.

→ Ripristino della sezione in c.a.

La superficie oggetto del ripristino (travi, pilastri e nodi trave colonna) dovrà essere pulita e saturata a rifiuto con acqua ma a superficie asciutta (condizione s.s.a.) mediante idrolavaggio.

Il ripristino del copriferro può essere eseguito mediante uno dei prodotti indicati:

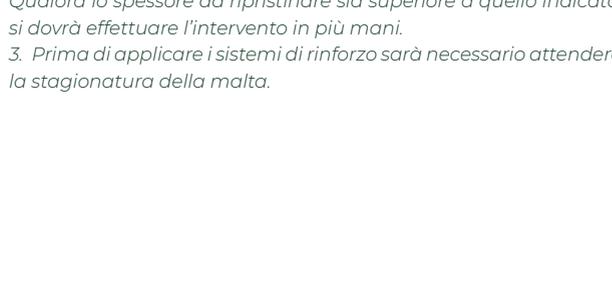
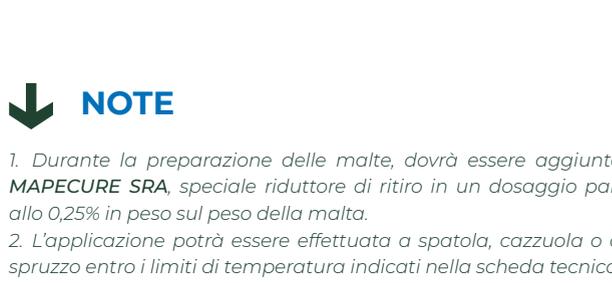
MAPEGROUT T60, malta tissotropica monocomponente, a ritiro compensato e a presa normale, di classe R4, per spessori da 1 a 4 cm per strato;

MAPEGROUT TISSOTROPICO, malta tissotropica monocomponente, a ritiro compensato e a presa normale, di classe R4, per spessori da 1 a 3,5 cm per strato;

MAPEGROUT BM, malta tissotropica bicomponente, a ritiro compensato e a presa normale, di classe R4, a basso modulo elastico (22 GPa), per spessori da 1 a 3,5 cm per strato (foto E, F e G);

PLANITOP RASA & RIPARA R4, malta tissotropica monocomponente, a ritiro compensato e a presa rapida, di classe R4, per spessori da 0,3 a 4 cm per strato (foto B,C e D);

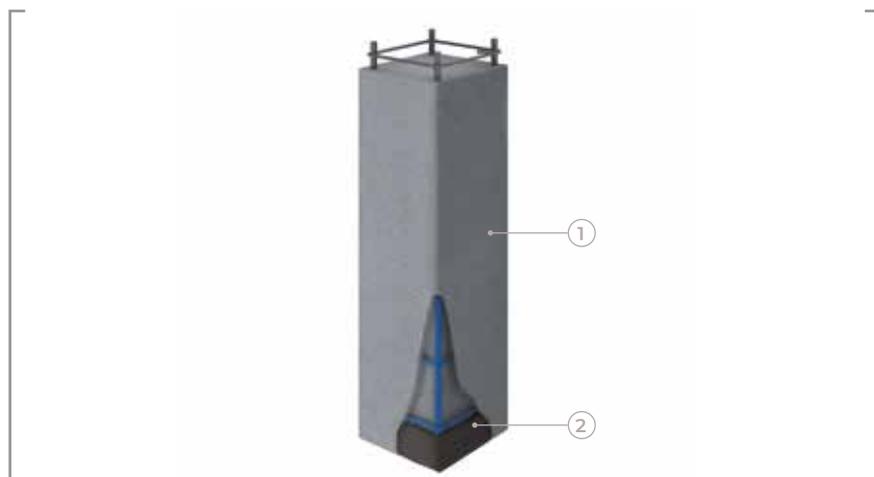
MAPEGROUT COLABILE, malta colabile monocomponente, a ritiro compensato e a presa normale, di classe R4, per spessori da 1 a 4 cm per strato.



↓ NOTE

1. Durante la preparazione delle malte, dovrà essere aggiunto **MAPECURE SRA**, speciale riduttore di ritiro in un dosaggio pari allo 0,25% in peso sul peso della malta.
2. L'applicazione potrà essere effettuata a spatola, cazzuola o a spruzzo entro i limiti di temperatura indicati nella scheda tecnica. Qualora lo spessore da ripristinare sia superiore a quello indicato, si dovrà effettuare l'intervento in più mani.
3. Prima di applicare i sistemi di rinforzo sarà necessario attendere la stagionatura della malta.

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO E RIPRISTINO DI ELEMENTI IN C.A. RIPRISTINO DI TRAVI, PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO



1 | TRAVETTO ESISTENTE
2 | RIPRISTINO SEZIONE

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



Dopo aver eseguito la preparazione del supporto (SCHEDA 1.A) si procede come di seguito descritto:

1. Sigillatura di fessure

Prima di proseguire con le altre lavorazioni, le eventuali fessure presenti dovranno essere trattate, allargandole (per esempio con un flessibile) e, dopo aver asportato i residui di polvere, sigillandole mediante colatura o iniezione di **EPOJET** (resina epossidica bicomponente superfluida per iniezioni e ancoraggi) con successivo spolvero di quarzo a rifiuto (eseguito fresco su fresco), in modo da creare una buona superficie di aggrappo per i successivi prodotti.

2. Protezione dei ferri d'armatura

Dopo la rimozione della ruggine, i ferri d'armatura dovranno essere trattati mediante l'applicazione a pennello di doppia mano di malta cementizia anticorrosiva monocomponente **MAPEFER 1K** o bicomponente **MAPEFER** (foto A e B). Entrambi i prodotti a base di leganti cementizi, polimeri in polvere e inibitori di corrosione hanno la specifica funzione di impedire la formazione di ossido.

3. Ripristino della sezione in c.a.

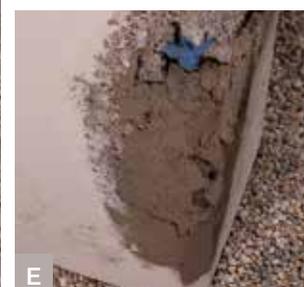
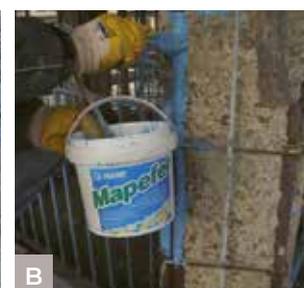
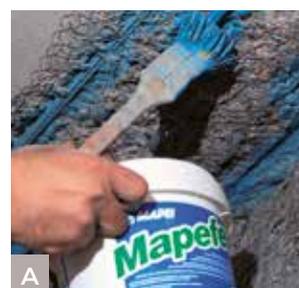
La superficie oggetto del ripristino (travetti e solette in c.a.) dovrà essere pulita e saturata a rifiuto con acqua ma a superficie asciutta (condizione s.s.a.) mediante idrolavaggio.

Il ripristino del copriferro può essere eseguito mediante uno dei prodotti (foto C, D e E) indicati:

→ **MAPEGROUT BM**, malta tissotropica bicomponente, a ritiro compensato e a presa normale, di classe R4, a basso modulo elastico (22 GPa), per spessori da 1 a 3,5 cm per strato);

→ **PLANITOP RASA & RIPARA R4**, malta tissotropica monocomponente, a ritiro compensato e a presa rapida, di classe R4, per spessori da 0,3 a 4 cm per strato.

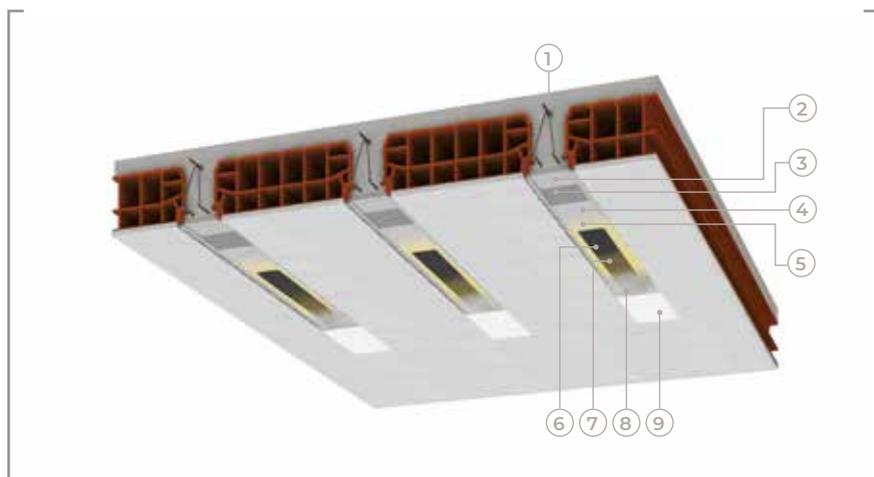
→ **MAPEGROUT COLABILE**, malta colabile monocomponente, a ritiro compensato e a presa normale, di classe R4, per spessori da 1 a 4 cm per strato.



NOTE

1. Durante la preparazione delle malte, dovrà essere aggiunto **MAPECURE SRA**, speciale riduttore di ritiro in un dosaggio pari allo 0,25% in peso sul peso della malta.
2. L'applicazione potrà essere effettuata a spatola, cazzuola o a spruzzo entro i limiti di temperatura indicati nella scheda tecnica. Qualora lo spessore da ripristinare sia superiore a quello indicato, si dovrà effettuare l'intervento in più mani.
3. Prima di applicare i sistemi di rinforzo sarà necessario attendere la stagionatura della malta.

RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVETTI E SOLETTE PIENE PLACCAGGIO CON FRP: TESSUTI MAPEWRAP SYSTEM



- 1 | TRAVETTO ESISTENTE
- 2 | RIPRISTINO SEZIONE
- 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 4 | MAPEWRAP 11/12
- 5 | MAPEWRAP 31
- 6 | MAPEWRAP C UNI-AX
- 7 | MAPEWRAP 31
- 8 | QUARZO 1,2
- 9 | PLANITOP 200

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



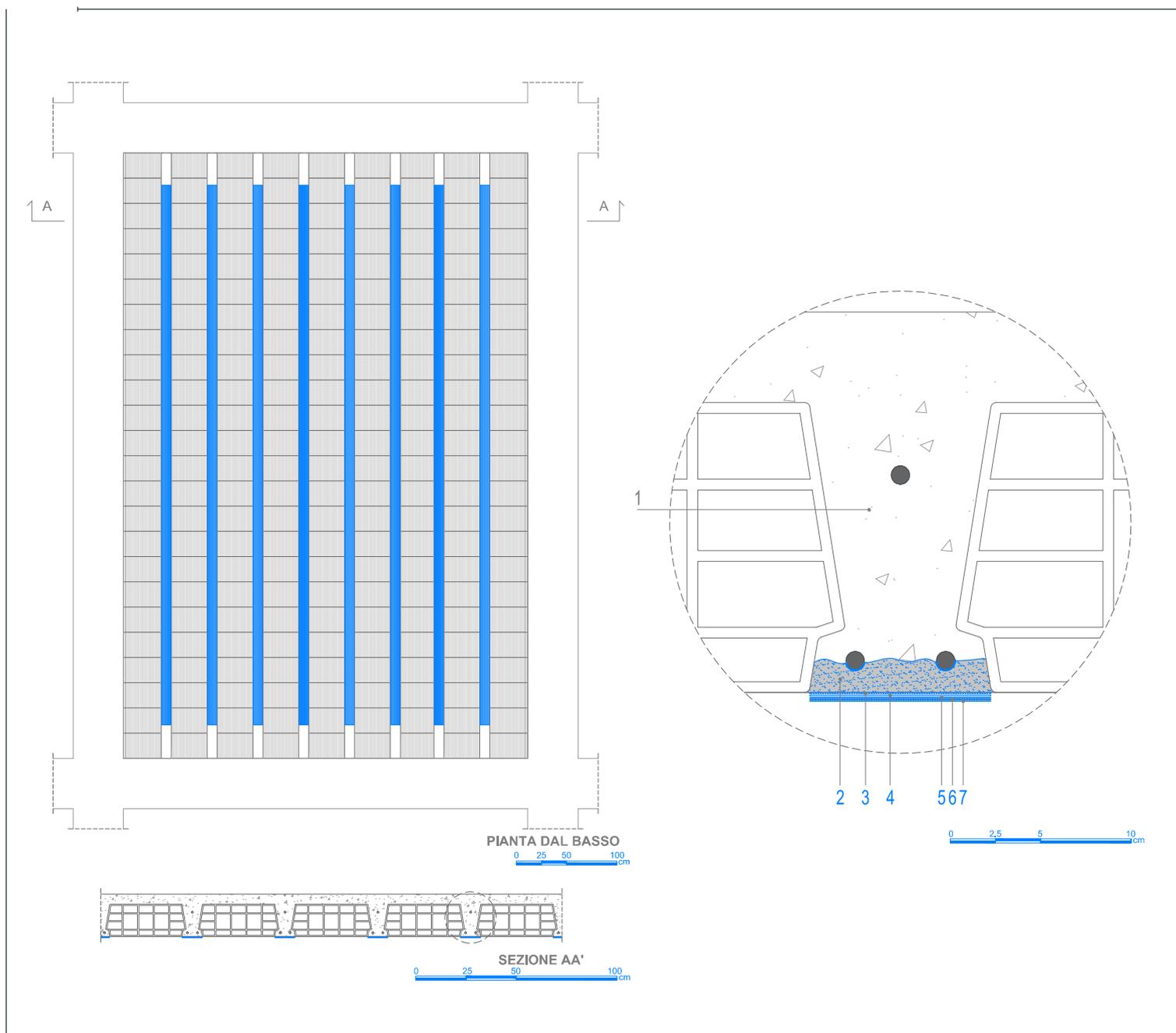
L'intervento di rinforzo a flessione di un solaio si realizza disponendo all'intradosso dei travetti tessuti unidirezionali in fibra di carbonio **MAPEWRAP**, applicati mediante ciclo epossidico.

Dopo aver eseguito la **preparazione del supporto** (SCHEDA 1.A) e le eventuali **operazioni di ripristino** (SCHEDA 1.B) si procede come di seguito descritto:

- Applicare sulla superficie da rinforzare il primer epossidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
- Stendere a spatola, sul primer fresco, uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di stucco epossidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).
- Applicare, sullo stucco epossidico ancora fresco, uno strato di resina epossidica fluida per l'impregnazione dei tessuti **MAPEWRAP 31** (foto C).
- Tagliare con forbici il tessuto **MAPEWRAP C UNI-AX** nella lunghezza desiderata;
- Applicare **MAPEWRAP C UNI-AX** e premerlo con **RULLINO PER MAPEWRAP** al fine di eliminare eventuali bolle d'aria (foto D).
- Applicare un secondo strato di **MAPEWRAP 31** (foto E).
- Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta la resina ancora fresca (foto F).
- Trascorse almeno 24 ore dall'applicazione dei tessuti, procedere alla rasatura con rasanti cementizi della linea **PLANITOP**.

(*) Per un tempo di lavorabilità maggiore è possibile impiegare **MAPEWRAP 12**.





NOTE

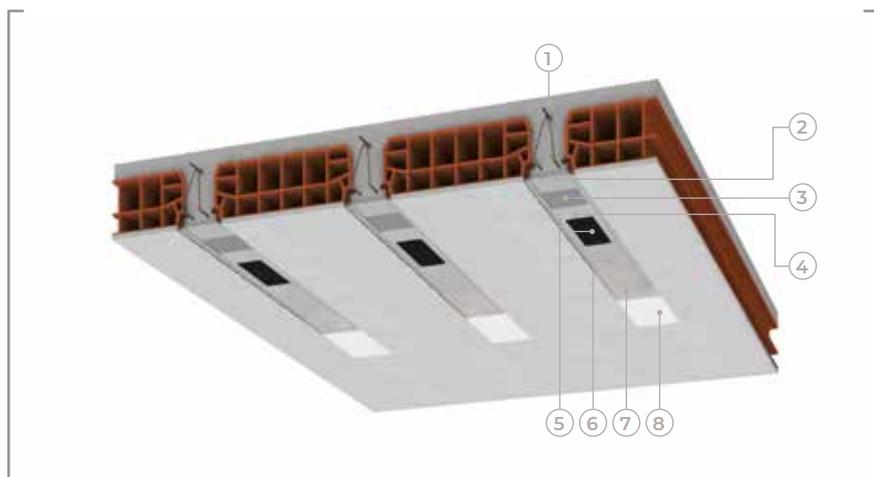
1. Attraverso il software **MAPEI FRP FORMULA**, in conformità al CNR DT 200, è possibile definire le caratteristiche del tessuto **MAPEWRAP UNI-AX** (tipologia di fibra, grammatura, modulo elastico, dimensioni e numero degli strati).
2. Nel caso di applicazione in più strati di tessuto (si consiglia non più di tre) è necessario che questi vengano posizionati direttamente sullo strato di **MAPEWRAP 31** fresco.
3. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** è coperto da Certificato di Valutazione Tecnica all'Impiego CVT come da L.G. di cui al D.P.C.S.LL.PP. n.220 del 09/07/2015.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVETTI E SOLETTE PIENE PLACCAGGIO CON FRP: LAMINE CARBOPLATE SYSTEM



- 1 | TRAVETTO ESISTENTE
- 2 | RIPRISTINO SEZIONE
- 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 4 | MAPEWRAP 11/12
- 5 | CARBOPLATE
- 6 | MAPEWRAP 11/12
- 7 | QUARZO 1,2
- 8 | PLANITOP 200

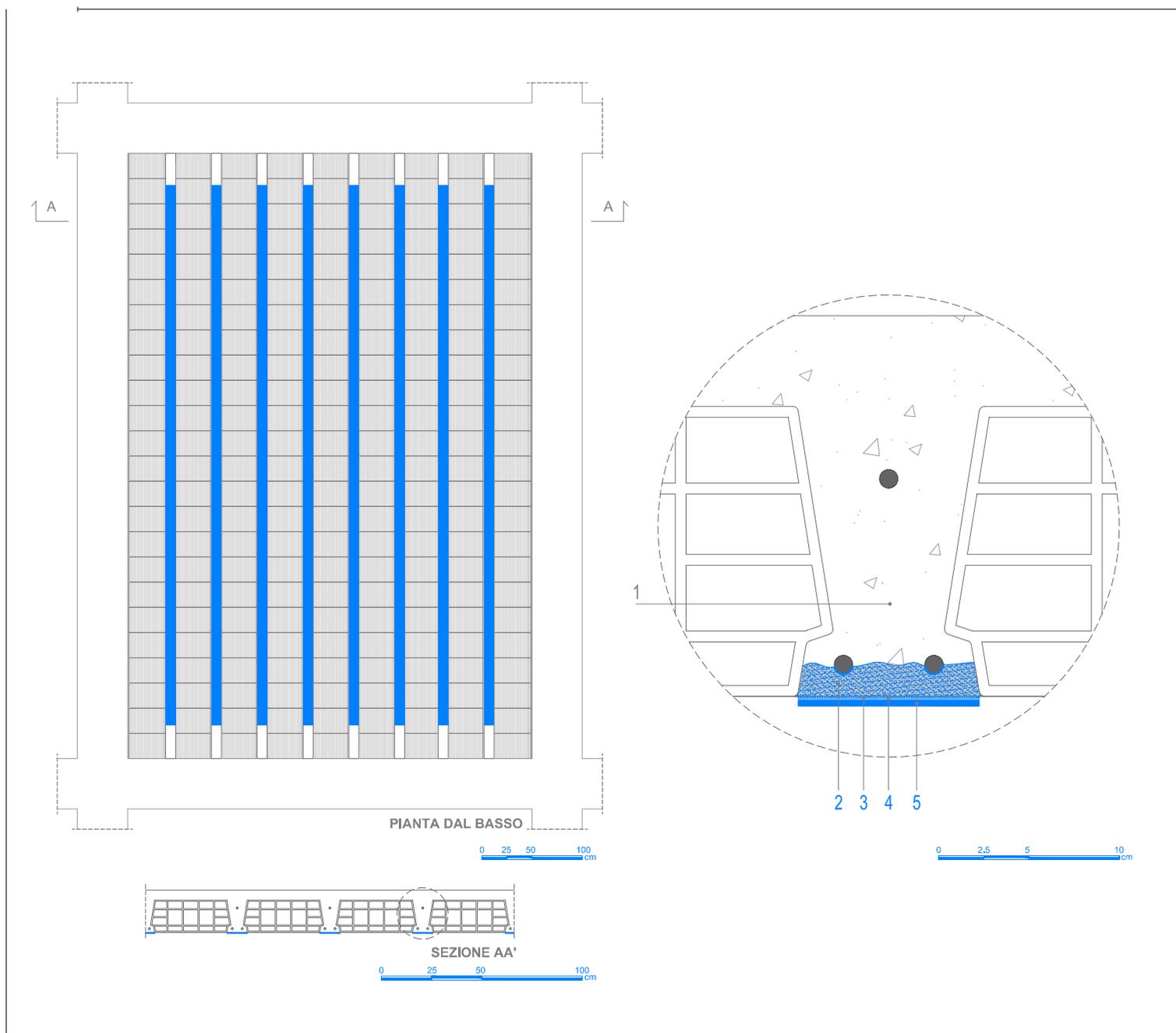
PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



L'intervento di rinforzo a flessione di un solaio si realizza disponendo all'intradosso dei travetti lamine in fibra di carbonio **CARBOPLATE**, applicate mediante ciclo epossidico. Dopo aver eseguito la **preparazione del supporto** (SCHEDA 1.A) e le eventuali **operazioni di ripristino** (SCHEDA 1.B) si procede come di seguito descritto:

- Applicare sulla superficie da rinforzare il primer epossidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
 - Stendere a spatola, sul primer fresco, uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di stucco epossidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** (*) (foto B).
 - Tagliare con flessibile **CARBOPLATE** nella lunghezza desiderata e rimuovere la pellicola protettiva (peel-ply) sul lato della lamina che verrà incollato (foto C).
 - Stendere a spatola **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** su un lato della lamina (foto D).
 - Applicare **CARBOPLATE** e premere con **RULLINO PER MAPEWRAP** al fine di eliminare eventuali bolle d'aria (foto E, F).
 - Applicare, con spatola piana, un ulteriore strato di adesivo epossidico bicomponente tetrattotropico **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** su **CARBOPLATE**.
 - Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta la resina ancora fresca.
 - Trascorse almeno 24 ore dall'applicazione dei tessuti, procedere alla rasatura con rasanti cementizi della linea **PLANITOP**.
- (*) Per un tempo di lavorabilità maggiore è possibile impiegare **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG2**.





NOTE

1. Attraverso il software **MAPEI FRP FORMULA**, in conformità al **CNR DT 200**, è possibile definire le caratteristiche delle lamine **CARBOPLATE** (modulo elastico, dimensioni e numero degli strati).
2. Nel caso di applicazione in più strati di lamine (si consiglia non più di tre) è necessario che queste vengano posizionate direttamente sullo strato di **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** fresco.
3. **CARBOPLATE SYSTEM** è coperto da Certificato di Valutazione Tecnica all'Impiego CVT come da L.G. di cui al D.P.C.S.LL.PP. n.220 del 09/07/2015.

INQUADRA IL QR CODE

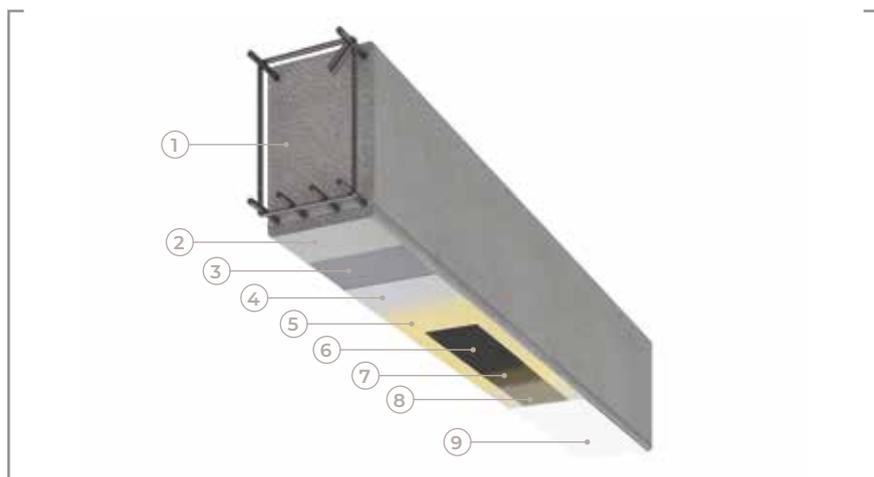
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVI

PLACCAGGIO CON FRP: TESSUTI MAPEWRAP SYSTEM



- 1 | TRAVE ESISTENTE
- 2 | RIPRISTINO SEZIONE
- 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 4 | MAPEWRAP 11/12
- 5 | MAPEWRAP 31
- 6 | MAPEWRAP C UNI-AX
- 7 | MAPEWRAP 31
- 8 | QUARZO 1,2
- 9 | PLANITOP 200

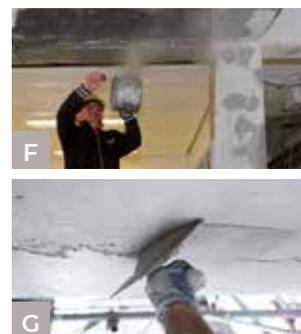
PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

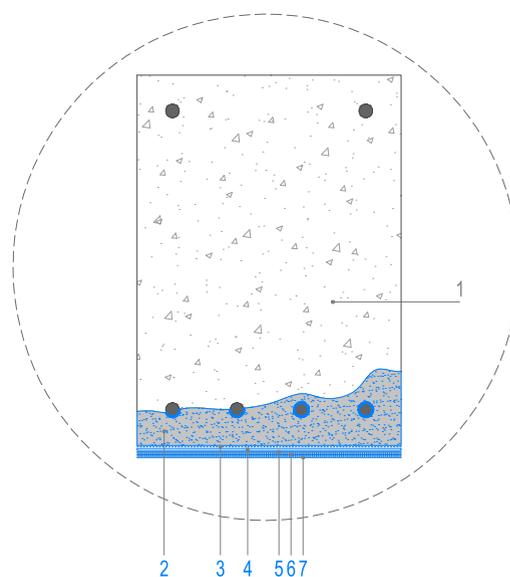
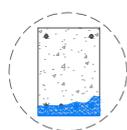
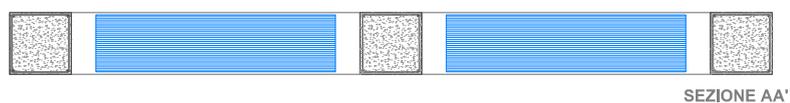
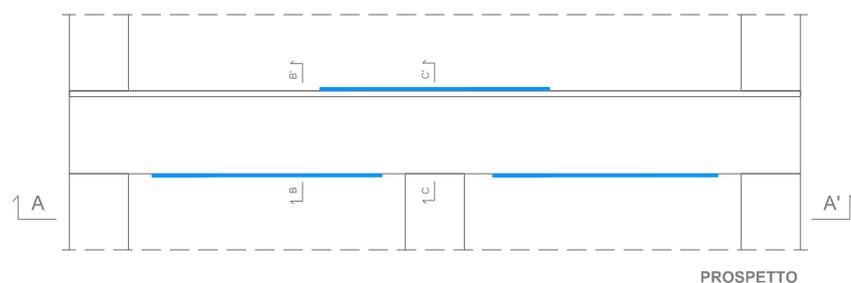


L'intervento di rinforzo a flessione di una trave si realizza disponendo, lungo lo sviluppo longitudinale della stessa, tessuti in fibra di carbonio unidirezionale **MAPEWRAP** applicati mediante ciclo epossidico.

Dopo aver eseguito la **preparazione del supporto** (SCHEDA 1.A) e le eventuali **operazioni di ripristino** (SCHEDA 1.C) si procede come di seguito descritto:

- Applicare sulla superficie da rinforzare il primer epossidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
 - Stendere a spatola, sul primer fresco, uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di stucco epossidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).
 - Applicare, sullo stucco epossidico ancora fresco, uno strato di resina epossidica fluida per l'impregnazione dei tessuti **MAPEWRAP 31** (foto C).
 - Tagliare con forbici il tessuto **MAPEWRAP C UNI-AX** nella lunghezza desiderata.
 - Applicare, **MAPEWRAP C UNI-AX** e premere con **RULLINO PER MAPEWRAP** al fine di eliminare eventuali bolle d'aria (foto D).
 - Applicare un secondo strato di **MAPEWRAP 31** (foto E).
 - Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta la resina ancora fresca (foto F).
 - Trascorse almeno 24 ore dall'applicazione dei tessuti, procedere alla rasatura con rasanti cementizi della linea **PLANITOP** (foto G).
- (*) Per un tempo di lavorabilità maggiore è possibile impiegare **MAPEWRAP 12**.





0 25 50 100 cm

0 10 20 50 cm

NOTE

1. Attraverso il software **MAPEI FRP FORMULA**, in conformità al CNR DT 200, è possibile definire le caratteristiche del tessuto **MAPEWRAP UNI-AX** (tipologia di fibra, grammatura, modulo elastico, dimensioni e numero degli strati).
2. Nel caso di applicazione in più strati di tessuto (si consiglia non più di tre) è necessario che questi vengano posizionati direttamente sullo strato **di MAPEWRAP 31** fresco.
3. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** è coperto da Certificato di Valutazione Tecnica all'Impiego CVT come da L.G. di cui al D.P.C.S.LL.PP. n.220 del 09/07/2015.

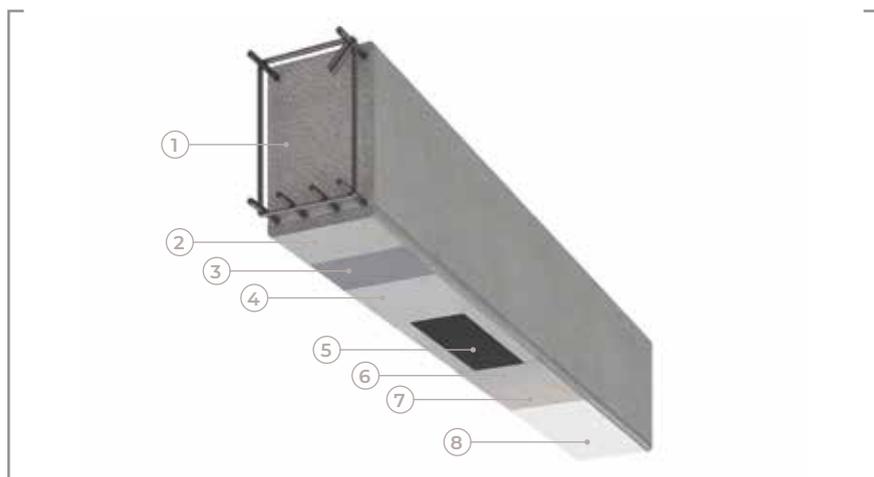
INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVI

PLACCAGGIO CON FRP: LAMINE CARBOPLATE SYSTEM



- 1 | TRAVE ESISTENTE
- 2 | RIPRISTINO SEZIONE
- 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 4 | MAPEWRAP 11/12
- 5 | CARBOPLATE
- 6 | MAPEWRAP 11/12
- 7 | QUARZO 1,2
- 8 | PLANITOP 200

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

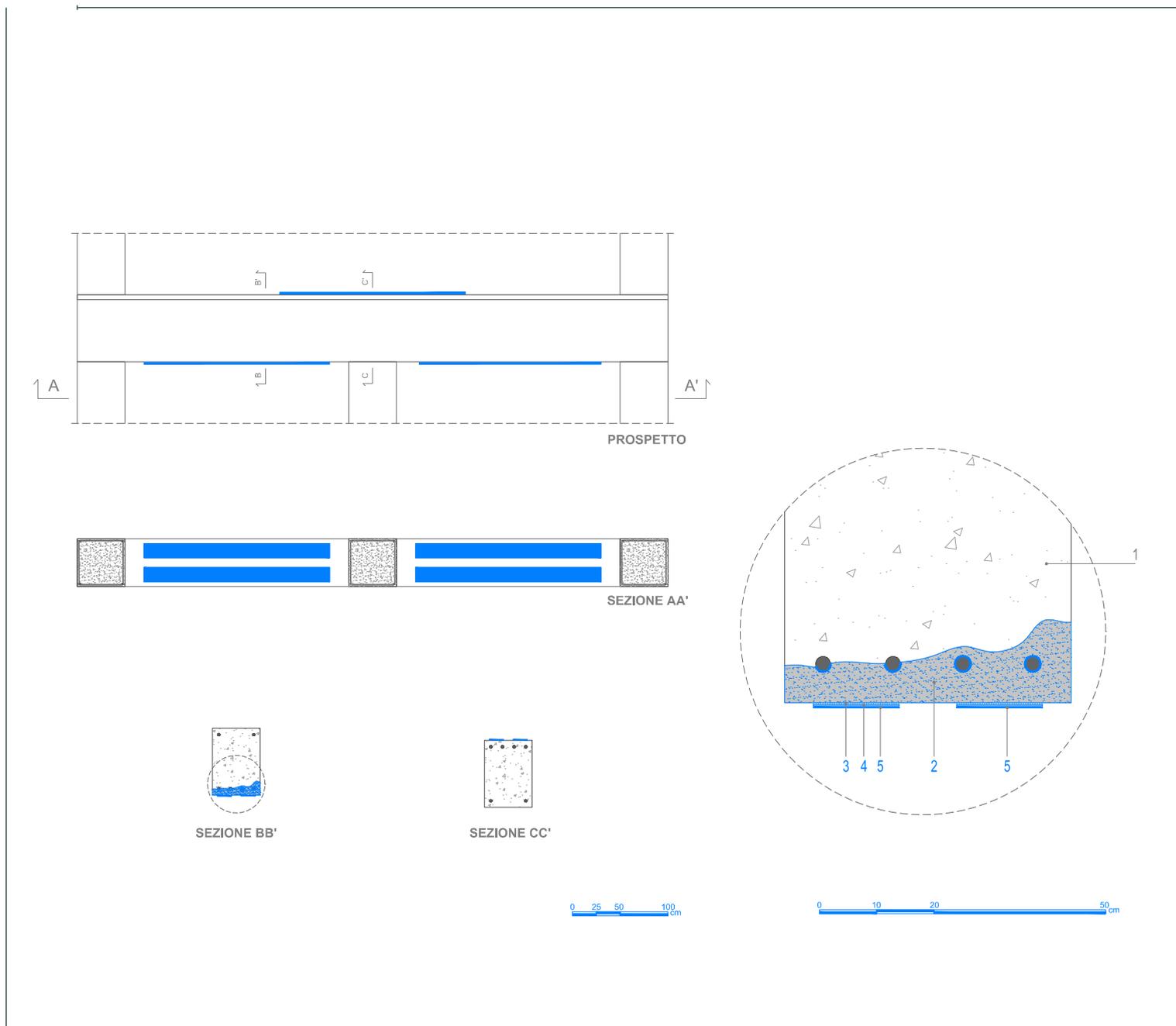


L'intervento di rinforzo a flessione di una trave si realizza disponendo, lungo lo sviluppo longitudinale della stessa, lamine in fibra di carbonio **CARBOPLATE**, applicate mediante ciclo epossidico.

Dopo aver eseguito la preparazione del supporto (SCHEDA 1.A) e le eventuali operazioni di ripristino (SCHEDA 1.C) si procede come di seguito descritto:

- Applicare sulla superficie da rinforzare il primer epossidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
 - Stendere a spatola, sul primer fresco, uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di stucco epossidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** (*) (foto B).
 - Tagliare con flessibile **CARBOPLATE** nella lunghezza desiderata (foto C).
 - Stendere a spatola **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** su un lato della lamina (foto D).
 - Applicare **CARBOPLATE** e passare con **RULLINO PER MAPEWRAP** al fine di eliminare eventuali bolle d'aria (foto E).
 - Applicare, con spatola piana, un ulteriore strato di adesivo epossidico bicomponente tissotropico **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** su **CARBOPLATE** (foto F).
 - Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta la resina fresca (foto G).
 - Trascorse almeno 24 ore dall'applicazione dei tessuti, procedere alla rasatura con rasanti cementizi della linea **PLANITOP** (foto H).
- (*) Per un tempo di lavorabilità maggiore è possibile impiegare **MAPEWRAP 12** ovvero **ADESILEX PG2**.





NOTE

1. Attraverso il software **MAPEI FRP FORMULA**, in conformità al **CNR DT 200**, è possibile definire le caratteristiche delle lamine **CARBOPLATE** (modulo elastico, dimensioni e numero degli strati).
2. Nel caso di applicazione in più strati di lamine (si consiglia non più di tre) è necessario che queste vengano posizionate direttamente sullo strato di **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** fresco.
3. **CARBOPLATE SYSTEM** è coperto da Certificato di Valutazione Tecnica all'Impiego CVT come da L.G. di cui al D.P.C.S.LL.PP. n.220 del 09/07/2015.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVI INCAMICIATURA MEDIANTE HPC SYSTEM: PLANITOP HPC



PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



L'intervento di rinforzo a flessione di una trave in c.a. può essere eseguito mediante incamiciatura con il microcalcestruzzo **PLANITOP HPC** come di seguito descritto:

→ Irruvidire la superficie delle travi mediante scarifica meccanica o idroscarifica, al fine di ottenere una rugosità sufficiente per garantire l'aderenza tra calcestruzzo di base e **PLANITOP HPC**. Si consiglia una superficie con scabrezza di almeno 5 mm (foto A).

→ Aspirare le superfici da ripristinare, in modo da eliminare completamente qualsiasi frammento presente.

→ Procedere, in presenza ferri di armatura a vista, alla loro spazzolatura e alla successiva passivazione mediante applicazione a pennello di doppia mano di malta cementizia anticorrosiva monocomponente **MAPEFER 1K** o bicomponente **MAPEFER**, per prevenire nuovi fenomeni di corrosione.

→ Casserare a tenuta le travi. Bagnare a saturazione con acqua il supporto ma con superficie asciutta (s.s.a.) (foto B).

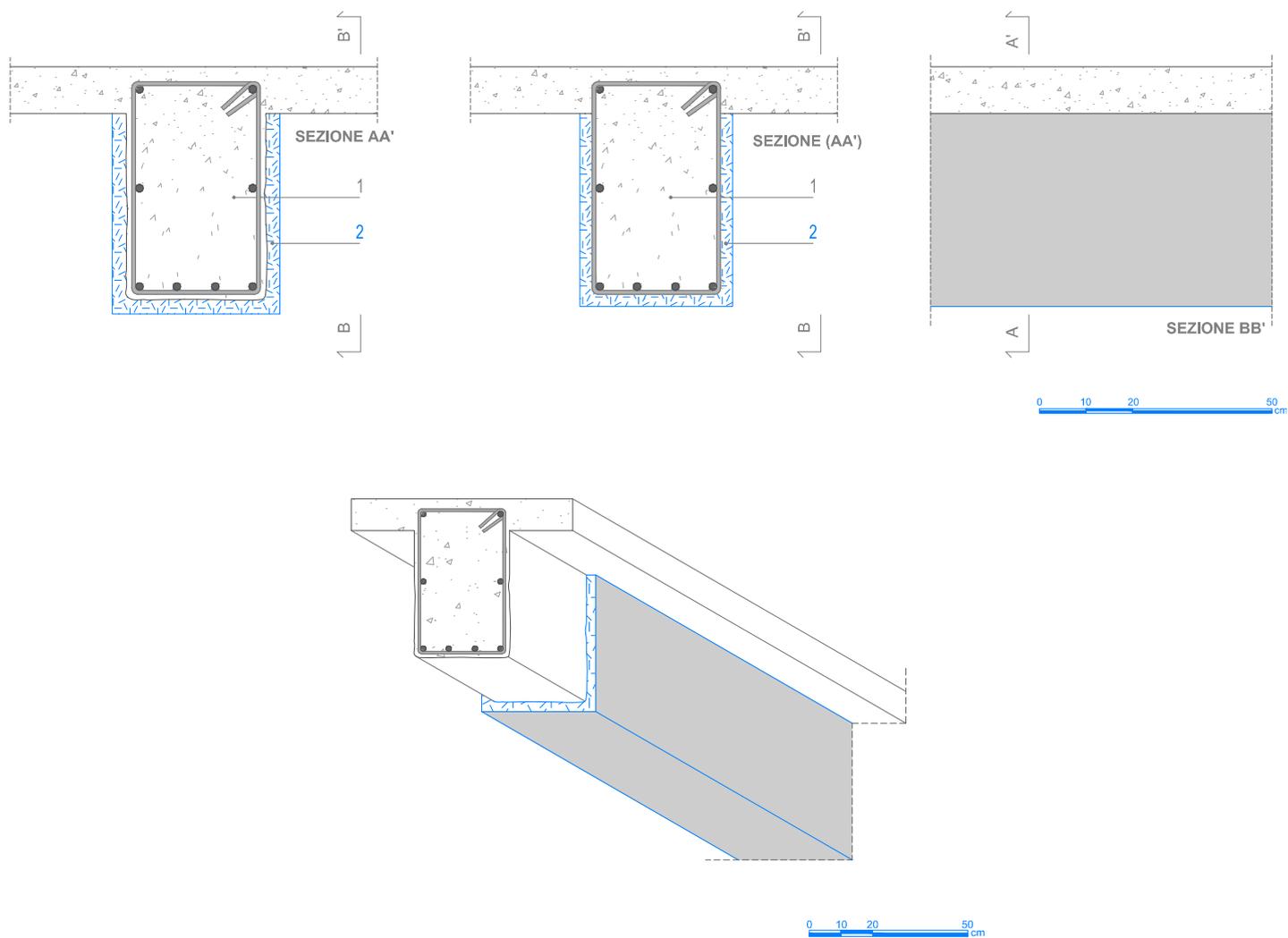
→ Miscelare in betoniera a bicchiere il **PLANITOP HPC**.

→ Gettare all'interno del cassero **PLANITOP HPC**.

→ Attendere almeno 72 ore prima di procedere alla scasseratura (foto C).

→ Procedere alla rasatura con rasanti cementizi della linea **PLANITOP** ad indurimento avvenuto della malta.





↓ NOTE

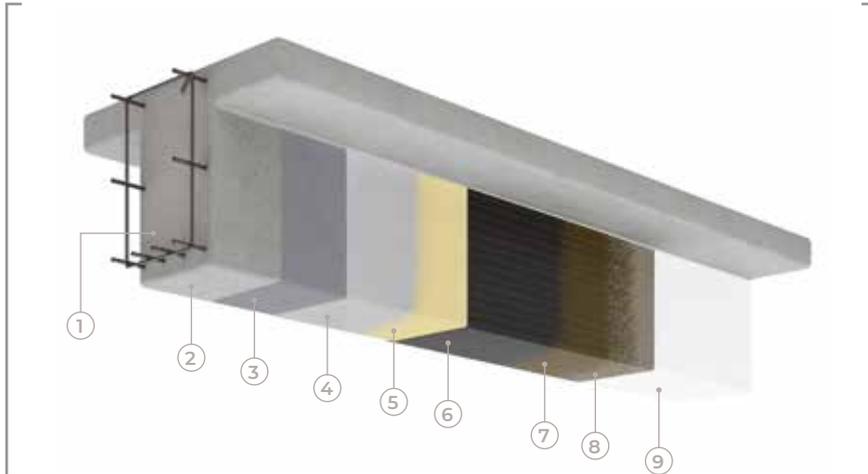
1. Attraverso il software **MAPEI HPC FORMULA**, in conformità al **CNR DT 204**, è possibile definire lo spessore di **PLANITOP HPC** necessario.
2. L'intervento di rinforzo con il **PLANITOP HPC** non richiede necessariamente l'impiego di armatura tradizionale.
3. **PLANITOP HPC** risponde ai requisiti richiesti dalla **UNI EN 1504-3** come malta strutturale di classe R4.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO A TAGLIO DI TRAVI PLACCAGGIO CON FRP: TESSUTI MAPEWRAP SYSTEM



- 1 | TRAVE ESISTENTE
- 2 | RIPRISTINO SEZIONE
- 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 4 | MAPEWRAP 11/12
- 5 | MAPEWRAP 31
- 6 | MAPEWRAP C UNI-AX
- 7 | MAPEWRAP 31
- 8 | QUARZO 1,2
- 9 | PLANITOP 200

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

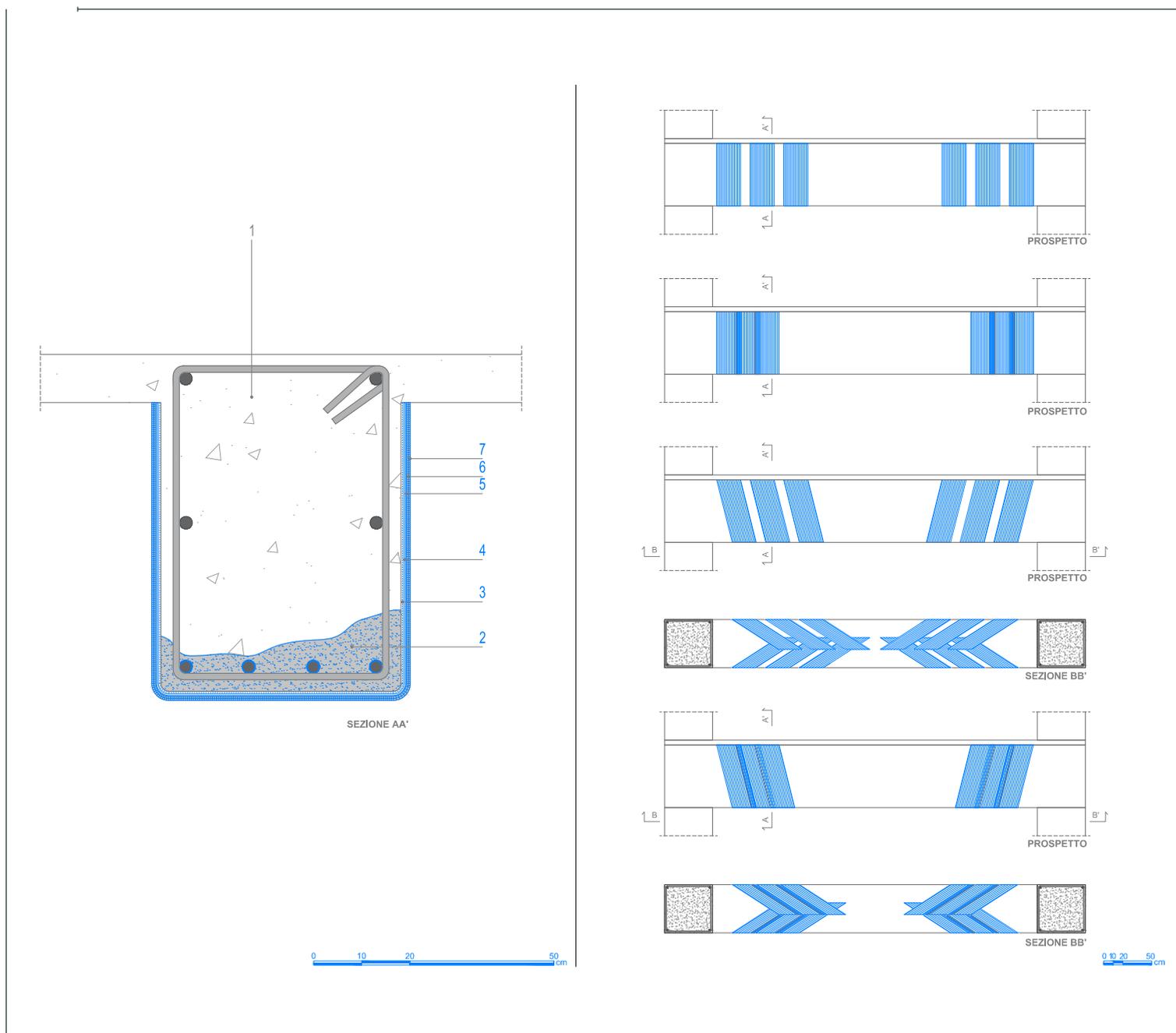


L'intervento di rinforzo a taglio di una trave si realizza disponendo, ortogonalmente allo sviluppo longitudinale della stessa, tessuti in fibra di carbonio unidirezionale **MAPEWRAP**, applicati mediante ciclo epossidico.

Dopo aver eseguito la **preparazione del supporto** (SCHEDA 1.A), arrotondando gli spigoli vivi della trave con un raggio di curvatura di almeno 20 mm, e le **operazioni di ripristino** (SCHEDA 1.C) si procede come di seguito descritto.

- Applicare sulla superficie da rinforzare il primer epossidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
 - Stendere a spatola, sul primer fresco, uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di stucco epossidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).
 - Applicare sullo stucco epossidico ancora fresco, uno strato di resina epossidica fluida per l'impregnazione dei tessuti, **MAPEWRAP 31** (foto C).
 - Tagliare con forbici il tessuto **MAPEWRAP C UNI-AX** nella lunghezza desiderata.
 - Applicare fogli adiacenti di tessuto **MAPEWRAP C UNI-AX** disposti come staffe aperte con la tipica conformazione ad U o in avvolgimento completo, disponendo le fasce di tessuto ortogonalmente all'asse longitudinale della trave. Premere con **RULLINO PER MAPEWRAP** al fine di eliminare eventuali bolle d'aria (foto D, E).
 - Applicare un secondo strato di **MAPEWRAP 31** (foto F).
 - Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta la resina fresca (foto G).
 - Trascorse almeno 24 ore dall'applicazione dei tessuti, procedere alla rasatura con rasanti cementizi della linea **PLANITOP**.
- (*) Per un tempo di lavorabilità maggiore è possibile impiegare **MAPEWRAP 12**.





NOTE

1. Attraverso il software **MAPEI FRP FORMULA**, in conformità al CNR DT 200, è possibile definire le caratteristiche del tessuto **MAPEWRAP UNI-AX** (tipologia di fibra, grammatura, modulo elastico, dimensioni, inclinazione, passo e numero degli strati).
2. Nel caso di applicazione in più strati di tessuto (si consiglia non più di tre) è necessario che questi vengano posizionati direttamente sullo strato di **MAPEWRAP 31** fresco.
3. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** è coperto da Certificato di Valutazione Tecnica all'Impiego CVT come da L.G. di cui al D.P.C.S.LL.PP. n.220 del 09/07/2015.

INQUADRA IL QR CODE

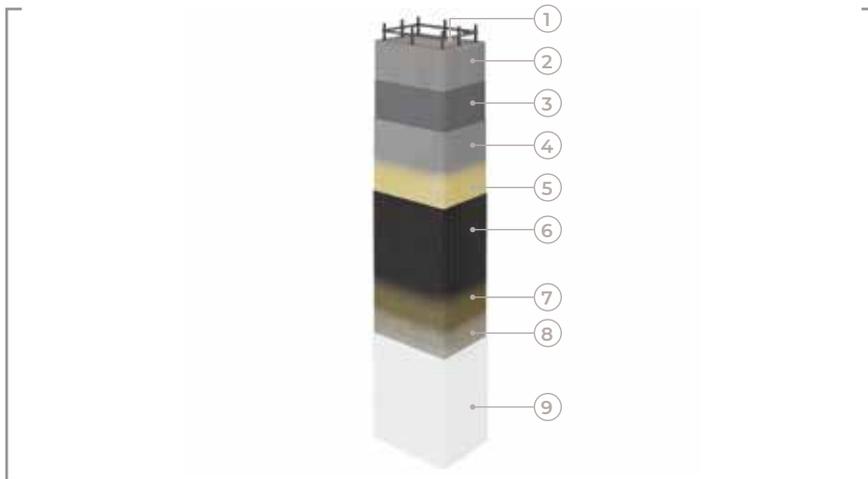
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI PILASTRI

FASCIATURA DEI PILASTRI PER INCREMENTARE IL CONFINAMENTO E IL TAGLIO MEDIANTE FRP: TESSUTI MAPEWRAP SYSTEM



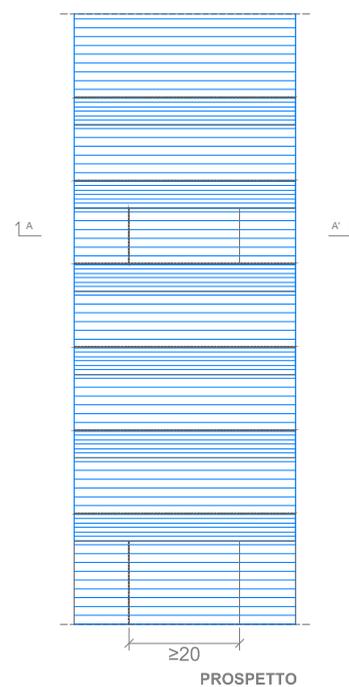
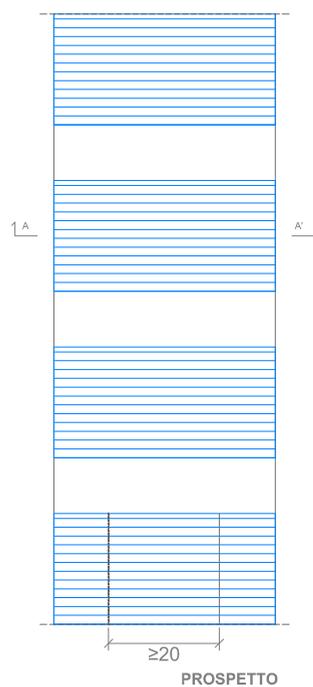
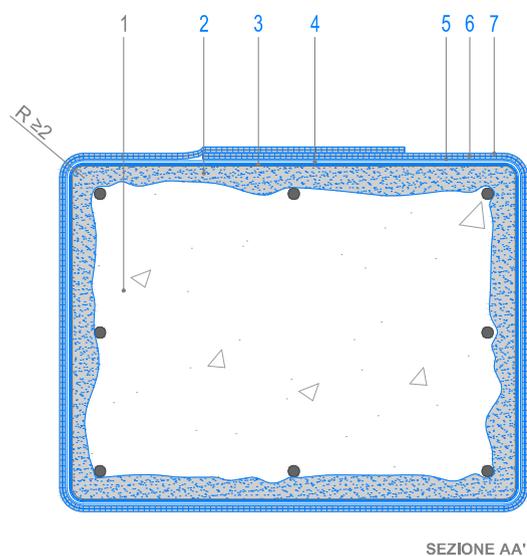
PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



L'intervento di rinforzo di pilastri (a taglio o per confinamento) si realizza disponendo, ortogonalmente allo sviluppo longitudinale degli stessi, tessuti in fibra di carbonio unidirezionali **MAPEWRAP** applicati mediante ciclo epossidico. Dopo aver eseguito la preparazione del supporto (SCHEDA 1.A), arrotondando gli spigoli vivi dei pilastri con raggio di curvatura di almeno 20 mm, e le eventuali operazioni di ripristino (SCHEDA 1.C) si procede come di seguito descritto:

- Applicare sulla superficie da rinforzare il primer epossidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
 - Stendere a spatola, sul primer fresco, uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di stucco epossidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).
 - Applicare sullo stucco epossidico ancora fresco, uno strato di resina epossidica fluida per l'impregnazione dei tessuti **MAPEWRAP 31** (foto C).
 - Tagliare con forbici il tessuto **MAPEWRAP C UNI-AX** nella lunghezza desiderata.
 - Fasciare il pilastro mediante fogli di tessuto **MAPEWRAP C UNI-AX** disposti ortogonalmente all'asse longitudinale dello stesso ed in forma di anello chiuso. Passaggio con **RULLINO PER MAPEWRAP** al fine di eliminare eventuali bolle d'aria (foto D).
 - Applicare un secondo strato di **MAPEWRAP 31** (foto E).
 - Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta la resina fresca (foto F).
 - Trascorse almeno 24 ore dall'applicazione dei tessuti, procedere alla rasatura con rasanti cementizi della linea **PLANITOP**.
- (*) Per un tempo di lavorabilità maggiore è possibile impiegare **MAPEWRAP 12**.





NOTE

1. Attraverso il software **MAPEI FRP FORMULA**, in conformità al CNR DT 200, è possibile definire le caratteristiche del tessuto **MAPEWRAP UNI-AX** (tipologia di fibra, grammatura, modulo elastico, dimensioni, passo e numero degli strati).
2. Nel caso di applicazione in più strati di tessuto (si consiglia non più di tre) è necessario che questi vengano posizionati direttamente sullo strato di **MAPEWRAP 31** fresco.
3. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** è coperto da Certificato di Valutazione Tecnica all'Impiego CVT come da L.G. di cui al D.P.C.S.LL.PP. n.220 del 09/07/2015.

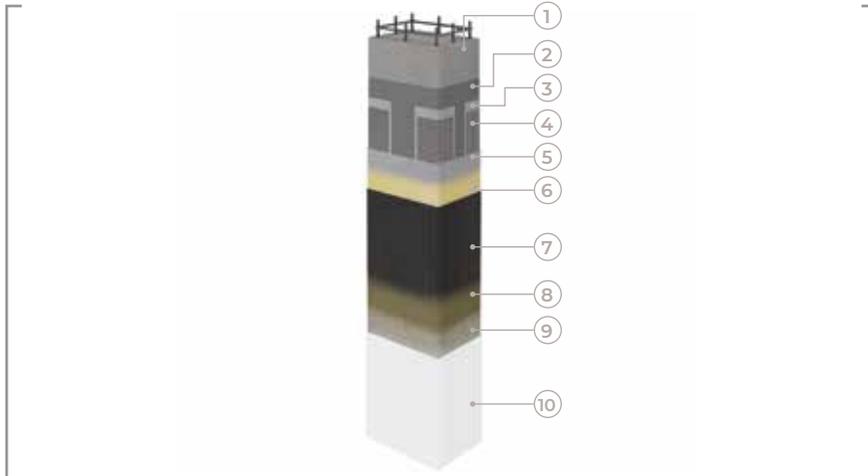
INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI PILASTRI

RINFORZO A PRESSO-FLESSIONE MEDIANTE PLACCAGGIO CON FRP: TESSUTI MAPEWRAP SYSTEM



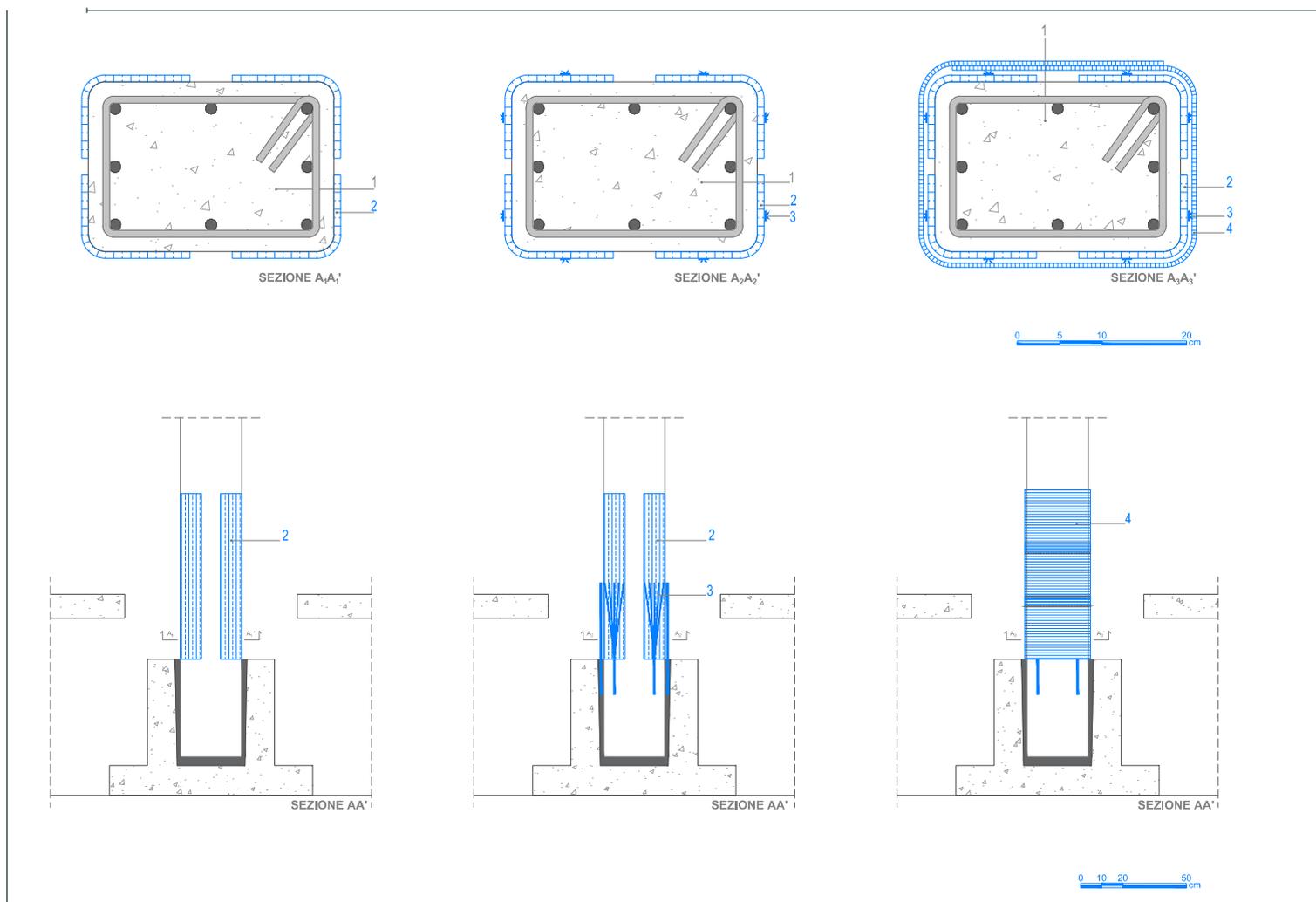
PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



L'intervento di rinforzo a presso-flessione di pilastri si realizza disponendo, longitudinalmente ed ortogonalmente allo sviluppo degli stessi, tessuti in fibra di carbonio unidirezionali **MAPEWRAP** applicati mediante ciclo epossidico. Dopo aver eseguito la **preparazione del supporto** (SCHEDA 1.A), arrotondando gli spigoli vivi dei pilastri con raggio di curvatura di almeno 20 mm, e eseguito le eventuali **operazioni di ripristino** (SCHEDA 1.C) si procede come di seguito descritto:

- Eseguire fori alla base del pilastro in fondazione (*) (foto A).
- Applicare sulla superficie da rinforzare il primer epossidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto B).
- Stendere a spatola, sul primer fresco, uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di stucco epossidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (**) (foto C).
- Applicare lungo lo sviluppo longitudinale del pilastro fogli di tessuto **MAPEWRAP S FABRIC** partendo dalla base del pilastro. Tale operazione può essere estesa per tutta l'altezza del pilastro (foto D).
- Applicare un secondo strato di stucco epossidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto E).
- Inserire nei fori il fissaggio chimico epossidico **MAPEFIX EP 385** per innestare i fiocchi-connettori realizzati mediante porzioni di **MAPEWRAP S FABRIC** (foto F).
- Posizionare all'interno dei fori i fiocchi-connettori di **MAPEWRAP S FABRIC** (foto G).
- Sfioccare i fiocchi-connettori sul tessuto precedentemente posato. Il fiocco dovrà penetrare completamente all'interno del foro eseguito e proseguire lungo il pilastro per una lunghezza non inferiore a 70 cm (foto H).
- Impregnare la parte esterna del fiocco-connettore con **MAPEWRAP 11** (foto I).
- Applicare, sullo stucco epossidico ancora fresco, uno strato di resina epossidica fluida per l'impregnazione dei tessuti **MAPEWRAP 31** (foto J).
- Tagliare con forbici il tessuto **MAPEWRAP C UNI-AX** nella lunghezza desiderata.
- Applicare, sullo strato di resina **MAPEWRAP 31** ancora fresco, in sequenza verticale continua, fasce di confinamento in forma di anello chiuso di tessuto





unidirezionale in fibra di carbonio **MAPEWRAP C UNI-AX** disponendolo ortogonalmente all'asse longitudinale del pilastro. Premere con **RULLINO PER MAPEWRAP** al fine di eliminare eventuali bolle d'aria. I tessuti devono essere applicati garantendo una sovrapposizione dei singoli fogli di 20 cm in orizzontale e 5 cm in verticale (foto K).

→ Applicare un ulteriore strato di **MAPEWRAP 31** (foto L).

→ Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta la resina fresca (foto M).

→ Procedere alla rasatura con rasanti cementizi della linea **PLANITOP**, trascorse almeno 24 ore dall'applicazione dei tessuti (foto N).

(*) Il numero di fori da realizzare viene definito dal calcolo
 (***) Per un tempo di lavorabilità maggiore è possibile impiegare **MAPEWRAP 12**.

↓ NOTE

1. Attraverso il software **MAPEI FRP FORMULA**, in conformità al CNR DT 200, è possibile definire le caratteristiche di **MAPEWRAP C UNI-AX** (tipologia di fibra, grammatura, modulo elastico, dimensioni, passo e numero degli strati).
2. In alternativa al **MAPEWRAP S FABRIC** è possibile impiegare il tessuto **MAPEWRAP C UNI-AX** oppure le lamine **CARBOPLATE**.
3. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** è coperto da Certificato di Valutazione Tecnica all'Impiego CVT come da L.G. di cui al D.P.C.S.LL.PP. n.220 del 09/07/2015.

INQUADRA IL QR CODE

e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI PILASTRI

INCAMICIATURA MEDIANTE HPC SYSTEM: PLANITOP HPC



- 1 | PILASTRO ESISTENTE
- 2 | PLANITOP HPC
- 3 | BARRE DI COLLEGAMENTO
- 4 | PLANITOP 200

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



L'intervento di rinforzo di pilastri in c.a. può essere eseguito mediante incamiciatura con il microcalcestruzzo **PLANITOP HPC** come di seguito descritto:

→ Irruvidire la superficie dei pilastri mediante scarifica meccanica o idroscarifica, al fine di ottenere una rugosità sufficiente per garantire l'aderenza tra calcestruzzo di base e calcestruzzo fibrorinforzato. Si consiglia una superficie con scabrezza di almeno 5 mm (foto A).

Aspirare le superfici da ripristinare, in modo da eliminare completamente qualsiasi frammento presente.

Procedere, in presenza ferri di armatura a vista, alla loro spazzolatura e alla successiva passivazione mediante applicazione a pennello di doppia mano di malta cementizia anticorrosiva monocomponente **MAPEFER 1K** o bicomponente **MAPEFER** per prevenire nuovi fenomeni di corrosione.

→ Casserare a tenuta i pilastri e bagnare a saturazione con acqua il supporto ma a superficie asciutta (s.s.a.) (foto B).

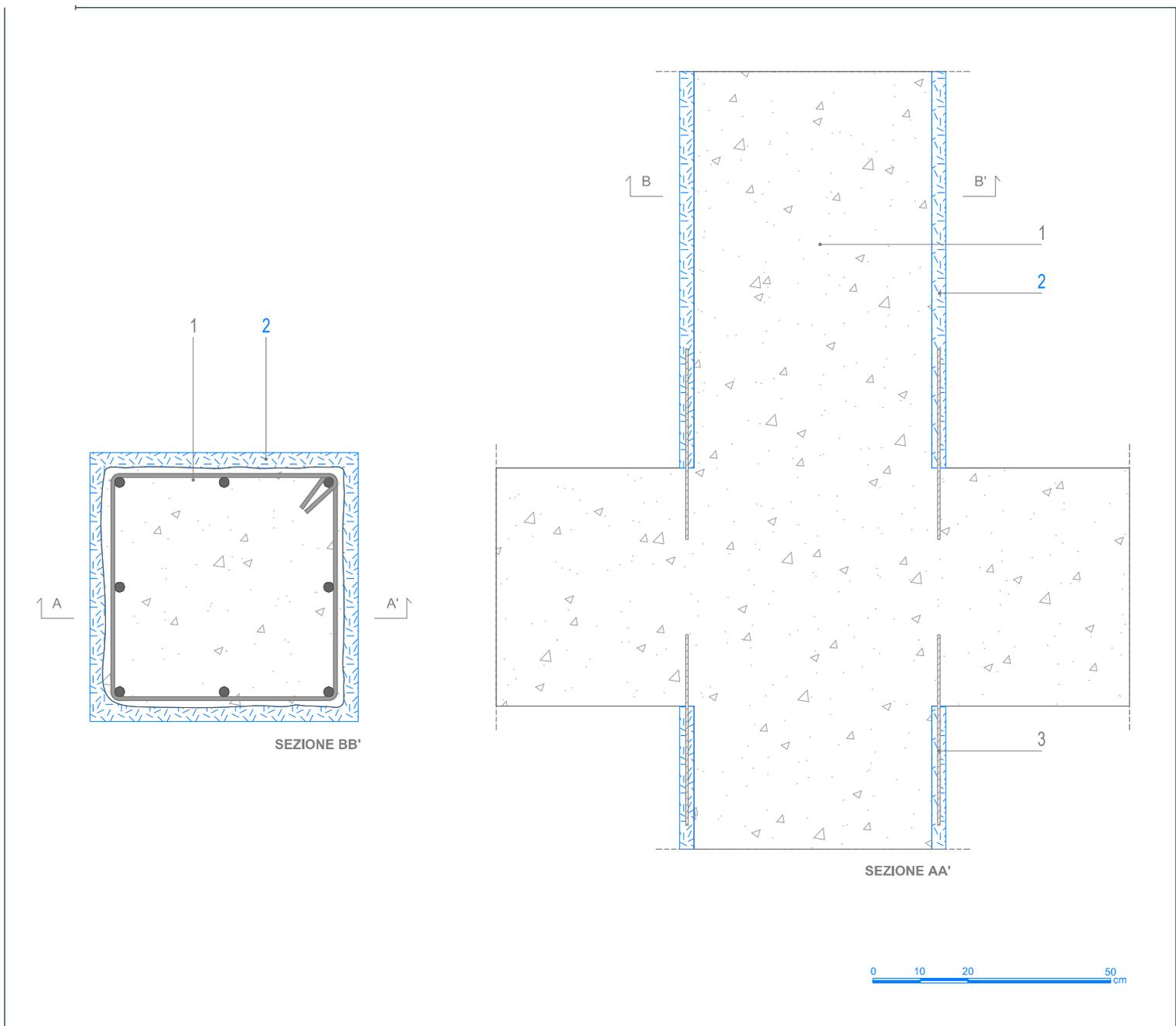
→ Miscelare in betoniera a bicchiere il **PLANITOP HPC**.

→ Gettare all'interno del cassero **PLANITOP HPC**.

→ Attendere almeno 72 ore prima di procedere alla scasseratura (foto C).

→ Procedere alla rasatura con rasanti cementizi della Linea **PLANITOP** ad avvenuto indurimento della malta.





↓ NOTE

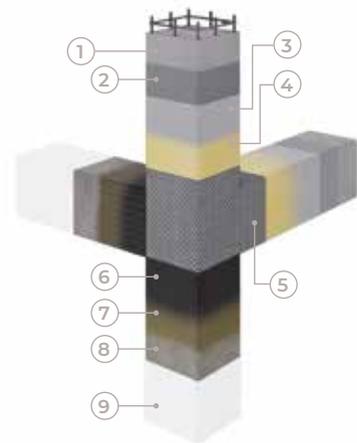
1. Attraverso il software **MAPEI HPC FORMULA**, in conformità al **CNR DT 204**, è possibile definire lo spessore di **PLANITOP HPC** necessario
2. L'intervento di rinforzo con il **PLANITOP HPC** non richiede necessariamente l'impiego di armatura tradizionale.
3. **PLANITOP HPC** risponde ai requisiti richiesti dalla **UNI EN 1504-3** come malta strutturale di classe R4.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI NODI TRAVE-PILASTRO D'ANGOLO PLACCAGGIO CON FRP: TESSUTI MAPEWRAP SYSTEM



- 1 | STRUTTURA IN C.A. ESISTENTE
- 2 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 3 | MAPEWRAP 11/12
- 4 | MAPEWRAP 31
- 5 | MAPEWRAP C QUADRI-AX
- 6 | MAPEWRAP C UNI-AX
- 7 | MAPEWRAP 31
- 8 | QUARZO 1,2
- 9 | PLANITOP 200

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

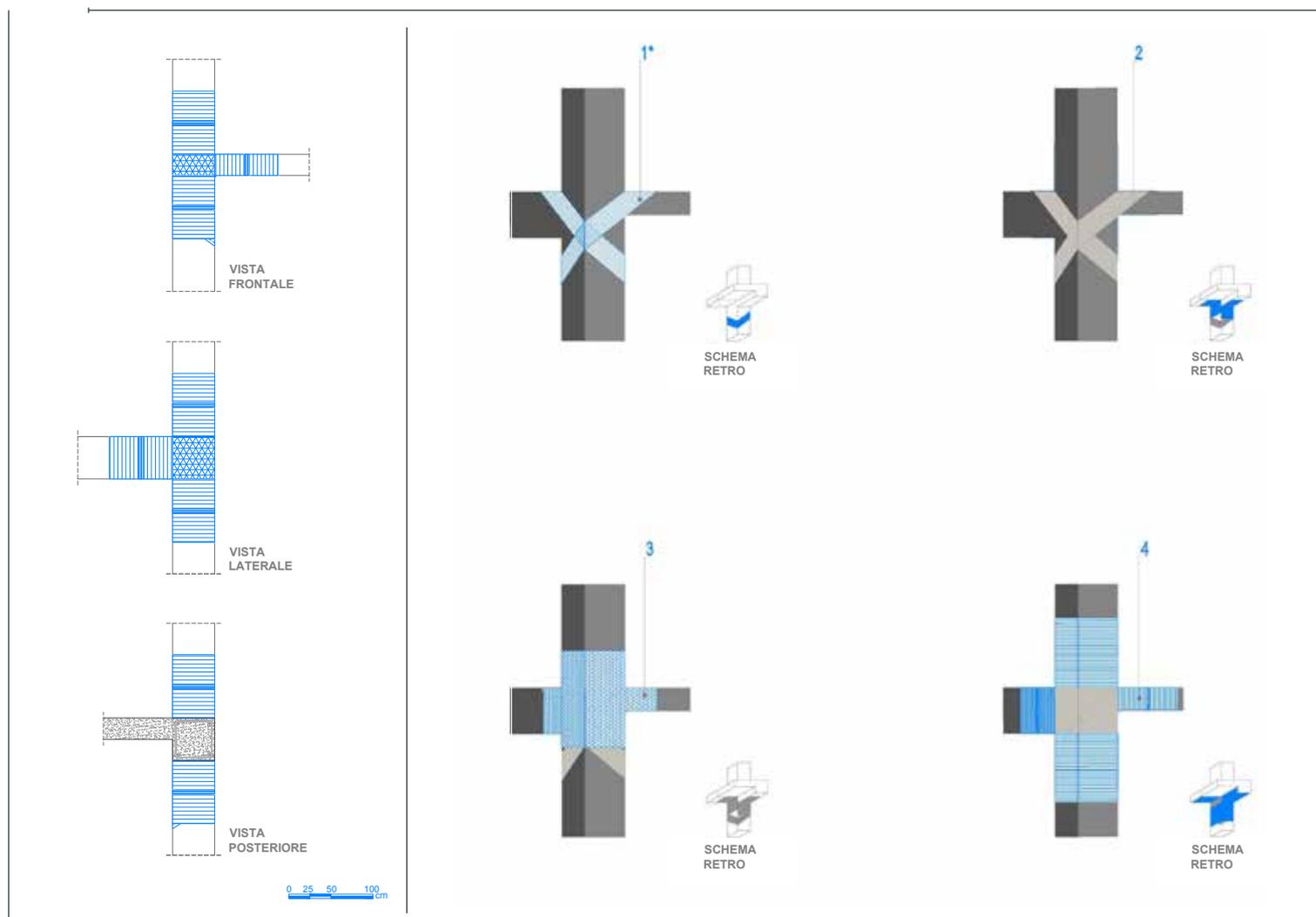


L'intervento di rinforzo a taglio di nodi trave-pilastro in c.a. si realizza disponendo, secondo le diverse configurazioni, tessuti in fibra di carbonio **MAPEWRAP** applicati mediante ciclo epossidico.

Dopo aver eseguito la preparazione del supporto (SCHEDA 1.A), arrotondando gli spigoli vivi dei pilastri e delle travi convergenti nel nodo con raggio di curvatura di almeno 20 mm, l'asportazione delle polveri, le eventuali operazioni di ripristino (SCHEDA 1.C), si procede come di seguito descritto:

- Applicare sulla superficie da rinforzare il primer epossidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A, B).
- Stendere a spatola, sul primer fresco, uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di stucco epossidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto C, D).
- Applicare sullo stucco epossidico ancora fresco, uno strato di resina epossidica fluida per l'impregnazione dei tessuti, **MAPEWRAP 31** (foto E).
- Tagliare con forbici i tessuti **MAPEWRAP C** nelle lunghezze desiderate.
- Applicare all'attacco tra la colonna e la trave angolari di tessuto unidirezionale in fibra di carbonio ad alta resistenza **MAPEWRAP C UNI-AX** (o tessuto quadriassiale **MAPEWRAP C QUADRI-AX**) impregnandolo con **MAPEWRAP 31** (foto F).
- Disporre fasce di tessuto **MAPEWRAP C QUADRI-AX** sul pannello centrale del nodo (foto G).
- Applicare un secondo strato di **MAPEWRAP 31** sui tessuti applicati (foto H).
- Fasciare le porzioni terminali del pilastro convergenti nel nodo, mediante tessuti unidirezionali in fibra di carbonio **MAPEWRAP C UNI-AX**. Il tessuto deve essere applicato in forma di anello chiuso e garantendo una sovrapposizione delle fasce anulari di 5 cm in verticale e di 20 cm in orizzontale (foto I).
- Applicare un secondo strato di **MAPEWRAP 31** sui tessuti applicati (foto J).





→ Fasciare le porzioni terminali delle travi convergenti nel nodo, mediante **MAPEWRAP C UNI-AX** disponendolo a forma di staffe aperte con la tipica conformazione ad "U" (foto K).

→ Applicare un secondo strato di **MAPEWRAP 31** sui tessuti applicati (foto L).

→ Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta la resina fresca (foto M).

→ Trascorse almeno 24 ore dall'applicazione dei tessuti, procedere alla rasatura con rasanti cementizi della Linea **PLANITOP**.

↓ NOTE

1. Attraverso il software **MAPEI FRP FORMULA**, in conformità al CNR DT 200, è possibile definire le caratteristiche del tessuto **MAPEWRAP UNI-AX** (tipologia di fibra, grammatura, modulo elastico, dimensioni, inclinazione, passo e numero degli strati).

2. Nel caso di applicazione in più strati di tessuto (si consiglia non più di tre) è necessario che questi vengano posizionati direttamente sullo strato di **MAPEWRAP 31** fresco.

3. Prima dell'applicazione di **MAPEWRAP C QUADRI-AX** sul nodo è possibile applicare nella zona di intersezione trave-pilastro una doppia fascia di tessuto **MAPEWRAP S FABRIC** incrociato con angolo di circa 45°, al fine di assorbire il potenziale martellamento riconducibile all'azione dei tamponamenti durante un evento sismico.

4. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** è coperto da Certificato di Valutazione Tecnica all'Impiego CVT come da L.G. di cui al D.P.C.S.LL.PP. n.220 del 09/07/2015.

INQUADRA IL QR CODE

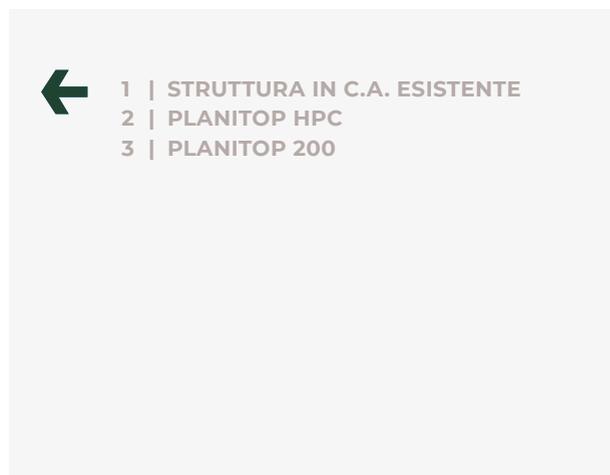
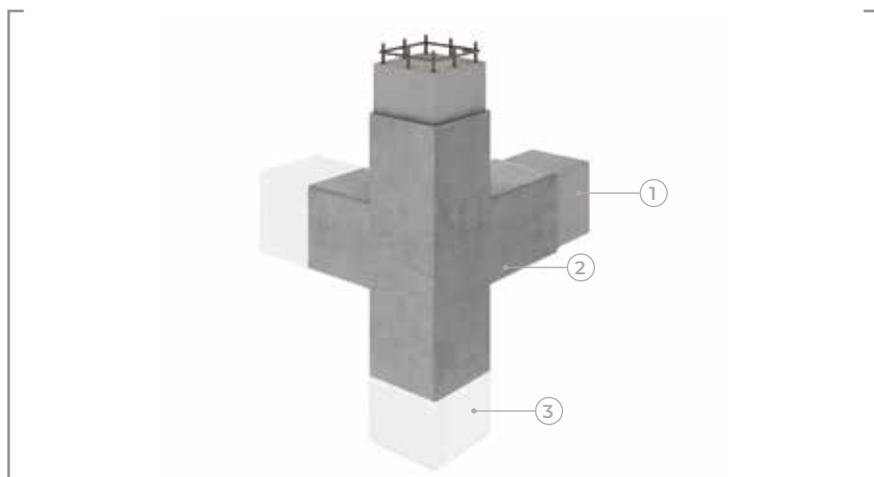
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI NODI TRAVE-PILASTRO D'ANGOLO

INCAMICIATURA MEDIANTE HPC SYSTEM: PLANITOP HPC



PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



L'intervento di rinforzo di nodi trave-pilastro in c.a. può essere eseguito mediante incamiciatura con il microcalcestruzzo **PLANITOP HPC** come di seguito descritto:

→ Irruvidire la superficie dei pilastri mediante scarifica meccanica o idroscarifica, al fine di ottenere una rugosità sufficiente per garantire l'aderenza tra calcestruzzo di base e calcestruzzo fibrorinforzato. Si consiglia una superficie con scabrezza di almeno 5 mm (foto A).

Aspirare le superfici da ripristinare, in modo da eliminare completamente qualsiasi frammento presente.

Procedere, in presenza ferri di armatura a vista, alla loro spazzolatura e alla successiva passivazione mediante applicazione a pennello di doppia mano di malta cementizia anticorrosiva monocomponente **MAPEFER 1K** o bicomponente **MAPEFER** per prevenire nuovi fenomeni di corrosione.

→ Casserare a tenuta i nodi trave-pilastro. Bagnare a saturazione con acqua il supporto ma con superficie asciutta (s.s.a.) (foto B).

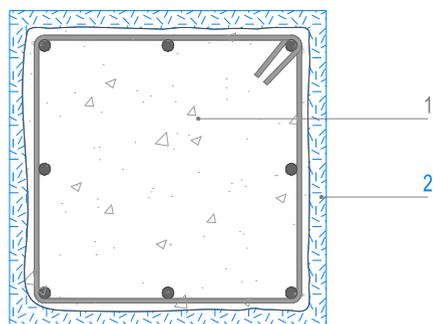
→ Miscelare in betoniera a bicchiere il **PLANITOP HPC**.

→ Gettare all'interno del cassero **PLANITOP HPC**.

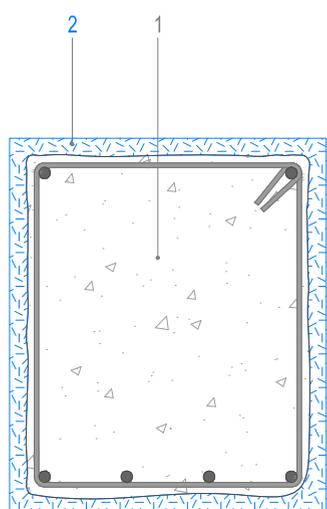
→ Attendere almeno 72 ore prima di procedere alla scasseratura (foto C).

→ Procedere alla rasatura con rasanti cementizi della Linea **PLANITOP**, ad avvenuto indurimento della malta.



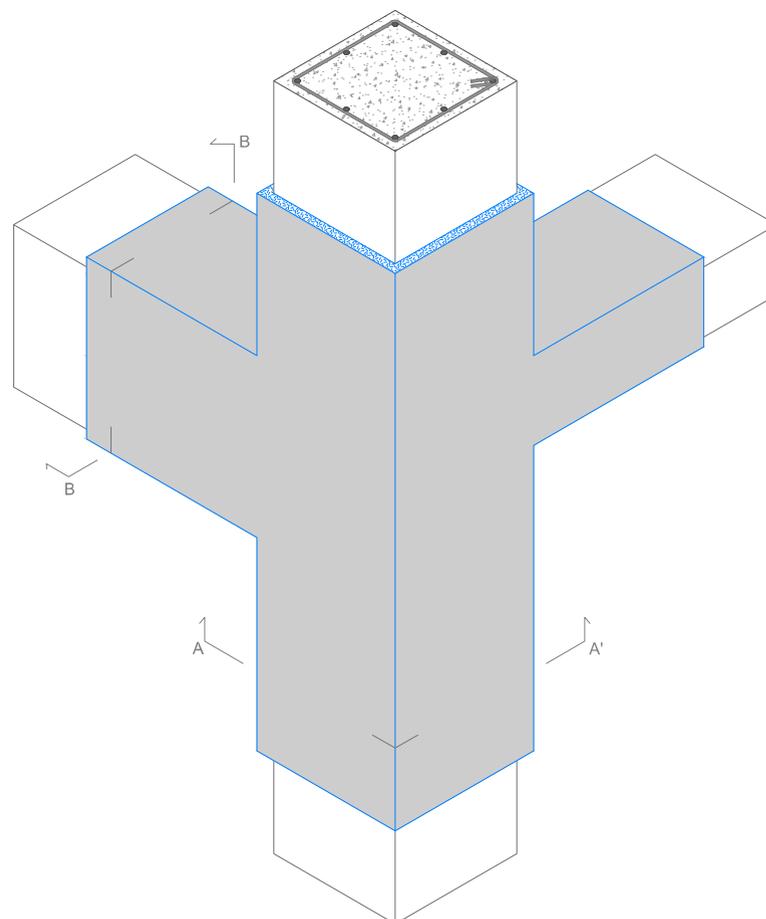


SEZIONE AA'



SEZIONE BB'

0 10 20 50 cm

VISTA
ASSONOMETRICA

0 10 20 50 cm

NOTE

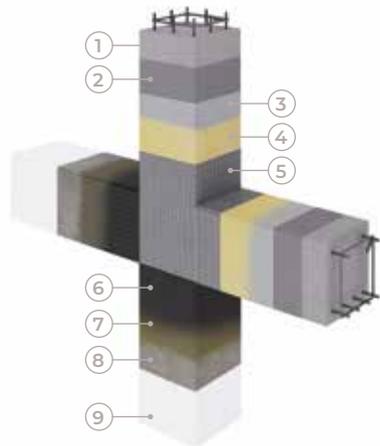
1. L'intervento di rinforzo con il **PLANITOP HPC** non richiede necessariamente l'impiego di armatura tradizionale.
2. **PLANITOP HPC** risponde ai requisiti richiesti dalla **UNI EN 1504-3** come malta strutturale di classe R4.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI NODI TRAVE-PILASTRO PERIMETRALI PLACCAGGIO CON FRP: TESSUTI MAPEWRAP SYSTEM



- 1 | STRUTTURA IN C.A. ESISTENTE
- 2 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 3 | MAPEWRAP 11/12
- 4 | MAPEWRAP 31
- 5 | MAPEWRAP C QUADRI-AX
- 6 | MAPEWRAP C UNI-AX
- 7 | MAPEWRAP 31
- 8 | QUARZO 1,2
- 9 | PLANITOP 200

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

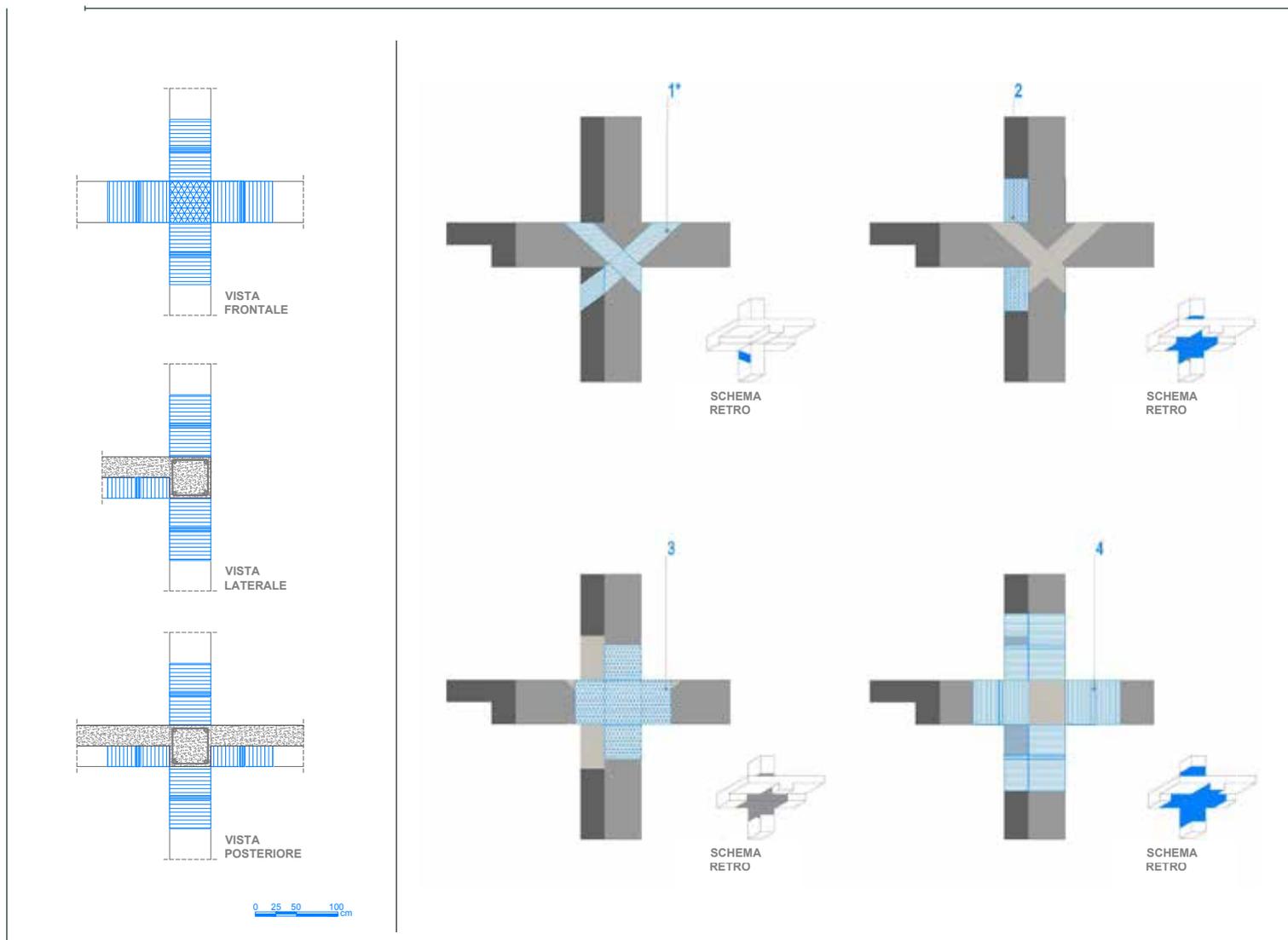


L'intervento di rinforzo a taglio di nodi trave-pilastro in c.a. si realizza disponendo, secondo le diverse configurazioni, tessuti in fibra di carbonio **MAPEWRAP** applicati mediante ciclo epossidico.

Dopo aver eseguito la preparazione del supporto (SCHEDA 1.A), arrotondando gli spigoli vivi dei pilastri e delle travi convergenti nel nodo con raggio di curvatura di almeno 20 mm, l'asportazione delle polveri, le eventuali operazioni di ripristino (SCHEDA 1.C), si procede come di seguito descritto:

- Applicare sulla superficie da rinforzare il primer epossidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
- Stendere a spatola, sul primer fresco, uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di stucco epossidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).
- Applicare sullo stucco epossidico ancora fresco, uno strato di resina epossidica fluida per l'impregnazione dei tessuti, **MAPEWRAP 31** (foto C).
- Tagliare con forbici i tessuti **MAPEWRAP C** nelle lunghezze desiderate.
- Applicare all'attacco tra la colonna e la trave angolari di tessuto unidirezionale in fibra di carbonio ad alta resistenza **MAPEWRAP C UNI-AX** (o tessuto quadriassiale **MAPEWRAP C QUADRI-AX**) impregnandolo con **MAPEWRAP 31** (foto D).
- Disporre fasce di tessuto **MAPEWRAP C QUADRI-AX** sul pannello centrale del nodo (foto E).
- Applicare un secondo strato di **MAPEWRAP 31** sui tessuti applicati (foto F).
- Fasciare le porzioni terminali del pilastro convergenti nel nodo, mediante tessuti unidirezionali in fibra di carbonio **MAPEWRAP C UNI-AX**. Il tessuto deve essere applicato in forma di anello chiuso e garantendo una sovrapposizione delle fasce anulari di 5 cm in verticale e di 20 cm in orizzontale (foto G).
- Applicare un secondo strato di **MAPEWRAP 31** sui tessuti applicati (foto H).
- Fasciare le porzioni terminali delle travi convergenti nel nodo, mediante **MAPEWRAP C UNI-AX** disponendolo a forma di staffe aperte con la tipica conformazione ad "U" (foto I).





→ Applicare un secondo strato di **MAPEWRAP 31** sui tessuti applicati (foto J).

→ Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta la resina fresca (foto K).

→ Trascorse almeno 24 ore dall'applicazione dei tessuti, procedere alla rasatura con rasanti cementizi della Linea **PLANITOP**.

NOTE

1. Attraverso il software **MAPEI FRP FORMULA**, in conformità al CNR DT 200, è possibile definire le caratteristiche del tessuto **MAPEWRAP UNI-AX** (tipologia di fibra, grammatura, modulo elastico, dimensioni, inclinazione, passo e numero degli strati).

2. Nel caso di applicazione in più strati di tessuto (si consiglia non più di tre) è necessario che questi vengano posizionati direttamente sullo strato di **MAPEWRAP 31** fresco.

3. Prima dell'applicazione di **MAPEWRAP C QUADRI-AX** sul nodo è possibile applicare nella zona di intersezione trave-pilastro una doppia fascia di tessuto **MAPEWRAP S FABRIC** incrociato con angolo di circa 45°, al fine di assorbire il potenziale martellamento riconducibile all'azione dei tamponamenti durante un evento sismico.

4. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** è coperto da Certificato di Valutazione Tecnica all'Impiego CVT come da L.G. di cui al D.P.C.S.LL.PP. n.220 del 09/07/2015.

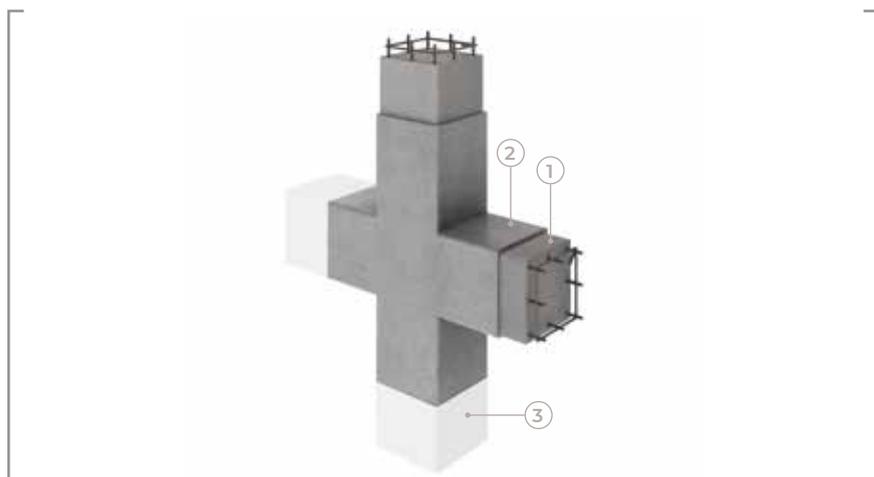
INQUADRA IL QR CODE

e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI NODI TRAVE-PILASTRO PERIMETRALI INCAMICIATURA MEDIANTE HPC SYSTEM: PLANITOP HPC



PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



L'intervento di rinforzo di nodi trave-pilastro in c.a. può essere eseguito mediante incamiciatura con il microcalcestruzzo **PLANITOP HPC** come di seguito descritto:

→ Irruvidire la superficie dei nodi trave-pilastri o mediante scarifica meccanica o idroscarifica, al fine di ottenere una rugosità sufficiente per garantire l'aderenza tra calcestruzzo di base e calcestruzzo fibrorinforzato. Si consiglia una superficie con scabrezza di almeno 5 mm (foto A). Aspirare le superfici da ripristinare, in modo da eliminare completamente qualsiasi frammento presente.

Procedere, in presenza ferri di armatura a vista, alla loro spazzolatura e alla successiva passivazione mediante applicazione a pennello di doppia mano di malta cementizia anticorrosiva monocomponente **MAPEFER 1K** o bicomponente **MAPEFER** per prevenire nuovi fenomeni di corrosione.

→ Casserare a tenuta i nodi trave-colonna. Bagnare a saturazione con acqua il supporto ma con superficie asciutta (s.s.a.) (foto B).

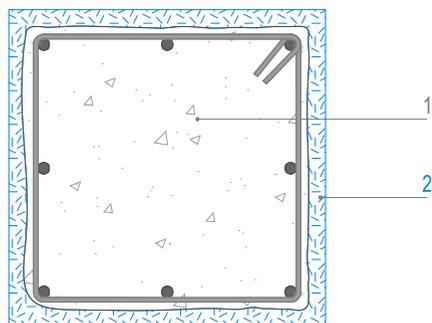
→ Miscelare in betoniera a bicchiere il **PLANITOP HPC**.

→ Gettare all'interno del cassero **PLANITOP HPC**.

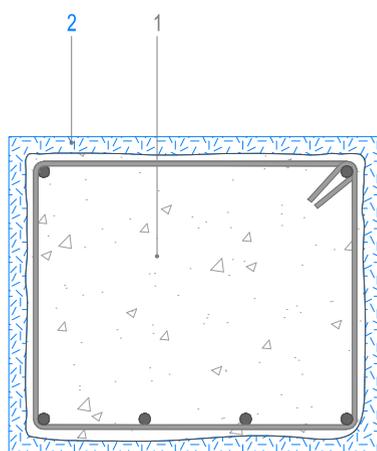
→ Attendere almeno 72 ore prima di procedere alla scasseratura (foto C).

→ Procedere alla rasatura con rasanti cementizi della Linea **PLANITOP**, ad indurimento avvenuto della malta.



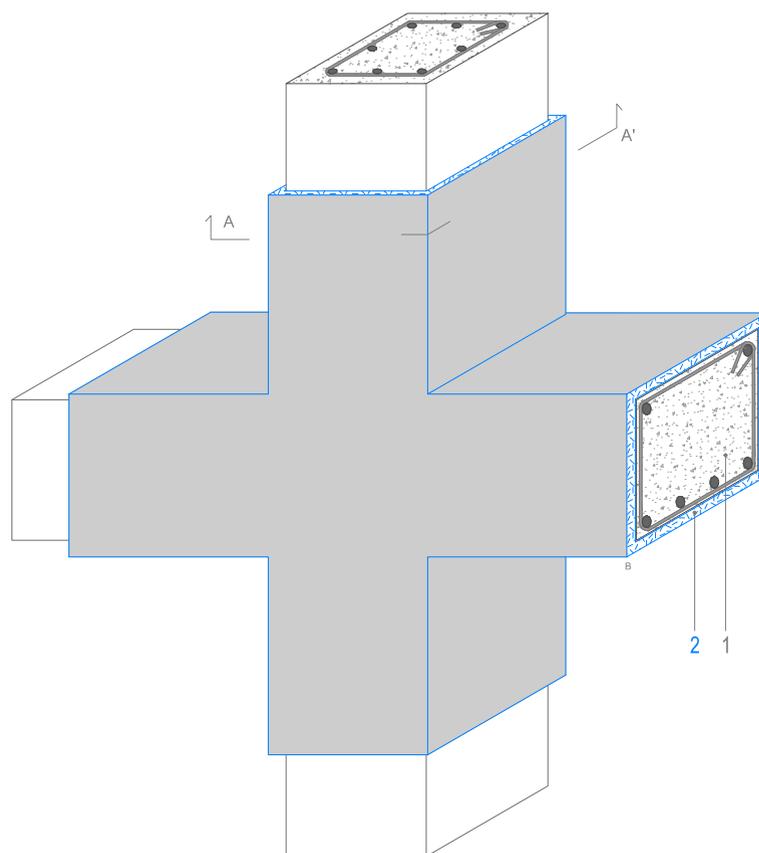


SEZIONE AA'



SEZIONE BB'

0 10 20 50 cm

VISTA
ASSONOMETRICA

0 10 20 50 cm

↓ NOTE

1. L'intervento di rinforzo con il **PLANITOP HPC** non richiede necessariamente l'impiego di armatura tradizionale.
2. **PLANITOP HPC** risponde ai requisiti richiesti dalla **UNI EN 1504-3** come malta strutturale di classe R4.

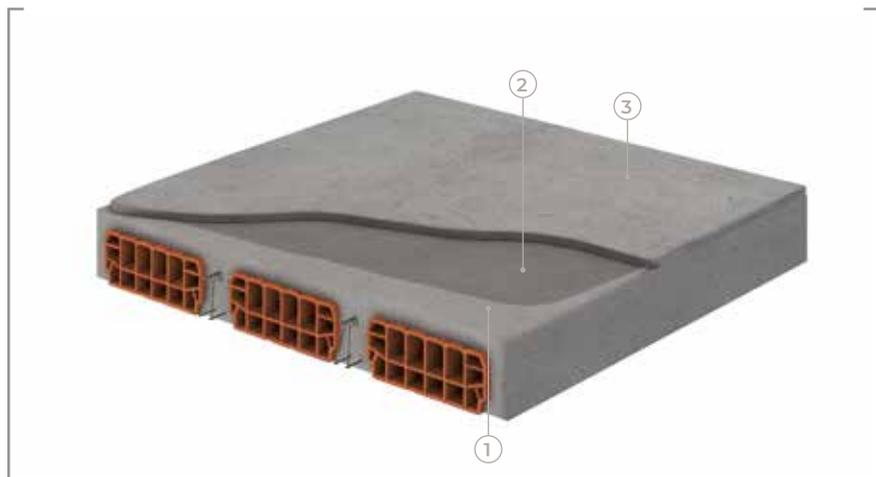
INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI SOLAI CON CAPPА COLLABORANTE A BASSO SPESSORE

RINFORZO DI SOLAI PIANI CON CAPPА COLLABORANTE A BASSO SPESSORE MEDIANTE HPC SYSTEM: PLANITOP HPC FLOOR



- 1 | SOLAIO ESISTENTE IN LATERO CEMENTO
- 2 | PRIMER 3296
- 3 | PLANITOP HPC FLOOR
- 4 | COLLEGAMENTO PERIMETRALE FISSATO CON MAPEFIX EP 385-585

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



Il rinforzo estradossale di un solaio può essere eseguito mediante la realizzazione di una cappa collaborante in microcalcestruzzo **PLANITOP HPC FLOOR**. Eseguire la preparazione del supporto mediante lo svellimento di tutta la pavimentazione sino a raggiungere la cappa esistente e irruvidire quest'ultima mediante mezzi meccanici in modo da ottenere una superficie con scabrezza di almeno 5 mm che garantisca aderenza tra la cappa esistente e il **PLANITOP HPC FLOOR**.

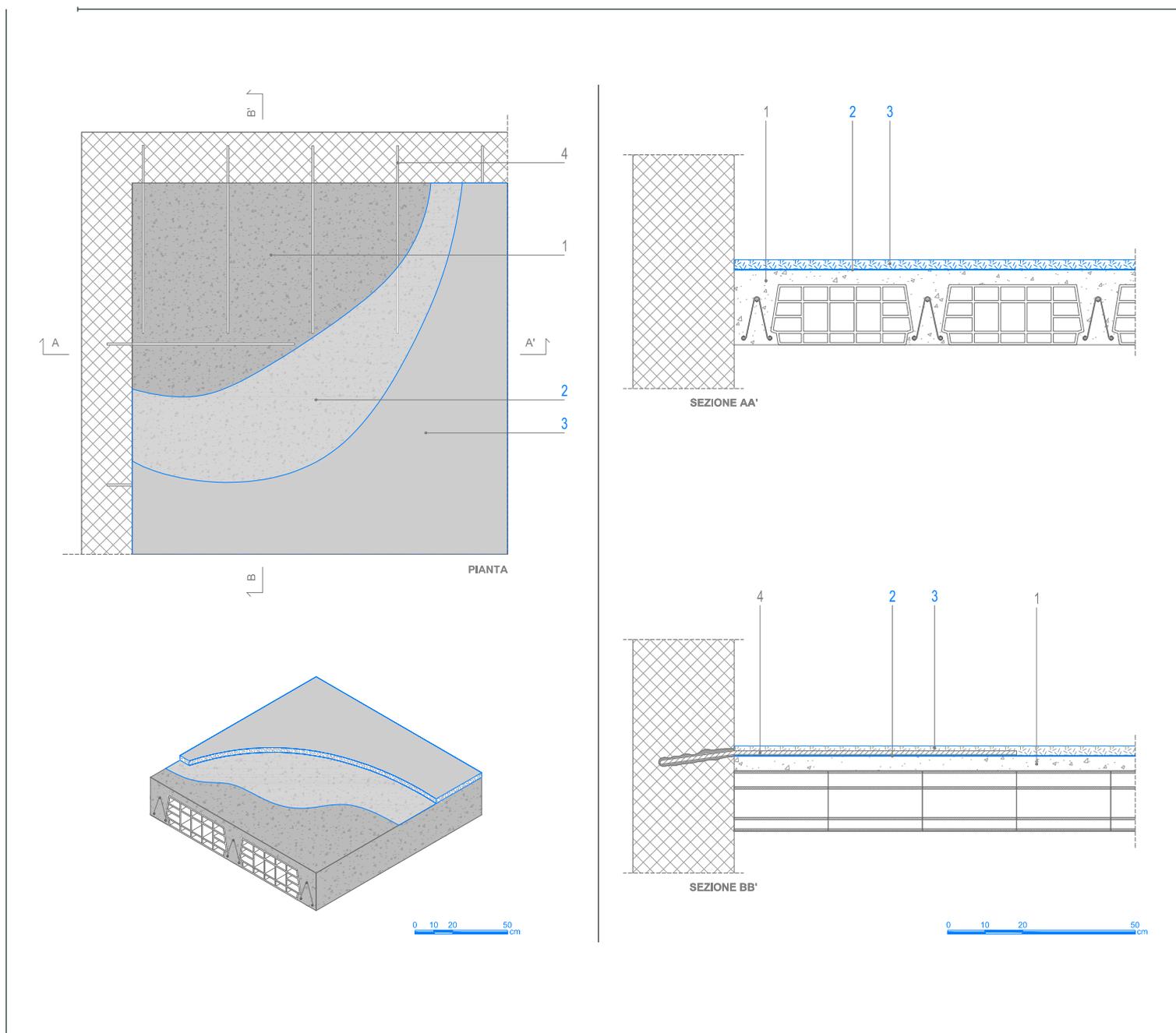
→ Innestare dei monconi di collegamento in armatura tradizionale B450C alla muratura perimetrale o alle travi di bordo, orditi parallelamente ai travetti e ancorati all'interno di fori realizzati e puliti in precedenza, mediante fissaggio chimico epossidico **MAPEFIX EP 385** o fissaggio chimico a base di resina vinilestere **MAPEFIX VE SF**. Aspirare le superfici in modo da eliminare polveri e ogni materiale incoerente (foto A).

→ Consolidare estradossalmente la cappa esistente con **PRIMER 3296** diluito 1:1 con acqua (foto B).

→ Procedere, dopo almeno 4 ore dall'applicazione del primer, alla miscelazione in betoniera a bicchiere il **PLANITOP HPC FLOOR** (foto C).

→ Eseguire il getto di **PLANITOP HPC FLOOR** sul solaio in uno spessore di circa 2 cm(l) (foto D, E e F).





NOTE

1. Attraverso il software **MAPEI HPC FORMULA**, in conformità al CNR DT 204, è possibile definire lo spessore di **PLANITOP HPC FLOOR** necessario.
2. Nel caso in cui sia necessario eseguire una ripresa fra getti successivi di **PLANITOP HPC FLOOR**, sarà propedeutico l'impiego di **EPORIP** oppure il posizionamento di opportuni ferri di chiamata.
3. L'intervento di rinforzo con il **PLANITOP HPC FLOOR** non richiede né connettori né rete elettrosaldata.

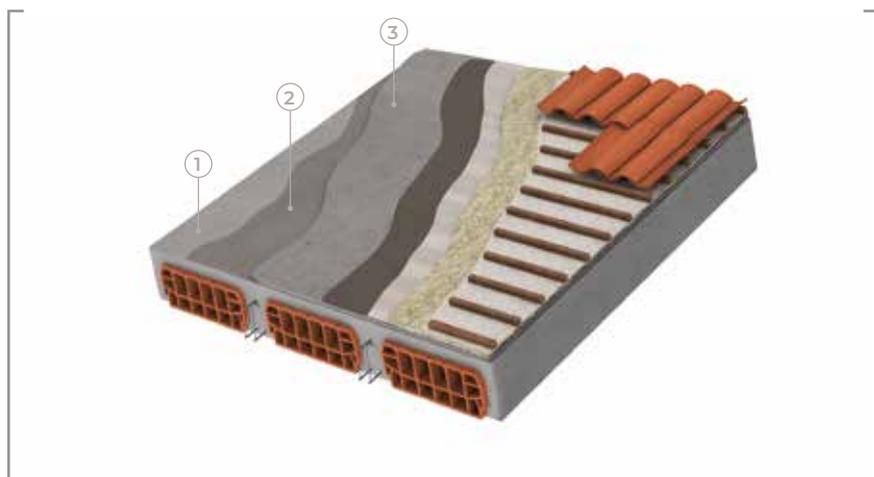
INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI SOLAI CON CAPPА COLLABORANTE A BASSO SPESSORE

RINFORZO DI SOLAI INCLINATI CON CAPPА COLLABORANTE A BASSO SPESSORE MEDIANTE HPC SYSTEM: PLANITOP HPC TIXO



- 1 | SOLAIO ESISTENTE IN LATERO CEMENTO IN FALDA
- 2 | PRIMER 3296
- 3 | PLANITOP HPC TIXO

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



Il rinforzo estradossale di un solaio in falda può essere eseguito mediante la realizzazione di una cappa collaborante in microcalcestruzzo **PLANITOP HPC TIXO**. Eseguire la preparazione del supporto mediante rimozione del pacchetto di copertura esistente sino a raggiungere la cappa in calcestruzzo e irruvidire quest'ultima mediante mezzi meccanici in modo da ottenere una superficie con scabrezza di almeno 5 mm che garantisca aderenza tra la cappa esistente e il **PLANITOP HPC TIXO**.

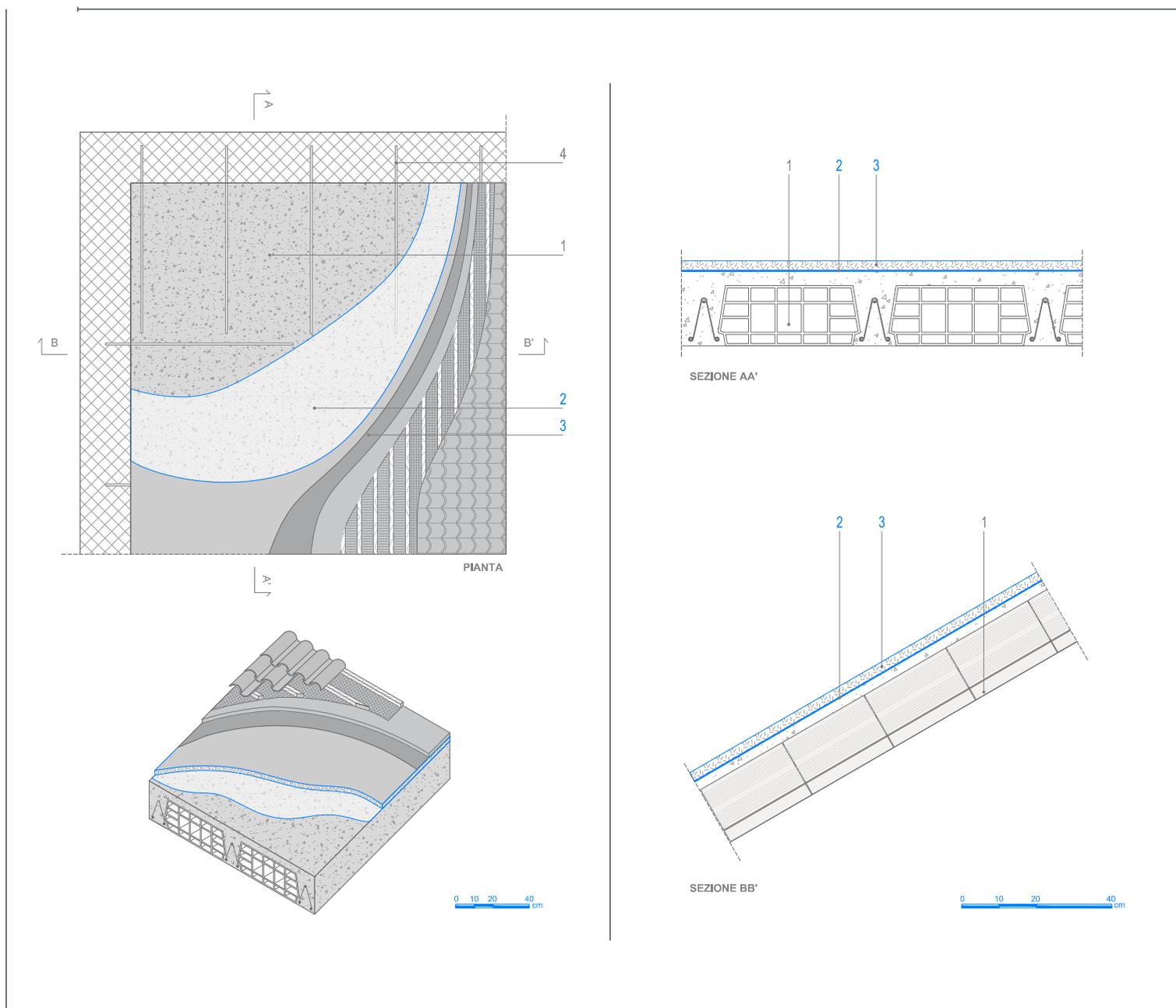
→ Innestare dei monconi di collegamento in armatura tradizionale B450C al cordolo perimetrale, orditi parallelamente ai travetti e ancorati all'interno di fori realizzati e puliti in precedenza mediante fissaggio chimico epossidico **MAPEFIX EP 385** o fissaggio chimico a base di resina vinilestere **MAPEFIX VE SF**. Aspirare le superfici in modo da eliminare polveri e ogni materiale incoerente.

→ Consolidare estradossalmente la cappa esistente con **PRIMER 3296** diluito 1:1 con acqua.

→ Procedere, dopo almeno 4 ore, alla miscelazione in betoniera a bicchiere il **PLANITOP HPC TIXO**.

→ Eseguire il getto di **PLANITOP HPC TIXO** sul solaio in uno spessore di circa 2 cm (l) (foto A, B e C).





↓ NOTE

1. Attraverso il software **MAPEI HPC FORMULA**, in conformità al CNR DT 204, è possibile definire lo spessore di **PLANITOP HPC TIXO** necessario.
2. Nel caso in cui sia necessario eseguire una ripresa fra getti successivi di **PLANITOP HPC TIXO**, sarà propedeutico l'impiego di **EPORIP** oppure il posizionamento di opportuni ferri di chiamata.
3. L'intervento di rinforzo con il **PLANITOP HPC TIXO** non richiede né connettori né rete elettrosaldata.
4. **PLANITOP HPC TIXO** risponde ai requisiti richiesti dalla UNI EN 1504-3 come malta strutturale di classe R4.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



2.2

RINFORZO DI EDIFICI

IN MURATURA E LEGNO



Le strutture in muratura portante ed elementi lignei, caratteristiche del patrimonio edilizio italiano, hanno evidenziato negli anni un'elevata vulnerabilità sismica legata a molteplici fattori.

Le tecniche tradizionali di intervento non sempre hanno soddisfatto le esigenze strutturali e di conservazione architettonica e per questa ragione nel recente passato si sono sviluppate diverse modalità di intervento conformi ai principi di compatibilità con la struttura esistente, quali la reversibilità, la durabilità e il minimo impatto sulla configura-

zione geometrica e dell'esistente. I materiali compositi (in particolare i **sistemi FRP e FRCM**) hanno dimostrato la loro valenza (e sostenibilità economica) assolvendo la propria funzione di mitigazione del rischio sismico nel rispetto di questi principi guida.

COLLASSO TIPICO DI STRUTTURE IN MURATURA



Collasso volte in muratura



Fessure da taglio di maschi murari



Danni lanterna



Fessure da taglio



Meccanismi di ribaltamento della facciata



Danni torre campanaria



Muratura con prestazioni meccaniche insufficienti

RINFORZO DI EDIFICI

IN MURATURA E LEGNO

1. RISTILATURA ARMATA DEI GIUNTI DI MURATURE FACCIA VISTA

- 1.a  Ristilatura armata mediante malta d'allettamento e barre elicoidali in acciaio inox **MAPEI STEEL BAR**

2. RIPARAZIONE DI LESIONI DI MURATURE FACCIA VISTA

- 2.a  Cucitura a secco mediante barre elicoidali in acciaio inox **MAPEI STEEL DRY**

3. RIPARAZIONE DI LESIONI DI MURATURE PORTANTI

- 3.a  Riparazione locale di lesioni mediante FRCM SYSTEM

4. COLLEGAMENTI DI MURATURE NON AMMORSATE

- 4.a  Cuciture armate realizzate mediante iniezione di boiacche fluide all'interno di barre cave in carbonio: **CARBOTUBE**
- 4.b  Cuciture a secco mediante barre elicoidali in acciaio inox: **MAPEI STEEL DRY**

5. CORDOLATURE DI PIANO CON FRP

- 5.a  Fasciatura di piano mediante FRP: tessuti **MAPEWRAP SYSTEM**

6. RINFORZO DI MURATURA PORTANTE

- 6.a  Rigenerazione muraria mediante stilatura dei giunti di allettamento
- 6.b  Consolidamento e rinforzo mediante "scuci e cuci" o "rincocciatura"
- 6.c  Consolidamento e rinforzo mediante iniezione di boiacche iperfluide
- 6.d  Rinforzo per azioni fuori e nel piano con FRP: tessuti **MAPEWRAP SYSTEM**
- 6.e  Rinforzo per azioni fuori e nel piano con intonaci a basso spessore FRCM SYSTEM
- 6.f  Rinforzo con intonaci armati: sistema **MAPENET EM**

7. RINFORZO DI ARCHI E VOLTE IN MURATURA

- 7.a  Preparazione del supporto mediante stilatura dei giunti di allettamento
- 7.b  Consolidamento e rinforzo mediante iniezione di boiacche iperfluide
- 7.c  Placcaggio mediante FRP: tessuti **MAPEWRAP SYSTEM**
- 7.d  Rinforzo mediante intonaci armati a basso spessore **FRCM SYSTEM**
-

8. SISTEMI COMPLEMENTARI

- 8.a  Connessioni trasversali mediante **MAPEWRAP FIOCCO**
-

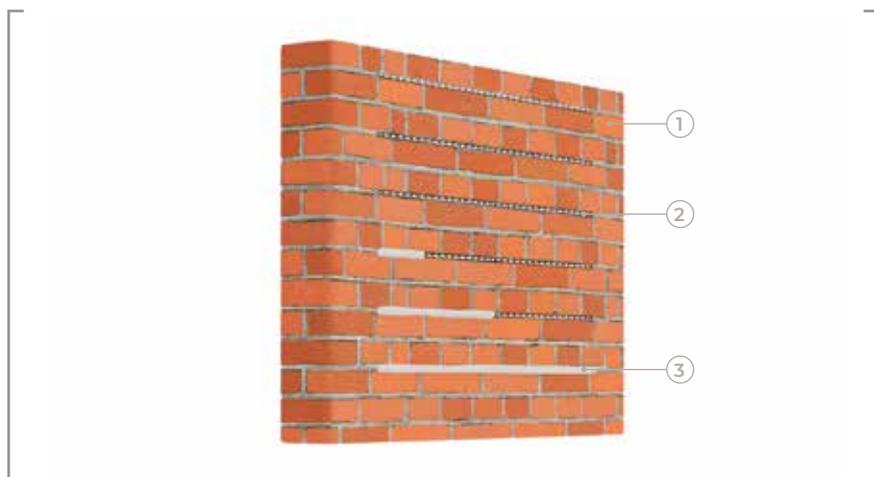
9. RINFORZO A FLESSIONE DI TRAVI E TRAVETTI DI SOLAI IN LEGNO

- 9.a  Preparazione del supporto e consolidamento di elementi lignei
- 9.b  Rinforzo a flessione mediante placcaggio con lamine in carbonio **CARBOPLATE SYSTEM**
- 9.c  Rinforzo a flessione mediante placcaggio con barre **MAPEROD**
- 9.d  Ricostruzione di teste ammalorate e degli elementi strutturali in legno
-

10. RINFORZO ESTRADOSSALE DI SOLAI CON CAPPА COLLABORANTE A BASSO SPESSORE

- 10.a  Rinforzo di solai in legno mediante cappa collaborante con HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC FLOOR**
- 10.b  Rinforzo di solai misti mediante cappa collaborante con HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC FLOOR**

RISTILATURA ARMATA DEI GIUNTI DI MURATURE FACCIA VISTA RISTILATURA ARMATA MEDIANTE MALTA D'ALLETTAMENTO E BARRE ELICOIDALI IN ACCIAIO INOX MAPEI STEEL BAR



PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

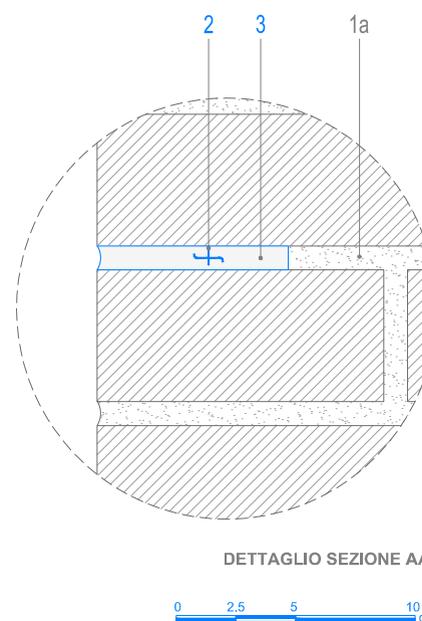
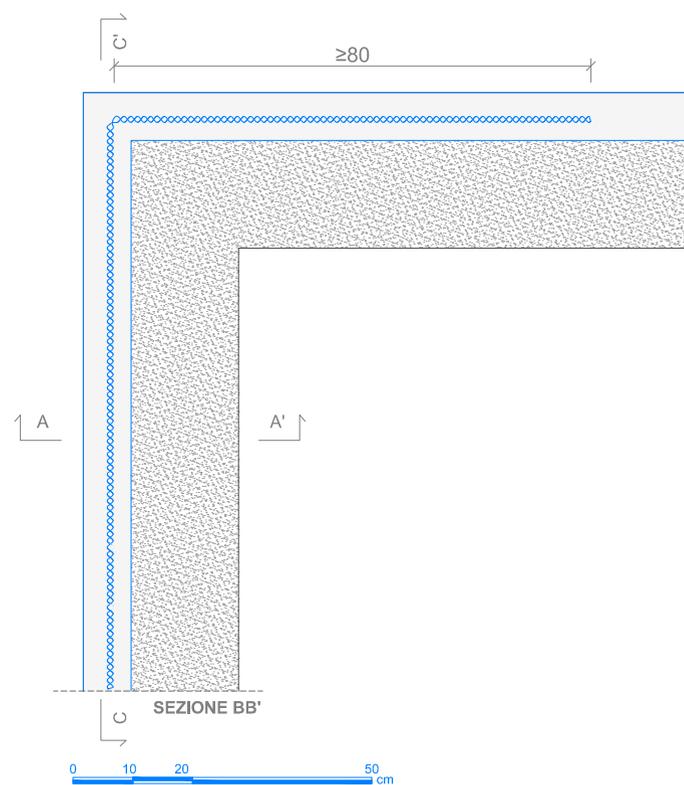
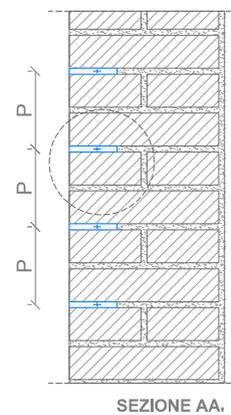
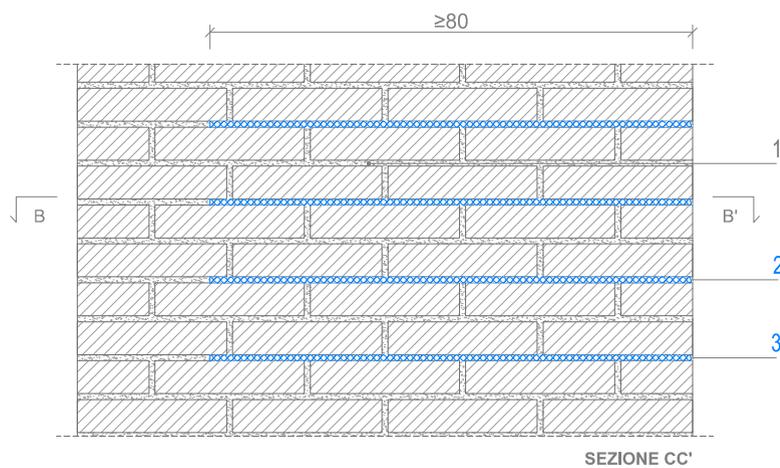


L'intervento di ristilatura armata dei giunti di allettamento su una muratura «faccia a vista», può essere realizzato mediante l'impiego di barre elicoidali in acciaio inox allettate con malta **PLANITOP HDM RESTAURO**, **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE**.

È possibile procedere come di seguito descritto:

- Rimuovere meccanicamente la malta di allettamento presente nei giunti (foto A).
- Asportare le polveri mediante aria compressa (foto B).
- Lavare con acqua a bassa pressione le superfici interessate dall'intervento (foto C).
- Tagliare la barra elicoidale **MAPEI STEEL BAR** mediante flessibile nella lunghezza desiderata per la realizzazione dell'intervento (foto D).
- Allettare il giunto con malta **PLANITOP HDM RESTAURO** o **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto E).
- Inserire lungo lo sviluppo del giunto il **MAPEI STEEL BAR** (foto F).
- Stuccare il giunto, una volta terminato l'inserimento del **MAPEI STEEL BAR**, mediante la stessa malta **PLANITOP HDM RESTAURO**, **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** o **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto G, H).





↓ NOTE

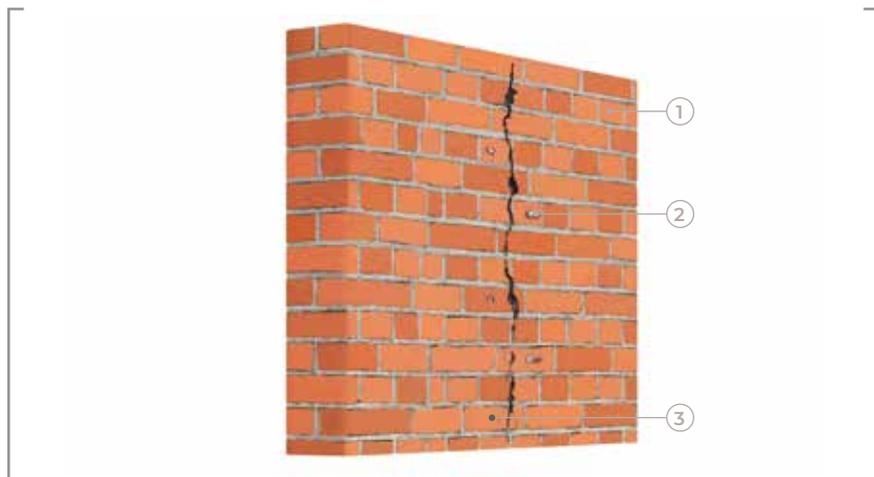
1. MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO è disponibile in 7 colori.
2. In alternativa al MAPEWALL MURATURA FINE è possibile impiegare il MAPEWALL MURATURA GROSSO e MAPEWALL INTONACA & RINFORZA.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RIPARAZIONE DI LESIONI DI MURATURE FACCIA VISTA CUCITURA A SECCO MEDIANTE BARRE ELICOIDALI IN ACCIAIO INOX MAPEI STEEL DRY



PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

La cucitura di lesioni su muratura faccia vista può essere effettuata mediante barre elicoidali in acciaio inox AISI 316 ad altissima resistenza **MAPEI STEEL DRY 316** innestate a secco e disposte in maniera incrociata e sfalsata lungo la lesione. Prima di eseguire la cucitura, in funzione dell'entità della lesione, è possibile eseguire l'iniezione (SCHEDA 4.A).

Terminata tale operazione, si procede come di seguito descritto:

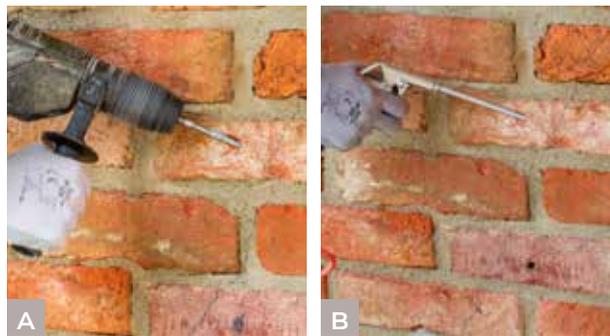
→ Partire da un lato della muratura interessata dalla lesione e realizzare dei fori pilota di diametro minore a quello della barra elicoidale che verrà installata, sino ad intercettare l'altro lato (foto A).

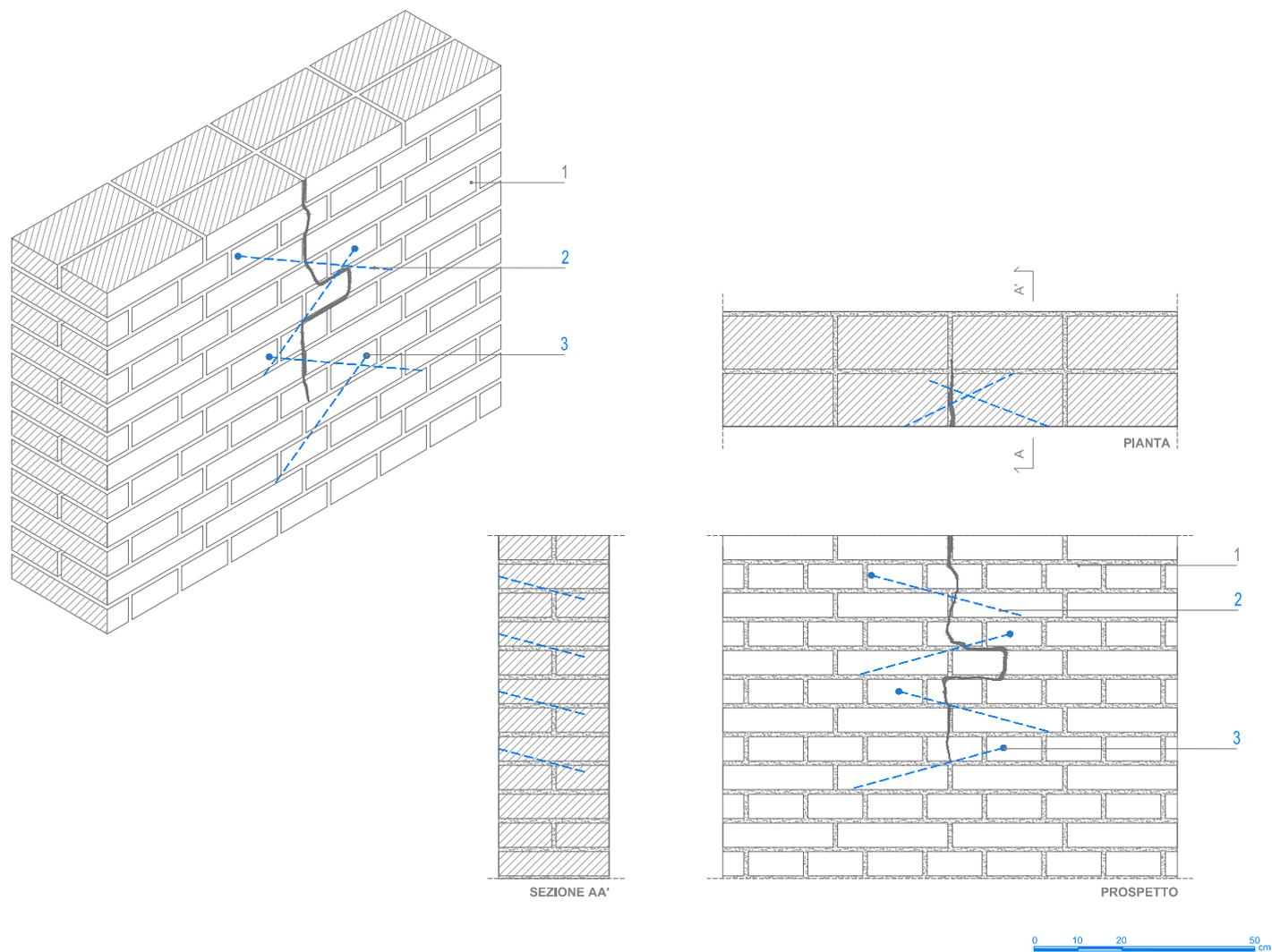
→ Rimuovere tutto il materiale incoerente presente all'interno dei fori mediante aria compressa (foto B).

→ Innestare, per ogni foro realizzato, la barra **MAPEI STEEL DRY 316** all'interno del foro mediante l'apposito **Mandrino per Mapei Steel** che dovrà essere installato su trapano con attacco **SDS**. La barra verrà inserita attraverso percussione dentro al preforo fino a completo inserimento della stessa. In funzione della lunghezza della barra elicoidale è possibile prevedere l'impiego delle **Prolunghe per Mapei Steel** (foto C).

→ La barra verrà innestata fino alla completa infissione della stessa (foto D).

→ Stuccare, una volta terminato l'inserimento della barra elicoidale con malta **PLANITOP HDM RESTAURO** (foto E).





↓ NOTE

1. Il diametro, la disposizione, la profondità ed il passo delle barre elicoidali in acciaio inox MAPEI STEEL DRY dovranno essere opportunamente definiti in fase progettuale.

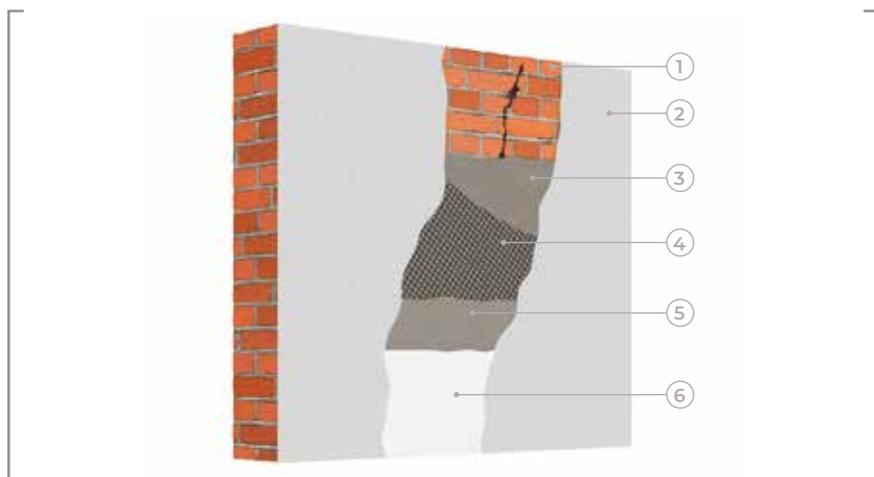
INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RIPARAZIONE DI LESIONI DI MURATURE PORTANTI

RIPARAZIONE LOCALE DI LESIONI MEDIANTE FRCM SYSTEM



- 1 | MURATURA ESISTENTE
- 2 | INTONACO ESISTENTE
- 3 | PLANITOP HDM MAXI O PLANITOP HDM RESTAURO
- 4 | MAPEGRID G 220 O MAPEGRID B 250
- 5 | PLANITOP HDM MAXI O PLANITOP HDM RESTAURO
- 6 | RASATURA

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



L'intervento di riparazione locale di lesioni su muratura portante (pietra, mattoni, tufo) mediante una «rasatura armata localizzata a basso spessore» con le reti della linea **FRCM SYSTEM (MAPEGRID B 250 o MAPEGRID G 220)** in abbinamento a malte bicomponenti fibrorinforzate ad elevata duttilità (**PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO**).

È possibile procedere come di seguito:

→ Rimuovere l'intonaco esistente a cavallo della lesione (sia su muratura verticale che all'intradosso delle volte), per una zona pari a circa 60-90 cm in modo da conformare una sezione di intaglio. Se necessario prevedere iniezioni di consolidamento (SCHEDA 4.A) (foto A).

→ Lavare con acqua a bassa pressione la superficie interessata dall'intervento (foto B).

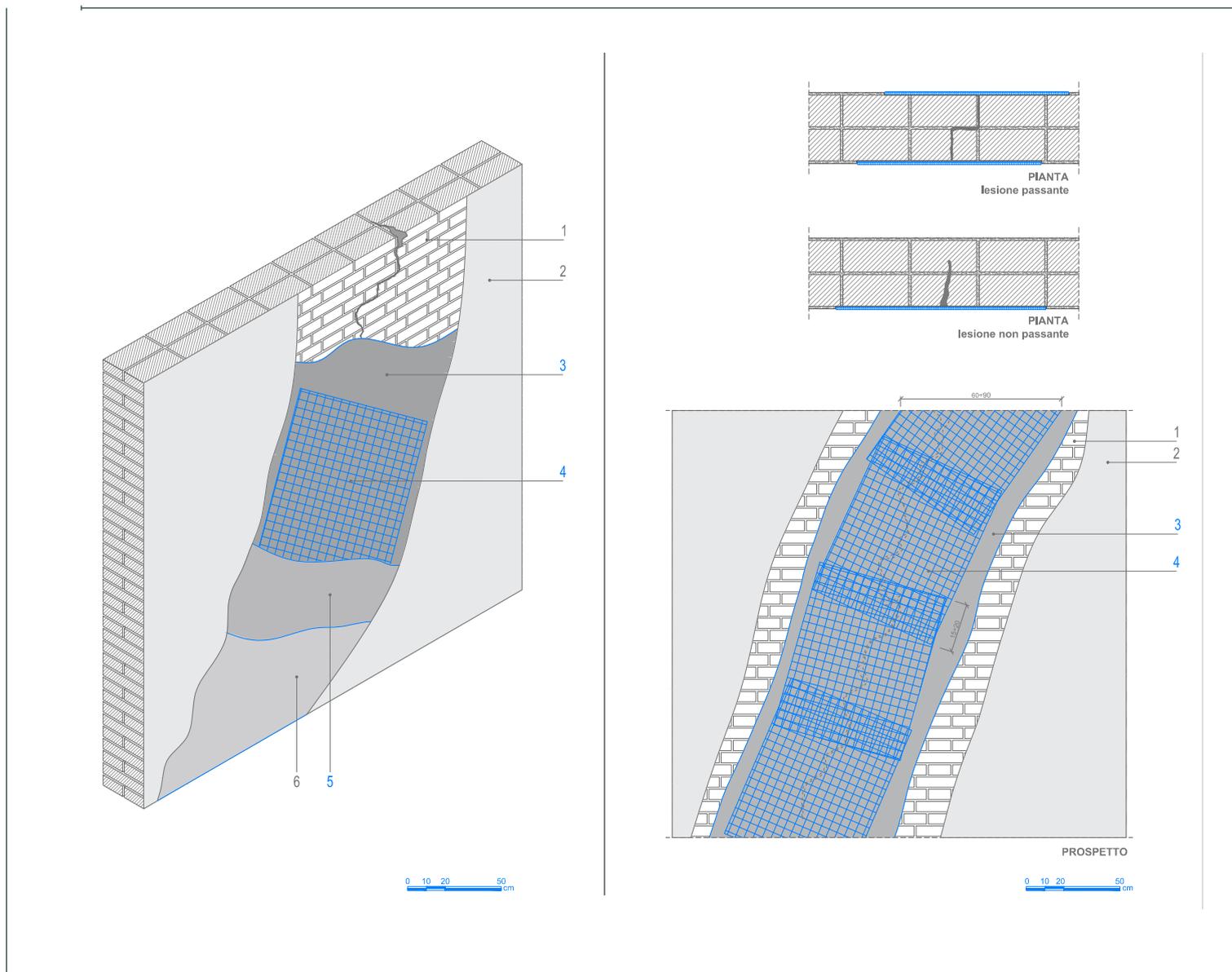
→ Applicare un primo strato di malta bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità **PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO** in uno spessore di 5-6 mm (foto C).

→ Posizionare sullo strato di malta fresca, la rete strutturale in fibra di vetro A.R. alcali resistente **MAPEGRID G 220** o in fibra di basalto **MAPEGRID B 250** a cavallo della lesione garantendo una sovrapposizione tra porzioni consecutive pari a circa 15 cm (foto D).

→ Applicare, nelle zone in cui è stata posizionata la rete, il secondo strato di **PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO** per uno spessore di 5-6 mm, quando il primo è ancora fresco (foto E).

→ Attendere il tempo di stagionatura della malta e procedere alla rasatura con i rasanti della linea **PLANITOP** oppure della linea **MAPE-ANTIQUE** (foto F).





↓ NOTE

1. A seconda delle esigenze progettuali, è possibile scegliere tra la rete in fibra di vetro A.R. alcali resistente **MAPEGRID G 220** e la rete in fibra di basalto **MAPEGRID B 250**.
2. **PLANITOP HDM RESTAURO** malta premiscelata bicomponente ad elevata duttilità a base di calce idraulica (NHL) ed Eco-Pozzolana; specificamente raccomandata per le strutture in muratura non recenti (vincolate) per garantire caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche compatibili con la "qualità" muraria originaria.
4. **PLANITOP HDM RESTAURO** risponde ai requisiti richiesti dalla UNI EN 998-1 e EN 998-2 come malta da muratura M15.
5. **PLANITOP HDM MAXI** malta premiscelata cementizia bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità, a base di leganti a reattività pozzolanica.
6. **PLANITOP HDM MAXI** risponde ai requisiti richiesti dalla UNI EN 998-2 come malte da muratura M25 e ai requisiti della UNI EN 1504-3 come malta non strutturale di classe R2.

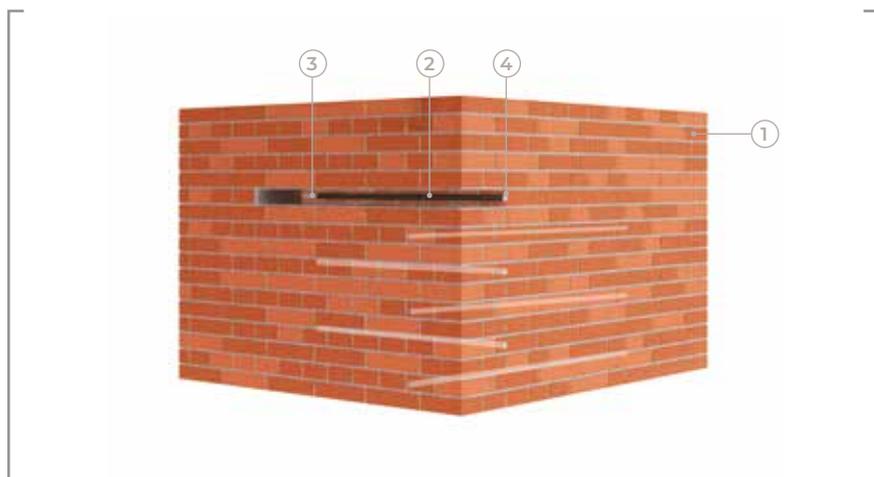
INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



COLLEGAMENTI DI MURATURE NON AMMORSATE

CUCITURE ARMATE REALIZZATE MEDIANTE INIEZIONE DI BOIACCHE FLUIDE ALL'INTERNO DI BARRE CAVE IN CARBONIO: CARBOTUBE



- 1 | MURATURA ESISTENTE
- 2 | CARBOTUBE
- 3 | MAPE-ANTIQUE I-15 O MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA
- 4 | MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO O MAPEWALL MURATURA FINE

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

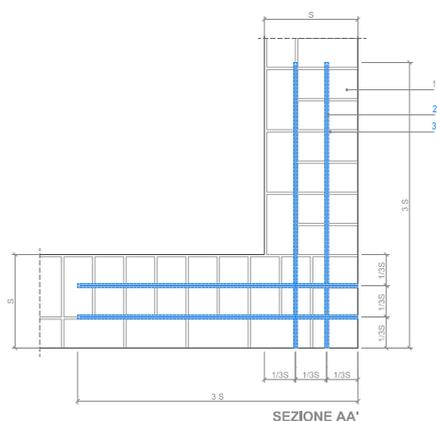


Per assicurare un comportamento scatolare all'edificio in muratura è possibile creare o migliorare l'ammorsamento tra i muri cantonali o tra i muri a martello al fine di inibire il collasso per meccanismi fuori piano, mediante l'esecuzione di cuciture armate con **CARBOTUBE**.

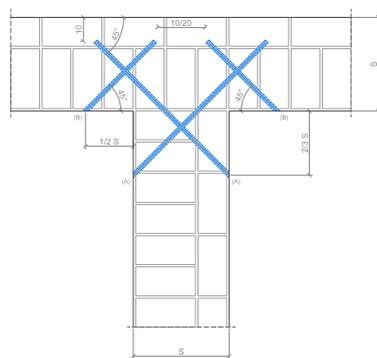
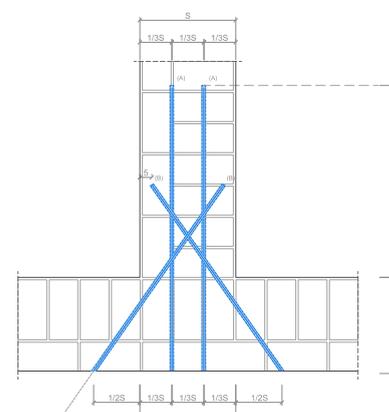
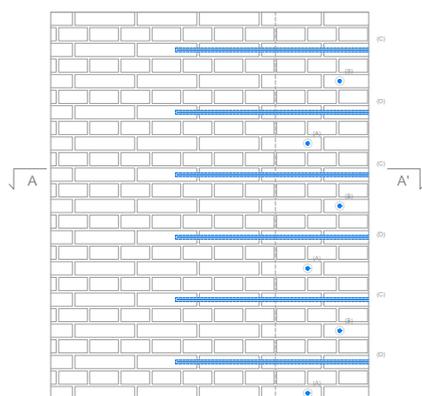
È possibile procedere come di seguito descritto:

- Eseguire delle perforazioni, secondo lo schema prescelto in fase progettuale, andando ad intercettare il paramento da collegare (foto A). Realizzare fori Ø24 mm (per l'alloggiamento delle "armature" e successiva iniezione) perpendicolarmente alla muratura o leggermente inclinati (si consiglia l'inclinazione di 5° per favorire il deflusso della boiaccia di iniezione).
- Rimuovere mediante aria compressa tutto il materiale incoerente presente all'interno dei fori (foto B).
- Stuccare i giunti della muratura con malta con caratteristiche fisico-mecchaniche simili alla preesistente realizzata con **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto C).
- Lavare con acqua a bassa pressione la superficie interna del foro (foto D).
- Rimuovere la pellicola protettiva peel-ply dal **CARBOTUBE** (foto E).
- Posizionare l'INIETTORE Ø23 mm dotato di valvola di non ritorno su un'estremità del **CARBOTUBE** (foto F).
- Inserire all'interno delle perforazioni il **CARBOTUBE** (foto G).
- Fissare l'INIETTORE Ø23 mm in maniera tale che possa consentire, grazie alla sua forma, lo sfiato dell'aria durante l'iniezione (foto H).
- Preparare la boiaccia con il legante **MAPE-ANTIQUE I-15** o in alternativa **MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA** per la successiva iniezione (foto I).
- Rimozione degli INIETTORI Ø23 mm e stuccatura dei fori con **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto J).

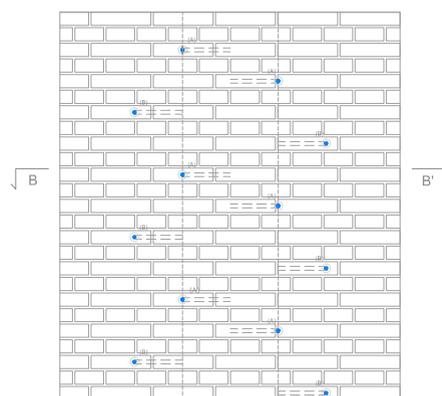




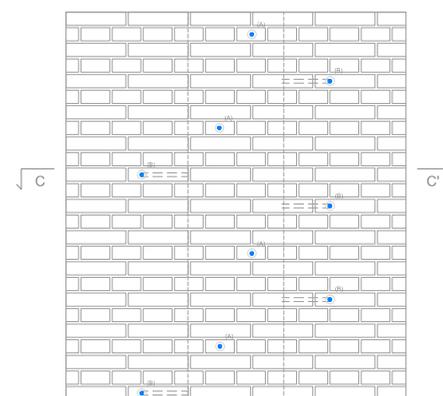
SEZIONE AA'

SEZIONE BB'
(cuciture da interno)SEZIONE CC'
(cuciture da esterno)

PROSPETTO A



PROSPETTO B



PROSPETTO C

0 10 20 50
cm

NOTE

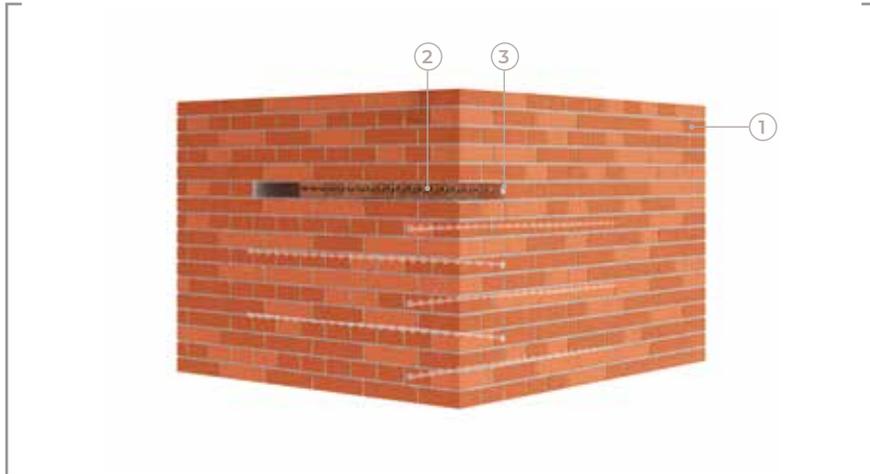
1. La disposizione, la profondità ed il passo delle barre cave **CARBOTUBE** dovrà essere opportunamente definito in fase progettuale.
2. **MAPE-ANTIQUE I15** Legante idraulico fillerizzato, resistente ai sali, a base di calce ed Eco-Pozzolana ESENTE da cemento, per confezionare boiacche da iniezione superfluide per il consolidamento di murature, è specificamente raccomandata per le strutture in muratura non recenti (vincolate) per garantire caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche compatibili con la "qualità" muraria originaria.
3. In alternativa al **MAPE-ANTIQUE I-15** è possibile impiegare il **MAPE-ANTIQUE I** o **MAPE-ANTIQUE F21**.
4. **MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA** Legante inorganico reattivo, a base di calce idraulica naturale, a bassissima emissione di VOC, per confezionare boiacche da iniezione superfluide, per il consolidamento di murature.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



COLLEGAMENTI DI MURATURE NON AMMORSATE CUCITURE A SECCO MEDIANTE BARRE ELICOIDALI IN ACCIAIO INOX: MAPEI STEEL DRY



PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



Per assicurare un comportamento scatolare all'edificio in muratura è possibile creare o migliorare l'ammorsamento tra i muri cantonali o tra i muri a martello al fine di inibire il collasso per meccanismi fuori piano, mediante l'esecuzione di cuciture armate a secco con **MAPEI STEEL DRY 316**.

È possibile procedere come di seguito descritto:

→ Eseguire i fori pilota secondo lo schema prescelto andando ad intercettare il paramento da collegare. Il diametro del foro dovrà essere minore del diametro della barra elicoidale che verrà installata. La lunghezza del foro pilota sarà pari o superiore a tutta la lunghezza della barra di cucitura (foto A).

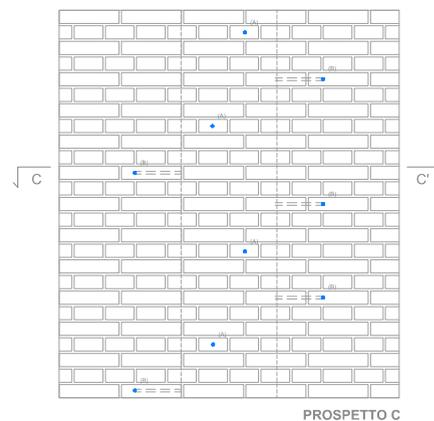
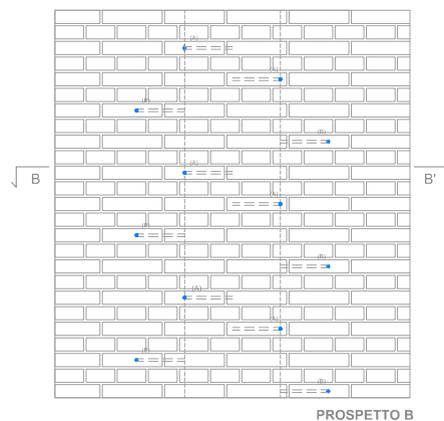
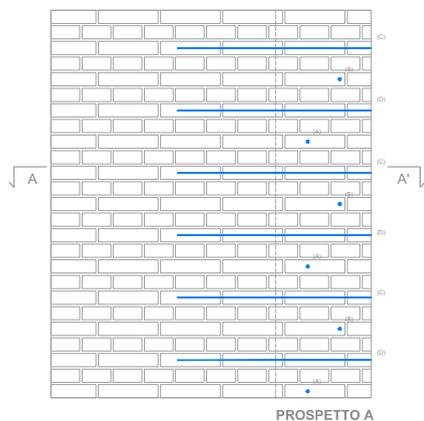
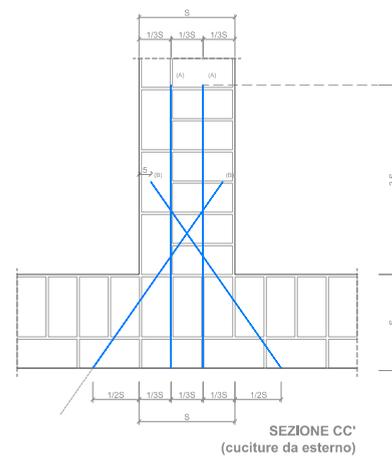
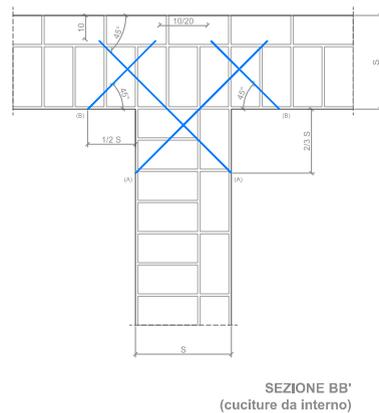
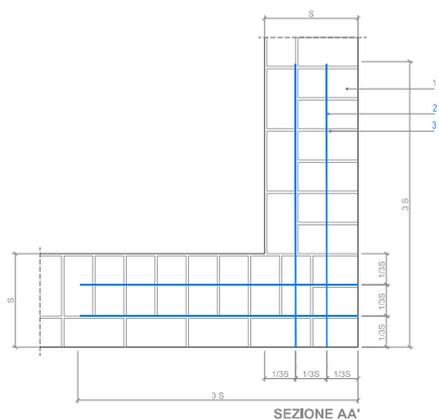
→ Rimuovere con aria compressa tutto il materiale incoerente presente all'interno dei fori (foto B).

→ Agganciare il **Mandrino per Mapei Steel** su trapano con attacco SDS (foto C).

→ Innestare la barra **MAPEI STEEL DRY 316** all'interno del foro. La barra verrà inserita attraverso percussione dentro al foro pilota fino a completo inserimento della stessa. In funzione della lunghezza della barra elicoidale è possibile prevedere l'impiego delle **Prolunghe per Mapei Steel** (foto D).

→ Stuccare il foro, terminato l'inserimento della barra elicoidale, mediante malta **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto E).





NOTE

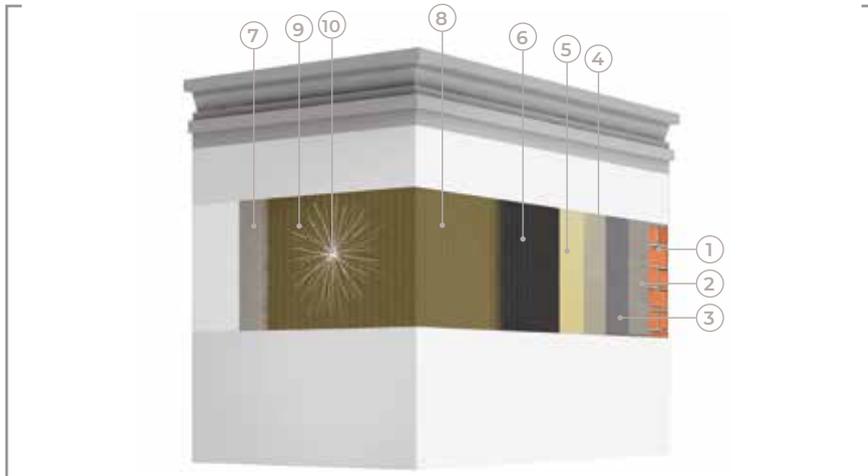
1. Il diametro, la disposizione, la profondità ed il passo delle barre elicoidali in acciaio inox MAPEI STEEL DRY dovranno essere opportunamente definiti in fase progettuale.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



CORDOLATURE DI PIANO CON FRP FASCIATURA DI PIANO MEDIANTE FRP: TESSUTI MAPEWRAP SYSTEM



- 1 | MURATURA ESISTENTE
- 2 | PLANITOP HDM MAXI O
PLANITOP HDM RESTAURO
- 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 4 | MAPEWRAP 11/12
- 5 | MAPEWRAP 31
- 6 | MAPEWRAP UNI-AX
- 7 | QUARZO 1,2
- 8 | MAPEWRAP 31
- 9 | MAPEWRAP FIOCCO
- 10 | MAPEFIX VE SF

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



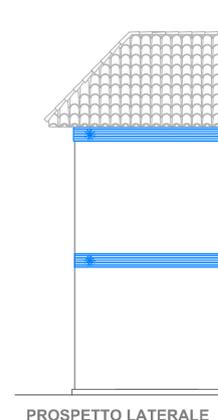
Per assicurare un comportamento scatolare all'edificio in muratura è possibile realizzare una cerchiatura esterna (anche parziale) alla quota dei solai di piano o di sotto tetto dell'edificio mediante l'impiego di tessuti della linea FRP SYSTEM. Nelle zone dove è previsto l'intervento è necessaria la rimozione dell'intonaco, la smussatura degli angoli vivi della muratura con un raggio di curvatura di 20 mm e la successiva pulizia. Nel caso di superficie irregolare si preventiva la realizzazione di uno strato di regolarizzazione mediante malte bicomponenti fibrorinforzate ad elevata duttilità (**PLANITOP HDM**, **PLANITOP HDM MAXI** o **PLANITOP HDM RESTAURO**) per uno spessore di 5-6 mm. Attesi i tempi di stagionatura della malta è possibile procedere all'applicazione dei tessuti mediante cordatura continua o anche parziale, come di seguito descritto:

- Applicare sullo strato di regolarizzazione il primer epossidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
 - Stendere, sul primer fresco, a spatola uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di stucco epossidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).
 - Applicare, sullo stucco epossidico fresco, uno strato di resina epossidica fluida per l'impregnazione dei tessuti, **MAPEWRAP 31** (foto C).
 - Tagliare con forbici il tessuto **MAPEWRAP C UNI-AX** nella lunghezza desiderata.
 - Applicare **MAPEWRAP C UNI-AX** avendo cura di sovrapporre il tessuto per almeno 20 cm e premere con **RULLINO PER MAPEWRAP** al fine di eliminare eventuali bolle d'aria (foto D).
 - Applicare un secondo strato di **MAPEWRAP 31** (foto E).
 - Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta sulla resina fresca.
- In corrispondenza dei cambi di direzione del tessuto **MAPEWRAP C UNI-AX** e degli spigoli della struttura si consiglia di applicare delle connessioni trasversali da realizzare mediante **MAPEWRAP FIOCCO** (SCHEDA 8.A). Tale sistema garantisce l'annullamento di eventuali fenomeni di "debonding" andando inoltre ad incrementare l'efficienza statica del rinforzo applicato.
- (*) Per un tempo di lavorabilità maggiore è possibile impiegare **MAPEWRAP 12**.

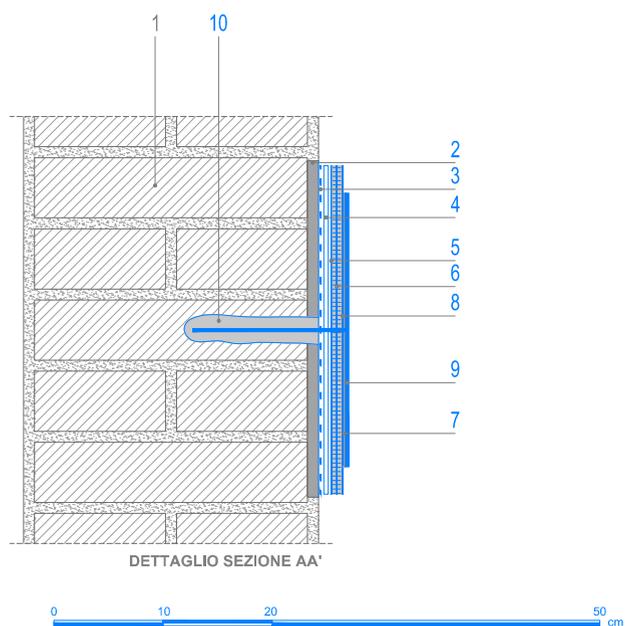




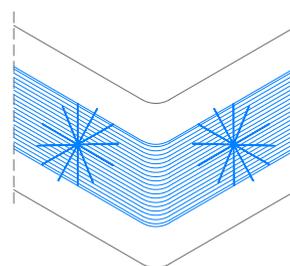
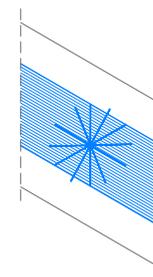
PROSPETTO FRONTALE



PROSPETTO LATERALE



DETTAGLIO SEZIONE AA'

DETTAGLIO
ASSONOMETRIA ANGOLODETTAGLIO
ASSONOMETRIA PARETE

0 10 20 50 cm

NOTE

1. Attraverso il software **MAPEI FRP FORMULA**, in conformità al CNR DT 200, è possibile definire le caratteristiche del tessuto **MAPEWRAP UNI-AX** (tipologia di fibra, grammatura, modulo elastico, dimensioni e numero degli strati).
2. Il numero, la tipologia, il diametro e la dimensione delle di connessioni trasversali mediante **MAPEWRAP FIOCCO** dovranno essere definite in fase progettuale.

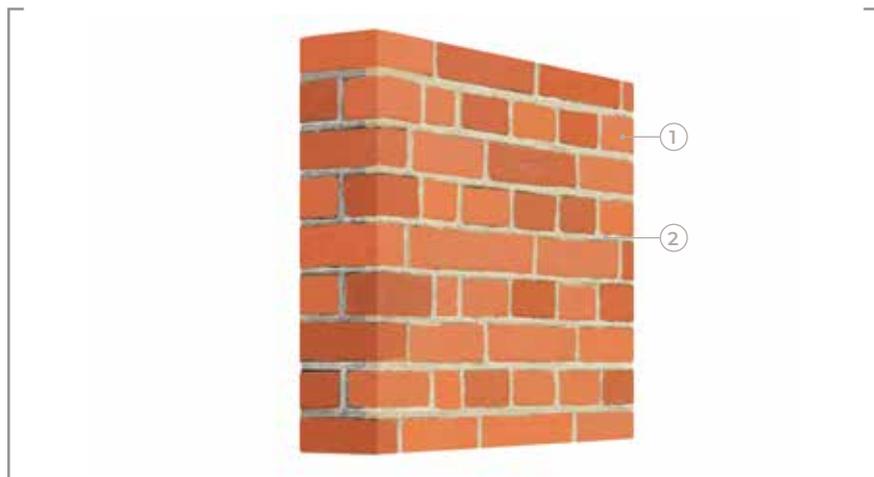
INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI MURATURA PORTANTE

RIGENERAZIONE MURARIA MEDIANTE STILATURA DEI GIUNTI DI ALLETTAMENTO



PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



Per la stilatura di murature portanti in pietra, mattoni, tufo o miste, anche di pregio storico ed artistico, si procede come di seguito descritto:

→ Preparare il supporto, mediante la scarnitura dei giunti di malta, manualmente o con attrezzi meccanici, fino ad ottenere un supporto sano e compatto, privo di parti friabili e incoerenti, polvere e muffe, senza compromettere l'integrità della compagine muraria.

→ Eseguire l'idrolavaggio della muratura a bassa pressione al fine di eliminare eventuali efflorescenze e sali solubili presenti sulla superficie.

→ Procedere alla saturazione con acqua del supporto, al fine di impedire che quest'ultimo possa sottrarre acqua alla malta, pregiudicandone le caratteristiche prestazionali finali. Rimuovere l'eventuale acqua in eccesso con aria compressa.

→ Stendere **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE** in più strati, a seconda della profondità e della lunghezza dei corsi da riempire, esercitando una leggera pressione per favorirne l'adesione al supporto (foto A, B). Rimuovere la malta in eccesso subito dopo la stesura, anche dagli elementi costruttivi la muratura (foto C, D).

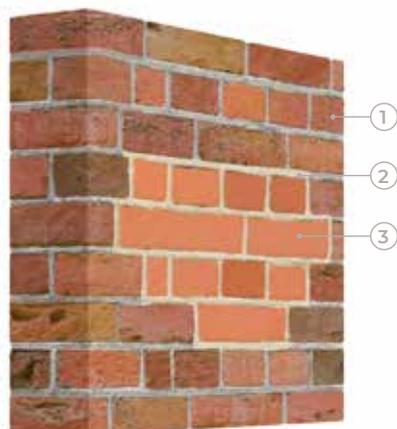
Nel caso di muratura «faccia vista» si consiglia di eseguire la spugnatura dei giunti di malta con una spugna inumidita. Prevedere, eventualmente, la stesura di idoneo trattamento trasparente, traspirante ed idrorepellente.



↓ NOTE

1. **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** è disponibile in 7 colori.
2. In alternativa al **MAPEWALL MURATURA FINE** è possibile impiegare il **MAPEWALL MURATURA GROSSO** e **MAPEWALL INTONACA & RINFORZA**.

RINFORZO DI MURATURA PORTANTE CONSOLIDAMENTO E RINFORZO MEDIANTE “SCUCI E CUCI” O “RINCOCCIATURA”



- 1 | MURATURA ESISTENTE
- 2 | MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO
- 3 | MATTONI NUOVI

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



La rigenerazione degli elementi murari tramite la tecnica dello “scuci e cucì” e della “rincocciatura” si rende necessaria quando il paramento murario risulti particolarmente degradato, mancante di elementi costruttivi (mattoni, pietre o tufo) o dove sono presenti lesioni, discontinuità e, in generale, in tutti quei casi in cui esistono problemi di connessione tra le porzioni della stessa muratura.

Previa messa in sicurezza della struttura con idonee operazioni provvisorie procedere come di seguito:

- Eseguire la rimozione degli elementi costruttivi particolarmente sconnessi e/o poco coesi.
- Eseguire la “scucitura” del tessuto murario interessato dalla presenza di lesioni e discontinuità, partendo dall’alto verso il basso, mediante la rimozione sia dei suoi elementi costruttivi particolarmente degradati e/o lesionati, sia della malta di allettamento esistente che non risulti più idonea, sia di tutto ciò che possa influire e pregiudicare la rigenerazione della muratura (foto A). Durante questa fase accantonare elementi costruttivi integri, che possano essere riutilizzati nelle operazioni di reintegrazione e di “cucitura” della struttura. Inoltre lasciare, sulla muratura da ripristinare, un contorno frastagliato che permetta la corretta “ammorsatura” delle nuove porzioni di muratura a quelle esistenti.
- Eseguire la pulizia dei piani di appoggio e di connessione, mediante l’idrolavaggio a bassissima pressione, per favorire un’adeguata adesione della malta al supporto.
- Eseguire la “cucitura” o la “rincocciatura” del paramento murario, creando dapprima il “letto di posa” con l’utilizzo di **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto B), successivamente, posando gli elementi costruttivi, (originali, precedentemente rimossi o nuovi, compatibili per forma e dimensione con quelli preesistenti, al fine di evitare l’insorgere di incompatibilità fisico-chimiche), esercitando una leggera pressione al fine di ammorsare le parti di nuova realizzazione a quelle esistenti (foto C). Asportare la malta in eccesso con una cazzuola.

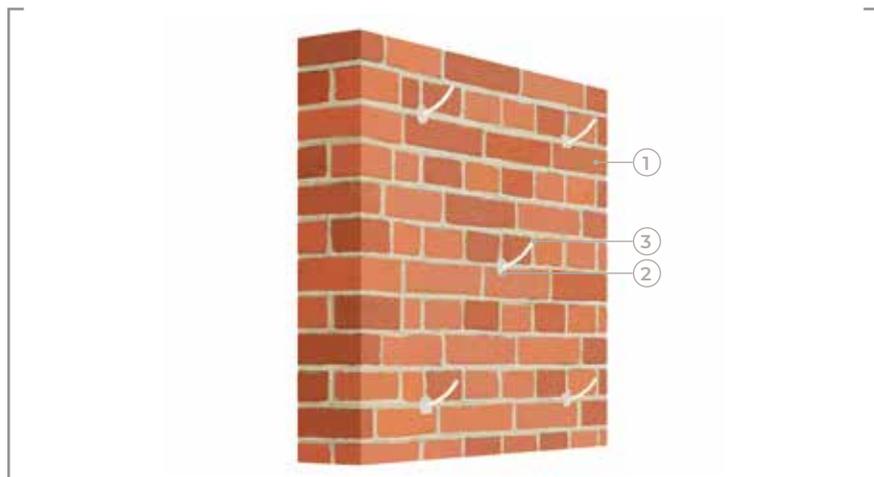


NOTE

1. **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** è disponibile in 7 colori.
2. In alternativa al **MAPEWALL MURATURA FINE** è possibile impiegare il **MAPEWALL MURATURA GROSSO** e **MAPEWALL INTONACA & RINFORZA**.

RINFORZO DI MURATURA PORTANTE

CONSOLIDAMENTO E RINFORZO MEDIANTE INIEZIONE DI BOIACCHE IPERFLUIDE



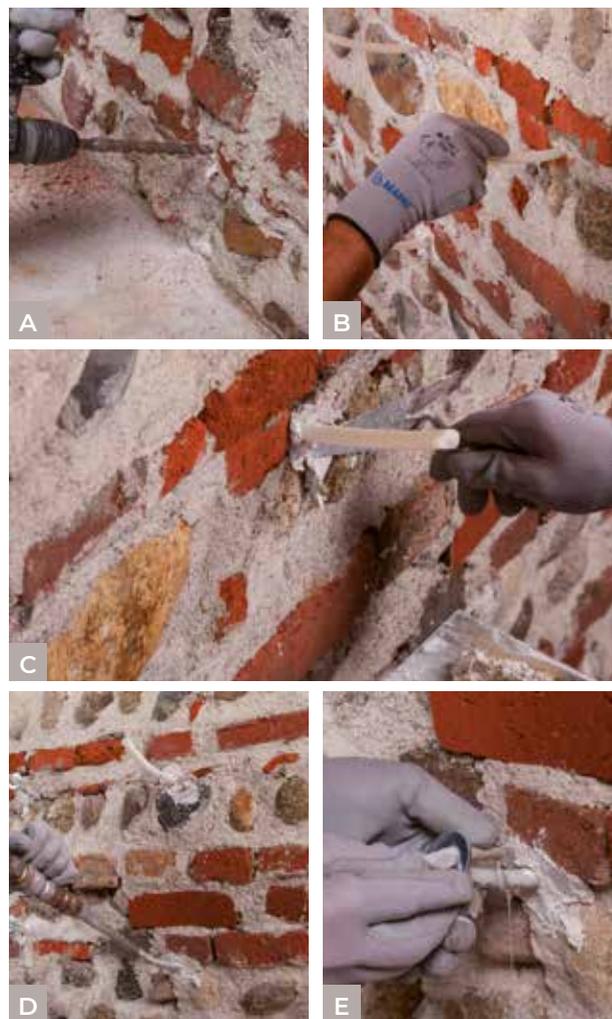
- ←
- 1 | MURATURA ESISTENTE
 - 2 | MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO
 - 3 | MAPE-ANTIQUÉ I-15

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



Per il consolidamento di strutture murarie a sacco, caotiche e/o incoerenti prevedere l'impiego di boiacche iperfluide, volumetricamente stabili e resistenti ai sali, facilmente iniettabili con pompe meccaniche manuali o elettroniche o per colatura a caduta, procedere come di seguito:

- Preparare il supporto, stuccando e "sigillando" tutte le eventuali fessure e discontinuità presenti sul paramento murario, che possano determinare la fuoriuscita della boiaccia con l'utilizzo di **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE**.
- Realizzare mediante trapano a rotazione, dei fori di diametro 20-40 mm e per una profondità pari a 2/3 dello spessore della muratura, possibilmente ai vertici di un reticolo a maglia 50x50 cm. Nel caso in cui lo spessore della muratura sia superiore ai 60 cm è preferibile realizzare i fori da entrambi i lati (foto A).
- Fissare i tubicini o iniettori con l'utilizzo di **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE**, attraverso i quali verrà iniettata la boiaccia **MAPE-ANTIQUÉ I-15** o in alternativa **MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA** (foto B, C).
- Il giorno precedente all'iniezione è consigliabile saturare con acqua tutta la struttura interna, utilizzando gli stessi tubicini o iniettori precedentemente fissati. Effettuare quest'operazione partendo dai fori posti più in alto. Assicurarsi che la struttura abbia assorbito tutta l'acqua iniettata prima di procedere con l'iniezione della boiaccia, operazione quest'ultima da effettuarsi dal basso verso la sommità della muratura (foto D).
- Rimuovere i tubicini e stuccare i fori con **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto E).

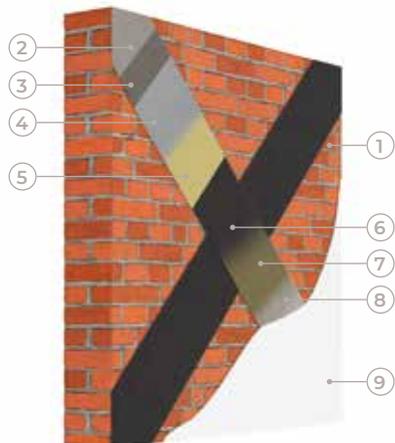


 **NOTE**

1. **MAPE-ANTIQUE I15** Legante idraulico fillerizzato, resistente ai sali, a base di calce ed Eco-Pozzolana ESENTE da cemento, per confezionare boiacche da iniezione superfluide per il consolidamento di murature, è specificamente raccomandata per le strutture in muratura non recenti (vincolate) per garantire caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche compatibili con la "qualità" muraria originaria.
2. In alternativa al **MAPE-ANTIQUE I15** è possibile impiegare il **MAPE-ANTIQUE I** o **MAPE-ANTIQUE F21**.
3. **MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA** Legante inorganico reattivo, a base di calce idraulica naturale, a bassissima emissione di VOC, per confezionare boiacche da iniezione superfluide, per il consolidamento di murature.

RINFORZO DI MURATURA PORTANTE

RINFORZO PER AZIONI FUORI E NEL PIANO CON FRP: TESSUTI MAPEWRAP SYSTEM



- 1 | MURATURA ESISTENTE
- 2 | PLANITOP HDM MAXI
- 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 4 | MAPEWRAP 11/12
- 5 | MAPEWRAP 31
- 6 | MAPEWRAP UNI-AX
- 7 | MAPEWRAP 31
- 8 | QUARZO 1,2
- 9 | FINITURA

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



L'intervento di rinforzo a taglio/trazione o pressoflessione di muratura portante (pietra, mattoni, tufo), può essere eseguito mediante l'impiego di tessuti della linea **FRP SYSTEM**. Successivamente alla preparazione del supporto si procede al rinforzo della muratura come di seguito.

Nel caso in cui la superficie da rinforzare sia molto irregolare, si consiglia di prevedere una rasatura di regolarizzazione lungo le direttrici principali di trazione, mediante uno strato adeguatamente planare, di malte bicomponenti fibrorinforzate ad elevata duttilità **PLANITOP HDM**, **PLANITOP HDM MAXI** o **PLANITOP HDM RESTAURO** per uno spessore di 5-6 mm. Attesi i tempi di stagionatura della malta sarà possibile procedere all'applicazione dei tessuti **MAPEWRAP**.

→ Applicare sulle superfici da rinforzare il primer epossidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).

→ Stendere a spatola, sul primer fresco, uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di stucco epossidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).

→ Applicare sullo stucco epossidico fresco, uno strato di resina epossidica fluida per l'impregnazione dei tessuti, **MAPEWRAP 31** (foto C).

→ Tagliare il tessuto **MAPEWRAP UNI-AX** nella lunghezza desiderata (foto D).

→ Applicare sullo strato di resina fresca **MAPEWRAP 31** il tessuto **MAPEWRAP UNI-AX** (foto E).

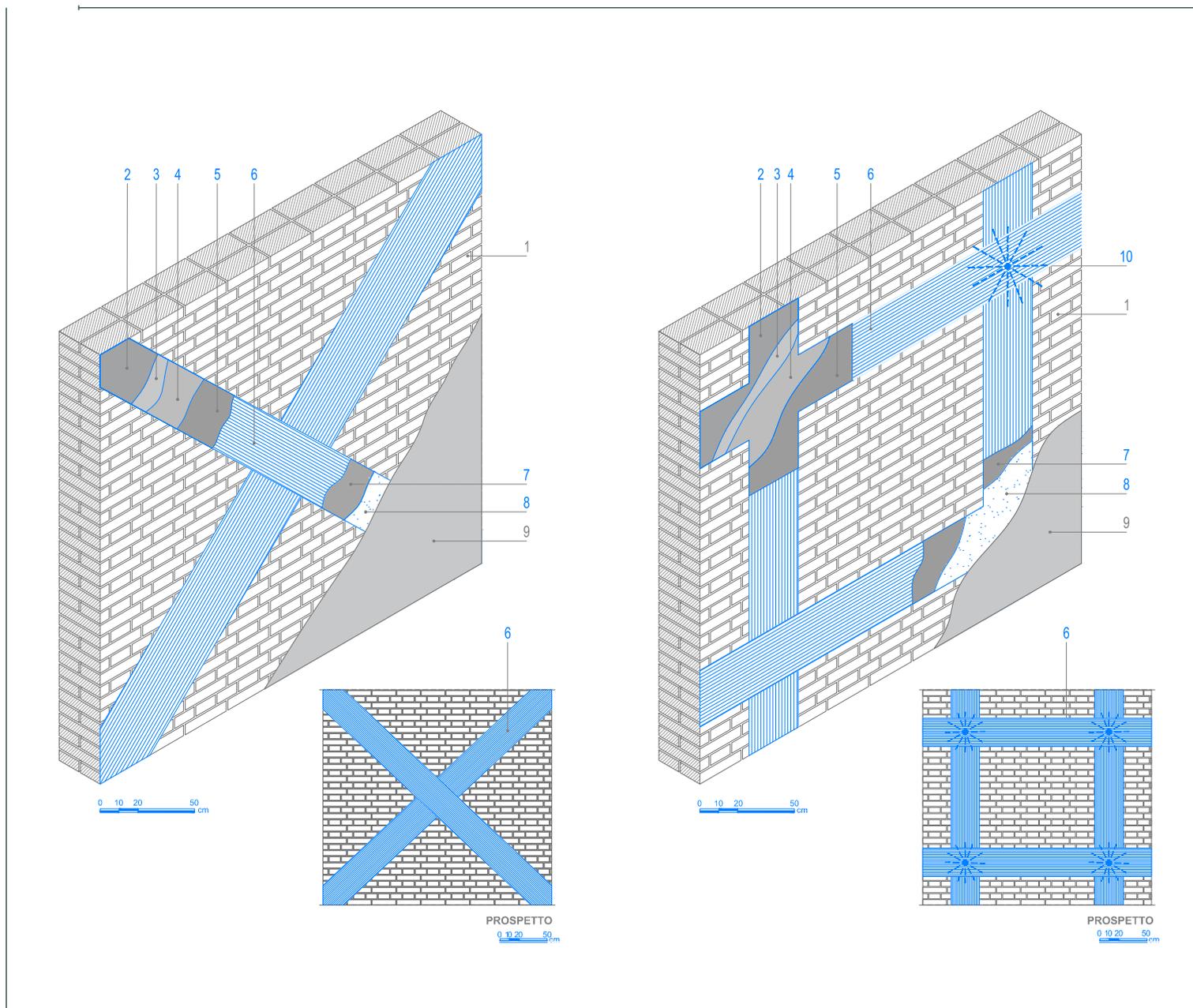
→ Passare con **RULLINO PER MAPEWRAP** al fine di eliminare eventuali bolle d'aria (foto F).

→ Applicare il secondo strato di **MAPEWRAP 31** (foto G).

→ Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta a rifiuto la resina fresca (foto H).

(*) Per un tempo di lavorabilità maggiore è possibile impiegare **MAPEWRAP 12**.





↓ NOTE

1. A seconda delle esigenze progettuali, è possibile scegliere tra tessuto unidirezionale in fibra di carbonio **MAPEWRAP C UNI-AX**, in fibra di vetro **MAPEWRAP G UNI-AX** e in fibra di basalto **MAPEWRAP B UNI-AX**, disponibili in diverse grammature.
2. **PLANITOP HDM RESTAURO** malta premiscelata bicomponente ad elevata duttilità a base di calce idraulica (NHL) ed Eco-Pozzolana; specificamente raccomandata per le strutture in muratura non recenti (vincolate) per garantire caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche compatibili con la "qualità" muraria originaria.
3. **PLANITOP HDM MAXI** è una malta bicomponente fibrorinforzate ad elevata duttilità, a base di leganti a reattività pozzolanica.

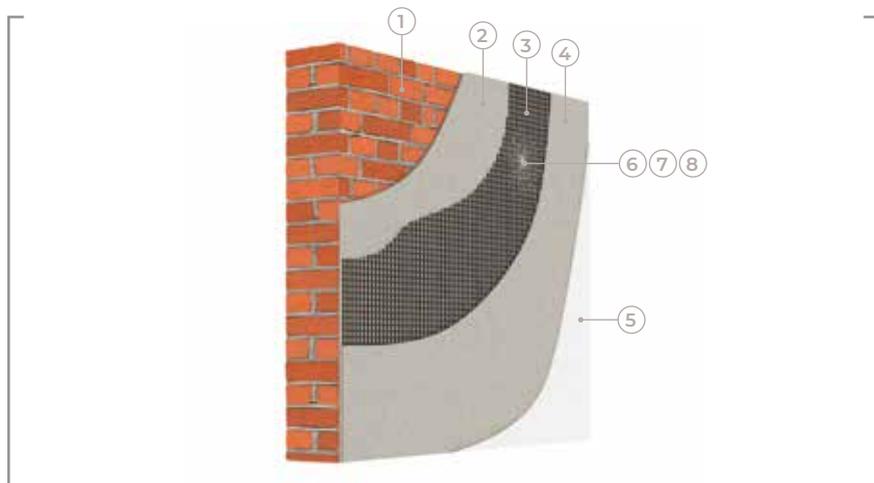
INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI MURATURA PORTANTE

RINFORZO PER AZIONI FUORI E NEL PIANO CON INTONACI A BASSO SPESSORE FRCM SYSTEM



- 1 | MURATURA ESISTENTE
- 2 | PLANITOP HDM MAXI O
PLANITOP HDM RESTAURO
- 3 | MAPEGRID G 220 O MAPEGRID B 250
- 4 | PLANITOP HDM MAXI O
PLANITOP HDM RESTAURO
- 5 | FINITURA
- 6 | MAPEWRAP C/G/B FIOCCO
- 7 | MAPEFIX VE SF
- 8 | MAPEWRAP 31

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



L'intervento di rinforzo a taglio/trazione di muratura portante (pietra, mattoni, tufo), può essere eseguito mediante un "intonaco armato a basso spessore" impiegando le reti della linea **FRCM SYSTEM** (**MAPEGRID B 250** o **MAPEGRID G 220**) in abbinamento a malte bicomponenti fibrorinforzate ad elevata duttilità (**PLANITOP HDM MAXI** o **PLANITOP HDM RESTAURO**). Successivamente alla rimozione degli intonaci e alla preparazione del supporto si procede al rinforzo della muratura come di seguito:

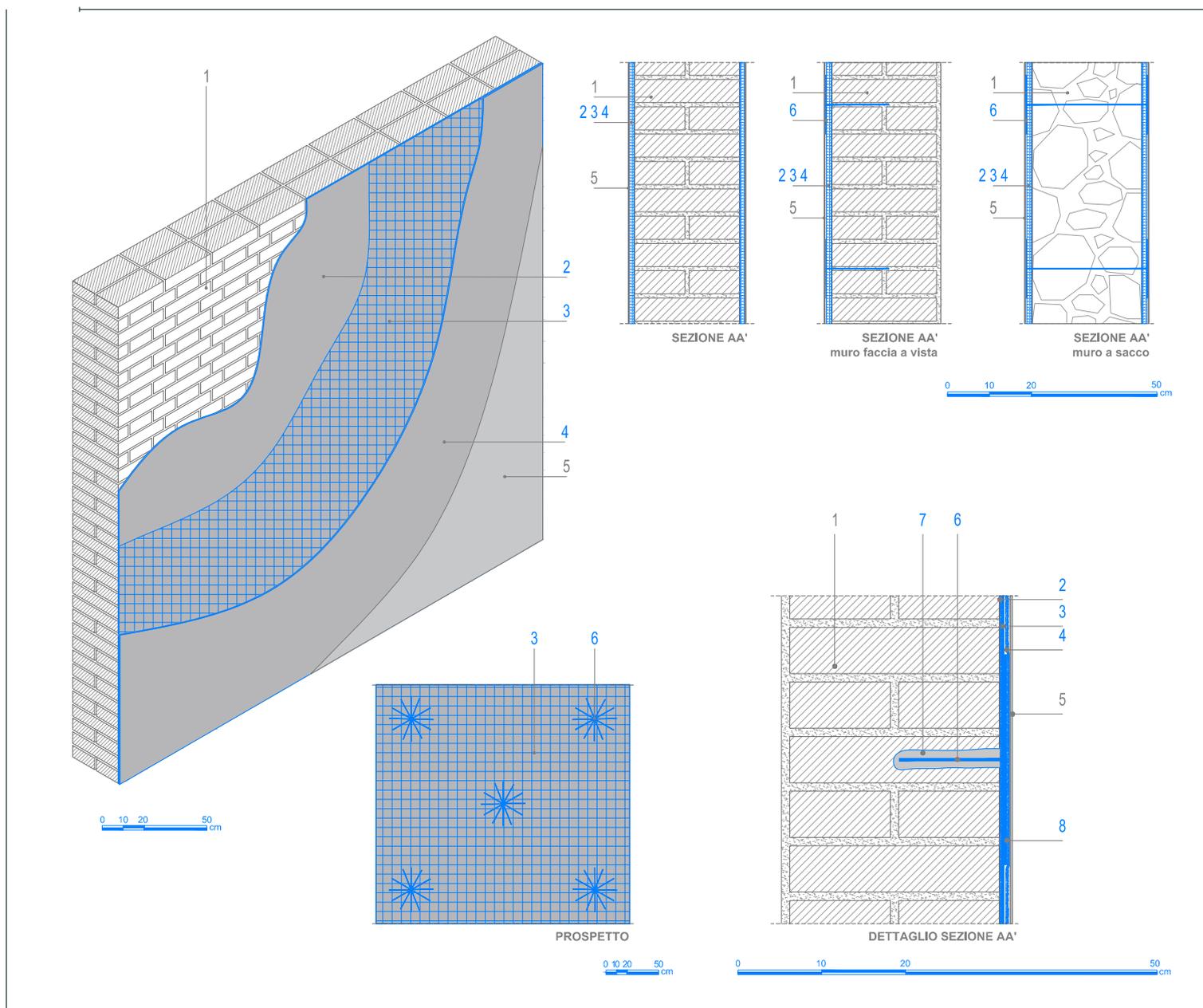
→ Regolarizzare le pareti murarie con un primo strato di malta bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità (**PLANITOP HDM MAXI** o **PLANITOP HDM RESTAURO** in uno spessore di 5-6 mm) (foto A).

→ Posizionare sullo strato di malta fresco, la rete strutturale in fibra di vetro A.R. alcali resistente **MAPEGRID G 220** o in fibra di basalto **MAPEGRID B 250** garantendo una sovrapposizione longitudinale tra fasce consecutive pari a circa 10 cm (foto B).

→ Applicare, nelle zone in cui è stata posizionata la rete, il secondo strato di **PLANITOP HDM MAXI** o **PLANITOP HDM RESTAURO** per uno spessore di 5-6 mm, quando il primo è ancora fresco (foto C).

In relazione alla tipologia di muratura da rinforzare, il progettista, potrà decidere di applicare il sistema di rinforzo su uno o entrambi i lati, oppure su un solo lato impiegando delle connessioni trasversali da realizzare mediante **MAPEWRAP FIOCCO** (SCHEDA 8.A). Tale sistema garantisce l'annullamento di eventuali fenomeni di "debonding" andando inoltre ad incrementare l'efficienza statica del rinforzo applicato.





NOTE

1. A seconda delle esigenze progettuali, è possibile scegliere tra la rete in fibra di vetro A.R. alcali resistente **MAPEGRID G 220** o la rete in fibra di basalto **MAPEGRID B 250**.
2. **PLANITOP HDM RESTAURO** malta premiscelata bicomponente ad elevata duttilità a base di calce idraulica (NHL) ed Eco-Pozzolana; specificamente raccomandata per le strutture in muratura non recenti (vincolate) per garantire caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche compatibili con la "qualità" muraria originaria.
3. **PLANITOP HDM MAXI** è una malta cementizia bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità, a base di leganti a reattività pozzolanica.
4. **PLANITOP HDM MAXI** risponde ai requisiti richiesti dalla UNI EN 998-2 come malte da muratura M25 e ai requisiti della UNI EN 1504-3 come malta non strutturale di classe R2.

INQUADRA IL QR CODE

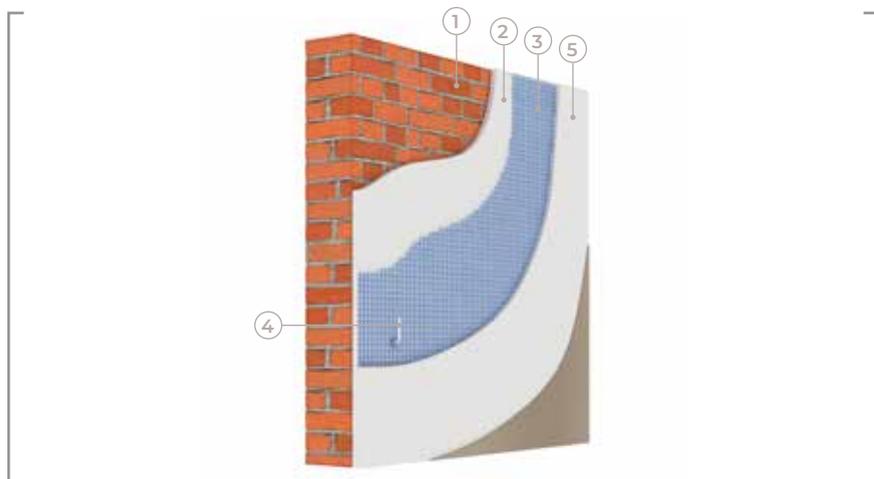
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI MURATURA PORTANTE

RINFORZO CON INTONACI ARMATI: SISTEMA MAPENET EM



- 1 | MURATURA ESISTENTE
- 2 | MAPEWALL INTONACA & RINFORZA O MAPE-ANTIQUE STRUTTURALE NHL
- 3 | MAPENET EM 30/40
- 4 | MAPENET EM CONNECTOR
- 5 | MAPEWALL INTONACA & RINFORZA O MAPE-ANTIQUE STRUTTURALE NHL

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



L'intervento di "intonaco armato" può essere realizzato mediante l'applicazione del sistema costituito da una malta premiscelata monocomponente fibrorinforzata, ad elevate prestazioni meccaniche, a base di calce idraulica naturale, perfettamente compatibile dal punto di vista fisico-meccanico con il supporto, **MAPEWALL INTONACA & RINFORZA** e da una rete in fibra di vetro A.R. alcali resistente, pre-impregnata (FRP) **MAPENET EM**, tale da conferire alla struttura rinforzata un'elevata duttilità e una ripartizione più uniforme delle sollecitazioni. Successivamente alla preparazione del supporto, comprendente anche lo smusso degli angoli vivi della muratura garantendo un raggio di curvatura di 20 mm, si procede al rinforzo della muratura come di seguito:

→ Realizzare sulla muratura fori di diametro 16 mm, con un'incidenza di 4 fori al mq (foto A).

→ Pulire i fori mediante aria compressa (foto B).

→ Iniettare nei fori il fissaggio chimico epossidico **MAPEFIX EP 470 SEISMIC** oppure **MAPEFIX EP 385-585** oppure mediante fissaggio chimico a base di resina vinilestere **MAPEFIX VE SF** (foto C).

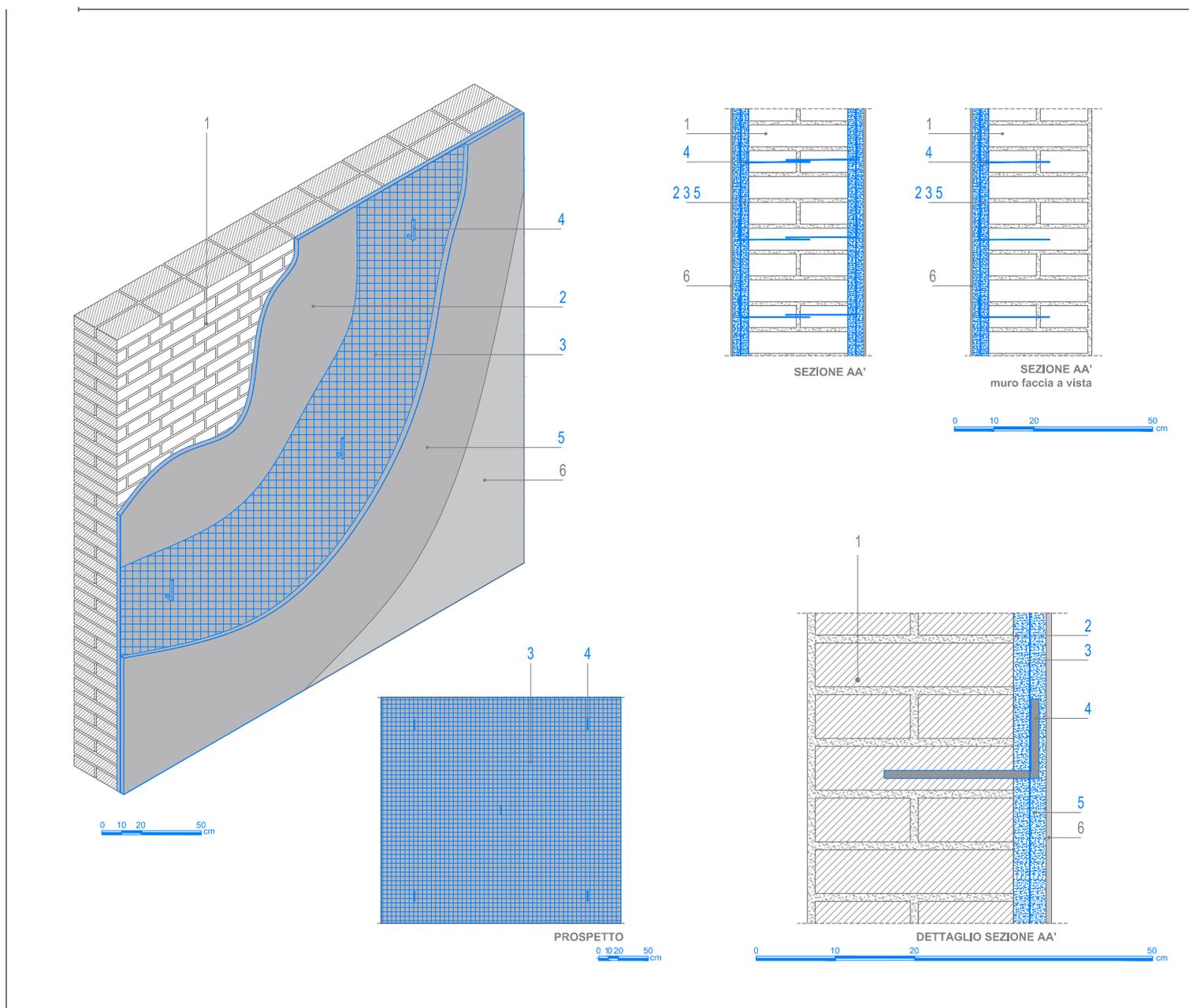
→ Inserimento di connettore preformato a "L" in fibra di vetro alcali-resistente e resina termoindurente **MAPENET EM CONNECTOR** (foto D).

→ Regolarizzazione dell'intera superficie, in modo da ottenere uno strato adeguatamente planare, mediante l'utilizzo di **MAPEWALL INTONACA & RINFORZA** per uno spessore minimo di 10 mm (foto E).

→ Contestualmente all'applicazione del primo strato di malta, posizionare in maniera diffusa la rete strutturale **MAPENET EM** garantendo una sovrapposizione longitudinale pari a circa 15 cm ed opportunamente posizionata con connettori a "L" precedentemente disposti. Data la flessibilità della rete, è possibile sagomare il rinforzo risvoltando la stessa e seguendo la geometria della muratura, senza la necessità di applicazione di pezzi speciali (foto F).

→ Applicare il secondo strato di **MAPEWALL INTONACA & RINFORZA** (quando il primo strato è ancora fresco), in modo da coprire completamente il rinforzo precedentemente applicato, per uno spessore di circa 15 mm (foto G). In relazione alla tipologia di muratura da rinforzare, il progettista, potrà decidere di applicare il sistema di rinforzo su un solo lato o su entrambi i lati.





NOTE

1. A seconda delle esigenze progettuali, è possibile scegliere tra la rete in fibra di vetro A.R. alcali resistente **MAPENET EM 30** oppure la **MAPENET EM40**.
2. **MAPENET EM CONNECTOR** è disponibile nelle lunghezze 20, 38, 50 e 70 cm.
3. In alternativa al **MAPEWALL INTONACA & RINFORZA** è possibile impiegare il **MAPE-ANTIQUE STRUTTURALE NHL** a base di calce idraulica naturale ed eco-pozzolana **ESENTE** da cemento, è specificamente raccomandata per le strutture in muratura non recenti (storiche) per garantire caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche compatibili con la "qualità" muraria originaria.

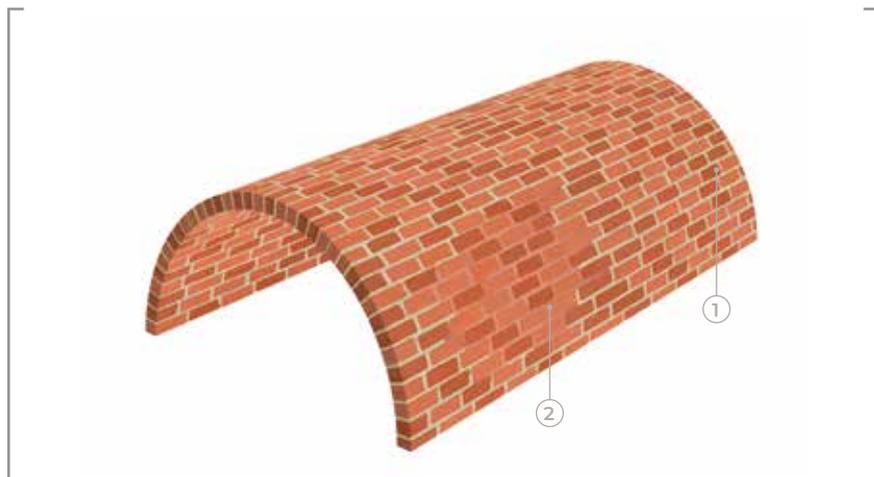
INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI ARCHI E VOLTE IN MURATURA

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO MEDIANTE STILATURA DEI GIUNTI DI ALLETTAMENTO



PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

Prima di procedere all'intervento di rinforzo di una volta o di un arco, sarà necessario prevedere opere provvisorie per la messa in sicurezza delle lavorazioni e successivamente analizzare le superfici come di seguito descritto:

- Puntellare nella parte intradossale la volta o l'arco.
- Rimuovere i rinfianchi e tutte le parti inconsistenti fino ad ottenere un supporto sano, compatto e meccanicamente resistente, che non porti al distacco delle successive applicazioni.
- Scarnitura superficiale dei giunti di malta degradati fino ad arrivare ad ottenere un supporto sano e compatto, privo di parti friabili e incoerenti, efflorescenze saline, polvere e muffe, senza compromettere l'integrità del paramento murario.
- Aspirare le superfici da ripristinare, in modo da eliminare completamente qualsiasi frammento presente.
- Effettuare l'idrolavaggio a bassa pressione della superficie al fine di rimuovere qualsiasi materiale e sostanza che possa pregiudicare l'adesione dei prodotti che verranno impiegati successivamente.
- Eseguire la stilatura dei giunti di allettamento con **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto A, B e C).

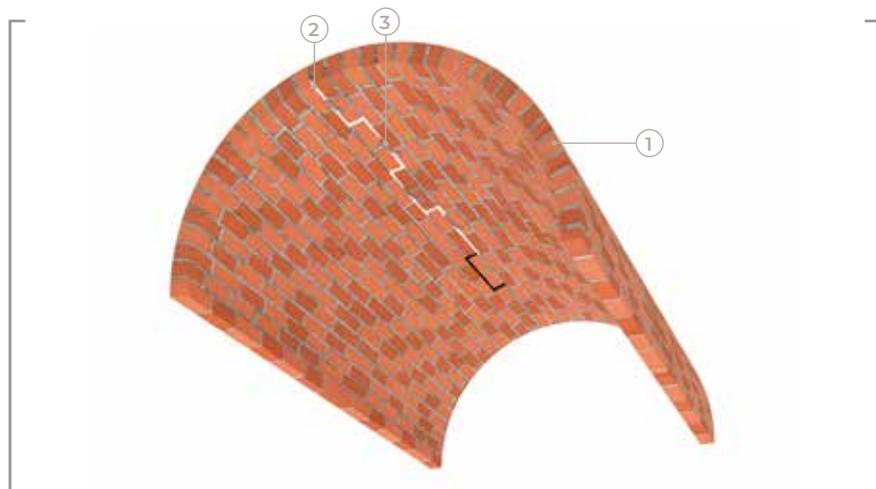


NOTE

1. **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** è disponibile in 7 colori.
2. In alternativa al **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** è possibile impiegare il **MAPE-ANTIQUE STRUTTURALE NHL**.
3. In alternativa al **MAPEWALL MURATURA FINE** è possibile impiegare il **MAPEWALL MURATURA GROSSO** e **MAPEWALL INTONACA & RINFORZA**.

RINFORZO DI ARCHI E VOLTE IN MURATURA

CONSOLIDAMENTO E RINFORZO MEDIANTE INIEZIONE DI BOIACCHE IPERFLUIDE



- 1 | VOLTA ESISTENTE
- 2 | MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO
- 3 | MAPE-ANTIQUE I-15

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



L'intervento di consolidamento delle lesioni di volte e archi può essere eseguito sia dall'estradosso sia dall'intradosso mediante l'impiego di boiacche iperfluide, volumetricamente stabili e resistenti ai sali, facilmente iniettabili con pompe meccaniche manuali o elettroniche o per colatura a caduta, come di seguito:

A. Preparare il supporto, stuccando e "sigillando" tutte le fessure e le discontinuità presenti sulla tessitura muraria, della volta o arco, che possano determinare la fuoriuscita della boiaccia con l'utilizzo di **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE**.

B. Realizzare mediante trapano a rotazione, dei fori di diametro 20-40 mm.

C. Fissare i tubicini o iniettori con l'utilizzo di **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE**, attraverso i quali verrà iniettata la boiaccia **MAPE-ANTIQUE I-15** o in alternativa **MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA** (foto A, B).

D. Saturare con acqua tutta la struttura interna, il giorno precedente all'iniezione, utilizzando gli stessi tubicini o iniettori precedentemente fissati. Assicurarsi che la struttura abbia assorbito tutta l'acqua iniettata prima di procedere con l'iniezione della boiaccia, operazione quest'ultima da effettuarsi dal basso verso la sommità della muratura (foto C).

E. Rimuovere i tubicini e stuccare i fori con **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** o in alternativa **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto D).

NOTE

1. **MAPE-ANTIQUE I15** Legante idraulico fillerizzato, resistente ai sali, a base di calce ed Eco-Pozzolana ESENTE da cemento, per confezionare boiacche da iniezione superfluide per il consolidamento di murature, è specificamente raccomandata per le strutture in muratura non recenti (vincolate) per garantire caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche compatibili con la "qualità" muraria originaria.

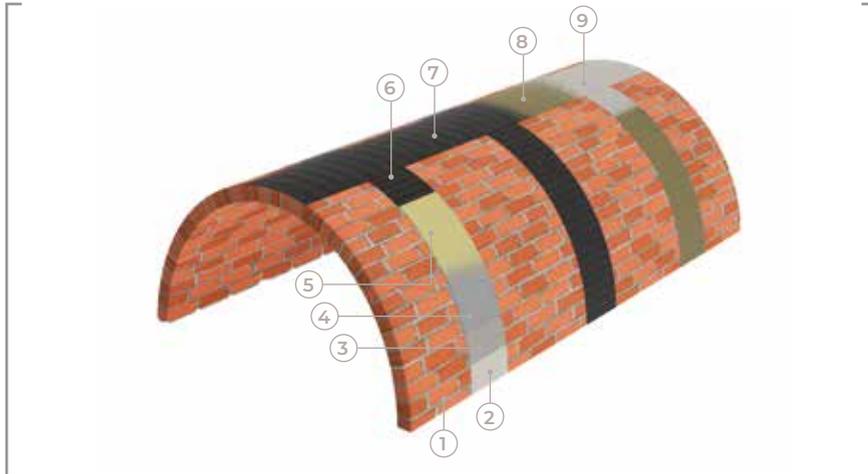
2. In alternativa al **MAPE-ANTIQUE I15** è possibile impiegare il **MAPE-ANTIQUE I** o **MAPE-ANTIQUE F21**.

3. **MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA** Legante inorganico reattivo, a base di calce idraulica naturale, a bassissima emissione di VOC, per confezionare boiacche da iniezione superfluide, per il consolidamento di murature.



RINFORZO DI ARCHI E VOLTE IN MURATURA

PLACCAGGIO MEDIANTE FRP: TESSUTI MAPEWRAP SYSTEM



- 1 | VOLTA ESISTENTE
- 2 | PLANITOP HDM MAXI O
PLANITOP HDM RESTAURO
- 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 4 | MAPEWRAP 11/12
- 5 | MAPEWRAP 31
- 6 | MAPEWRAP UNI-AX
- 7 | MAPEWRAP C QUADRI-AX
- 8 | MAPEWRAP 31
- 9 | QUARZO 1,2

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



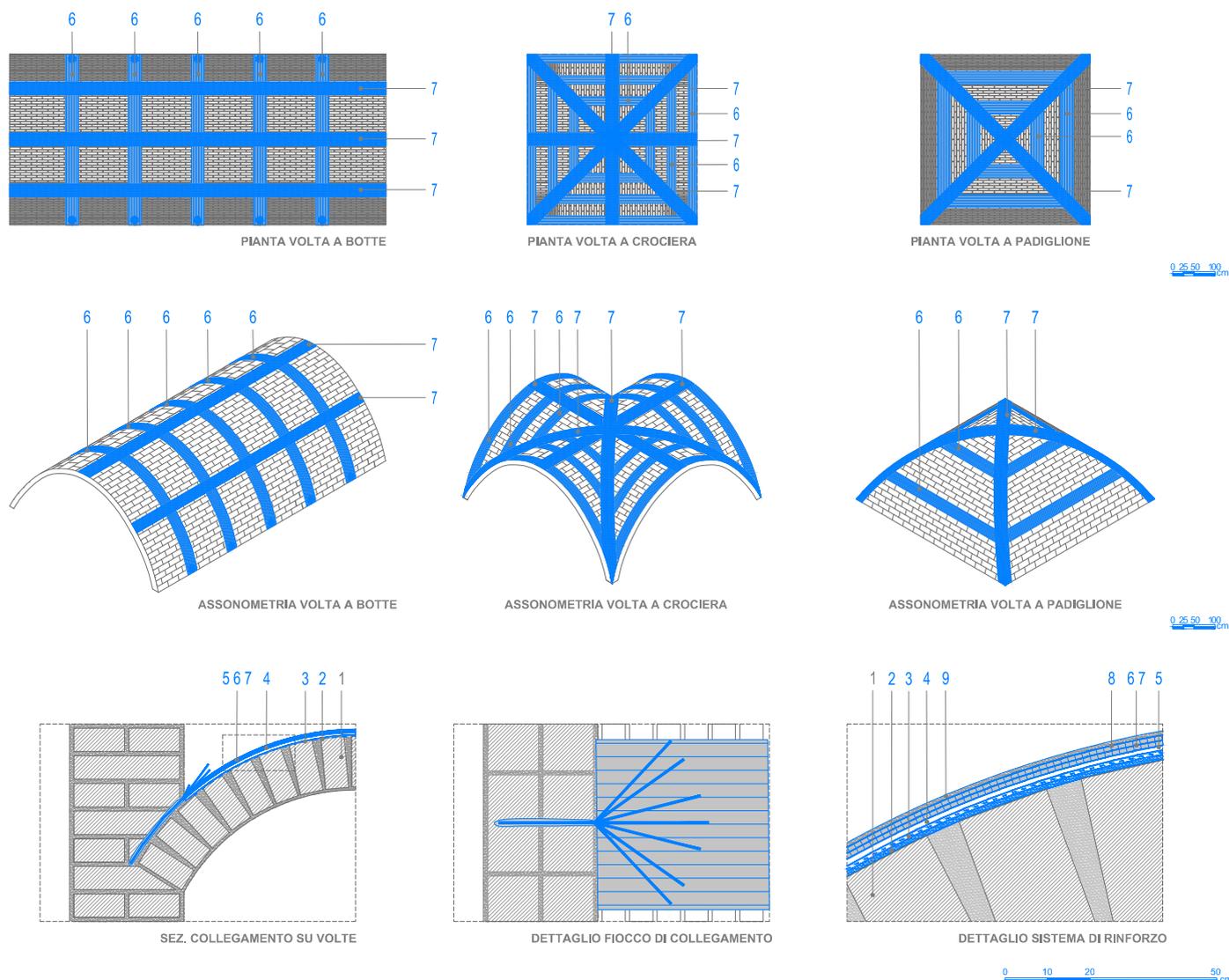
L'intervento di rinforzo strutturale di una volta o di un elemento ad arco, può essere eseguito nella parte estradossale o intradossale mediante l'impiego di tessuti della linea **FRP SYSTEM**. Successivamente alla **preparazione del supporto** si procede al rinforzo della volta o arco lungo le direttrici come di seguito descritto.

Nel caso in cui la superficie da rinforzare sia molto irregolare, si consiglia di prevedere una rasatura di regolarizzazione lungo le direttrici della volta o dell'arco mediante uno strato adeguatamente planare, di malte bicomponenti fibrorinforzate ad elevata duttilità **PLANITOP HDM MAXI** o **PLANITOP HDM RESTAURO** per uno spessore di 5-6 mm. Attesi i tempi di stagionatura della malta sarà possibile procedere all'applicazione dei tessuti **MAPEWRAP**.

- Applicare sulle superfici da rinforzare il primer epossidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
 - Stendere a spatola, sul primer fresco, uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di stucco epossidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).
 - Applicare sullo stucco epossidico fresco, uno strato di resina epossidica fluida per l'impregnazione dei tessuti, **MAPEWRAP 31** (foto C).
 - Tagliare con forbici il tessuto **MAPEWRAP** nella lunghezza desiderata.
 - Applicare **MAPEWRAP UNI-AX** o **MAPEWRAP C QUADRI-AX** e passaggio con **RULLINO PER MAPEWRAP** al fine di eliminare eventuali bolle d'aria (foto D, E).
 - Applicare il secondo strato di **MAPEWRAP 31** (foto F).
 - Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta a rifiuto la resina fresca (foto G).
- In prossimità delle imposte, si consiglia di procedere alla realizzazione di connessioni puntuali mediante **MAPEWRAP FIOCCO** (SCHEDA 6.F) in modo da intercettare il rinforzo applicato. Tale sistema garantisce l'annullamento di eventuali fenomeni di "debonding" andando inoltre ad incrementare l'efficienza statica del rinforzo applicato.

(*) Per un tempo di lavorabilità maggiore è possibile impiegare **MAPEWRAP 12**.





NOTE

1. A seconda delle esigenze progettuali, il professionista potrà scegliere di impiegare il tessuto unidirezionale in fibra di carbonio **MAPEWRAP C UNI-AX**, in fibra di vetro **MAPEWRAP G UNI-AX** e in fibra di basalto **MAPEWRAP B UNI-AX**, tutti disponibili in diverse grammature.
2. **PLANITOP HDM RESTAURO** malta premiscelata bicomponente ad elevata duttilità a base di calce idraulica (NHL) ed Eco-Pozzolana; specificamente raccomandata per le strutture in muratura non recenti (vincolate) per garantire caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche compatibili con la "qualità" muraria originaria.
3. **PLANITOP HDM RESTAURO** risponde ai requisiti richiesti dalla UNI EN 998-1 e EN 998-2 come malta da muratura M15.
4. **PLANITOP HDM MAXI** è una malta cementizia bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità, a base di leganti a reattività pozzolanica.
5. **PLANITOP HDM MAXI** risponde ai requisiti richiesti dalla UNI EN 998-2 come malte da muratura M25 e ai requisiti della UNI EN 1504-3 come malta non strutturale di classe R2.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

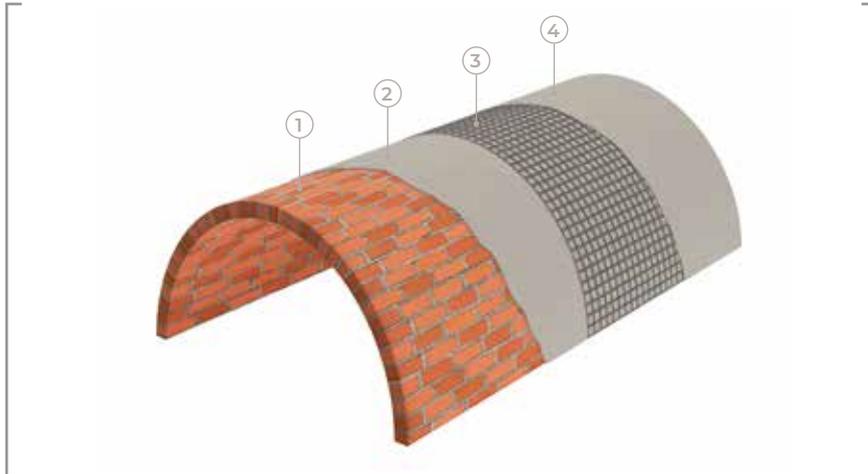
oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI ARCHI E VOLTE IN MURATURA

RINFORZO MEDIANTE INTONACI ARMATI A BASSO SPESSORE

FRCM SYSTEM



- 1 | VOLTA ESISTENTE
- 2 | PLANITOP HDM MAXI O
PLANITOP HDM RESTAURO
- 3 | MAPEGRID G 220 O MAPEGRID B 250
- 4 | PLANITOP HDM MAXI O
PLANITOP HDM RESTAURO

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



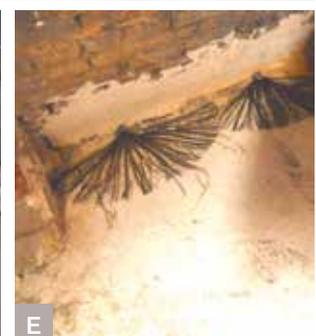
L'intervento di rinforzo strutturale della volta o dell'elemento ad arco può essere eseguito dall'estradosso o dall'intradosso mediante l'impiego di reti della linea **FRCM SYSTEM (MAPEGRID B 250 o MAPEGRID G 220)** in abbinamento a malte bicomponenti fibrorinforzate ad elevata duttilità (**PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO**). Successivamente alla preparazione del supporto (SCHEDE 7.A e 7.B), compresa la rimozione dell'intonaco, si procede al consolidamento e rinforzo della volta o arco come di seguito:

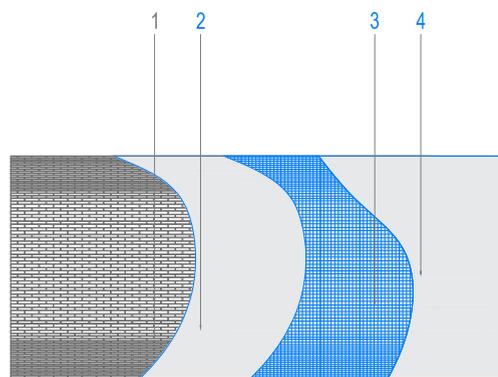
→ Regularizzare l'intera superficie estradosale/intradosale della volta o arco, in modo da ottenere uno strato adeguatamente planare, mediante l'utilizzo di malte bicomponenti fibrorinforzate ad elevata duttilità (**PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO**) per uno spessore di 5-6 mm (compresi gli eventuali archi estradosali di rinforzo e i frenelli) (foto A).

→ Posizionare sullo strato di malta fresco, la rete strutturale in fibra di vetro A.R. alcali resistente **MAPEGRID G 220** o in fibra di basalto **MAPEGRID B 250**. Risvoltare sulle pareti verticali il sistema di rinforzo per almeno 40 cm. Le porzioni di rete dovranno essere affiancate e sovrapposte di circa 15 cm (foto B).

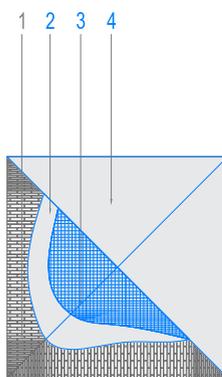
→ Applicare, sull'intero sviluppo della volta o arco, il secondo strato di (**PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO**), per uno spessore di 5-6 mm, al fine di coprire interamente le reti posizionate, quando il primo strato è ancora fresco (foto C, D).

→ In prossimità delle imposte è consigliabile procedere alla realizzazione di connessioni puntuali mediante **MAPEWRAP FIOCCO** (SCHEDA 8.A) in modo da intercettare il rinforzo applicato. Tale sistema garantisce l'annullamento di eventuali fenomeni di "debonding" andando inoltre ad incrementare l'efficienza statica del rinforzo applicato (foto E).

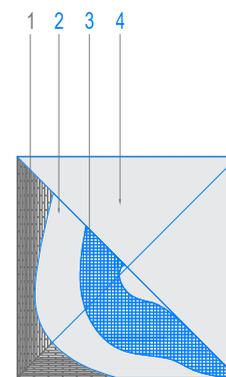




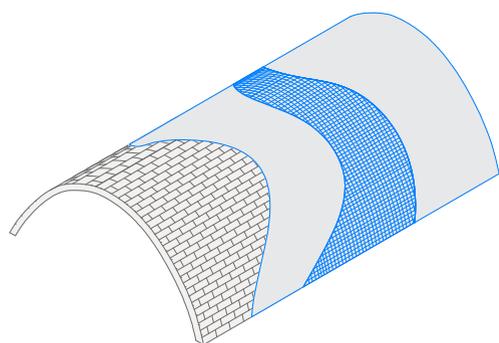
PIANTA VOLTE A BOTTE



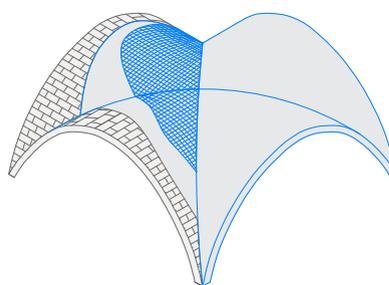
PIANTA VOLTE A CROCIERA



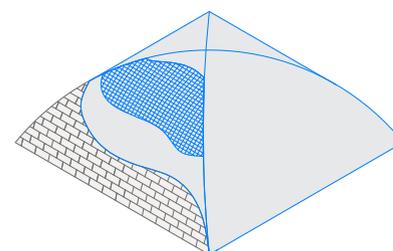
PIANTA VOLTE A PADIGLIONE



ASSONOMETRIA VOLTE A BOTTE



ASSONOMETRIA VOLTE A CROCIERA



ASSONOMETRIA VOLTE A PADIGLIONE

0 25 50 100
cm

↓ NOTE

1. A seconda delle esigenze progettuali, è possibile scegliere tra la rete in fibra di vetro A.R. alcali resistente **MAPEGRID G 220** o la rete in fibra di basalto **MAPEGRID B 250**.
2. **PLANITOP HDM RESTAURO** malta premiscelata bicomponente ad elevata duttilità a base di calce idraulica (NHL) ed Eco-Pozzolana; specificamente raccomandata per le strutture in muratura non recenti (vincolate) per garantire caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche compatibili con la "qualità" muraria originaria.
3. **PLANITOP HDM MAXI** è una malta cementizia bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità, a base di leganti a reattività pozzolanica.
4. **PLANITOP HDM MAXI** risponde ai requisiti richiesti dalla UNI EN 998-2 come malte da muratura M25 e ai requisiti della UNI EN 1504-3 come malta non strutturale di classe R2.

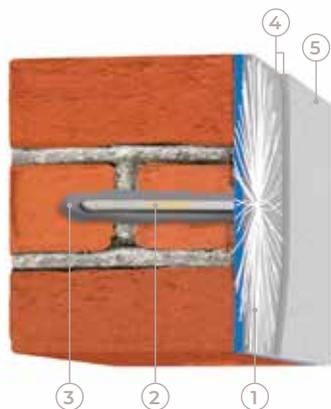
INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



SISTEMI COMPLEMENTARI

CONNESSIONI TRASVERSALI MEDIANTE MAPEWRAP FIOCCO



- 1 | MAPEWRAP FIOCCO
- 2 | MAPEWRAP 21 + QUARZO 1,2
- 3 | MAPEFIX VE SF O EP 385/585 O EP 470 SEISMIC
- 4 | MAPEWRAP 11 O MAPEWRAP 31
- 5 | QUARZO 1,2

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



Per garantire una migliore efficacia dei sistemi di rinforzo applicati sulle murature portanti, è possibile realizzare delle connessioni mediante **MAPEWRAP FIOCCO**. Le connessioni attraverso fiocchi possono essere passanti o non passanti in funzione della tipologia di muratura e delle esigenze progettuali.

Per la **realizzazione del fiocco non passante** si procede come di seguito:

- Tagliare le porzioni di corda **MAPEWRAP FIOCCO (C,G,B)** di lunghezza pari alla profondità del foro e della parte terminale esterna da sfioccare (foto A).
- Impregnare un estremo (parte che verrà inserita internamente) con resina epossidica fluida **MAPEWRAP 21** (foto B).
- Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta la superficie del fiocco impregnata di resina. Attendere circa 24 ore e ad indurimento avvenuto del fiocco procedere alla posa in opera (foto C).

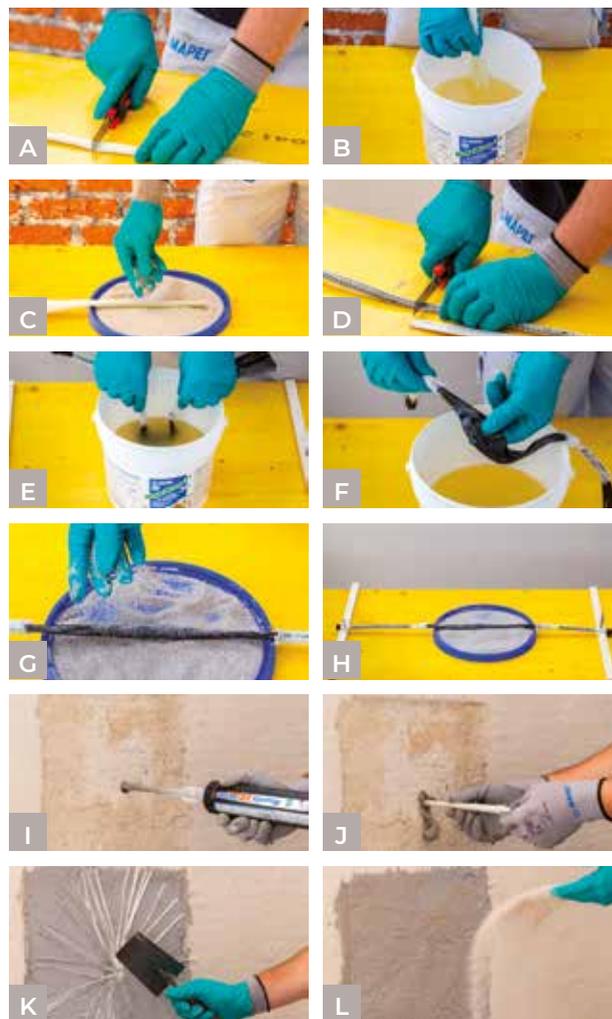
Per la **realizzazione del fiocco passante** si procede come di seguito:

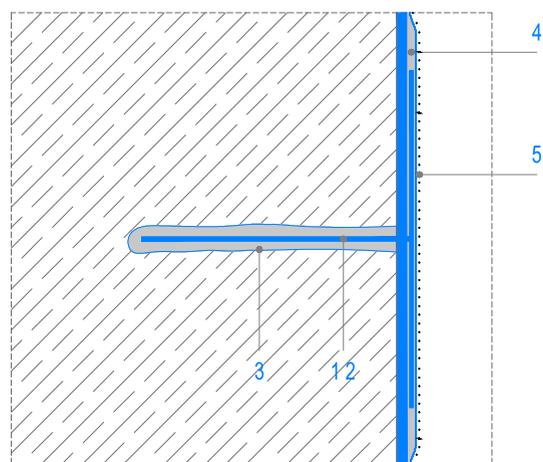
- tagliare le porzioni di corda **MAPEWRAP FIOCCO (C,G,B)** di lunghezza pari allo spessore della muratura più le due parti terminali esterne da sfioccare (foto D).
- Impregnare la parte centrale con resina epossidica fluida **MAPEWRAP 21** (foto E, F).
- Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta la superficie del fiocco impregnata di resina (foto G).
- Attendere circa 24 ore e ad indurimento avvenuto del fiocco procedere alla posa in opera (foto H).

Posa in opera

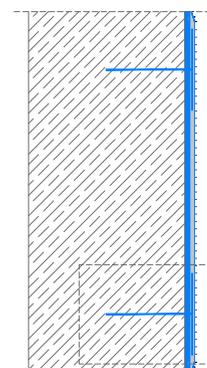
In corrispondenza dei fori precedentemente realizzati, una volta attesi i tempi di stagionatura della malta del sistema da collegare, si procede come di seguito:

- Iniettare nei fori il fissaggio chimico epossidico **MAPEFIX EP 470 SEISMIC** oppure **MAPEFIX EP 385-585** oppure mediante fissaggio chimico a base di resina vinilestere **MAPEFIX VE SF** (foto I).
- Inserire la parte rigida dei "fiocchi di ancoraggio" (foto J).
- Aprire a ventaglio le porzioni di corda sul rinforzo applicato in precedenza e fissarli mediante **MAPEWRAP 11** (o **MAPEWRAP 12**) o **MAPEWRAP 31** (foto K).
- Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta a rifiuto la porzione sfioccata (foto L).

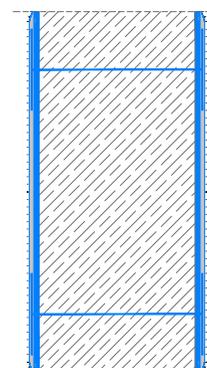




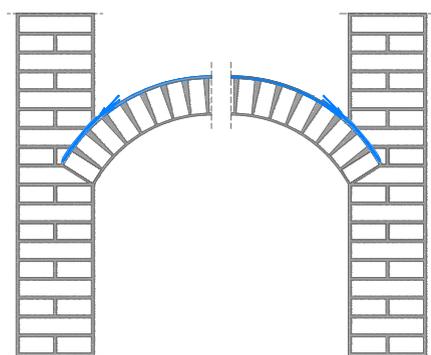
DETTAGLIO SEZIONE FIOCCO NON PASSANTE



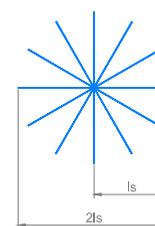
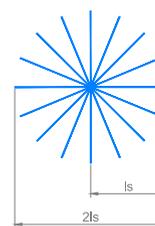
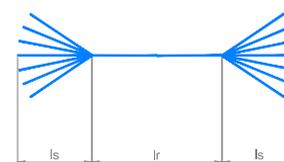
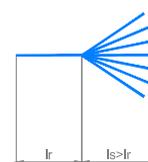
FIOCCO NON PASSANTE



FIOCCO PASSANTE



COLLEGAMENTO SU VOLTE



l_r = lunghezza gambo rigido
 l_s = lunghezza sfiocco

↓ NOTE

1. Il numero, la tipologia, il diametro e la dimensione delle connessioni trasversali mediante MAPEWRAP FIOCCO dovranno essere definite in fase progettuale.

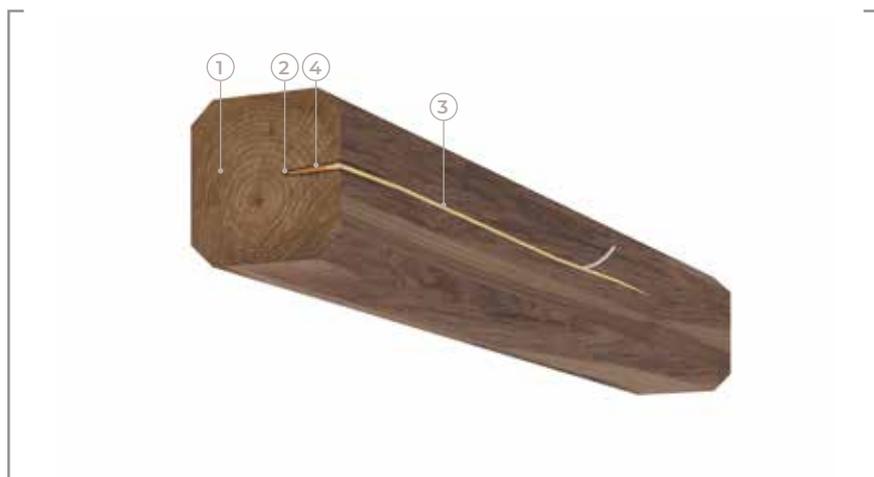
INQUADRA IL QR CODE
 e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI TRAVI E TRAVETTI DI SOLAI IN LEGNO

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO E CONSOLIDAMENTO DI ELEMENTI LIGNEI



- 1 | TRAVE / TRAVETTO IN LEGNO ESISTENTE
- 2 | MAPEWOOD PRIMER 100
- 3 | MAPEWOOD PASTE 140
- 4 | MAPEWOOD GEL 120

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



La reintegrazione dell'efficienza statica di elementi lignei mediante materiali compositi fibrorinforzati (FRP) dovrà avvenire previa preparazione dei supporti e consolidamento delle parti lignee interessate da lesioni.

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

- Pulire l'elemento ligneo al fine di rimuovere tutte le parti inconsistenti fino ad ottenere un supporto sano, compatto e meccanicamente resistente che non porti al distacco delle successive applicazioni (foto A).
- Aspirare il supporto in modo da rimuovere eventuali residui presenti.

SIGILLATURA DELLE LESIONI

In presenza di fessure superficiali e/o di lesioni profonde/fratture procedere come di seguito descritto:

- Applicare a pennello l'impregnate epossidico di consistenza fluida, in dispersione acquosa, ad elevata compatibilità chimico-fisica con il legno **MAPEWOOD PRIMER 100**.
- Sigillare le lesioni superficiali mediante applicazione con spatola metallica di adesivo epossidico bicomponente a consistenza tissotropica **MAPEWOOD PASTE 140** (foto B, C).
- Iniettare in presenza di lesioni profonde o fratture degli elementi lignei adesivo epossidico in forma di gel **MAPEWOOD GEL 120** in modo da bloccare il distacco delle superfici e ripristinare la continuità dell'elemento.

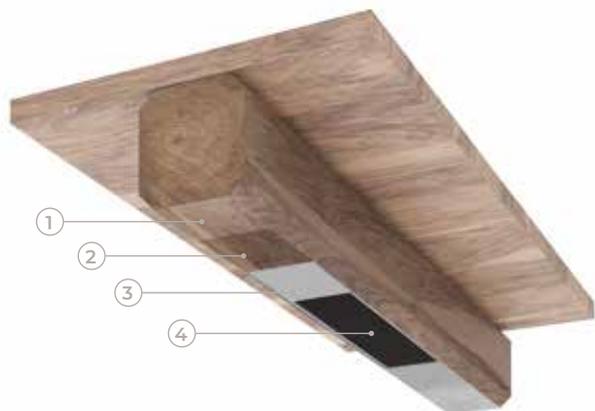


 **NOTE**

1. La Linea **MAPEWOOD** di Mapei è la gamma specifica di impregnanti e resine epossidiche formulate appositamente per il consolidamento di elementi in legno.

RINFORZO DI TRAVI E TRAVETTI DI SOLAI IN LEGNO

RINFORZO A FLESSIONE MEDIANTE PLACCAGGIO CON LAMINE IN CARBONIO CARBOPLATE SYSTEM



- 1 | TRAVE/TRAVETTO IN LEGNO ESISTENTE
- 2 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 3 | MAPEWRAP 11/12
- 4 | CARBOPLATE

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



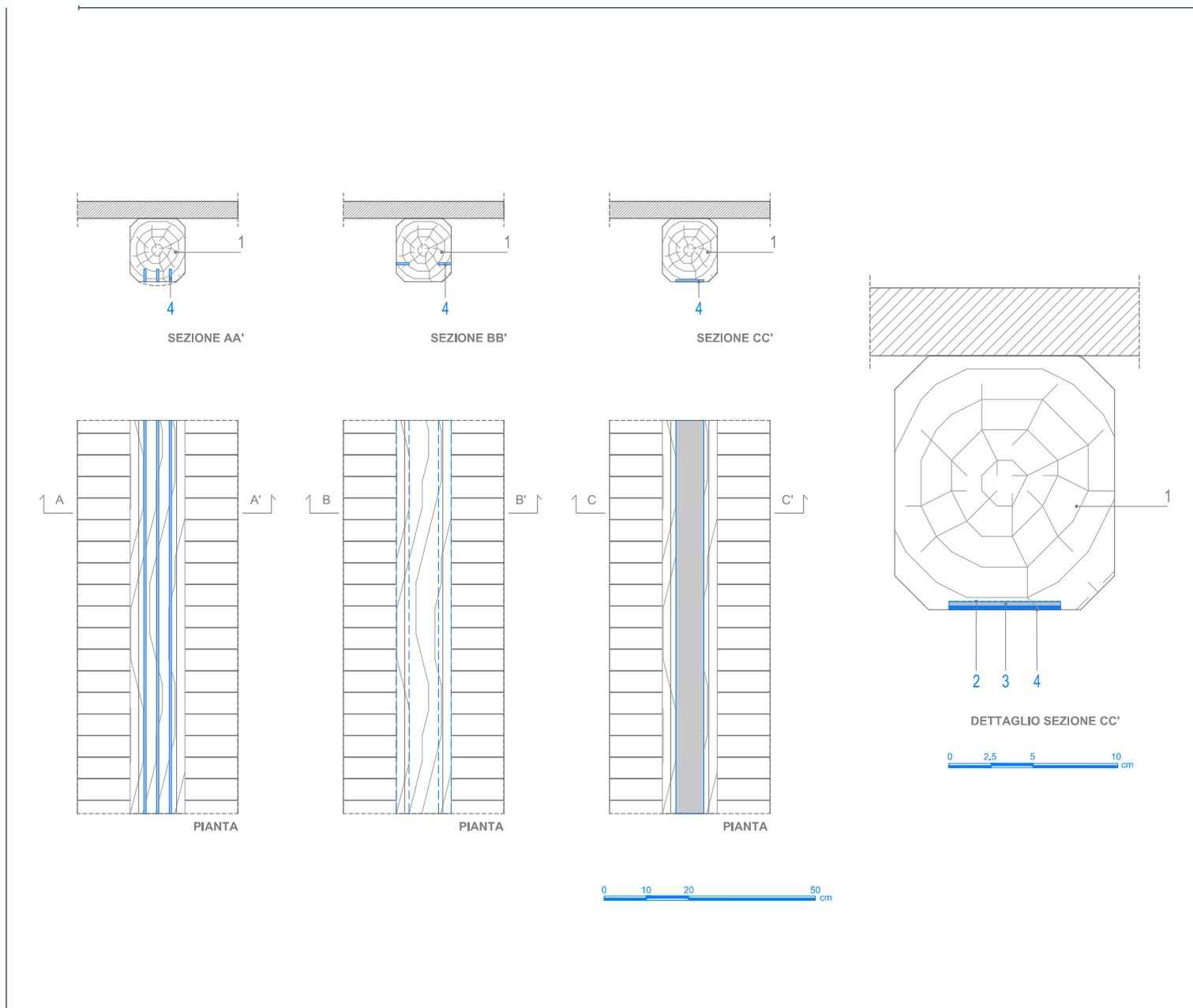
L'intervento di rinforzo a flessione di una trave o travetto di un solaio in legno si realizza disponendo lamine pultruse in fibra di carbonio **CARBOPLATE**, applicate mediante ciclo epossidico, o all'intradosso degli elementi lignei (foto A) o all'interno di opportune tasche laterali o a coltello, all'interno di apposite fresature verticali.

Si procede come di seguito descritto:

- Applicare sulla superficie da rinforzare, intradosso o superficie interna della tasca, uno strato di primer epossidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto B).
- Stendere a spatola, sul primer fresco, uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di adesivo epossidico a consistenza tissotropica **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto C).
- Tagliare con flessibile **CARBOPLATE** nella lunghezza desiderata.
- Rimuovere la pellicola protettiva (peel-ply) dalla stessa e stendere a spatola **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** su un lato della stessa o su entrambi nel caso di inserimento in apposite tasche (foto D).
- Applicare **CARBOPLATE** all'interno delle tasche o all'intradosso dell'elemento in legno (foto E).
- Premere con **RULLINO PER MAPEWRAP** al fine di eliminare eventuali bolle d'aria (foto F).

(*) Per un tempo di lavorabilità maggiore è possibile impiegare **MAPEWRAP 12**. È possibile completare l'intervento, mediante applicazione di un ulteriore strato di **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** all'intradosso della lamina **CARBOPLATE** e spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta per poi coprire con opportuna finitura o protesi lignea.





NOTE

1. Per la progettazione seguire le «Istruzioni per Interventi di Consolidamento Statico di Strutture Lignee mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati CNR DT 201/2005».
2. Nel caso di applicazione in più strati di lamine (si consiglia non più di tre) è necessario posizionarle direttamente sullo strato di MAPEWRAP 11 o MAPEWRAP 12 fresco.
3. CARBOPLATE SYSTEM è coperto da Certificato di Valutazione Tecnica all'Impiego CVT come da L.G. di cui al D.P.C.S.LL.PP. n.220 del 09/07/2015.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI TRAVI E TRAVETTI DI SOLAI IN LEGNO

RINFORZO A FLESSIONE MEDIANTE PLACCAGGIO CON BARRE MAPEROD



- ←
- 1 | TRAVE/TRAVETTO IN LEGNO ESISTENTE
 - 2 | MAPEWOOD PRIMER 100
 - 3 | MAPEWOOD PASTE 140
 - 4 | MAPEROD C/G
 - 5 | MAPEWOOD PASTE 140

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



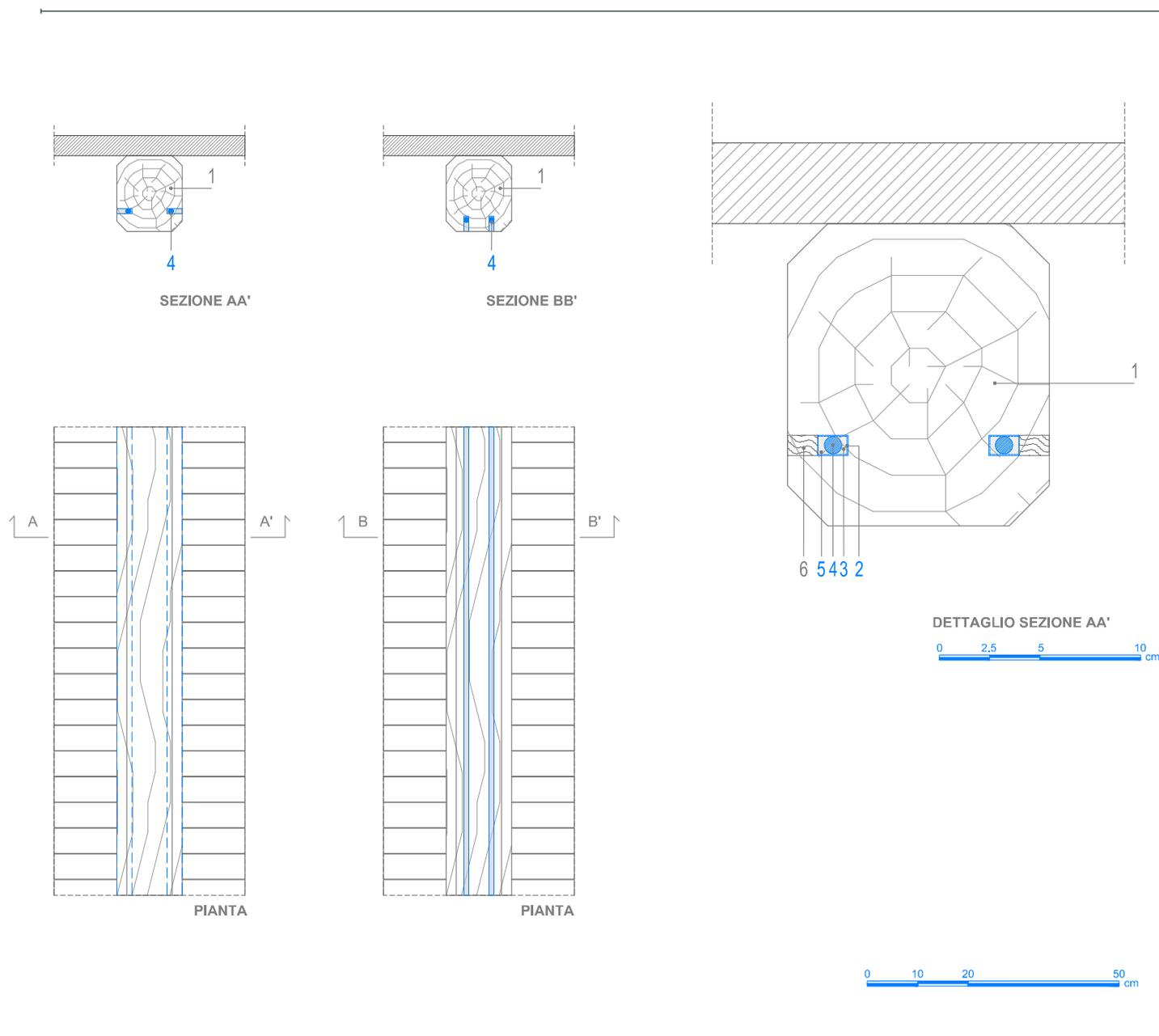
L'intervento di rinforzo a flessione di una trave o travetto di un solaio in legno si realizza disponendo all'interno di opportune tasche laterali e/o intradosso dell'elemento ligneo, barre pultruse in fibra di carbonio o vetro **MAPEROD C o G** applicate mediante ciclo epossidico.

Si procede come di seguito descritto:

- Realizzare nelle zone laterali e/o intradosso dell'elemento ligneo per mezzo di fresature delle tasche di alloggiamento. Dimensione e lunghezza della tasca saranno opportunamente stabiliti dal progettista in seguito al dimensionamento.
- Primerizzare la superficie interna della tasca, mediante impregnante epossidico bicomponente in dispersione acquosa **MAPEWOOD PRIMER 100** (foto A).
- Tagliare con flessibile **MAPEROD** nella lunghezza desiderata.
- Applicare all'interno della tasca l'adesivo epossidico a consistenza tissotropica **MAPEWOOD PASTE 140** in modo da saturarne l'intero volume (foto B).
- Inserire **MAPEROD** all'interno delle tasche (foto C).
- Rimuovere manualmente con spatola la resina in eccesso fuoriuscita dalla tasca (foto D, E).

Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** la superficie della resina dell'intaglio della tasca per la successiva verniciatura di colore simile al tipo di legno. In alternativa, al di sopra della resina fresca, applicare apposito listello ricavato dal legno originario (in tal caso la profondità dei tagli dovrà comprendere anche lo spessore di tali listelli di legno).





NOTE

1. Per la progettazione seguire le «Istruzioni per Interventi di Consolidamento Statico di Strutture Lignee mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati CNR DT 201/2005».
2. A seconda delle esigenze progettuali, è possibile scegliere tra barre pultruse in fibra di carbonio **MAPEROD C** o barre pultruse in fibra di vetro preimpregnate con resina vinilestere **MAPEROD G**.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO DI TRAVI E TRAVETTI DI SOLAI IN LEGNO

RICOSTRUZIONE DI TESTE AMMALORATE E DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO



- 1 | TRAVE/TRAVETTO IN LEGNO ESISTENTE
- 2 | PROTESI IN LEGNO
- 3 | MAPEWOOD PRIMER 100
- 4 | MAPEWOOD PASTE 140
- 5 | MAPEROD C/G
- 6 | MAPEWOOD PASTE 140

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

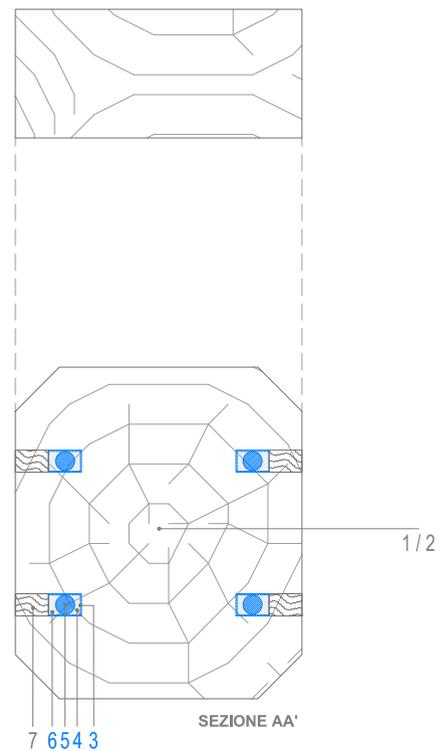
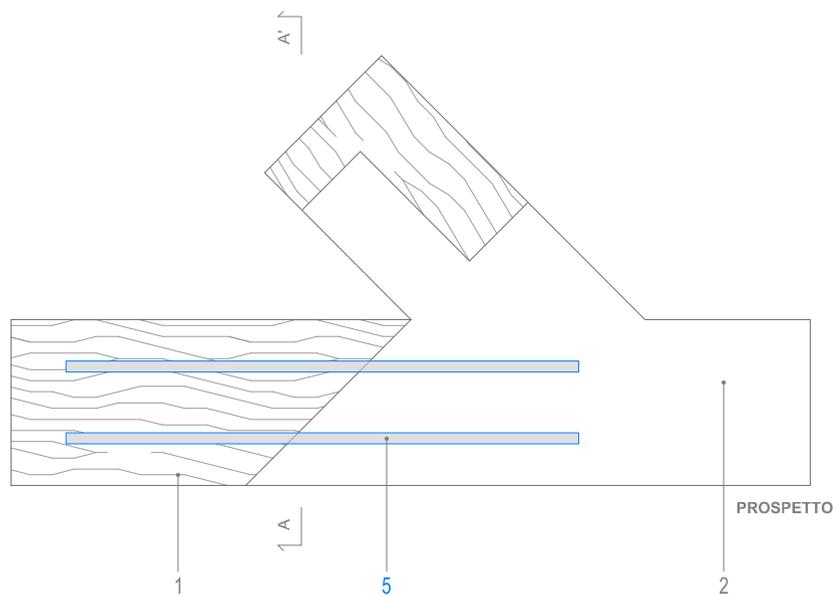


La giunzione tra nuova testa e vecchia trave può essere effettuato utilizzando come collegamento barre pultruse in fibra di carbonio o vetro **MAPEROD C o G**, inserite all'interno di opportune tasche laterali.

Si procede come di seguito descritto:

- Realizzare nelle zone laterali degli elementi lignei delle tasche di alloggiamento di opportune dimensioni (foto A).
- Primerizzare la superficie interna della tasca, mediante impregnante epossidico bicomponente in dispersione acquosa **MAPEWOOD PRIMER 100**.
- Tagliare con flessibile **MAPEROD** nella lunghezza desiderata.
- Applicare all'interno della tasca l'adesivo epossidico a consistenza tissotropica **MAPEWOOD PASTE 140** in modo da saturarne l'intero volume.
- Inserire **MAPEROD** all'interno delle tasche (foto B).
- Rimuovere manualmente con spatola la resina in eccesso fuoriuscita dalla tasca. Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** la superficie della resina dell'intaglio della tasca per la successiva verniciatura di colore simile al tipo di legno. In alternativa, al di sopra della resina fresca, applicare apposito listello ricavato dal legno originario (in tal caso la profondità dei tagli dovrà comprendere anche lo spessore di tali listelli di legno) (foto C, D e E).





↓ NOTE

1. A seconda delle esigenze progettuali, è possibile scegliere tra barre pultruse in fibra di carbonio **MAPEROD C** o barre pultruse in fibra di vetro preimpregnate con resina vinilestere **MAPEROD G**.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO ESTRADOSSALE DI SOLAI CON CAPPА COLLABORANTE A BASSO SPESSORE

RINFORZO DI SOLAI IN LEGNO MEDIANTE CAPPА COLLABORANTE CON HPC SYSTEM: PLANITOP HPC FLOOR



- 1 | TRAVETTO IN LEGNO
- 2 | ASSITO IN LEGNO
- 3 | FOGLIO DI POLIETILENE O TELO MICROPOROSO
- 4 | PLANITOP HPC FLOOR O PLANITOP HPC FLOOR T
- 5 | MAPEI STEEL DRY 304

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



Il rinforzo di un solaio in legno può essere eseguito attraverso la realizzazione di una cappa collaborante a basso spessore mediante **PLANITOP HPC FLOOR** o **PLANITOP HPC FLOOR T**.

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

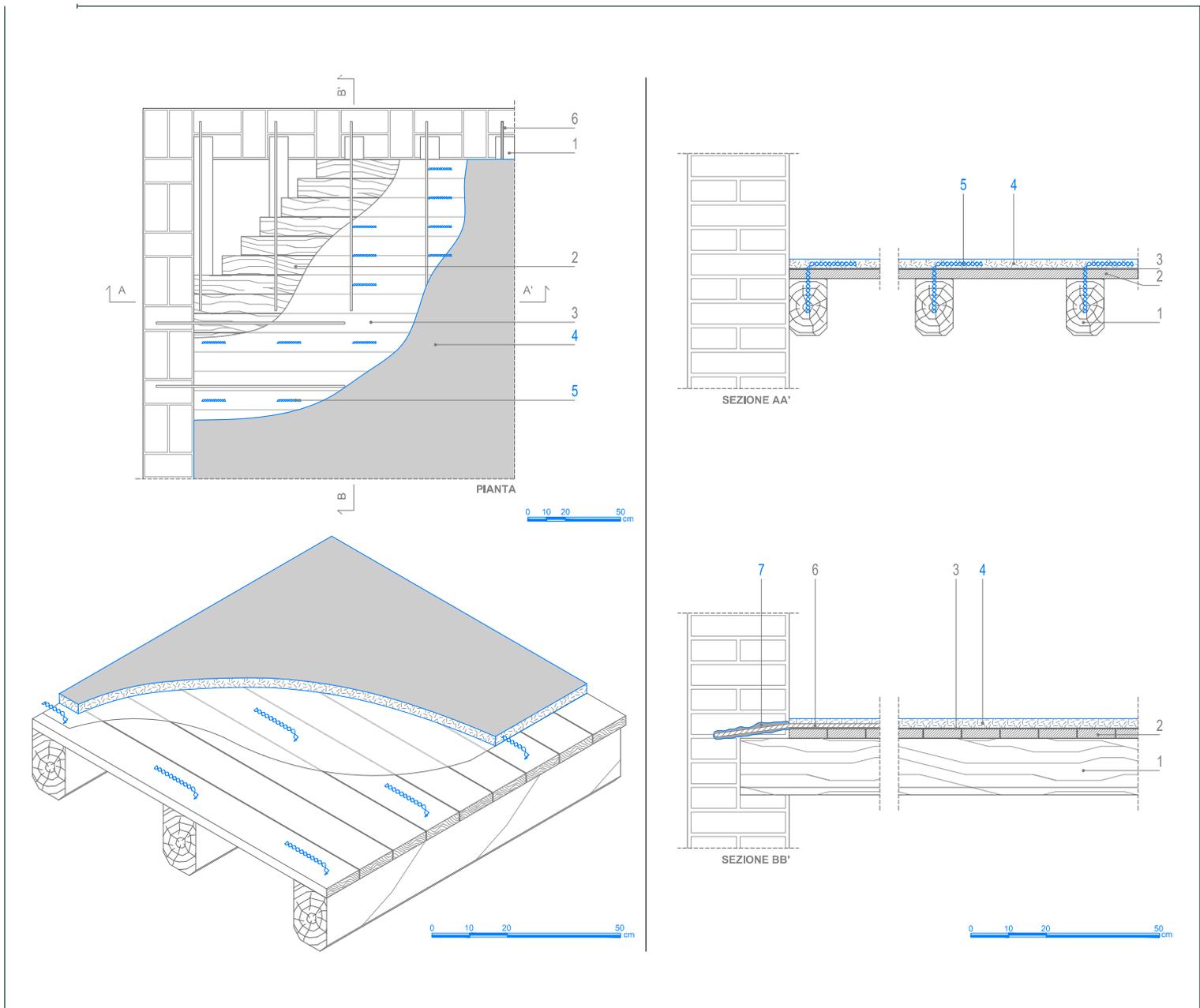
Le superfici interessate dall'intervento di rinforzo dovranno essere preparate come di seguito descritto:

- Rimuovere i pavimenti e tutti i materiali incoerenti.
- Posizionare sulla superficie esistente un foglio di polietilene o un telo microporoso di adeguato spessore, i cui rotoli dovranno essere applicati in modo da realizzare un sormonto di 10 cm da sigillare mediante l'impiego di un nastro adesivo. Se necessario, si procederà ad assicurare i teli mediante chiodi o graffette, al fine di scongiurare il percolamento della malta al piano sottostante.
- Innestare monconi di collegamento alla muratura perimetrale, orditi parallelamente ai travetti in legno ed ancorati all'interno di fori realizzati in precedenza mediante **MAPEFIX VE SF**.

RINFORZO STATICO DEL SOLAIO

- Innestare a secco lungo le travi in legno i connettori metallici **MAPEI STEEL DRY 304**, di diametro 10 mm (foto A). Tale operazione è necessaria al fine di consentire il collegamento fra le travi esistenti in legno e il successivo getto integrativo di **PLANITOP HPC FLOOR** o **PLANITOP HPC FLOOR T**. Il passo e la profondità di infissione delle barre lungo i travetti dovrà opportunamente essere definito a seguito di un opportuno dimensionamento.
- Pieghere a 90° le barre nella loro parte emergente in modo da essere inglobate nel getto di malta fibrorinforzata **PLANITOP HPC FLOOR** o **PLANITOP HPC FLOOR T** (foto B).
- Procedere al getto integrativo estradosale con almeno 25 mm di **PLANITOP HPC FLOOR** o **PLANITOP HPC FLOOR T** (foto C, D).





↓ NOTE

1. Attraverso il software **MAPEI HPC FORMULA**, in conformità al CNR DT 204, è possibile definire lo spessore di **PLANITOP HPC FLOOR** necessario.
2. In presenza di solai con pendenza, si consiglia l'impiego di **PLANITOP HPC FLOOR T**.
3. L'intervento di rinforzo con il **PLANITOP HPC FLOOR / FLOOR T** non richiede reti elettrosaldate.
4. Lo spessore di **PLANITOP HPC FLOOR / FLOOR T** deve essere definito attraverso un calcolo eseguito dal progettista.
5. **PLANITOP HPC FLOOR** e **PLANITOP HPC FLOOR T** rispondono ai requisiti richiesti dalla UNI EN 1504-3 come malte strutturali di classe R4.

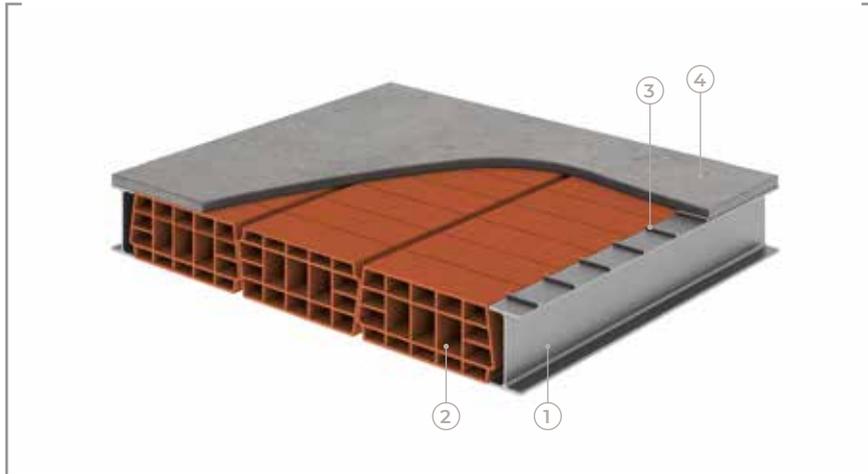
INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



RINFORZO ESTRADOSSALE DI SOLAI CON CAPPА COLLABORANTE A BASSO SPESSORE

RINFORZO DI SOLAI MISTI MEDIANTE CAPPА COLLABORANTE CON HPC SYSTEM: PLANITOP HPC FLOOR



PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



Il rinforzo di un solaio misto può essere eseguito attraverso la realizzazione di una cappa collaborante a basso spessore mediante **PLANITOP HPC FLOOR** o **PLANITOP HPC FLOOR T**.

PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

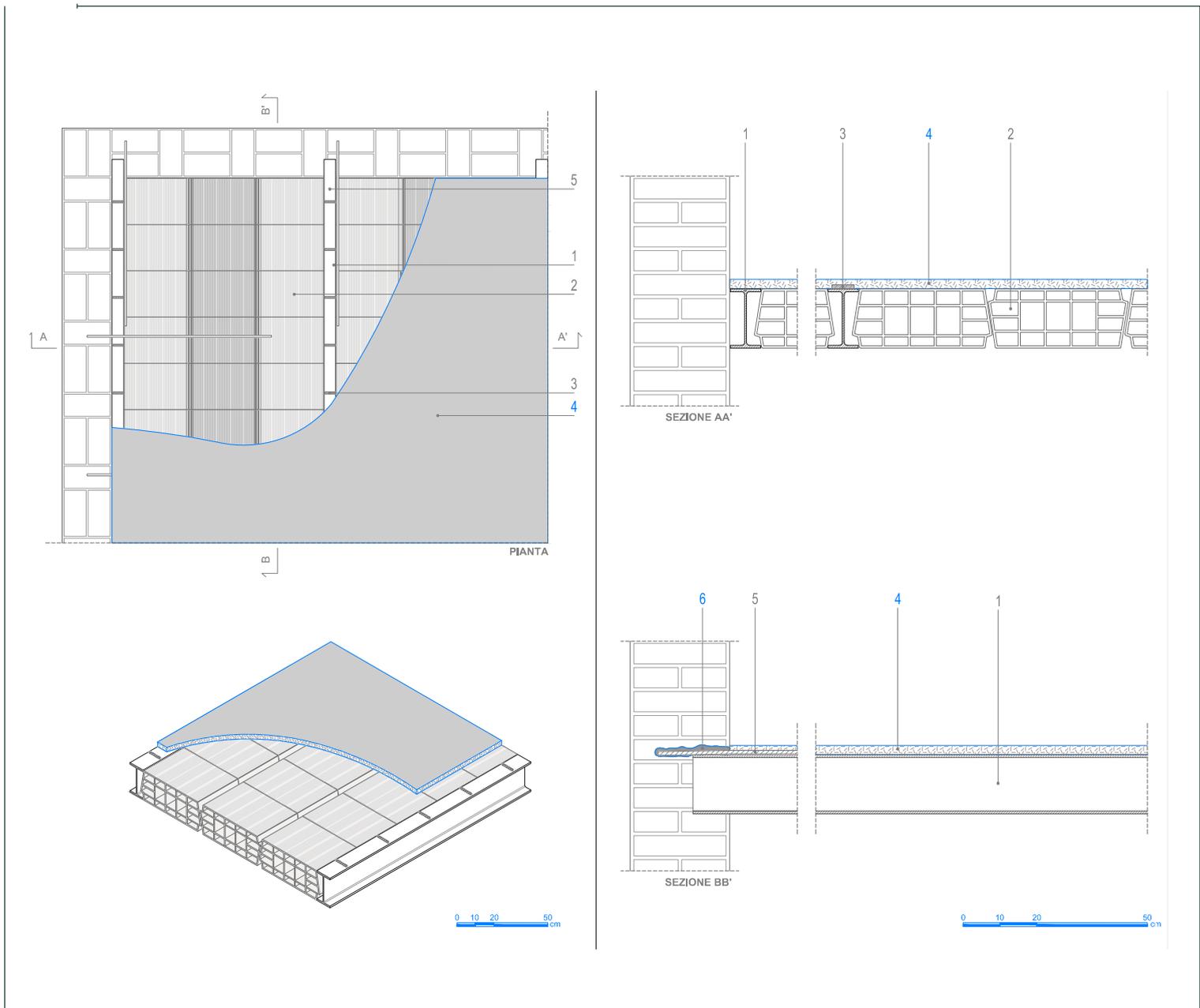
Tutte le superfici interessate dall'intervento di rinforzo dovranno essere preparate secondo la procedura di seguito descritto:

- Rimuovere i pavimenti esistenti e pulire tutte le superfici interessate dall'intervento, asportando tutte le parti inconsistenti o in fase di distacco, fino ad ottenere un supporto sano, compatto e meccanicamente resistente che non porti al distacco delle successive applicazioni.
- Carteggiare la porzione estradossale delle putrelle, in modo da ottenere una superficie ruvida.
- Aspirare le superfici, in modo da eliminare completamente qualsiasi frammento presente.

RINFORZO STATICO DEL SOLAIO

- Innestare monconi di armatura tradizionale B450C come collegamento alla muratura perimetrale orditi parallelamente alle putrelle ed ancorati all'interno di fori realizzati in precedenza mediante **MAPEFIX VE SF** (foto A).
- Realizzare lungo l'estradosso delle putrelle delle connessioni mediante applicazione di "angolari metallici a L", di dimensioni definite opportunamente in cantiere (es. profilati metallici di dimensioni L = 15 mm o L = 20 mm) o di equivalenti tondini di barre di armatura. Il passo dei connettori sarà definito in base al dimensionamento. Applicare a pennello, lungo i singoli travetti di acciaio, uno strato di resina epossidica **EPORIP** e spagliare successivamente della sabbia di **QUARZO 1,2** asciutta, al fine di irruvidire la superficie di interfaccia con il successivo rinforzo (foto B).
- Procedere, a completo indurimento di **EPORIP**, al consolidamento estradossale delle campiture di laterizio, mediante impiego di **PRIMER 3296**, primer acrilico in dispersione acquosa a forte penetrazione con proprietà consolidanti, diluito 1:1 con acqua. Tale operazione deve essere effettuata almeno 4 ore prima del getto (foto C).
- Procedere con il getto integrativo estradossale con circa 20-25 mm di malta **PLANITOP HPC FLOOR** (foto D).





↓ NOTE

1. **PLANITOP HPC FLOOR** è una malta premiscelata colabile monocomponente ad elevatissima fluidità. In presenza di solai con pendenza, si consiglia l'impiego di **PLANITOP HPC FLOOR T**, malta premiscelata colabile monocomponente semifluida, da impiegarsi per il rinforzo di solai con pendenza.
2. L'intervento di rinforzo con il **PLANITOP HPC FLOOR / FLOOR T** permette di eliminare la presenza di reti elettrosaldate grazie alla presenza di fibre all'interno che consentono una elevata resistenza a trazione.
3. Lo spessore di **PLANITOP HPC FLOOR / FLOOR T** deve essere definito attraverso un calcolo eseguito dal progettista.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



2.3

INTERVENTI SU ELEMENTI

NON PORTANTI

I meccanismi di collasso degli elementi non portanti (tramezze, tamponamenti o pignatte in laterizio) non sono stati sufficientemente considerati nelle normative tecniche del passato e richiedono quindi interventi mirati a eliminare quelle carenze originarie che, se non risolte, rischiano di vanificare qualsiasi analisi strutturale che non li tenesse in considerazione.

Nel seguito verranno illustrati i principali interventi realizzabili sugli elementi non portanti che per il loro peso o la loro posizione (basti pensare allo sfondellamento e alla caduta delle

pignatte di un solaio in latero-cemento), rappresentano un potenziale pericolo non secondario all'incolumità delle persone.

COLLASSO TIPICO DI ELEMENTI NON PORTANTI



Interazione locale tra tamponatura e taglio in c.a.



Ribaltamento tramezza interna



Collasso tamponatura esterna



Lesioni interne



Rottura a taglio di tamponatura



Il rischio di collasso di elementi non portanti richiede interventi mirati

INTERVENTI SU ELEMENTI**NON PORTANTI**

1. RIPARAZIONE DI LESIONI SU TAMPONAMENTI E TRAMEZZE

- 1.a  Riparazione locale di lesioni mediante rasatura armata a basso spessore: FRCM SYSTEM

2. SISTEMI DI ANTIRIBALTAMENTO SU TAMPONAMENTI E TRAMEZZE

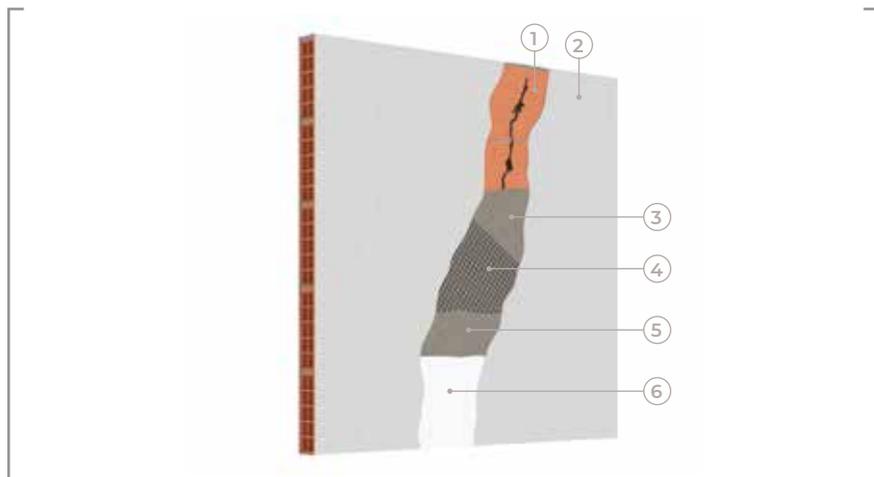
- 2.a  Presidio diffuso dal ribaltamento e collasso mediante
MAPEWRAP EQ SYSTEM
- 2.b  Presidio locale dal ribaltamento mediante rasatura armata a basso spessore: FRCM SYSTEM
-

3. SISTEMI DI ANTI-SFONDELLAMENTO DI SOLAI IN LATERO-CEMENTO

- 3.a  Presidio diffuso allo sfondellamento di solai in latero-cemento intonacati mediante **MAPEWRAP EQ SYSTEM**
- 3.b  Recupero e presidio di solai soggetti a sfondellamento mediante rasatura armata a basso spessore mediante FRCM SYSTEM

RIPARAZIONE DI LESIONI SU TAMPONAMENTI E TRAMEZZE

RIPARAZIONE LOCALE DI LESIONI MEDIANTE RASATURA ARMATA A BASSO SPESSORE: FRCM SYSTEM



- 1 | TRAMEZZA/TAMPONAMENTO ESISTENTE
- 2 | INTONACO ESISTENTE
- 3 | PLANITOP HDM MAXI
- 4 | MAPEGRID G 120
- 5 | PLANITOP HDM MAXI
- 6 | RASATURA

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

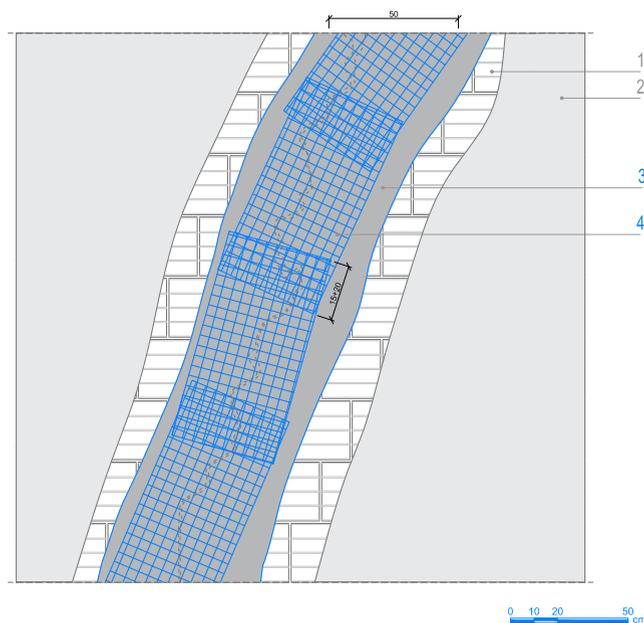
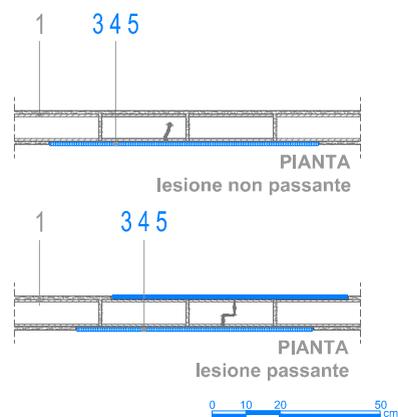
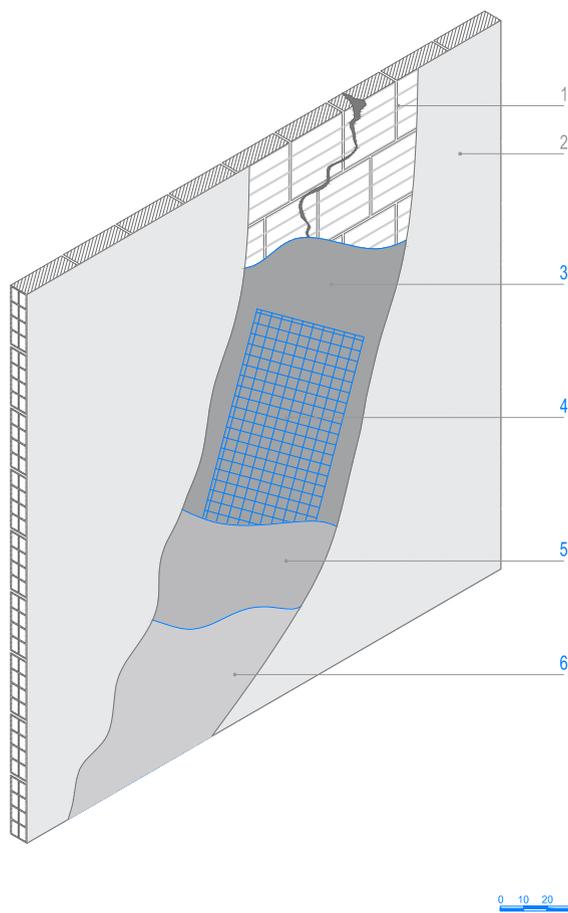


L'intervento di ripristino e rinforzo locale di lesioni di tramezze e tamponamenti, può essere eseguito mediante una «rasatura armata localizzata a basso spessore» con rete della linea **FRCM SYSTEM MAPEGRID G 120** in abbinamento a malta bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità **PLANITOP HDM MAXI**.

È possibile procedere come di seguito descritto:

- Rimuovere l'intonaco esistente a cavallo della lesione per una zona pari a circa 50 cm (foto A).
- Rimuovere dalla superficie il materiale incoerente (foto B).
- Lavare con acqua la superficie in modo da ottenere un supporto umido prima dell'esecuzione delle fasi successive (foto C).
- Applicare un primo strato di malta bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità **PLANITOP HDM MAXI** in uno spessore di 5-6 mm (foto D).
- Posizionare sullo strato di malta fresco, la rete da rinforzo locale in fibra di vetro A.R. alcali resistente **MAPEGRID G 120** a cavallo della lesione in modo da coprire i 50 cm precedentemente liberati (foto E).
- Applicare, nelle zone in cui è stata posizionata la rete, il secondo strato di **PLANITOP HDM MAXI** per uno spessore di 5-6 mm, quando il primo è ancora fresco (foto F).
- Procedere alla rasatura con i prodotti da rasatura della linea Planitop dopo aver atteso i tempi di stagionatura del **PLANITOP HDM MAXI** (foto G).





↓ NOTE

1. **PLANITOP HDM MAXI** è una malta cementizia bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità, a base di leganti a reattività pozzolanica.
2. **PLANITOP HDM MAXI** risponde ai requisiti richiesti dalla UNI EN 998-2 come malte da muratura M25 e ai requisiti della UNI EN 1504-3 come malta non strutturale di classe R2.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



SISTEMI DI ANTIRIBALTAMENTO SU TAMPONAMENTI E TRAMEZZE PRESIDIO DIFFUSO DAL RIBALTAMENTO E COLLASSO MEDIANTE MAPEWRAP EQ SYSTEM



- 1 | INTONACO ESISTENTE
- 2 | MAPEWRAP EQ ADHESIVE
- 3 | MAPEWRAP EQ NET
- 4 | MAPEWRAP EQ ADHESIVE
- 5 | PLANITOP 200

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



MAPEWRAP EQ SYSTEM è un sistema di presidio dal ribaltamento e collasso di tramezze e tamponamenti, applicabile su intonaco esistente (ben adeso al supporto).

È possibile procedere come di seguito descritto:

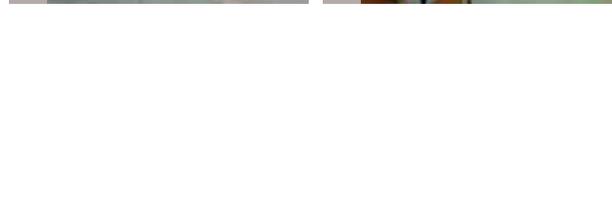
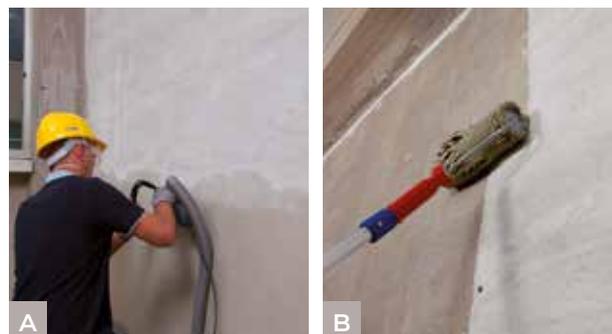
→ Rimuovere la pittura fino al raggiungimento della superficie dell'intonaco esistente. Tale operazione è necessaria sulle pareti verticali e dovrà essere estesa per almeno 10 cm all'intradosso dei solai. Eventuali parti di intonaco incoerente devono essere rimosse e ricostruite (foto A).

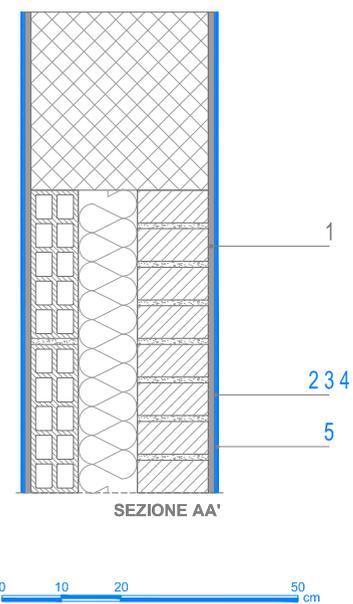
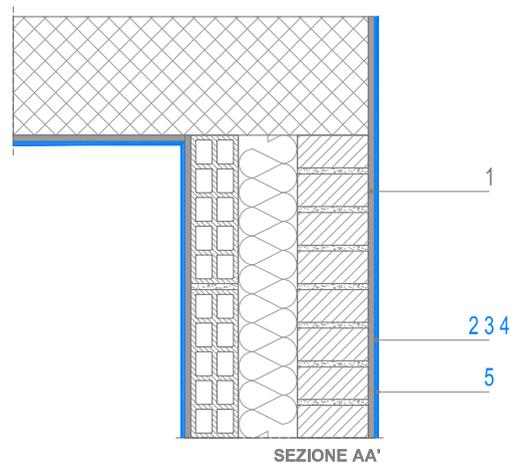
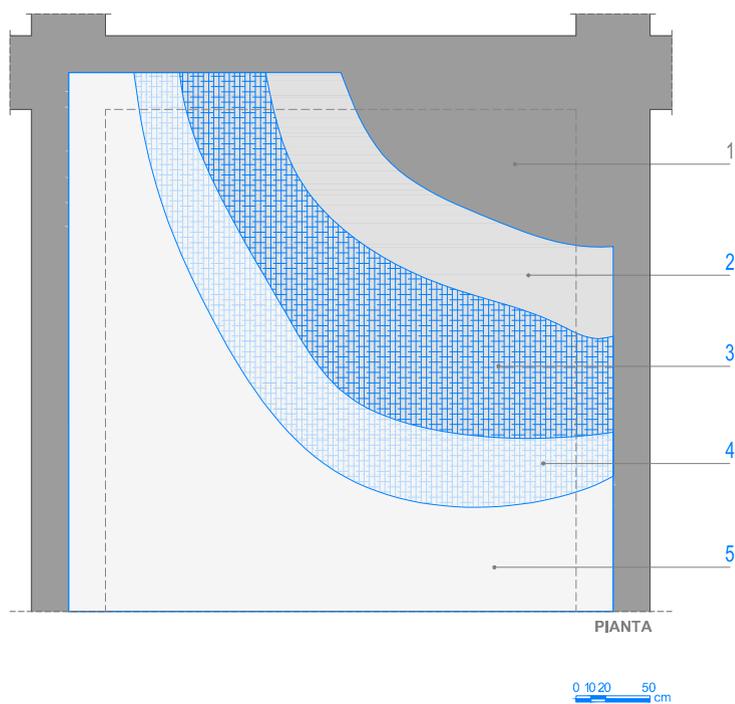
→ Applicare il primo strato di adesivo **MAPEWRAP EQ ADHESIVE** a rullo, in maniera diffusa sulle pareti verticali estendendolo per almeno 10 cm all'intradosso dei solai (foto B).

→ Posizionare sull'adesivo fresco, il tessuto bidirezionale in fibra di vetro **MAPEWRAP EQ NET** avendo cura di sovrapporre strati consecutivi per almeno 10-15 cm. Il tessuto dovrà essere risvoltato all'intradosso dei solai per almeno 10 cm (foto C).

→ Applicare, il secondo strato di **MAPEWRAP EQ ADHESIVE**, in modo da impregnare completamente il tessuto di rinforzo, quando il primo strato è ancora fresco (foto D).

→ Procedere alla rasatura diretta impiegando **PLANITOP 200**, trascorse 24 ore dall'applicazione del **MAPEWRAP EQ SYSTEM** (foto E, F).





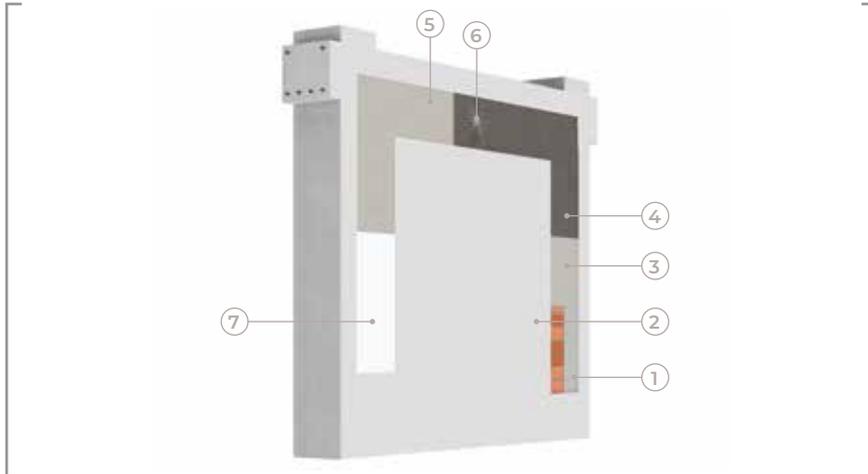
INQUADRA IL QR CODE

e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



SISTEMI DI ANTIRIBALTAMENTO SU TAMPONAMENTI E TRAMEZZE PRESIDIO LOCALE DAL RIBALTAMENTO MEDIANTE RASATURA ARMATA A BASSO SPESSORE: FRCM SYSTEM (PARTE A)



- ←
- 1 | TRAMEZZA/TAMPONAMENTO ESISTENTE
 - 2 | INTONACO ESISTENTE
 - 3 | PLANITOP HDM MAXI
 - 4 | MAPEGRID G 120
 - 5 | PLANITOP HDM MAXI
 - 6 | MAPEWRAP SG FIOCCO
 - 7 | RASATURA

PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

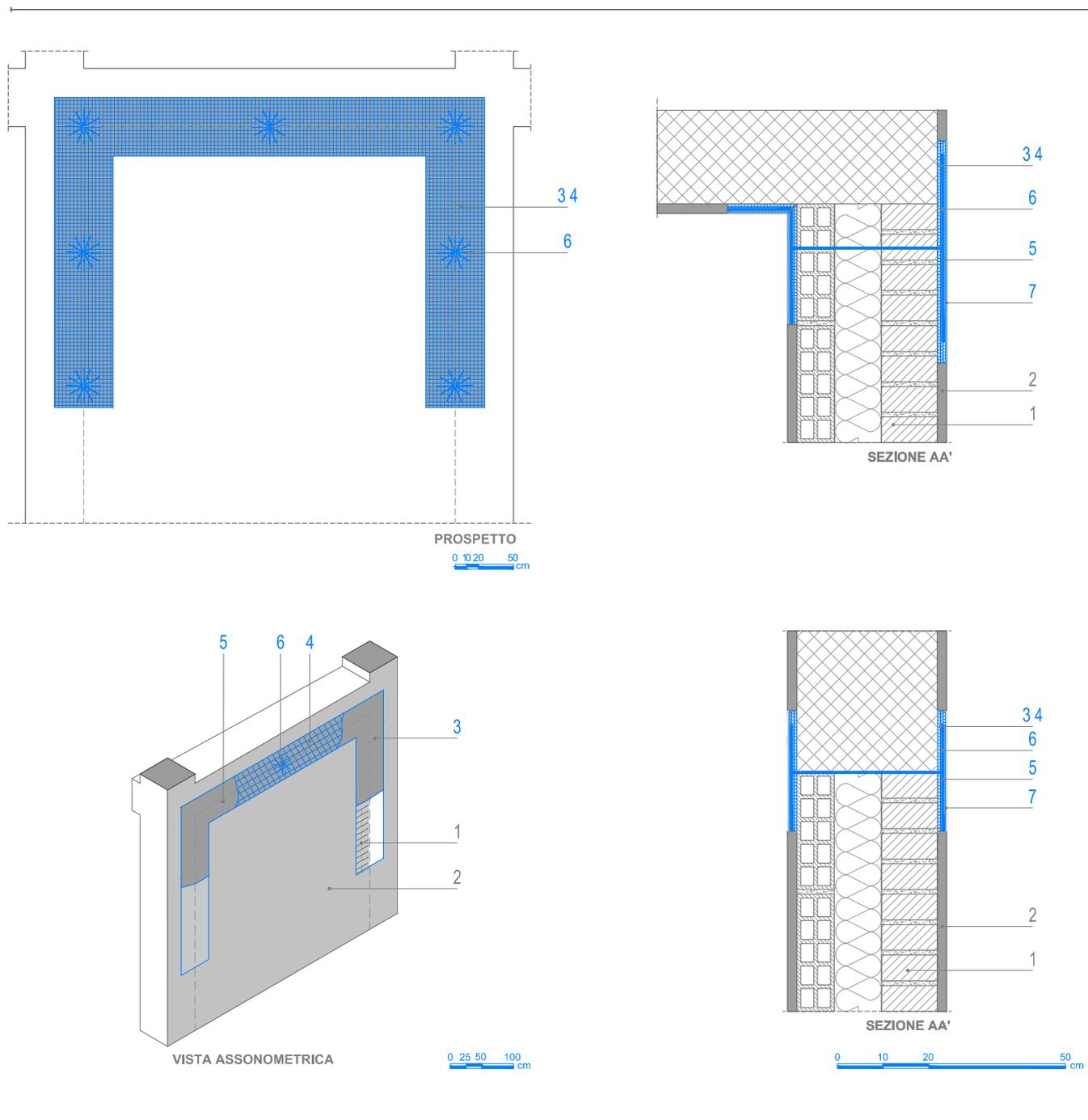


Al fine di evitare il ribaltamento dei tamponamenti o delle tramezze a seguito di un evento sismico, si procede alla realizzazione di un fascia a cavallo del giunto fra la struttura in c.a. e gli stessi tamponamenti o tramezzi mediante l'impiego di prodotti della linea **MAPEI FRCM SYSTEM**.

È possibile procedere come di seguito descritto:

- Rimuovere l'intonaco esistente tra tamponamento/tramezza e solaio/trave per una zona pari a circa 50 cm, in modo da conformare una sezione di lato 25 cm + 25 cm.
- Forare per l'intero spessore il tamponamento o la tramezza per la successiva applicazione del fiocco-connettore di diametro pari a \varnothing 16 mm e occludere temporaneamente il foro con apposito segnalino removibile.
- Rimuovere dalla superficie il materiale incoerente e lavare con acqua a bassa pressione in modo da avere le superfici umide prima dell'esecuzione delle fasi successive (foto A).
- Applicare il primo strato di malta cementizia bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità **PLANITOP HDM MAXI** per uno spessore pari a 5-6 mm (foto B).
- Posizionare contestualmente a cavallo della tamponatura (o tramezza) la rete in fibra di vetro A.R. alcali resistente pre-apprettata **MAPEGRID G 120** in modo da coprire i 50 cm precedentemente liberati (foto C).
- Applicare, il secondo strato di **PLANITOP HDM MAXI** quando il primo è ancora fresco, in modo da coprire completamente la rete in fibra di vetro, per uno spessore pari a 5-6 mm (foto D, E).





↓ NOTE

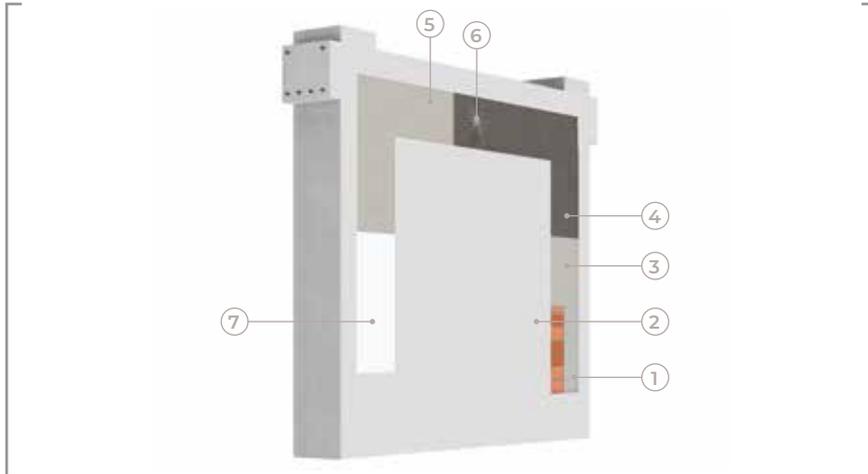
1. Tale intervento è coerente a quanto riportato nelle "Linee guida per la riparazione ed il rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni" redatte da ReLUIIS e Protezione Civile emanate in seguito al sisma dell'Aquila del 2009.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



SISTEMI DI ANTIRIBALTAMENTO SU TAMPONAMENTI E TRAMEZZE PRESIDIO LOCALE DAL RIBALTAMENTO MEDIANTE RASATURA ARMATA A BASSO SPESSORE: FRCM SYSTEM (PARTE B)



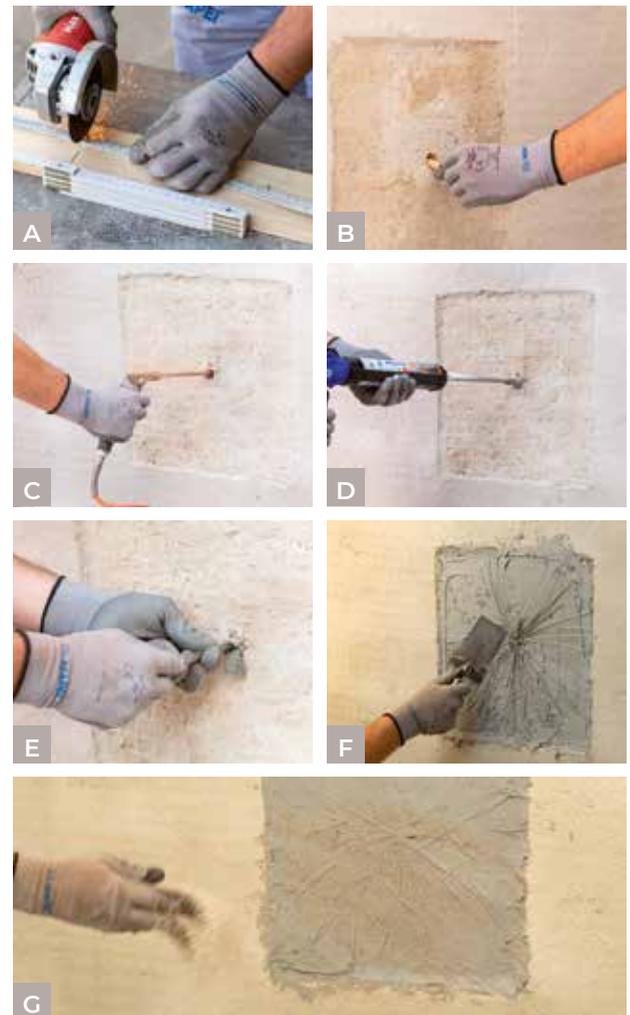
- ←
- 1 | TRAMEZZA/TAMPONAMENTO ESISTENTE
 - 2 | INTONACO ESISTENTE
 - 3 | PLANITOP HDM MAXI
 - 4 | MAPEGRID G 120
 - 5 | PLANITOP HDM MAXI
 - 6 | MAPEWRAP SG FIOCCO
 - 7 | RASATURA

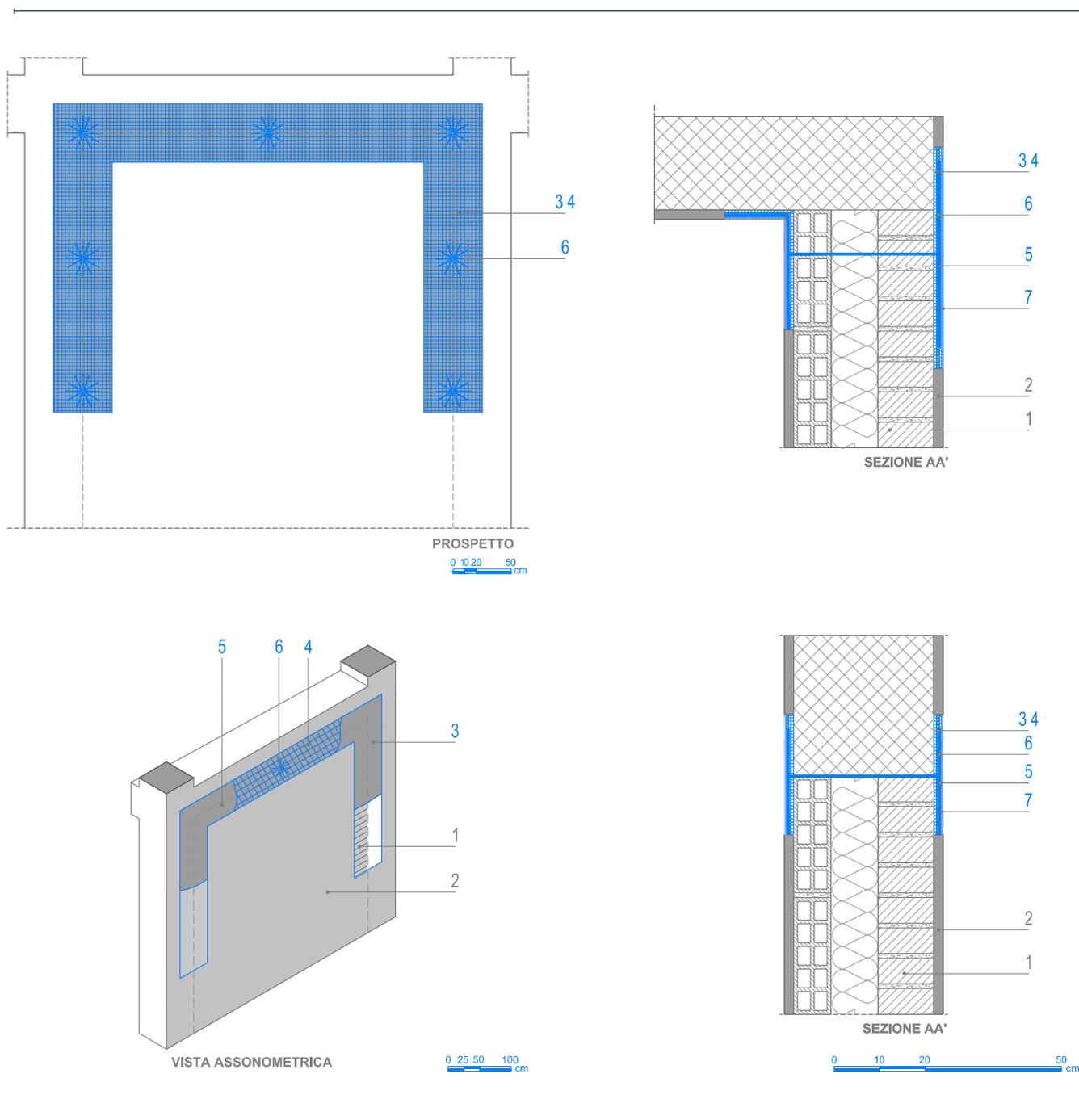
PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



Per la **realizzazione del fiocco-connettore**, procedere come di seguito descritto:

- Tagliare a misura con apposito flessibile la corda in fibra di acciaio galvanizzato ad alta resistenza **MAPEWRAP SG FIOCCO**. In caso di **fiocco connettore passante**, esso dovrà avere lunghezza pari allo spessore del tamponamento/ tramezza più le due parti terminali da sfioccare (foto A).
- Rimuovere il segnalino dai fori precedentemente realizzati (foto B).
- Rimuovere dai fori polveri e materiale incoerente (foto C).
- Inserire nei fori il fissaggio chimico vinilestere per carichi strutturali **MAPEFIX VE SF** oppure **MAPEFIX EP 385-585** (foto D).
- Inserire il **MAPEWRAP SG FIOCCO** all'interno dei fori (foto E).
- Aprire "a ventaglio" le porzioni terminali di **MAPEWRAP SG FIOCCO** da sfioccare sui due lati di rinforzo impiegando **MAPEWRAP 11** o **12** (foto F).
- Spagliare con sabbia di **QUARZO 1,2** a rifiuto sulla superficie della resina ancora fresca, in modo da ottenere un'adeguata superficie di aggrappo per le successiva applicazione (foto G).
- Attendere i tempi di stagionatura di **PLANITOP HDM MAXI** e procedere alla rasatura con i prodotti da rasatura della linea Planitop.





↓ NOTE

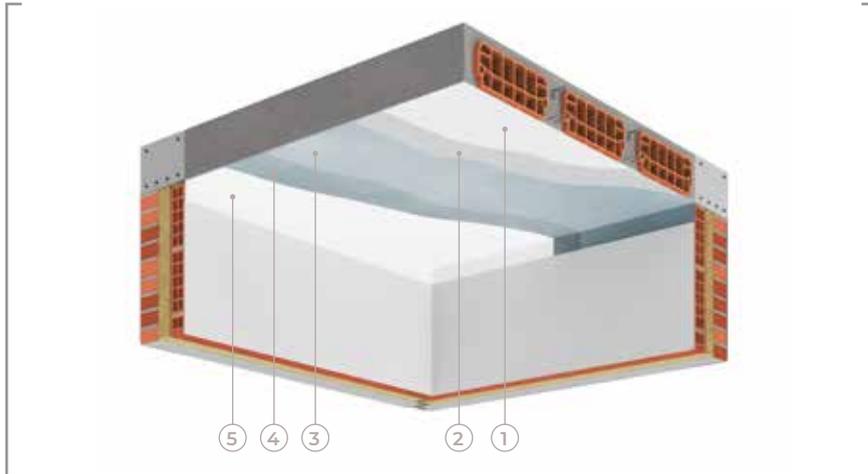
1. Tale intervento è coerente a quanto riportato nelle "Linee guida per la riparazione ed il rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni" redatte da ReLUIIS e Protezione Civile emanate in seguito al sisma dell'Aquila del 2009.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



SISTEMI DI ANTI-SFONDELLAMENTO DI SOLAI IN LATERO-CEMENTO PRESIDIO DIFFUSO ALLO SFONDELLAMENTO DI SOLAI IN LATERO-CEMENTO INTONACATI MEDIANTE MAPEWRAP EQ SYSTEM



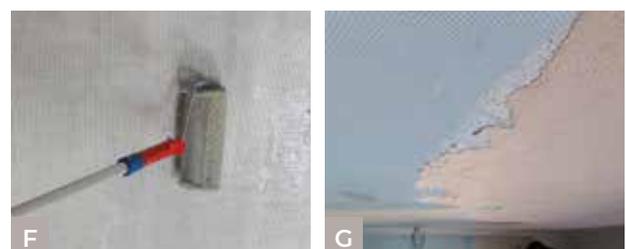
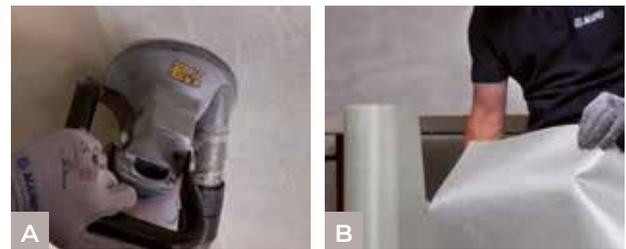
PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO

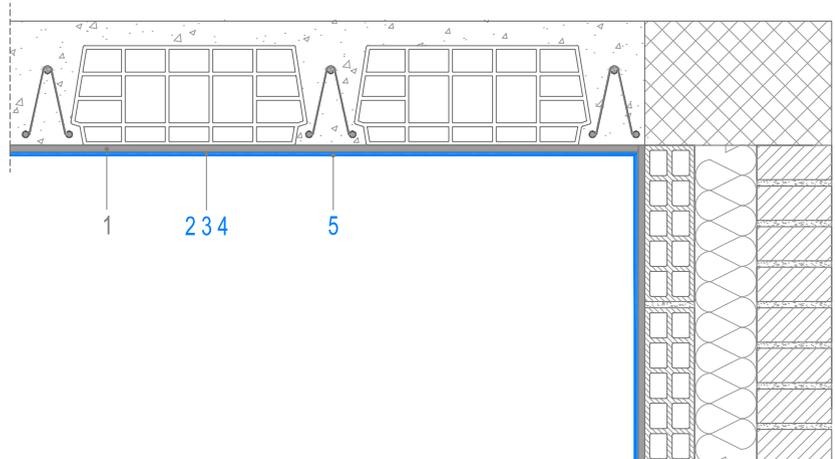


In presenza di un intonaco ben adeso all'intradosso del solaio, è possibile realizzare un sistema di antisfondellamento mediante l'utilizzo di **MAPEWRAP EQ SYSTEM**.

È possibile procedere come di seguito descritto:

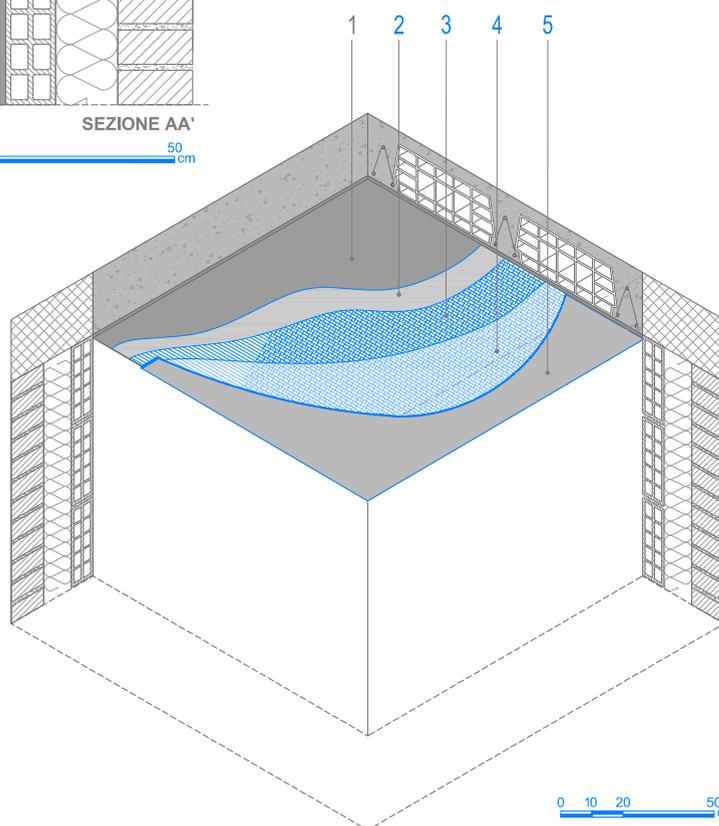
- Rimuovere la pittura, dall'intradosso dei solai fino al raggiungimento della superficie dell'intonaco esistente. Tale operazione dovrà essere estesa per almeno 10 cm sulle pareti verticali. Eventuali parti di intonaco incoerente devono essere rimosse e ricostruite (foto A).
- Tagliare il tessuto (foto B).
- Applicare il primo strato di adesivo **MAPEWRAP EQ ADHESIVE** all'intradosso dei solai estendendolo per almeno 10 cm sulle pareti verticali (foto C, D).
- Posizionare, sull'adesivo fresco, il tessuto bidirezionale in fibra di vetro **MAPEWRAP EQ NET** avendo cura di sovrapporre strati consecutivi per almeno 10-15 cm. Il tessuto dovrà essere risvoltato sulle pareti per 10 cm come sopra indicato (foto E).
- Applicare il secondo strato di **MAPEWRAP EQ ADHESIVE**, in modo da impregnare completamente il tessuto di rinforzo, quando il primo strato è ancora fresco (foto F).
- Procedere alla rasatura diretta impiegando **PLANITOP 200**, trascorse 24 ore dall'applicazione del **MAPEWRAP EQ SYSTEM** (foto G).





SEZIONE AA'

0 10 20 50 cm



0 10 20 50 cm

INQUADRA IL QR CODE

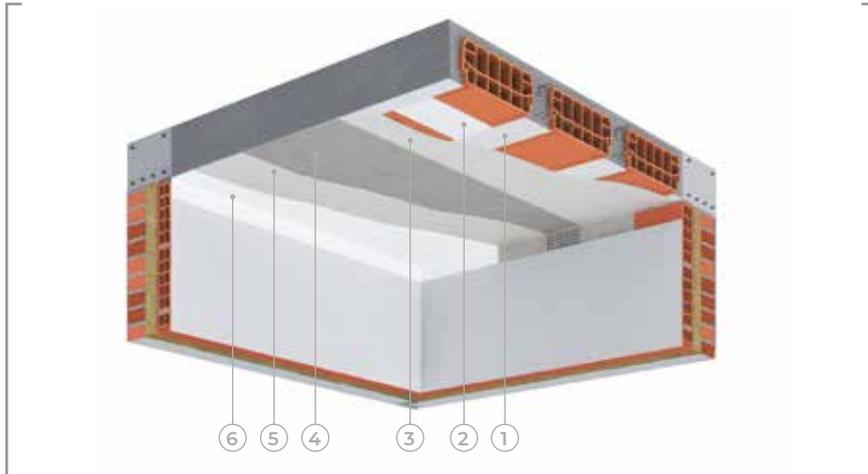
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



SISTEMI DI ANTI-SFONDELLAMENTO DI SOLAI IN LATERO-CEMENTO

RECUPERO E PRESIDIO DI SOLAI SOGGETTI A SFONDELLAMENTO MEDIANTE RASATURA ARMATA A BASSO SPESSORE CON FRCM SYSTEM



PROCEDURA TECNICA DI INTERVENTO



In presenza di un evidente stato di sfondellamento e di intonaci non adesi al supporto, prevedendo la ricostruzione delle parti di pignatta mancanti, è possibile procedere come di seguito descritto:

→ Rimuovere tutte le porzioni di pignatta o delle eventuali porzioni di cartelle di laterizio instabili, unitamente all'intonaco esistente. Verificare accuratamente i travetti. In caso di danneggiamento o degrado procedere alle operazioni di ripristino (SCHEDA 1.B c.a.) (foto A).

→ Procedere al riempimento delle volumetrie mancanti, nelle zone dove le porzioni di pignatta sono già sfondellate, con pannelli in polistirene incollati con adesivo e rasante monocomponente a base cementizia **MAPETHERM ARI** o schiuma poliuretanica **MAPEPUR** (foto B).

→ Procedere all'aspirazione delle polveri e dei materiali incoerenti e lavare con acqua a bassa pressione in modo da avere le superfici umide prima dell'esecuzione delle fasi successive (foto C).

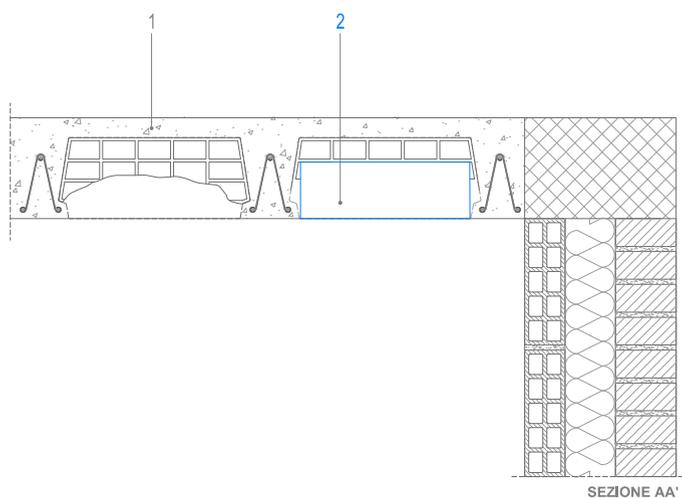
→ Applicare il primo strato di malta cementizia bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità **PLANITOP HDM MAXI** per uno spessore di 4-5 mm (foto D).

→ Posizionare, contestualmente sulla malta fresca, la rete di rinforzo in fibra di vetro A.R. alcali resistente **MAPEGRID G 120**, garantendo una sovrapposizione minima di 10 cm longitudinali tra strati consecutivi (foto E).

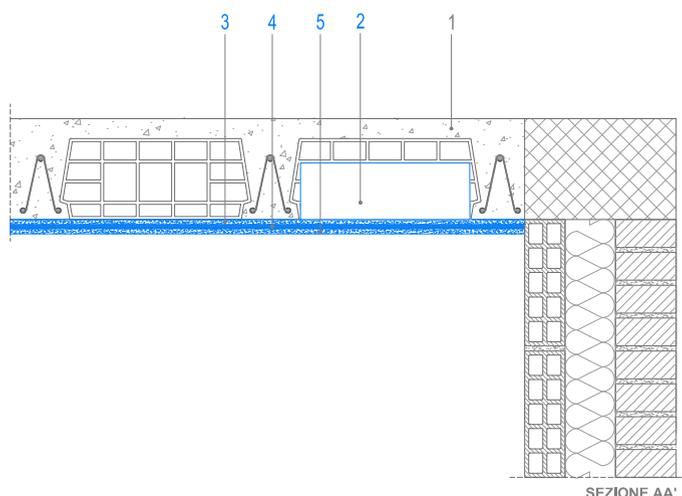
→ Applicare il secondo strato di malta **PLANITOP HDM MAXI** per uno spessore di 4-5 mm, fino a coprire totalmente ed in modo omogeneo la rete di rinforzo in modo da far "lavorare" la fibra in mezzera (foto F).

→ Attendere i tempi di stagionatura di **PLANITOP HDM MAXI** e procedere alla rasatura con i rasanti cementizi della linea Planitop.



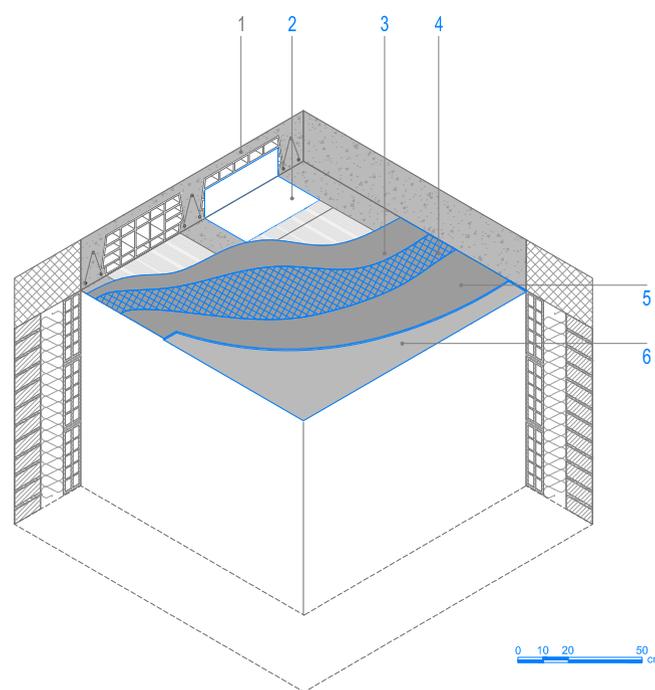


SEZIONE AA'



SEZIONE AA'

0 10 20 50 cm



↓ NOTE

1. **PLANITOP HDM MAXI** è una malta cementizia bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità, a base di leganti a reattività pozzolanica.
2. **PLANITOP HDM MAXI** risponde ai requisiti richiesti dalla UNI EN 998-2 come malte da muratura M25 e ai requisiti della UNI EN 1504-3 come malta non strutturale di classe R2.

INQUADRA IL QR CODE
e scarica la scheda di rinforzo, le schede tecniche, i dwg, i software di calcolo e altre informazioni utili

oppure **SCARICA DAL SITO**
www.rinforzo-strutturale.it



