Ruredilbook

Rinforzi **strutturali**

RureGold® i sistemi con fibra in PBO
e matrice inorganica ecocompatibile.

Ruredil X Mesh i sistemi con fibra di carbonio
e matrice inorganica ecocompatibile.

innovazione RureGold® mondiale

Ruredil, una tradizione di eccellenza nell'innovazione ecosostenibile

Ruredil, attiva nel settore delle costruzioni da oltre sessant'anni, è **da sempre all'avanguardia nello sviluppo di nuovi prodotti e nuove tecnologie utili a migliorare l'efficacia, l'affidabilità e la sicurezza nell'ambito delle strutture**. Il modello di sviluppo perseguito ha sempre cercato di armonizzare le esigenze tecniche con l'ecosostenibilità, valorizzando quindi i temi della durabilità dei materiali, della compatibilità con l'ambiente e della salute degli operatori.

Ruredil, leader nell'innovazione tecnologica del settore

Già all'inizio della sua attività, l'azienda è impegnata nel settore della **produzione del calcestruzzo** studiando e sviluppando **additivi destinati al miglioramento delle prestazioni meccaniche**, della **lavorabilità** e della **durabilità**. Strada facendo, la Divisione Prefabbricato ha sviluppato sistemi innovativi per il sollevamento dei pannelli prefabbricati e sistemi di sicurezza per gli installatori che, ancora oggi, collocano l'azienda come **leader nell'innovazione tecnologica del settore del prefabbricato**.

Gli anni Ottanta si caratterizzano per **la messa a punto dei primi materiali compositi aziendali**: si tratta di **malte speciali per il ripristino strutturale di calcestruzzo e muratura** che vengono confezionate con l'aggiunta di fibre polimeriche corte (in carbonio e polivinilalcool) con funzioni strutturali.

Negli anni Novanta l'innovazione continua nel settore delle pavimentazioni industriali con la sostituzione delle reti elettrosaldate e delle fibre metalliche con una **nuova generazione di fibre sintetiche strutturali** a base di polimeri modificati. Questa tecnologia comporta vantaggi sia operativi che funzionali, oltre ad aumentare considerevolmente la durabilità della struttura in ambienti aggressivi.

Con il nuovo millennio, Ruredil introduce un'**innovazione mondiale nel campo dei rinforzi strutturali** proponendo una serie di **sistemi di rinforzo con materiali compositi a fibra lunga (Ruredil X Mesh) che impiegano come adesivo una matrice inorganica** superando tutti i limiti delle resine epossidiche in termini di efficacia, applicabilità e durabilità. Questi materiali, rispetto ai tradizionali FRP, sono **ecosostenibili** grazie al trascurabile **impatto sull'ambiente e sulla salute degli operatori**; le resine epossidiche, infatti, contengono sostanze nocive per l'uomo e inquinanti per l'ambiente.

Oggi un ulteriore passo avanti con la **famiglia completa di sistemi per il rinforzo di tutti i tipi di strutture (Ruregold®) che impiega fibre strutturali di nuova generazione (PBO)** con diverse reti e diverse matrici ecologiche dedicate ad ogni tipo di applicazione. Tutti i nuovi prodotti sono stati valutati secondo il **sistema di certificazione aziendale EcoRuredil** che considera per il livello di ecocompatibilità ambientale, le seguenti caratteristiche: l'uso di prodotti a basso impatto ambientale, basse emissioni di VOC, possibilità di riciclo del prodotto, impiego di materie prime seconde, innovazione e durabilità.

CALCESTRUZZO
additivi per il miglioramento di prestazioni e durabilità

PREFABBRICAZIONE
sistemi per il sollevamento e la sicurezza degli installatori

MATERIALI COMPOSITI A FIBRA CORTA
malte speciali per il ripristino con fibre strutturali sintetiche

CALCESTRUZZI FIBRORINFORZATI
con fibre sintetiche strutturali

INNOVAZIONE MONDIALE NEI MATERIALI COMPOSITI A FIBRA LUNGA
sistemi di rinforzo Ruregold® e Ruredil X Mesh con matrice adesiva inorganica

eco Ruredil

Perché si usano i rinforzi strutturali?

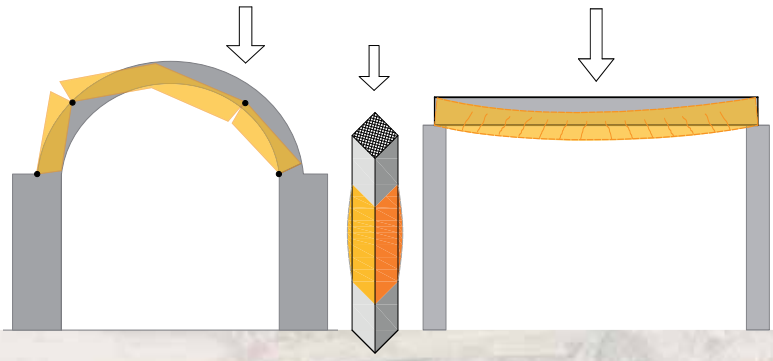
La perdita di efficienza dei sistemi costruttivi

Nel corso della vita utile dell'edificio **può accadere che la capacità portante della struttura non sia più adeguata allo svolgimento delle funzioni statiche e dinamiche** previste dal progetto o causate da variazioni di destinazione d'uso.

I motivi posso essere:

- il **degrado dei materiali** che la costituiscono, che può provocare sia la diminuzione della sezione resistente sia il peggioramento delle caratteristiche meccaniche della struttura,
- la **variazione della destinazione d'uso** di un edificio, che può determinare un sovraccarico imprevisto negli elementi portanti,
- eventi imprevedibili come **cedimenti delle fondazioni, forti impatti, incendi e terremoti**, che possono causare danni localizzati o estesi all'intera costruzione.

Se l'eccesso di carico statico genera **problemi sui singoli elementi strutturali** direttamente interessati, i **carichi dinamici**, quali il terremoto, mettono a dura prova anche i collegamenti tra di essi, come i nodi trave-pilastro nelle strutture in calcestruzzo armato e le connessioni tra murature verticali, orizzontamenti piani e volte nelle strutture in muratura.



degrado dei materiali

variazione della destinazione d'uso di un edificio

eventi imprevedibili: cedimenti, incendi, terremoti

Struttura portante non adeguata ai carichi di progetto o di esercizio

L'evoluzione nei sistemi di rinforzo

I SISTEMI DI RINFORZO TRADIZIONALI

Gli interventi di rinforzo tradizionali sono sempre stati eseguiti **sostituendo o reintegrando i materiali degradati impiegati nelle strutture (blocchi, malte, calcestruzzo, armature) con la finalità di ricostituire la sezione e la continuità originaria**, eventualmente aumentando le sezioni per garantire portata e sicurezza maggiori.

Nel caso di interventi volti a migliorare le prestazioni strutturali o a contrastare l'azione di forze dannose allo schema strutturale, già nell'antichità venivano inseriti nelle murature elementi in legno e in ferro come catene, tiranti, chiavi e cerchiature. In epoca più recente, abbiamo assistito ad **applicazioni di confinamento anche su pilastri in calcestruzzo armato**, oltre che **alla posa di pesanti lastre in acciaio all'intradosso di travi e solette incollate con resine epossidiche** (tecnica del beton plaqué).

Queste tipologie di intervento, difficili da eseguire e fortemente invasive per la statica e l'estetica delle costruzioni, manifestano anche una **scarsa durabilità al mantenimento dell'efficacia** del rinforzo nel tempo. Infatti, i materiali da ripristino impiegati (resine, malte epossicementizie) sono caratterizzati da prestazioni meccaniche molto più elevate rispetto a quelle della struttura in calcestruzzo o muratura. Questo fatto altera la distribuzione degli sforzi nella struttura rinforzata e provoca una **maggiore sollecitazione meccanica nel materiale più debole** che giungerà a rottura con più facilità, vanificando l'intervento di rinforzo.

cerchiatura di colonne fessurate (rif. 1 - pag. 46)

confinamento di pilastri compressi con angolari e piatti metallici

rinforzo a flessione di travi con la tecnica del beton plaquè

Progressivo miglioramento di prestazioni meccaniche e durabilità dei materiali impiegati

L'evoluzione nei sistemi di rinforzo

I MATERIALI COMPOSITI DA MATRICE E FIBRA AD ALTO MODULO

I rinforzi strutturali sono materiali compositi costituiti dall'unione di una **fibra lunga ad alte prestazioni meccaniche** e di una **matrice avente funzione di adesivo** tra fibre e supporto che consente il trasferimento delle sollecitazioni dalla struttura alla fibra.

Le **fibre** impiegate per il rinforzo strutturale hanno elevato modulo elastico ed elevata resistenza a trazione, come il carbonio, l'aramide e il P.B.O. (poliparafenilenbenzobisoxazolo). Il loro sviluppo ha origine negli anni Sessanta per impieghi d'avanguardia nel settore aeronautico e aerospaziale. Tuttavia, solo negli ultimi vent'anni, con la riduzione degli interventi nei settori di avanguardia, il surplus produttivo di questi materiali ha favorito una diminuzione dei prezzi tali da consentirne l'impiego in settori meno strategici, quali l'edilizia, dove sono stati impiegati come presidi antisismici su strutture in calcestruzzo armato e muratura.

Grazie alle **eccezionali proprietà meccaniche** delle fibre strutturali, questa tecnologia consente di realizzare interventi di rinforzo impiegando una **soluzione estremamente versatile**, che consente di unire **praticità**, **ridotta invasività**, **velocità di esecuzione ed economicità** dell'intervento rispetto alle tecniche tradizionali.

La loro **leggerezza** ben **si presta a un impiego su strutture particolarmente deboli o compromesse**, senza che il loro peso comporti un pericoloso aggravio dei carichi propri della struttura, rispettando il carattere architettonico dell'edificio e la funzionalità degli elementi strutturali.

Infine, la **facilità di posa in opera** e la grande capacità di **adattamento a tutte le forme** degli elementi strutturali hanno decretato il successo di questo materiale anche nell'edilizia.

fibra unidirezionale in carbonio
con adesivo organico

rete bidirezionale in fibre di PBO
con matrice inorganica

facilità di applicazione
del rinforzo strutturale

CAMPI DI APPLICAZIONE

- L'applicazione longitudinale all'intradosso di **elementi strutturali inflessi** (come travi o travetti) si accompagna a quella di una staffatura trasversale con sagoma a "U", che viene eseguita per rinforzare la zona dove lo sforzo di taglio è massimo.

- La fasciatura di **elementi compressi o presso-inflessi**, come i pilastri nelle strutture in calcestruzzo armato e in muratura o le colonne in pietra.

- L'applicazione del rinforzo su **pannelli soggetti a sforzo di taglio** e su **strutture voltate** in muratura corrisponde, dal punto di vista funzionale, alla tecnica tradizionale della cappa armata collaborante.

VANTAGGI

- *aumento della capacità portante;*
- *riduzione delle deformazioni;*
- *limitazione degli stati fessurativi;*
- *presidio alla formazione dei meccanismi di rottura;*
- *incremento della duttilità.*

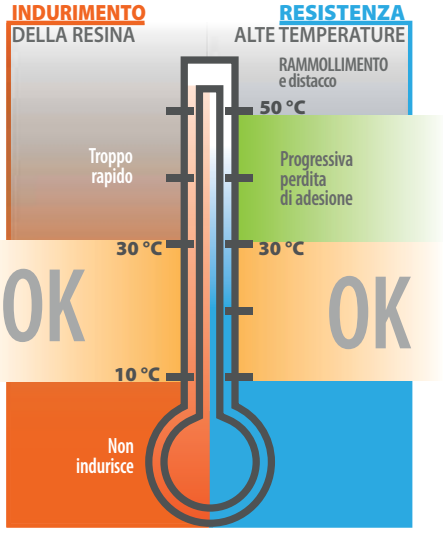
Perché i sistemi FRP non sono affidabili

I LIMITI DEI SISTEMI COMPOSITI TRADIZIONALI

I limiti dei sistemi FRP Fiber Reinforced Polymer, in cui le fibre sono legate con una matrice polimerica, sono dovuti alla **presenza delle resine epossidiche** che, non essendo durabili per certe condizioni termo-igrometriche di esercizio, risultano **poco affidabili ai fini del rinforzo delle strutture**. La scarsa durabilità della resina, infatti, comporta la **perdita di adesione del sistema FRP** al supporto e l'impossibilità di trasferire gli sforzi dalla struttura al materiale composito. Nel dettaglio:

- **scarsa resistenza alle medie temperature**: le resine organiche subiscono modificazioni progressive a partire da 30 °C con la graduale perdita di adesione al supporto;
- **resistenza al fuoco nulla**: le resine organiche bruciano e rilasciano fumi tossici;
- **perdita di efficacia con elevata umidità ambientale di esercizio**: anche quando l'indurimento della matrice è già avvenuto, la resina manifesta una significativa perdita di adesione al supporto se l'umidità relativa dell'aria si mantiene elevata (80-90 %) durante l'esercizio della struttura;
- **limitata possibilità di applicazione in funzione della temperatura ambientale**: l'indurimento della resina epossidica avviene solo **tra +10 °C** e **+30 °C**;
- **impossibilità di applicazione con elevati tassi di umidità**: con l'umidità superficiale superiore al 6% e l'**U.R. ambientale superiore a 85%** viene impedita la polimerizzazione della resina organica;
- **assenza di permeabilità al vapore**: l'applicazione del sistema può provocare fenomeni di condensazione superficiale anche sul lato opposto della parete rinforzata, innescando fenomeni di degrado delle superfici;
- **comportamento fragile della struttura rinforzata al raggiungimento del carico di rottura**: l'elevata rigidezza della matrice organica, rispetto a quella del supporto, dà luogo a un allungamento sotto carico così ridotto da provocare il distacco improvviso del rinforzo;
- **irreversibilità dell'intervento di rinforzo**: l'adesione delle resine organiche, che impregnano in profondità il supporto, rende impossibile la rimozione completa della matrice dalla struttura.

le caratteristiche delle resine **dipendono** dalle condizioni ambientali



distacco del rinforzo
al raggiungimento del carico massimo

Durabilità condizionata dai fattori ambientali

Perdita di adesione del rinforzo

I sistemi di rinforzo a matrice inorganica

La nuova frontiera del rinforzo: i materiali compositi FRCM

I sistemi di rinforzo strutturale **FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix)** sono costituiti dall'accoppiamento di una rete di **fibra a elevate prestazioni** e di una **matrice inorganica stabilizzata** impiegata con la **funzione di adesivo**, che sostituisce quindi le resine epossidiche dei sistemi FRP tradizionali.

Ruredil ha introdotto un'innovazione mondiale nel campo dei rinforzi strutturali **brevettando diversi sistemi di rinforzo FRCM**, ciascuno dei quali è stato appositamente sviluppato per rispondere alle esigenze di rinforzo e adeguamento sismico delle diverse strutture esistenti: **le strutture in calcestruzzo armato, le strutture murarie e gli elementi di tamponamento**.

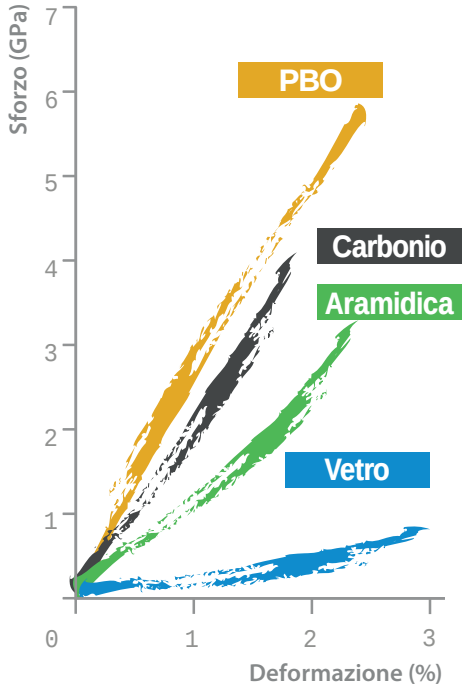
Nei **sistemi di rinforzo Ruregold® e Ruredil X Mesh** vengono impiegati **due diversi tipi di fibre**, **PBO** (poliparafenilenbenzobisoxazolo) e **carbonio**, entrambi materiali sintetici che presentano **proprietà meccaniche ad alte prestazioni in grado di assorbire gli sforzi generati dai sovraccarichi e dagli eventi eccezionali, quali i terremoti**. Le fibre di PBO, rispetto a quelle in carbonio, hanno una resistenza a trazione superiore del 40% e un modulo elastico maggiore del 15%.

Le matrici inorganiche, differenziate nella formulazione per ciascun specifico sistema di rinforzo, **assicurano un'efficace adesione** sia alle fibre strutturali della rete sia ai materiali che costituiscono il sottofondo, garantendo un'elevata affidabilità del rinforzo strutturale.

I rinforzi compositi **Ruregold e Ruredil X Mesh** impiegano **fibre strutturali con diverse tessiture** (bidirezionali e unidirezionali) per garantire la massima **versatilità d'impiego** nelle diverse situazioni di carico: pressoflessione dei pilastri, resistenza a taglio dei pannelli, flessione di travi e solai, variabilità direzionale delle azioni sismiche.

FRCM

FIBRA LUNGA
+
MATRICE INORGANICA STABILIZZATA
=
INNOVAZIONE MONDIALE



Sicurezza, affidabilità e durabilità delle prestazioni meccaniche

I sistemi di rinforzo a matrice inorganica

QUALI PROBLEMI RISOLVONO

Impiegare una **matrice inorganica** per l'applicazione del rinforzo strutturale significa **superare tutti i limiti che riguardano la sicurezza, l'affidabilità e la durabilità delle prestazioni meccaniche dei sistemi FRP**, in quanto la matrice stabilizzata è più compatibile con il sottofondo. Con **i sistemi di rinforzo FRCM** vengono **garantiti:**

- **applicabilità su supporti umidi**: il legante impiegato è di tipo idraulico e quindi non teme la presenza di umidità;
- **resistenza al fuoco**: a contatto diretto con il fuoco la matrice manifesta una reazione identica a quella del supporto, ovvero non è combustibile, ha scarsa emissione di fumo e non rilascia particelle incandescenti;
- **buona resistenza alle elevate temperature**: i leganti inorganici mantengono inalterate le loro caratteristiche meccaniche e di adesione al supporto da + 5 °C sino a + 550 °C;
- **elevata resistenza ai cicli di gelo e disgelo**;
- **permeabilità al vapore acqueo**: permeabile (vedi certificato n° 1204-2012 secondo UNI EN 1015-19 rilasciato da Istituto di Ricerche e Collaudi M. Masini). Pertanto la matrice evita i fenomeni di condensazione che possono danneggiare la muratura;
- **atossicità**: la matrice non è un prodotto nocivo per la salute degli operatori né per l'ambiente, quindi può essere applicata senza l'uso di protezioni speciali e può essere smaltita senza particolari precauzioni;
- **semplicità di manipolazione e applicazione**: la matrice premiscelata deve essere mescolata solo con acqua e non richiede l'impiego di squadre specializzate per la messa in opera;
- **elevata affidabilità del sistema di rinforzo anche dopo il raggiungimento del carico di rottura**: il comportamento duttile post-fessurazione evita il distacco del sistema FRCM dalla struttura rinforzata;
- **durabilità anche con elevata umidità ambientale di esercizio:** la matrice inorganica non modifica le sue caratteristiche di adesione al supporto;
- **lavorabilità in un ampio range di temperatura**: tra +5 °C e +40 °C non esistono sostanziali differenze nei tempi di lavorabilità, presa e indurimento;
- **reversibilità del sistema**: il meccanismo di adesione della matrice inorganica consente l'eventuale rimozione del rinforzo.

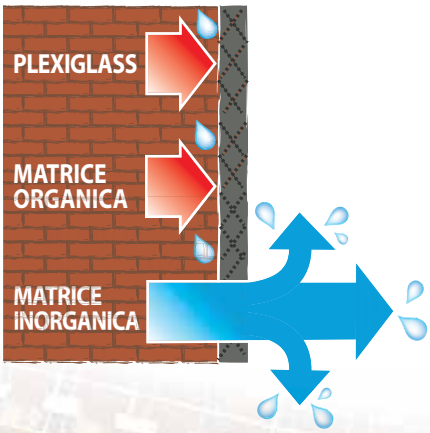
RESISTENTE FINO ALLA TEMPERATURA DI

+550 °C

MATRICE NON NOCIVA

APPLICAZIONE SU SUPPORTI UMIDI

PERMEABILITÀ AL VAPORE



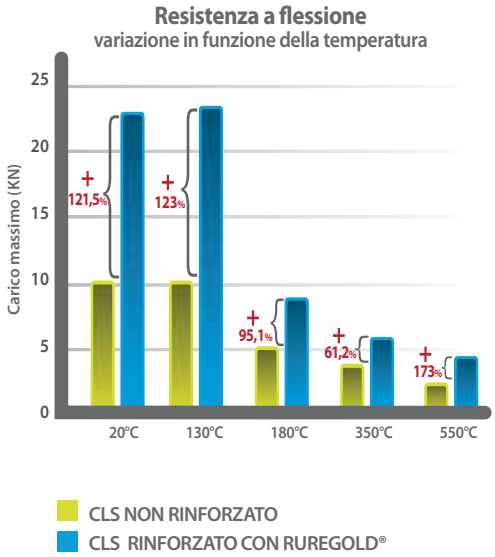
La nuova fibra di PBO: interazione più efficace con la matrice inorganica

Mantenimento dell'efficacia a elevate temperature di esercizio

Comportamento dei sistemi di rinforzo FRCM e FRP

I sistemi di rinforzo **FRCM mantengono la loro efficacia** rispetto al calcestruzzo non rinforzato **fino alla temperatura di 550 °C** (rif. 3 - pag. 46). Come parametro significativo di questo comportamento è stata scelta la **resistenza a flessione** poiché, rispetto a quella a compressione, **risulta molto più sensibile al degrado che avviene nel calcestruzzo per effetto del calore**.

Questo processo di degrado **ha inizio a 130 °C** e **provoca un vistoso decadimento delle prestazioni meccaniche del calcestruzzo**, come viene evidenziato nel primo grafico. In esso si rileva anche che il **rinforzo strutturale Ruregold® XP Calcestruzzo** mantiene l'incremento di resistenza a flessione rispetto al calcestruzzo non rinforzato all'aumentare della temperatura di prova. Addirittura, a 550 °C il vantaggio aumenta (+ 173 %) rispetto alla temperatura ambiente (+ 121,5 %) in quanto il rinforzo è in grado di contrastare completamente il fenomeno di decoesione tra inerti e pasta cementizia, che è la causa della perdita di resistenza del calcestruzzo non rinforzato.



Duttilità post-fessurazione e resistenza al fuoco

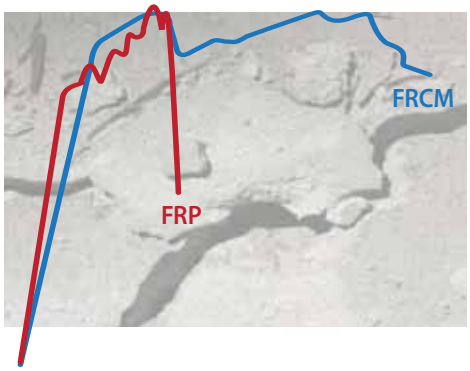
Duttilità post-fessurazione

I sistemi di rinforzo FRCM modificano il comportamento a rottura di tipo fragile caratteristico delle strutture in muratura rinforzate con sistemi FRP, a favore di una **maggiore capacità di deformazione del singolo elemento portante** e di un **aumento complessivo dell'efficacia del rinforzo sull'intera struttura**.

Un rinforzo strutturale di una muratura è tanto più efficace e affidabile quanto più manifesta **un comportamento duttile dopo il raggiungimento del carico massimo**. Questa proprietà coincide con la misura dell'**area sottesa alla curva carico-spostamento** rilevata durante una prova a flessione. Quindi, quanto più è estesa l'area, tanto maggiore è la capacità del sistema di dissipare energia.

I sistemi FRCM garantiscono ottime prestazioni in questo senso, poiché **le deformazione della matrice sotto carico si avvicinano a quelle del supporto**, assicurando l'adesione e la collaborazione strutturale del rinforzo anche dopo il picco del carico (rif. 5 e rif. 6 - pag. 46).

UN SISTEMA È EFFICACE E AFFIDABILE
quando sono garantite l'adesione della matrice e la duttilità della struttura rinforzata



Comportamento al fuoco

Il sistema **RureGold® XP Calcestruzzo**, sottoposto alle prove di reazione al fuoco secondo le normative europee vigenti UNI EN 13501-1 (rif. 4 - pag. 46), è stato certificato in **classe A2** ovvero è classificato come materiale **non combustibile**, che **non provoca fumi tossici** e **non forma gocce incandescenti** potenzialmente molto pericolose per le persone durante l'incendio.
Tutti i **sistemi FRP**, invece, sono classificati **"Tipo E"** perchè impiegano un adesivo organico che contribuisce alla generazione e/o alla propagazione del fuoco e quindi **necessitano di adeguata protezione al fuoco,** (esempio pannelli di calcio silicato di almeno 7 cm di spessore).

Classi di reazione al fuoco

Sistema RureGold®	A1 - A2	nessun contributo all'incendio non combustibile	assenza di flash
Sistema X Mesh	A1 - A2	nessun contributo all'incendio non combustibile	assenza di flash
	C	contributo all'incendio molto limitato	assenza di flash-over
	D	contributo all'incendio limitato	rischio di flash-over
FRP	E	scarse proprietà di reazione al fuoco	rischio di flash-over
	F	caratteristiche non determinate nessuna proprietà di reazione al fuoco	rischio di flash-over

FRCM
nessun contributo
all'incendio

Efficacia antisismica

RESISTENZA ANTISISMICO PROVATA

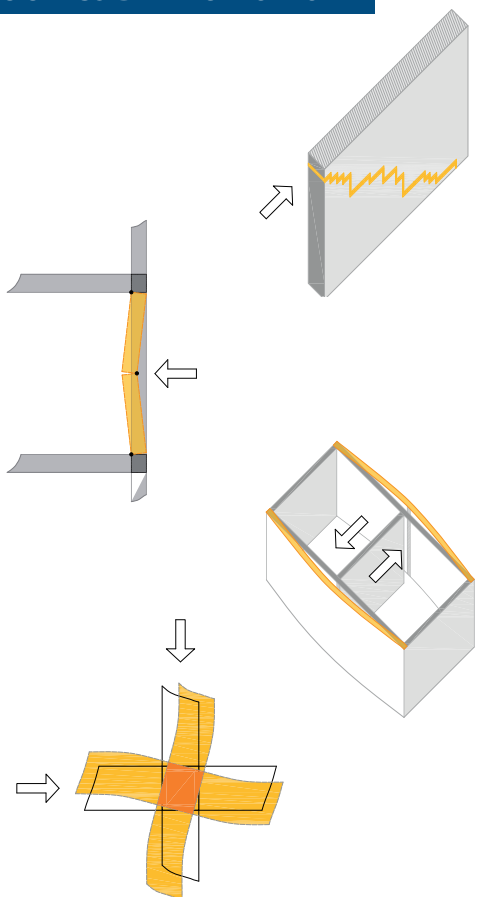
Le proprietà dei sistemi di rinforzo per l'adeguamento sismico delle strutture

L'intervento di **rinforzo strutturale in zona sismica** è finalizzato all'adeguamento della struttura all'intensità dell'azione sismica prevista. I **materiali compositi sono particolarmente idonei** allo scopo grazie alla loro **resistenza**, **leggerezza** e **praticità di applicazione** che si presta a interventi selettivi da localizzare nelle zone critiche della struttura.

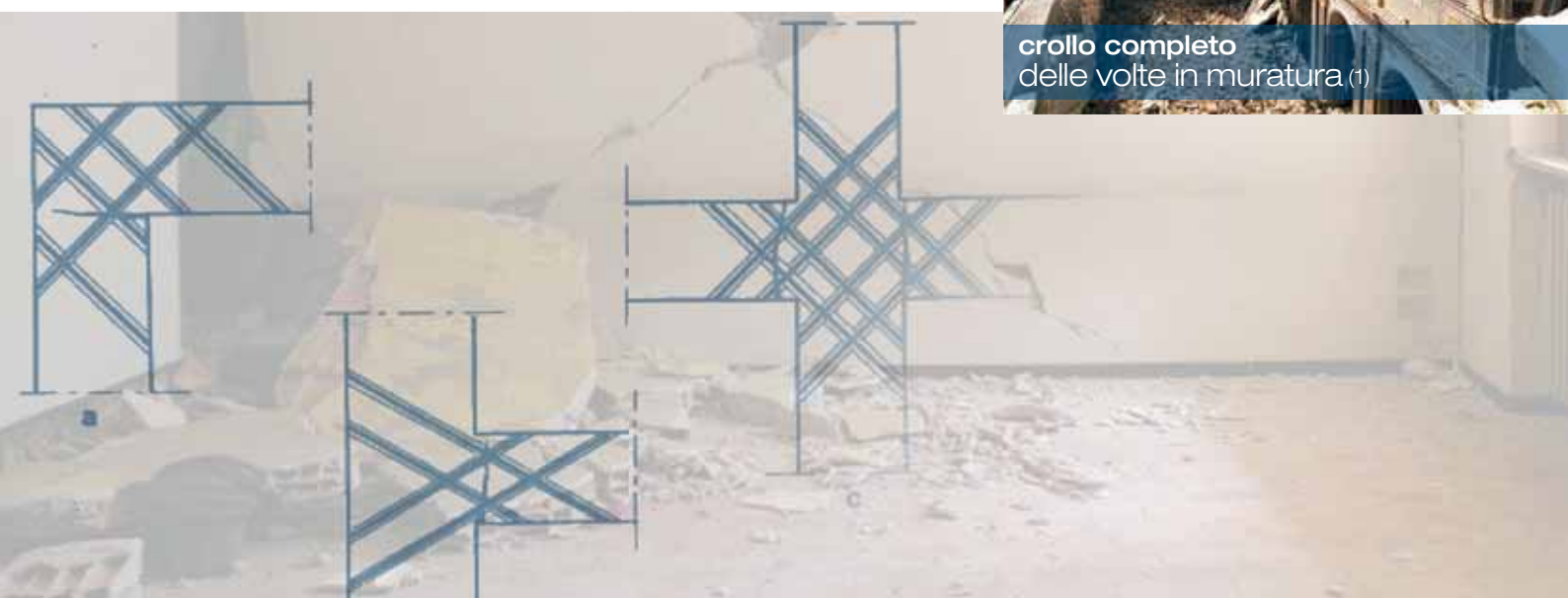
La strategia dell'intervento di adeguamento sismico è indirizzata a **eliminare tutti i meccanismi di collasso di tipo fragile** dei singoli elementi costruttivi portanti e **tutti i meccanismi di collasso di piano** in corrispondenza degli orizzontamenti, oltre che al **miglioramento della capacità deformativa globale della struttura**.

Questo requisito si ottiene incrementando la **duttilità delle cerniere plastiche nelle strutture in calcestruzzo armato** e ottenendo un **comportamento scatolare delle costruzioni in muratura portante** per renderle più resistenti alle azioni orizzontali, eliminando le spinte ortogonali ai pannelli murari e collegando tra loro gli elementi portanti perpendicolari.

Di fondamentale importanza per l'efficacia e l'affidabilità dell'adeguamento sismico sono **la capacità deformativa del singolo elemento rinforzato** e la **capacità di adesione del rinforzo alla struttura** anche oltre la prima fessurazione del supporto, caratteristiche garantite da tutti i prodotti FRCM della linea **RureGold®** e **Ruredil X Mesh**.



crollo completo
delle volte in muratura (1)



Efficacia antisismica

Un severo collaudo in sito di Ruredil X Mesh C10

Il sisma de L'Aquila del 6 aprile 2009 ha coinvolto anche la **Chiesa di S. Maria dei Centurelli a Caporciano** (AQ), situata a circa 30 km dall'epicentro. La scossa registrata in sito è stata di magnitudo 5,7° della scala Richter.

L'edificio risale al XVI secolo e nel 2002 è stato **oggetto di un intervento di restauro e di rinforzo strutturale** resosi necessario in seguito agli ingenti danni provocati dal precedente **terremoto di Umbria-Marche del 1997**. In questa occasione, nonostante le azioni sismiche in sito fossero state di molto inferiori a quelle recenti, i danni erano tali da provocare il rischio di crollo di alcune campate della volta.
Ad amplificare in modo così eclatante l'effetto del sisma sulle strutture **erano stati i cordoli e le capriate in calcestruzzo**, elementi realizzati durante un restauro negli anni Settanta che, a causa della loro rigidezza, hanno esercitato un'azione di martellamento sulle strutture murarie maggiormente deformabili.

Nell'intervento del 2002 sono stati eseguiti il consolidamento delle murature verticali con **iniezioni di boiacca idraulica pozzolanica** e un rinforzo di tutte le campate con il **sistema composito Ruredil X Mesh C10**, allo scopo di realizzare un **efficace presidio antisismico applicato sulla superficie delle volte**, capace di garantire anche la normale traspirabilità della muratura. Questo rinforzo globale della struttura ha consentito l'**eliminazione degli elementi in calcestruzzo** introdotti nel precedente restauro.

Le violente scosse dell'ultimo sisma, che hanno gravemente danneggiato molte costruzioni della zona, **non hanno però compromesso la struttura della chiesa** che, come si vede dalle immagini, presenta solo una parziale espulsione dei conci di pietra nella zona più debole della facciata e la rottura di una catena interna. **Le volte in muratura rinforzate con il sistema Ruredil X Mesh C10**, invece, hanno manifestato una **perfetta tenuta alle azioni sismiche** (rif. 7 - pag. 46).

miglioramento della capacità deformativa delle volte

parziale espulsione dei **conci in pietra** della facciata

rottura di una **catena metallica** interna

Perfetta tenuta delle volte rinforzate con Ruredil X Mesh C10

Durabilità in funzione di umidità e temperatura ambientali

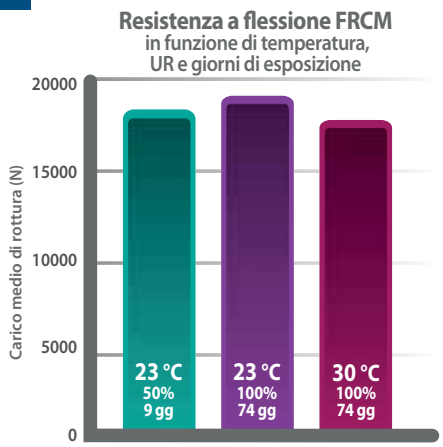
Comportamento dei sistemi FRCM e FRP a confronto

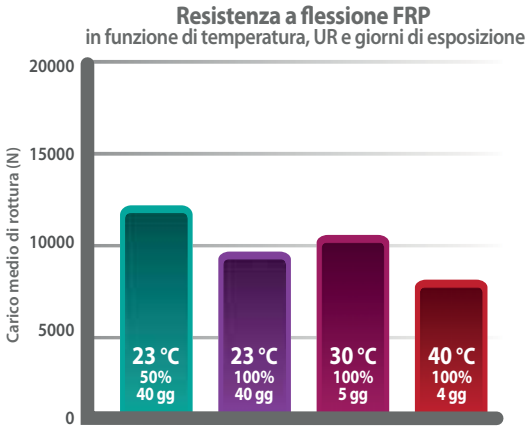
I sistemi di rinforzo **FRCM** (Fabric Reinforced Cementitious Matrix) **mantengono le prestazioni dichiarate indipendentemente dall'umidità e dalla temperatura di esercizio**, a differenza degli **FRP** che le garantiscono **solo in condizioni termo-igrometriche standard** (20 °C e 50% U.R.).

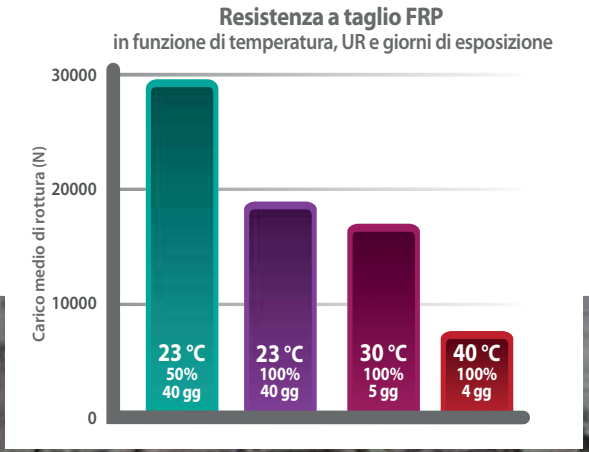
Questi sono i risultati ottenuti da uno studio di durabilità eseguito presso il laboratorio ITC-CNR di S. Giuliano Milanese (rif. 2 - pag. 46) che, analogamente ad altre ricerche condotte presso prestigiose istituzioni nel mondo, quali il MIT di Boston e l'Università di Edimburgo, ha messo in evidenza la forte influenza delle condizioni ambientali sulle prestazioni meccaniche dei rinforzi strutturali FRP.

Dalla sperimentazione emerge che nei sistemi FRP la **presenza di umidità sulla superficie della struttura determina una variazione della tipologia di rottura** che da coesiva, ovvero nel supporto, diviene adesiva, cioè all'**interfaccia tra supporto e rinforzo**. Si evidenzia, inoltre, che **la prolungata esposizione all'umidità determina un progressivo peggioramento della resistenza meccanica** a taglio e a flessione che, nell'intervallo 23÷40 °C, diviene sempre più rapido all'aumentare della temperatura.

La norma ACI 440.2R-08 evidenzia che già a 30 °C le resine possidiche iniziano a trasformarsi dallo stato rigido a quello viscoso, con conseguente degrado delle prestazioni adesive e quindi meccaniche dei sistemi FRP. Inoltre, essa stabilisce che la temperatura di esercizio per cui il rinforzo è efficace, è quella che si ottiene diminuendo di 15 °C la temperatura di transizione vetrosa della resina (T_g) dichiarata dal produttore in scheda tecnica. Ad esempio, se la T_g dichiarata fosse di 50 °C, la temperatura massima di esercizio che grantisce l'efficacia del rinforzo FRP è di 35 °C.







I sistemi FRCM e gli intonaci armati con reti in fibra di vetro

Efficacia strutturale del rinforzo sulle strutture in muratura

L'efficacia strutturale dei sistemi Ruredil X Mesh è stata certificata equivalente ai rinforzi FRP secondo il CNR-DT 200/2013 (rif. 8 - pag. 46), mentre è comprovato che **alcuni sistemi costituiti da intonaco bicomponente e rete in fibra di vetro**, proposti sul mercato come rinforzi strutturali, **non forniscono le prestazioni necessarie** per definirsi tali.

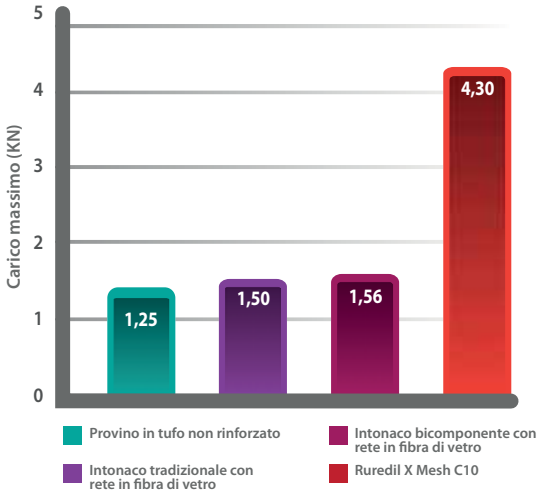
In una campagna sperimentale, è stato confrontato il comportamento a flessione di campioni in tufo rinforzati con tre diversi materiali compositi: il sistema **Ruredil X Mesh C10**, un sistema costituito da "malta bicomponente con rete in fibra di vetro" (pubblicizzato come rinforzo strutturale per murature) e un intonaco tradizionale con interposta una rete in fibra di vetro (rif. 9 - pag. 46). Dal grafico si evince che **il rinforzo Ruredil X Mesh C10 consente un incremento del carico massimo a rottura pari al 244 %** rispetto al campione non rinforzato, che corrisponde ad **un ordine di grandezza superiore rispetto a quanto si ottiene con il sistema "malta bicomponente e rete in fibra di vetro" (+20 %)**. Il comportamento di quest'ultimo è, peraltro, **identico a quello della malta tradizionale con la rete porta intonaco**.

Da ultimo, occorre sottolineare che la **durabilità della fibra di vetro è limitata nel tempo** a causa dell'attacco chimico generato dal pH basico della matrice cementizia e può essere, al più, ritardata nel tempo se la rete è protetta dall'apposita apprettatura isolante.

C-FRCM

INCREMENTO DEL CARICO MASSIMO A ROTTURA

fibre di carbonio

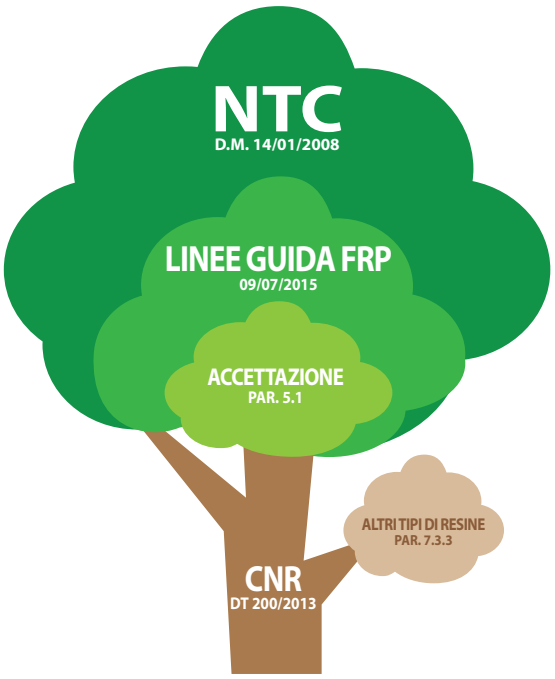


Certificazione dell'efficacia prestazionale del sistema

La normativa per l'utilizzo dei sistemi FRCM

Le linee guida per gli interventi di rinforzo strutturale

Lo strumento legislativo attualmente vigente per la progettazione edilizia è quello delle **Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.1.2008)**. Nel 2009, con l'approvazione del Consiglio Superiore dei LL.PP., sono divenute parte integrante della normativa le **Linee Guida per la Progettazione, l'Esecuzione e il Collaudo di Interventi di Rinforzo Strutturale in c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP**. Questo documento, nel paragrafo 5.1 relativo a "Generalità e disposizioni normative" dei materiali fibrorinforzati per il rinforzo strutturale, **prevede la possibilità di utilizzare "materiali non tradizionali** purché nel rispetto di normative e documenti di comprovata validità tra i quali [...] il documento **CNR-DT 200/2013 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione e il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati"**. Questa importante precisazione consente, nella fattispecie, l'impiego di matrici cementizie, come quelle dei sistemi FRCM sviluppati da Ruredil. Quest'ultimo documento, al paragrafo 7.3.3 "Altri tipi di resine" specifica quanto segue:



"**Vanno infine ricordate le matrici di natura inorganica** (cementizie, metalliche, ceramiche, ecc.), il cui utilizzo per la realizzazione di compositi fibrorinforzati in campo civile - soprattutto quelle cementizie - sta progressivamente diffondendosi. Pur non essendo esaminate nel presente documento, **il loro impiego è tuttavia ritenuto possibile a condizione che risulti suffragato da una documentazione tecnica e da una campagna sperimentale adeguate, comprovanti un'efficacia almeno pari a quella delle matrici organiche qui trattate**.

LE CERTIFICAZIONI E I MATERIALI

Il rivoluzionario sistema di rinforzo strutturale cementizio Ruregold e Ruredil X Mesh C10 con certificazione di prodotto n° 3265 secondo AC 434, conforme alla linea guida ACI 549

Ruredil ha ottenuto nel 2013, la **certificazione di prodotto del composito FRCM Ruredil X Mesh Gold**, a base di fibre PBO, e **Ruredil X Mesh C10**, a base di fibre di carbonio, secondo AC 434: "Acceptance Criteria For Masory and Concrete Strengthening Using Fabric Reinforced Cementitious Matrix (FRCM) Composite Systems". La certificazione è stata eseguita **presso il laboratorio ufficiale dell'Università di Miami e rilasciata da ICC-ES Statunitense**.

L'International Code Council Evaluation Service (ICC-ES) è l'organizzazione statunitense titolata a rilasciare i benestare tecnici di prodotto e le relative certificazioni (www.icc-es.org). Trattandosi di una certificazione di prodotto fatta presso un laboratorio ufficiale, il documento assume una valenza tecnica propria, nel senso che le prestazioni descritte sono utilizzabili ovunque si progettino rinforzi strutturali con gli FRCM Ruredil.

In particolare, i **sistemi FRCM di Ruredil sono stati certificati** con un'adeguata campagna sperimentale da un ente esterno (l'Università degli Studi di Venezia) **dimostrando un'efficacia pari, e in alcuni casi superiore, ai sistemi FRP**. Inoltre, nello spirito del CNR-DT 200/2013, per la valutazione dell'efficacia del rinforzo occorre prendere in considerazione sia gli aspetti meccanici, sia gli aspetti di durabilità in relazione alla temperatura di esercizio, a quella di transizione vetrosa e all'umidità.

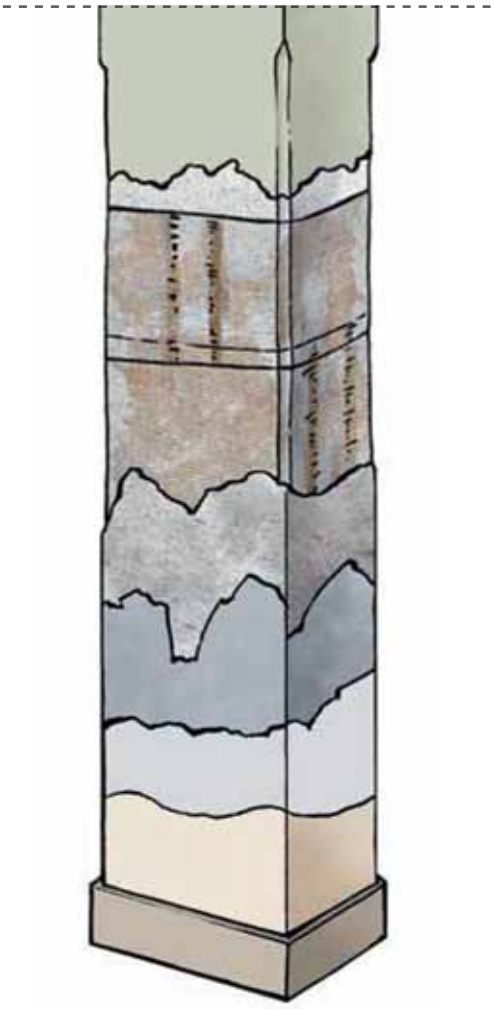
I sistemi F.R.P. sono conformi alle "linee guida C.S.L.P. n° 220 del 09/07/15".

Ponte di Fiastra, Tolentino (MC).
Il ponte sollecitato dagli eventi sismici del 2016 è rimasto integro.

Rinforzo Ruregold® delle strutture in calcestruzzo

Ruregold® Calcestruzzo: Schemi applicativi

CONFINAMENTO DEL PILASTRO



1. Procedere allo smusso degli spigoli vivi al fine di creare una superficie arrotondata su cui il rinforzo possa ben aderire e preparare il supporto con eventuale ricostruzione delle parti lesionate.

2. **Ruregold MX Calcestruzzo:** dopo aver bagnato a rifiuto il substrato procedere alla posa del primo strato di malta. Spessore circa 3 - 4 mm.

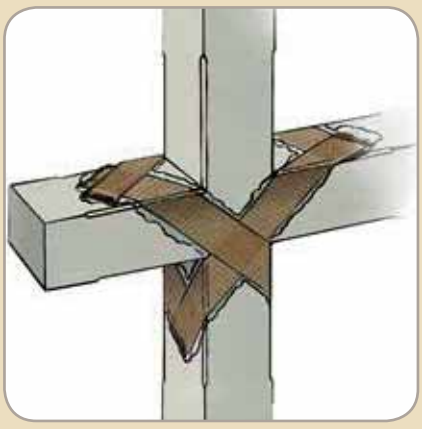
3. **Ruregold XP Calcestruzzo:** posa della rete in fibra di PBO.
   - avere cura di premere leggermente la rete all'interno dello strato di malta per garantirne la perfetta adesione;
   - il verso di posa deve garantire che la maggior grammatura di PBO (doppio filo) avvolga il pilastro;
   - procedere ad una doppia sovrapposizione dei teli di almeno 10 cm sia del singolo telo su se stesso che del telo successivo su quello precedente.

4. **Ruregold MX Calcestruzzo:** procedere alla posa del secondo strato di malta. Spessore circa 3 - 4 mm.

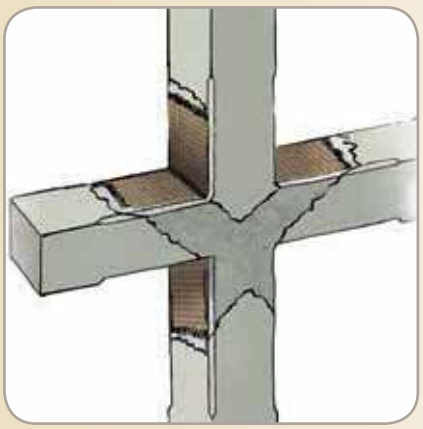
5. **Rasocem RA/NI:** per pilastri interni procedere alla rasatura con Rasocem RA per una finitura color grigio o Rasocem NI per una finitura bianca.

6. **Rurecoat 1/Rurecoat 4:** Nel caso di pilastri da lasciare a vista in esterno procedere alla pittura con protettivo anti-carbonatazione.

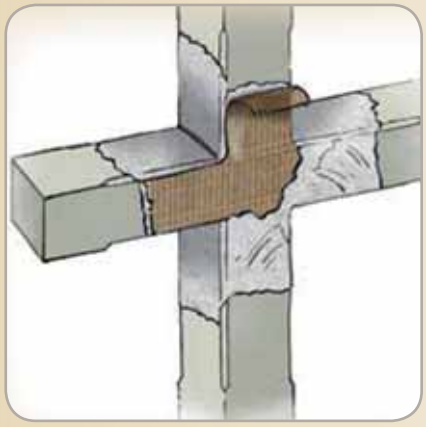
RINFORZO DEL NODO TRAVE-PILASTRO

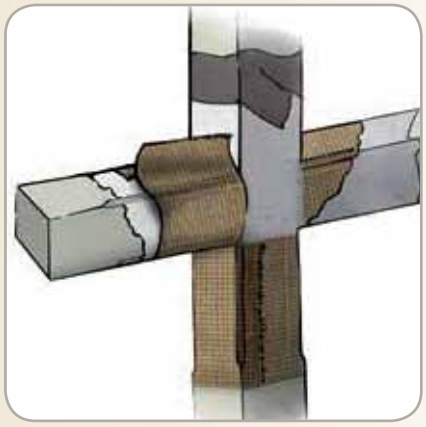


1. Dopo idonea preparazione del supporto, posa del primo strato di malta **Ruregold MX Calcestruzzo** e rete in PBO **Ruregold XP Calcestruzzo**



2. Ricoprimento della rete e posa delle "squadrette" in **Ruregold XP Calcestruzzo**





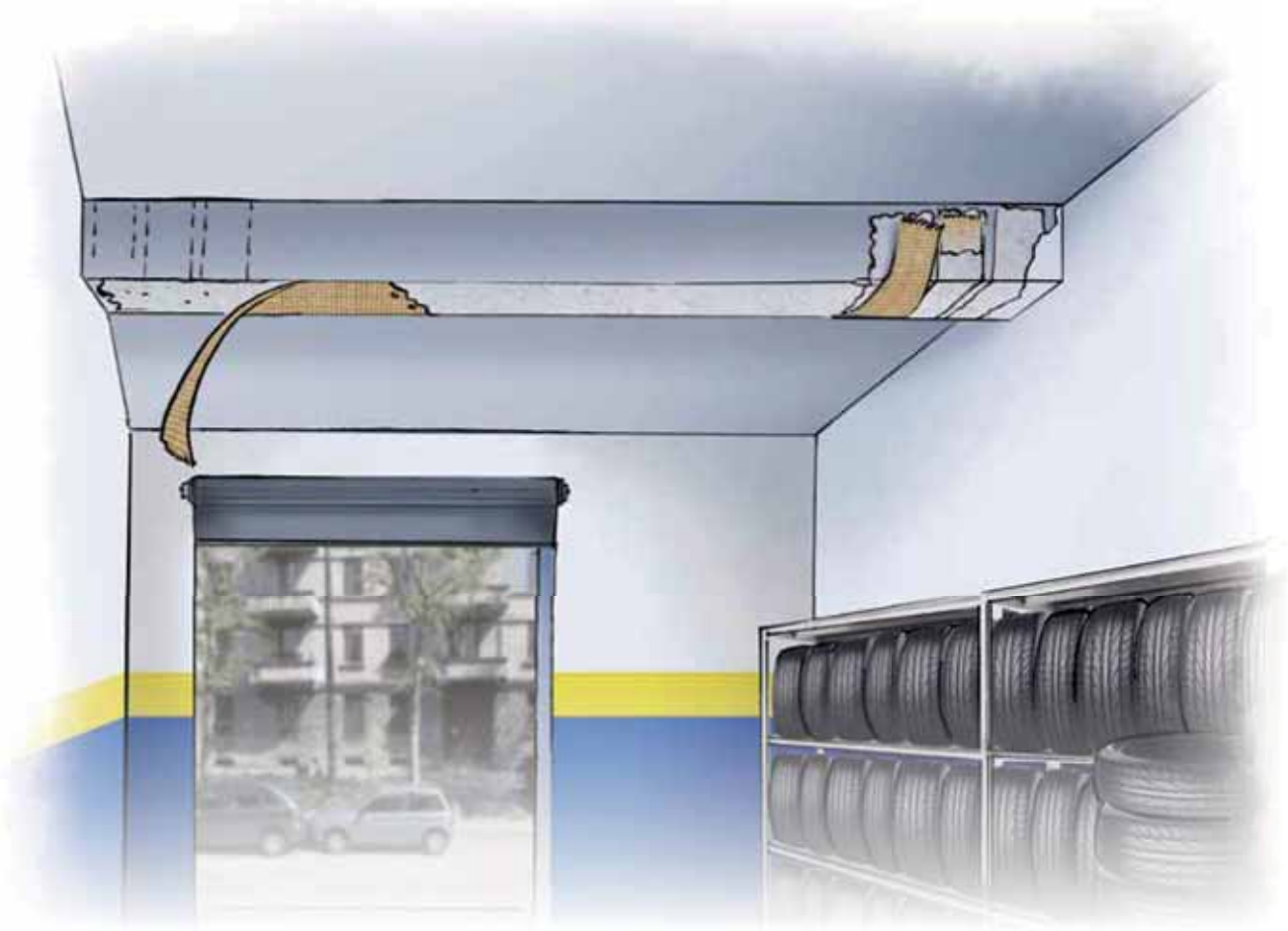
❸ Rivestimento frontale del nodo con **Ruregold® XP Calcestruzzo**.

❺ Rasatura con **Rasocem RA/NI** o **Rurewall F - Finitura**.

❹ Confinamento degli innesti nel nodo con **Ruregold® XP Calcestruzzo**.

❻ Eventuale finitura con pittura.

RINFORZO DELLA TRAVE A FLESSIONE E TAGLIO



❶ Dopo idonea pulizia e preparzione del supporto, posa del primo strato di malta **Ruregold MX Calcestruzzo** e rete in PBO **Ruregold XT Calcestruzzo** lungo la direzione dei ferri che armano la trave.

❷ Ricoprimento della rete con specifica malta Ruregold **MX Calcestruzzo.**

❸ Realizzazione dei rinforzi a taglio con **Ruregold XT Calcestruzzo** fra due strati di malta **Ruregold MX Calcestruzzo** nella direzione perpendicolare ai ferri che armano la trave.

❹ Ricoprimento della rete con specifica malta **Ruregold MX Calcestruzzo.**

Rinforzo Ruregold® delle strutture in calcestruzzo

Ruregold® Calcestruzzo: Schemi applicativi

RINFORZO DEI TRAVETTI DEL SOLAIO IN LATERO-CEMENTO E PROTEZIONE "ANTISFONDELLAMENTO"

! Prima di procedere all'intervento di rinforzo strutturale del solaio rimuovere pitture, intonaci ed ogni altro strato residuo. Nel caso di travetti rivestiti con laterizio rimuovere anche il fondello per consentire l'adesione diretta al calcestruzzo. Se necessario ricostruire le pignatte lesionate con malte strutturali **Rurewall.**

1 Posa sui travetti del primo strato di malta **Ruregold MX Calcestruzzo** e della prima rete in PBO **Ruregold XS Calcestruzzo.**

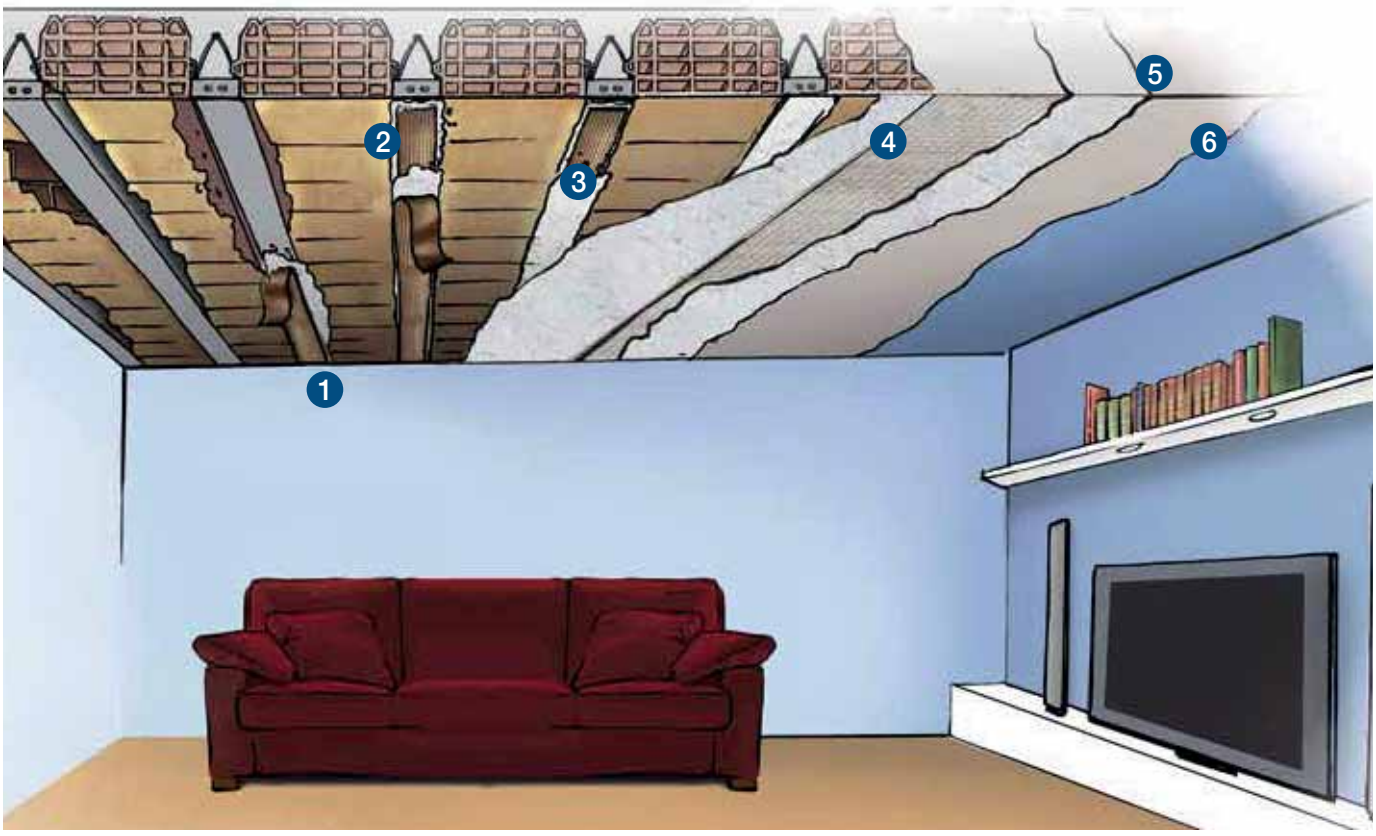
2 Rivestimento della rete e posa del secondo strato di malta e della seconda rete **Ruregold XS Calcestruzzo.**

3 Rivestimento della seconda rete con il terzo strato di malta **Ruregold MX Calcestruzzo** e posa del primo strato di malta **Ruregold MX Muratura** su tutta la superficie del solaio.

4 Posa della rete **Ruregold XA Muratura** con funzione "anti-caduta" e ricoprimento con malta **Ruregold MX Muratura.**

5 Rasatura con **Rasocem RA/NI** o **Rurewall F - Finitura**.

6 Eventuale finitura con pittura.

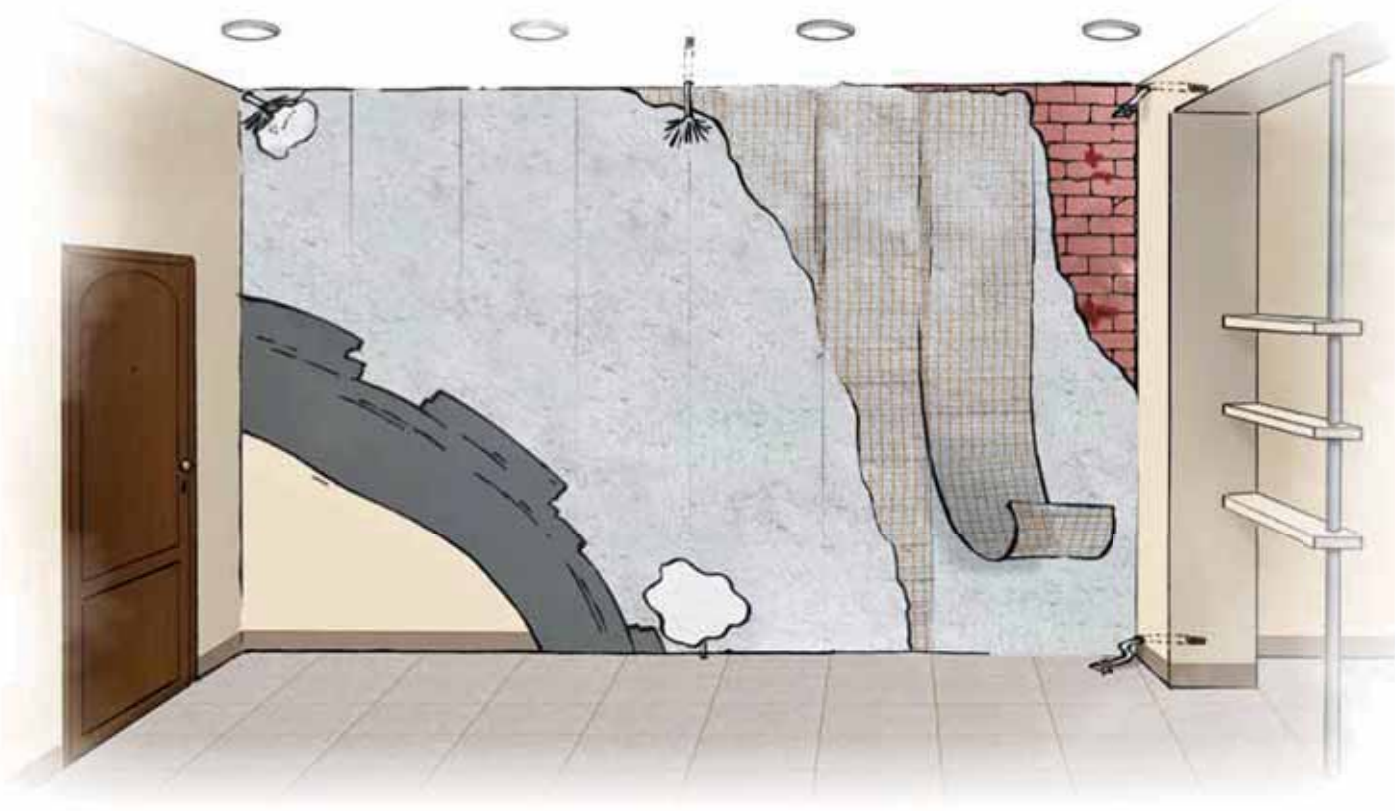


Il rinforzo della strutture a solaio in laterocemento prevede alcuni importanti accorgimenti sia in fase di progettazione che in fase di posa. Essendo i travetti in calcestruzzo strutture molto snelle, se la struttura risulta notevolmente danneggiata o sottodimensionata, spesso risulta necessario procedere all'applicazione di più di uno strato di rete in PBO **Ruregold XS Calcestruzzo.**
Per quanto riguarda la fase di posa è fondamentale, prima di iniziare alla applicazione, procedere alla rimozione dell'eventuale fondello in laterizio per garantire perfetta aderenza del rinforzo al calcestruzzo del travetto. Anche eventuali intonaci o strati interposti andranno ovviamente sempre rimossi.
Dopo aver terminato il rinforzo statico dei travetti risulta spesso utile procedere alla posa su tutta la superficie del solaio di uno strato di **Ruregold XA Muratura** con funzione "antisfondellamento" ovvero di protezione attiva rispetto alla pericolosa eventualità di distacco di parti di pignatta in laterizio (specie su solai molto rovinati).

Rinforzo Ruregold® delle strutture in muratura

RUREGOLD® MURATURA: SCHEMI APPLICATIVI

RINFORZO ANTIRIBALTAMENTO



applicazione del primo strato di malta
e annegamento della rete Ruregold®XA

1. **Rurewall R/Z - Rlinzaffo**
   Procedere all'eventuale posa di uno strato di regolarizzazione e preparazione del fondo..

2. **RureGold XA/MX**
   Realizzare il rinforzo con un foglio di rete distribuito in due strati di malta da circa 3 mm cad.

3. **RureGold Joint JX/MJ**
   Realizzare la connessione del sistema alla struttura portante mediante il connettore in PBO.

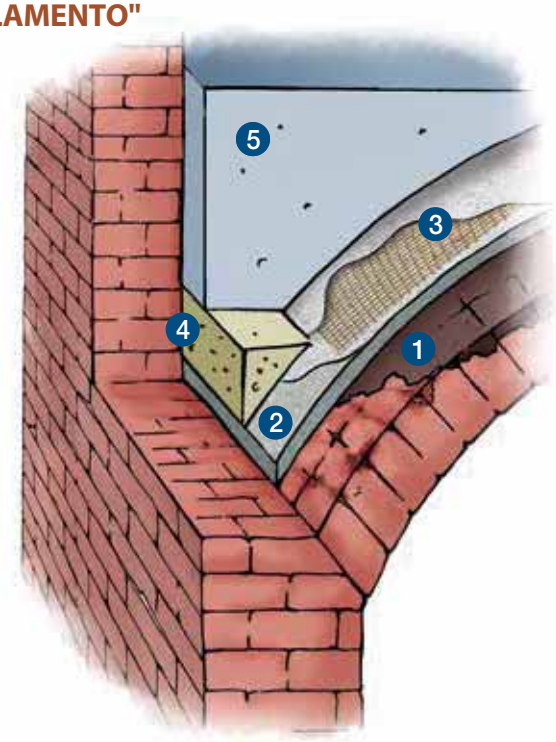
4. **Rurewall I - Intonaco**
   Procedere alla posa di un eventuale strato di intonaco deumidificante per regolarizzare la superficie.

5. **Rurewall F - Finitura**
   Rasare con un materiale compatibile al supporto in muratura e di adeguata finezza.

Rinforzo Ruregold® delle strutture in muratura

Ruregold® Muratura: Schemi applicativi

RINFORZO DELLE VOLTE E PROTEZIONE "ANTISFONDELLAMENTO"



! Prima di procedere all'intervento di rinforzo strutturale rimuovere materiali/strati di riempimento ed ogni altro residuo ed eseguire accurata pulizia e bagnatura del supporto.

1 Procedere all'eventuale posa di uno strato di regolarizzazione in **Rurewall R/Z Rinzaffo** come preparazione del fondo.

2 Prevedere un'eventuale cappa in **Rurewall PVA/TV Consolidante** con fibre di polivinalcool (PVA) di consolidamento in alternativa o in collaborazione con il rinforzo strutturale.

3 Realizzare il rinforzo della volta posando la rete **Ruregold XR Muratura** distribuito in due strati di malta **Ruregold MX Muratura** da circa 3 mm cad. con eventuale connessione alle strutture portanti mediante **Ruregold JX Joint**.

4 Riempimento delle reni.

5 Strato alleggerito di livellamento.

RINFORZO DI MASCHIO MURARIO

Nel caso di strutture con elementi portanti in muratura, per contenere fenomeni di dissesto con rischio di lesioni e collasso si può procede al rinforzo per fasciatura della struttura applicando **Ruregold® XR Muratura** fra due strati di **Ruregold® MX Muratura** sui cantonali e sui marcapiano fino a quota di imposta copertura.
Si raccomanda, prima di applicare il sistema Ruregold, la rimozione di rasature e intonaci preesistenti, la pulizia ed il lavaggio delle superfici al fine di garantire la perfetta adesione del rinforzo alla muratura.

MATRICE INORGANICA STABILIZZATA ECOCOMPATIBILE MONOCOMPONENTE
a formulazione specifica per garantire l'adesione ed il trasferimento delle tensioni alle reti della linea RureGold perfettamente compatibile con i supporti in muratura, pietre, tufi e mura storiche o di pregio.

Applicazione dei rinforzi Ruredil a matrice inorganica

Fasi di posa

Preparazione del sottofondo

Il supporto deve essere privo di parti incoerenti, degradate e poco adese al sottofondo, e devono essere rimossi anche polvere e trattamenti superficiali. Eventuali irregolarità o difetti macroscopici della superficie dovranno essere compensate con malte da ripristino idonee alla natura del sottofondo sino a ristabilire la planarità del supporto. Eventuali spigoli dovranno essere arrotondati con un raggio di curvatura di 3 cm.

Preparazione della matrice inorganica

La matrice inorganica si prepara come una normale malta premiscelata, ovvero con la semplice aggiunta di acqua e mescolando senza interruzioni con una impastatrice o, per quantitativi limitati, in un secchio con l'impiego di un trapano a frusta per un tempo totale di almeno 4-5 minuti.

Messa in opera del sistema Ruregold®

Il sottofondo deve essere bagnato a rifiuto senza veli d'acqua superficiali, applicare quindi il primo strato di matrice con uno spessore di circa 3-4 mm impiegando un frattazzo metallico liscio. Annegare la rete nella malta, esercitando con il frattazzo la pressione necessaria alla fuoriuscita della matrice dai fori della rete. Applicare il secondo strato di matrice inorganica con uno spessore di circa 3 mm, in modo tale da coprire completamente la rete. Nei punti di giunzione prevedere una sovrapposizione di circa 10 cm.

Eventuale applicazione di un secondo strato del sistema

Qualora la progettazione abbia previsto più strati di rinforzo sovrapposti, procedere alla posa del secondo strato di rete e dell'ultimo strato di matrice inorganica procedendo sempre fresco su fresco. È possibile sfalsare l'orientamento della rete nei due strati di 45°, ovvero posarlo in diagonale rispetto allo strato precedente.

Eventuale applicazione di un connettore in fibra

Per garantire che l'elemento rinforzato sia legato alla struttura portante è necessario inserire nel sistema dei connettori denominati Ruregold Joint in fibre di PBO. Una volta realizzato un foro nella struttura portante occorre riempirlo con la specifica malta Ruregold MJ Joint ed inserire il giunto. L'estremità libera va "sfiocchettata" ed annegata sullo strato superficiale della malta che ricopre la rete del rinforzo sempre con la specifica malta Ruregold MJ Joint .

ripristino del supporto
e posa della prima mano di malta

taglio a misura ed applicazione
della rete di rinforzo

ricoprimento della rete con malta
e posa dell'eventuale seconda rete

sfioccamento del connettore in fibra
precedentemente inghisato

RUREGOLD® XP Calcestruzzo

Sistema di rinforzo strutturale FRCM con rete bidirezionale in PBO e matrice inorganica stabilizzata per le costruzioni in calcestruzzo

Scheda tecnica **.pdf**

Il materiale

RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO è un sistema di rinforzo strutturale costituito da una rete bidirezionale non bilanciata in fibre di PBO (poliparafenilenbenzobisoxazolo) e da una matrice inorganica stabilizzata appositamente formulata per l'utilizzo su supporti in calcestruzzo armato. Questo sistema brevettato, denominato FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), non utilizza resine epossidiche ed eguaglia le prestazioni dei tradizionali FRP con fibre di carbonio e legante epossidico.
Il sistema RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO è costituito da:

- RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO: rete in fibra di PBO con larghezza 50 cm e lunghezza 15 m o larghezza 1 m e lunghezza 15 m;
- RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO: matrice inorganica stabilizzata conforme alla norma UNI EN 1504-3.

Le proprietà

Il sistema **RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO**, grazie all'impiego della matrice inorganica stabilizzata ecocompatibile RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO, offre maggiori prestazioni anche rispetto ad un rinforzo FRP a base di resina epossidica o poliestere:

- incremento della resistenza a flessione semplice, taglio e pressoflessione di pilastri e travi, della duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri, della resistenza dei nodi travi-pilastro;
- elevato incremento della duttilità nell'elemento strutturale rinforzato, grande capacità di dissipazione dell'energia ed elevata affidabilità del sistema, anche se sottoposto a sovraccarichi di tipo ciclico (es. sisma);
- elevata resistenza alle alte temperature: dopo l'indurimento della matrice, il sistema non è influenzato dalla temperatura esterna, a differenza degli FRP la cui resina perde le proprietà adesive fra 30 °C e 80 °C in funzione della sua temperatura di transizione vetrosa;
- ottima reazione al fuoco: il sistema assicura una reazione identica a quella del supporto poiché la matrice inorganica mantiene inalterate le sue caratteristiche fino alla temperatura di 550 °C, non è combustibile, ha scarsa emissione di fumo e non rilascia particelle incandescenti;
- elevata durabilità in condizioni di umidità ambientale: la matrice inorganica non ne viene influenzata, mentre la resina epossidica si degrada con prolungate esposizioni a elevati tassi di umidità ambientale;
- efficacia di posa in opera anche su supporti umidi: l'umidità favorisce l'adesione della matrice idraulica, mentre la stessa condizione riduce l'adesione al supporto delle resine organiche;
- facilità di manipolazione: la preparazione della matrice inorganica avviene come per tutti i prodotti a base idraulica;
- facilità di applicazione anche su superfici scabre e irregolari: non richiede una rasatura preliminare, necessaria per i sistemi FRP;

- ampio campo di condizioni ambientali per l'applicabilità: nessuna limitazione tra 5 °C e 40 °C, mentre gli FRP hanno range più ristretto;
- atossicità delle matrici impiegate per gli operatori e per l'ambiente: sono infatti assimilabili ad una malta inorganica tradizionale, mentre le resine epossidiche sono nocive per inalazione e per contatto con la pelle e richiedono adeguate protezioni per gli operatori, quali maschere respiratorie e guanti;
- facilità nella pulizia delle attrezzature utilizzate: è sufficiente l'impiego di sola acqua, senza l'uso dei solventi necessari per le resine, nocivi sia per l'uomo che per l'ambiente.

I campi di applicazione

RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO viene impiegato per il rinforzo delle strutture in calcestruzzo armato normale e precompresso, comprese quelle soggette all'azione del fuoco o ad alte temperature. In particolare, si applica nel rinforzo statico:

- a flessione, a taglio, a torsione;
- nel confinamento di pilastri pressoinflessi con piccola eccentricità e con grande eccentricità, attuando anche un rinforzo longitudinale;

e nell'adeguamento sismico per incrementare:

- la resistenza a flessione semplice o a pressoflessione di pilastri e travi;
- la resistenza a taglio di travi e pilastri;
- la duttilità delle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatura;
- la resistenza a trazione dei pannelli dei nodi trave-pilastro con le fibre disposte secondo le isostatiche di trazione.

CARATTERISTICHE DELLA FIBRA IN PBO	
Resistenza a trazione	5,8 GPa
Modulo elastico	270 GPa
Densità di fibra	1,56 g/cm^3
Allungamento a rottura	2,15 %

CARATTERISTICHE DELLA RETE RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO	
Peso delle fibre di PBO nella rete	88 g/m^2
Spessore equivalente di tessuto secco in direzione dell'ordito	0,0455 mm
Spessore equivalente di tessuto secco in direzione della trama	0,0115 mm
Carico di rottura dell'ordito per unità di larghezza	264,0 kN/m
Carico di rottura della trama per unità di larghezza	66,5 kN/m
Peso della rete (supporto + fibre in PBO)	110 g/m^2

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE INORGANICA RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO	
Consistenza (UNI EN 13395-1)	175 mm
Peso specifico malta fresca (EN 1015-6)	1,80 ± 0,05 g/cc
Acqua d'impasto per 100 kg di RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO	26 - 28 litri
Resa	≈ 1,400 kg/m^2/mm
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	≥ 40,0 MPa (a 28 gg)
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	≥ 4,0 MPa (a 28 gg)
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	≥ 7000 MPa (a 28 gg)

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA RUREGOLD® XP CALCESTRUZZO	
Classificazione di reazione al fuoco (UNI EN 13501-1)	A2 - nessun contributo all'incendio s1 - scarsa emissione di fumo d0 - assenza di gocce/particelle ardenti

RUREGOLD® XT Calcestruzzo

A2 CLASSE REAZIONE al fuoco · DT 200/2013 VALIDAZIONE sistema di rinforzo · ECO Ruredil · RESISTENZA FUOCO · RESISTENZA CLIMI CALDI · RESISTENZA UMIDITÀ · ATOSSICITÀ per operatori e ambiente · AC 434 CERTIFICAZIONE PRODOTTO · ACI 549 CONFORME ALLE LINEE GUIDA

Sistema di rinforzo strutturale FRCM con rete unidirezionale in PBO e matrice inorganica stabilizzata per le travi in calcestruzzo armato

Scheda tecnica **.pdf**

Il materiale

RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO è un sistema di rinforzo strutturale costituito da una rete unidirezionale in fibre di PBO (poliparafenilenbenzobisoxazolo) e da una matrice inorganica stabilizzata appositamente formulata per l'utilizzo su supporti in calcestruzzo armato. Questo sistema brevettato, denominato FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), non utilizza resine epossidiche ed eguaglia le prestazioni dei tradizionali FRP con fibre di carbonio e legante epossidico.
Il sistema RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO è costituito da:

- RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO: rete unidirezionale in fibra di PBO, larghezza 25 cm e lunghezza 15 m;
- RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO: matrice inorganica stabilizzata conforme alla norma UNI EN 1504-3.

Le proprietà

Il sistema **RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO**, grazie all'impiego della matrice inorganica RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO, offre maggiori prestazioni anche rispetto ad un rinforzo FRP a base di resina epossidica o poliestere:

- incremento della resistenza a flessione semplice, taglio e pressoflessione di pilastri e travi, della duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri, della resistenza dei nodi travi-pilastro;
- elevato incremento della duttilità nell'elemento strutturale rinforzato, grande capacità di dissipazione dell'energia ed elevata affidabilità del sistema, anche se sottoposto a sovraccarichi di tipo ciclico (es. sisma);
- elevata resistenza alle alte temperature: dopo l'indurimento della matrice, il sistema non è influenzato dalla temperatura esterna, a differenza degli FRP la cui resina perde le proprietà adesive fra 30 °C e 80 °C in funzione della sua temperatura di transizione vetrosa;
- ottima reazione al fuoco: il sistema assicura una reazione identica a quella del supporto poiché la matrice inorganica mantiene inalterate le sue caratteristiche fino alla temperatura di 550 °C, non è combustibile, ha scarsa emissione di fumo e non rilascia particelle incandescenti;
- elevata durabilità in condizioni di umidità ambientale: la matrice inorganica non ne viene influenzata, mentre la resina epossidica si degrada con prolungate esposizioni a elevati tassi di umidità ambientale;
- efficacia di posa in opera anche su supporti umidi: l'umidità favorisce l'adesione della matrice idraulica, mentre la stessa condizione riduce l'adesione al supporto delle resine organiche;
- facilità di manipolazione: la preparazione della matrice inorganica avviene come per tutti i prodotti a base idraulica;
- facilità di applicazione anche su superfici scabre e irregolari: non richiede una rasatura preliminare, necessaria per i sistemi FRP;
- ampio campo di condizioni ambientali per l'applicabilità: nessuna limitazione tra 5 °C e 40 °C, mentre gli FRP hanno range più ristretto;

- atossicità delle matrici impiegate per gli operatori e per l'ambiente: sono infatti assimilabili ad una malta inorganica tradizionale, mentre le resine epossidiche sono nocive per inalazione e per contatto con la pelle e richiedono adeguate protezioni per gli operatori, quali maschere respiratorie e guanti;
- facilità nella pulizia delle attrezzature utilizzate: è sufficiente l'impiego di sola acqua, senza l'uso dei solventi necessari per le resine, nocivi sia per l'uomo che per l'ambiente.

RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO viene impiegato per il rinforzo delle strutture in calcestruzzo armato normale e precompresso, comprese quelle soggette all'azione del fuoco o ad alte temperature. In particolare, si applica nel rinforzo statico e sismico a flessione semplice o a pressoflessione di travi.

I campi di applicazione

CARATTERISTICHE DELLA FIBRA IN PBO (POLIPARAFENILENBENZOBISOXAZOLO)	
Resistenza a trazione	5,8 GPa
Modulo elastico	270 GPa
Densità di fibra	1,56 g/cm^3
Allungamento a rottura	2,15 %

CARATTERISTICHE DELLA RETE RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO	
Peso delle fibre di PBO nella rete	88 g/m^2
Spessore equivalente di tessuto secco in direzione dell'ordito	0,056 mm
Spessore equivalente di tessuto secco in direzione della trama	0 mm
Carico di rottura dell'ordito per unità di larghezza	332 kN/m
Carico di rottura della trama per unità di larghezza	0 kN/m
Peso della rete (supporto + fibre in PBO)	146 g/m^2

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE INORGANICA RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO	
Consistenza (UNI EN 13395-1)	175 mm
Peso specifico malta fresca (EN 1015-6)	1,80 ± 0,05 g/cc
Acqua d'impasto per 100 kg di RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO	26 - 28 litri
Resa	≈ 1,400 kg/m^2/mm
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	≥ 40,0 MPa (a 28 gg)
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	≥ 4,0 MPa (a 28 gg)
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	≥ 7000 MPa (a 28 gg)

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO	
Classificazione di reazione al fuoco (UNI EN 13501-1)	A2 - nessun contributo all'incendio s1 - scarsa emissione di fumo d0 - assenza di gocce/particelle ardenti

RUREGOLD® XS Calcestruzzo

A2 CLASSE REAZIONE al fuoco | DT 200/2013 VALIDAZIONE sistema di rinforzo | ECO Ruredil | RESISTENZA FUOCO | RESISTENZA CLIMI CALDI | RESISTENZA UMIDITÀ | ATOSSICITÀ per operatori e ambiente

Sistema di rinforzo strutturale FRCM con rete unidirezionale in PBO e matrice inorganica stabilizzata per i solai delle costruzioni in calcestruzzo

Scheda tecnica .pdf

Il materiale

RUREGOLD® XS CALCESTRUZZO è un sistema di rinforzo strutturale costituito da una rete unidirezionale in fibre di PBO (poliparafenilenbenzobisoxazolo) e da una matrice inorganica stabilizzata appositamente formulata per l'utilizzo su supporti in calcestruzzo armato. Questo sistema brevettato, denominato FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), non utilizza resine epossidiche ed eguaglia le prestazioni dei tradizionali FRP con fibre di carbonio e legante epossidico.
Il sistema RUREGOLD® XS CALCESTRUZZO è costituito da:

- RUREGOLD® XS CALCESTRUZZO: rete unidirezionale in fibra di PBO, larghezza 10 cm e lunghezza 30 m;
- RUREGOLD® MX Calcestruzzo : matrice inorganica stabilizzata conforme alla norma UNI EN 1504-3.

Le proprietà

Il sistema **RUREGOLD® XS CALCESTRUZZO**, grazie all'impiego della matrice inorganica RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO, offre maggiori prestazioni anche rispetto ad un rinforzo FRP a base di resina epossidica o poliestere:

- incremento della resistenza a flessione semplice, taglio e pressoflessione di pilastri e travi, della duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri, della resistenza dei nodi travi-pilastro;
- elevato incremento della duttilità nell'elemento strutturale rinforzato, grande capacità di dissipazione dell'energia ed elevata affidabilità del sistema, anche se sottoposto a sovraccarichi di tipo ciclico (es. sisma);
- elevata resistenza alle alte temperature: dopo l'indurimento della matrice, il sistema non è influenzato dalla temperatura esterna, a differenza degli FRP la cui resina perde le proprietà adesive fra 30 °C e 80 °C in funzione della sua temperatura di transizione vetrosa;
- ottima reazione al fuoco: il sistema assicura una reazione identica a quella del supporto poiché la matrice inorganica mantiene inalterate le sue caratteristiche fino alla temperatura di 550 °C, non è combustibile, ha scarsa emissione di fumo e non rilascia particelle incandescenti;
- elevata durabilità in condizioni di umidità ambientale: la matrice inorganica non ne viene influenzata, mentre la resina epossidica si degrada con prolungate esposizioni a elevati tassi di umidità ambientale;
- efficacia di posa in opera anche su supporti umidi: l'umidità favorisce l'adesione della matrice idraulica, mentre la stessa condizione riduce l'adesione al supporto delle resine organiche;
- facilità di manipolazione: la preparazione della matrice inorganica avviene come per tutti i prodotti a base idraulica;
- facilità di applicazione anche su superfici scabre e irregolari: non richiede una rasatura preliminare, necessaria per i sistemi FRP;
- ampio campo di condizioni ambientali per l'applicabilità: nessuna limitazione tra 5 °C e 40°C, mentre gli FRP hanno range più ristretto;

- atossicità delle matrici impiegate per gli operatori e per l'ambiente: sono infatti assimilabili ad una malta inorganica tradizionale, mentre le resine epossidiche sono nocive per inalazione e per contatto con la pelle e richiedono adeguate protezioni per gli operatori, quali maschere respiratorie e guanti;
- facilità nella pulizia delle attrezzature utilizzate: è sufficiente l'impiego di sola acqua, senza l'uso dei solventi necessari per le resine, nocivi sia per l'uomo che per l'ambiente.

RUREGOLD® XS CALCESTRUZZO viene impiegato per il rinforzo delle strutture in calcestruzzo armato normale e precompresso, comprese quelle soggette all'azione del fuoco o ad alte temperature. In particolare, si applica nel rinforzo a flessione dei travetti dei solai.

I campi di applicazione

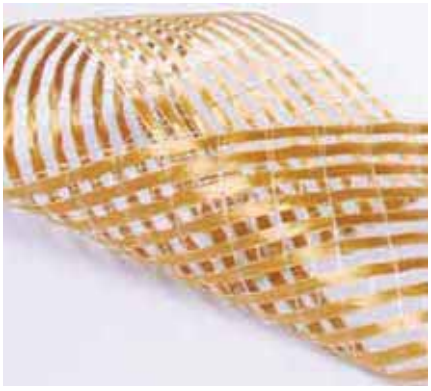
CARATTERISTICHE DELLA FIBRA IN PBO (POLIPARAFENILENBENZOBISOXAZOLO)	
Resistenza a trazione	5,8 GPa
Modulo elastico	270 GPa
Densità di fibra	1,56 g/cm^3
Allungamento a rottura	2,15 %

CARATTERISTICHE DELLA RETE UNIDIREZIONALE RUREGOLD® XS CALCESTRUZZO	
Peso delle fibre di PBO nella rete	105 g/m^2
Spessore equivalente di tessuto secco in direzione dell'ordito	0,067 mm
Spessore equivalente di tessuto secco in direzione della trama	0 mm
Carico di rottura dell'ordito per unità di larghezza	397 kN/m
Carico di rottura della trama per unità di larghezza	0 kN/m
Peso della rete (supporto + fibre in PBO)	128 g/m^2

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE INORGANICA RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO	
Consistenza (UNI EN 13395-1)	175 mm
Peso specifico malta fresca (EN 1015-6)	1,80 ± 0,05 g/cc
Acqua d'impasto per 100 kg di RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO	26 - 28 litri
Resa	≈ 1,400 kg/m^2/mm
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	≥ 40,0 MPa (a 28 gg)
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	≥ 4,0 MPa (a 28 gg)
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	≥ 7000 MPa (a 28 gg)

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA RUREGOLD® XS CALCESTRUZZO	
Classificazione di reazione al fuoco (UNI EN 13501-1)	A2 - nessun contributo all'incendio s1 - scarsa emissione di fumo d0 - assenza di gocce/particelle ardenti

RureGold XS CALCESTRUZZO



RUREGOLD® XR Muratura

A2 CLASSE REAZIONE al fuoco | DT 200/2013 VALIDAZIONE sistema di rinforzo | ECO Ruredil | RESISTENZA FUOCO | RESISTENZA CLIMI CALDI | RESISTENZA UMIDITÀ | ATOSSICITÀ per operatori e ambiente

Sistema di rinforzo strutturale FRCM con rete bidirezionale in PBO e matrice inorganica stabilizzata per il rinforzo dei maschi murari, tamponamenti e volte

Scheda tecnica **.pdf**

Il materiale

RUREGOLD® XR MURATURA è un sistema di rinforzo strutturale costituito da una rete bidirezionale in fibre di PBO (poliparafenilenbenzobisoxazolo) e da una matrice inorganica stabilizzata di natura pozzolanica appositamente formulata per l'utilizzo su supporti in muratura. Questo sistema brevettato, denominato FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), non utilizza resine epossidiche ma impiega un legante idraulico pozzolanico perfettamente compatibile con il supporto di muratura. Il sistema può essere utilizzato negli interventi di rinforzo strutturale delle murature, sostituendo e migliorando affidabilità e prestazioni delle tecniche tradizionali basate sull'impiego di reti di fibre di vetro e di acciaio e, più in generale, dei sistemi FRP con tutti i tipi di fibre.
Il sistema RUREGOLD® XR MURATURA è costituito da:

- RUREGOLD® XR MURATURA: rete bidirezionale in fibra di PBO, larghezza 100 cm e lunghezza 15 m;
- RUREGOLD® MX MURATURA: matrice inorganica stabilizzata di natura pozzolanica conforme alla norma UNI EN 998-2.

Le proprietà

Il sistema **RUREGOLD® XR MURATURA**, grazie all'impiego della matrice inorganica RUREGOLD® MX MURATURA, offre maggiori prestazioni anche rispetto ad un rinforzo FRP a base di resina epossidica o poliestere:

- incremento della resistenza a taglio dei pannelli in muratura, della capacita portante di colonne e pilastri e eliminazione della formazione di cerniere su archi e volte, favorendo la redistribuzione delle tensioni all'interno della struttura;
- elevato incremento della duttilità nell'elemento strutturale rinforzato, grande capacità di dissipazione dell'energia ed elevata affidabilità del sistema, anche se sottoposto a sovraccarichi di tipo ciclico (es. sisma);
- mantenimento della normale traspirabilità del supporto ed esclusione della formazione di condensazione superficiale, possibile fonte di degrado per le decorazioni murali presenti;
- elevata resistenza alle alte temperature: dopo l'indurimento della matrice, il sistema non è influenzato dalla temperatura esterna, a differenza degli FRP la cui resina perde le proprietà adesive fra 30 °C e 80 °C in funzione della sua temperatura di transizione vetrosa;
- ottima reazione al fuoco: il sistema assicura una reazione identica a quella del supporto poiché la matrice inorganica mantiene inalterate le sue caratteristiche fino alla temperatura di 550 °C, non è combustibile, ha scarsa emissione di fumo e non rilascia particelle incandescenti;
- elevata durabilità in condizioni di umidità ambientale: la matrice inorganica non ne viene influenzata, mentre la resina epossidica si degrada con prolungate esposizioni a elevati tassi di umidità ambientale;
- efficacia di posa in opera anche su supporti umidi: l'umidità favorisce l'adesione della matrice idraulica, mentre la stessa condizione riduce l'adesione al supporto delle resine organiche;

- facilità di manipolazione: la preparazione della matrice inorganica avviene come per tutti i prodotti a base idraulica;
- facilità di applicazione anche su superfici scabre e irregolari: non richiede una rasatura preliminare, necessaria per i sistemi FRP;
- ampio campo di condizioni ambientali per l'applicabilità: nessuna limitazione tra 5 °C e 40 °C, mentre gli FRP hanno range più ristretto;
- atossicità delle matrici impiegate per gli operatori e per l'ambiente: sono infatti assimilabili ad una malta inorganica tradizionale, mentre le resine epossidiche sono nocive per inalazione e per contatto con la pelle e richiedono adeguate protezioni per gli operatori, quali maschere respiratorie e guanti;
- facilità nella pulizia delle attrezzature utilizzate: è sufficiente l'impiego di sola acqua, senza l'uso dei solventi necessari per le resine, nocivi sia per l'uomo che per l'ambiente.

I campi di applicazione

RUREGOLD® XR MURATURA viene impiegato per il rinforzo delle strutture in muratura, comprese quelle soggette all'azione del fuoco o ad alte temperature. In particolare, si applica per:

- il rinforzo strutturale;
- il miglioramento sismico;
- l'adeguamento sismico;
- la sostituzione della tradizionale lastra armata eseguita con reti di vetro o di acciaio elettrosaldato.

CARATTERISTICHE DELLA FIBRA IN PBO (POLIPARAFENILENBENZOBISOXAZOLO)	
Resistenza a trazione	5,8 GPa
Modulo elastico	270 GPa
Densità di fibra	1,56 g/cm^3
Allungamento a rottura	2,15 %

CARATTERISTICHE DELLA RETE RUREGOLD® XR MURATURA	
Peso delle fibre di PBO nella rete	44 g/m^2
Spessore per il calcolo della sezione di PBO a 0° e 90°	0,014 mm

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE INORGANICA RUREGOLD® MX MURATURA	
Consistenza (UNI EN 1015-3)	170 mm
Peso specifico malta fresca (EN 1015-6)	1,65 ± 0,05 g/cc
Acqua d'impasto per 100 kg di RUREGOLD® MX MURATURA	26 - 28 litri
Resa	1,300 kg/m^2/mm
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	20,0 MPa
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	3,5 MPa
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	7.500 MPa

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA RUREGOLD® XA MURATURA	
Classificazione di reazione al fuoco (UNI EN 13501-1)	A2 - nessun contributo all'incendio s1 - scarsa emissione di fumo d0 - assenza di gocce/particelle ardenti

RUREGOLD® PBO 44 FRCM

Sistema di rinforzo strutturale FRCM con rete unidirezionale in PBO e matrice inorganica stabilizzata per il rinforzo delle costruzioni in muratura

Il materiale

RUREGOLD® PBO 44 FRCM è un sistema di rinforzo strutturale costituito da una rete unidirezionale in fibre di PBO (poliparafenilenbenzobisoxazolo) e da una matrice inorganica stabilizzata di natura pozzolanica appositamente formulata per l'utilizzo su supporti in muratura. Questo sistema brevettato, denominato FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), non utilizza resine epossidiche ma impiega un legante idraulico pozzolanico perfettamente compatibile con il supporto di muratura. Il sistema può essere utilizzato negli interventi di rinforzo strutturale delle murature, sostituendo e migliorando affidabilità e prestazioni delle tecniche tradizionali basate sull'impiego di reti di fibre di vetro e di acciaio e, più in generale, dei sistemi FRP con tutti i tipi di fibre.
Il sistema RUREGOLD® PBO 44 FRCM è costituito da:

- RUREGOLD® PBO 44 FRCM: rete unidirezionale in fibra di PBO, larghezza 20 e 25 cm e lunghezza 50 m;
- RUREGOLD® MX MURATURA: matrice inorganica stabilizzata di natura pozzolanica conforme alla norma UNI EN 998-2.

Le proprietà

Il sistema **RUREGOLD® PBO 44 FRCM**, grazie all'impiego della matrice inorganica RUREGOLD® MX MURATURA, offre maggiori prestazioni anche rispetto ad un rinforzo FRP a base di resina epossidica o poliestere:

- incremento della resistenza a taglio dei pannelli in muratura, della capacita portante di colonne e pilastri e eliminazione della formazione di cerniere su archi e volte, favorendo la redistribuzione delle tensioni all'interno della struttura;
- elevato incremento della duttilità nell'elemento strutturale rinforzato, grande capacità di dissipazione dell'energia ed elevata affidabilità del sistema, anche se sottoposto a sovraccarichi di tipo ciclico (es. sisma);
- mantenimento della normale traspirabilità del supporto ed esclusione della formazione di condensazione superficiale, possibile fonte di degrado per le decorazioni murali presenti;
- elevata resistenza alle alte temperature: dopo l'indurimento della matrice, il sistema non è influenzato dalla temperatura esterna, a differenza degli FRP la cui resina perde le proprietà adesive fra 30 °C e 80 °C in funzione della sua temperatura di transizione vetrosa;
- ottima reazione al fuoco: il sistema assicura una reazione identica a quella del supporto poiché la matrice inorganica mantiene inalterate le sue caratteristiche fino alla temperatura di 550 °C, non è combustibile, ha scarsa emissione di fumo e non rilascia particelle incandescenti;
- elevata durabilità in condizioni di umidità ambientale: la matrice inorganica non ne viene influenzata, mentre la resina epossidica si degrada con prolungate esposizioni a elevati tassi di umidità ambientale;
- efficacia di posa in opera anche su supporti umidi: l'umidità favorisce l'adesione della matrice idraulica, mentre la stessa condizione riduce l'adesione al supporto delle resine

organiche;

- facilità di manipolazione: la preparazione della matrice inorganica avviene come per tutti i prodotti a base idraulica;
- facilità di applicazione anche su superfici scabre e irregolari: non richiede una rasatura preliminare, necessaria per i sistemi FRP;
- ampio campo di condizioni ambientali per l'applicabilità: nessuna limitazione tra 5 °C e 40 °C, mentre gli FRP hanno range più ristretto;
- atossicità delle matrici impiegate per gli operatori e per l'ambiente: sono infatti assimilabili ad una malta inorganica tradizionale, mentre le resine epossidiche sono nocive per inalazione e per contatto con la pelle e richiedono adeguate protezioni per gli operatori, quali maschere respiratorie e guanti;
- facilità nella pulizia delle attrezzature utilizzate: è sufficiente l'impiego di sola acqua, senza l'uso dei solventi necessari per le resine, nocivi sia per l'uomo che per l'ambiente.

I campi di applicazione

RUREGOLD® PBO 44 FRCM viene impiegato per il rinforzo delle strutture in muratura, comprese quelle soggette all'azione del fuoco o ad alte temperature. In particolare, si applica per:

- il rinforzo strutturale;
- il miglioramento sismico;
- l'adeguamento sismico;
- la sostituzione della tradizionale lastra armata eseguita con reti di vetro o di acciaio elettrosaldato.

CARATTERISTICHE DELLA FIBRA IN PBO (POLIPARAFENILENBENZOBISOXAZOLO)	
Resistenza a trazione	5,8 GPa
Modulo elastico	270 GPa
Densità di fibra	1,56 g/cm^3
Allungamento a rottura	2,15 %

CARATTERISTICHE DELLA RETE RUREGOLD® PBO 44 FRCM	
Peso delle fibre di PBO nella rete	44 g/m^2
Spessore per il calcolo della sezione di PBO a 0° e 90°	0,028 mm

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE INORGANICA RUREGOLD® MX MURATURA	
Consistenza (UNI EN 1015-3)	170 mm
Peso specifico malta fresca (EN 1015-6)	1,65 ± 0,05 g/cc
Acqua d'impasto per 100 kg di RUREGOLD® MX MURATURA	26 - 28 litri
Resa	1,300 kg/m^2/mm
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	20,0 MPa
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	3,5 MPa
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	7.500 MPa

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA RUREGOLD® PBO 44 FRCM	
Classificazione di reazione al fuoco (UNI EN 13501-1)	A2 - nessun contributo all'incendio s1 - scarsa emissione di fumo d0 - assenza di gocce/particelle ardenti

RUREGOLD® XA Muratura

A2 CLASSE REAZIONE al fuoco | DT 200/2013 VALIDAZIONE sistema di rinforzo | ECO Ruredil | RESISTENZA FUOCO | RESISTENZA CLIMI CALDI | RESISTENZA UMIDITÀ | ATOSSICITÀ per operatori e ambiente

Sistema di rinforzo strutturale FRCM con rete bidirezionale in PBO e matrice inorganica stabilizzata per il rinforzo antiribaltamento e antisfondellamento delle murature

Scheda tecnica .pdf

Il materiale

RUREGOLD® XA MURATURA è un sistema di rinforzo strutturale costituito da una rete bidirezionale in fibre di PBO (poliparafenilenbenzobisoxazolo) e da una matrice inorganica stabilizzata di natura pozzolanica appositamente formulata per l'utilizzo su supporti in muratura. Questo sistema brevettato, denominato FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), non utilizza resine epossidiche ma impiega un legante idraulico pozzolanico perfettamente compatibile con il supporto di muratura. Il sistema può essere utilizzato negli interventi leggeri di rinforzo strutturale delle murature, sostituendo e migliorando affidabilità e prestazioni delle tecniche tradizionali basate sull'impiego di reti di fibre di vetro, sintetiche e di acciaio e, più in generale, dei sistemi FRP con tutti i tipi di fibre.
Il sistema RUREGOLD® XA MURATURA è costituito da:

- RUREGOLD® XA MURATURA: rete bidirezionale in fibra di PBO, larghezza 50 cm e lunghezza 15 m;
- RUREGOLD® MX MURATURA: matrice inorganica stabilizzata di natura pozzolanica conforme alla norma UNI EN 998-2.
- RUREGOLD® JX JOINT: elemento di connessione in fibra di PBO, fascio di lunghezza 10 m;
- RUREGOLD® MJ JOINT: matrice inorganica stabilizzata per l'applicazione di RUREGOLD® JX JOINT.

Le proprietà

Il sistema **RUREGOLD® XA MURATURA**, grazie all'impiego della matrice inorganica RUREGOLD® MX MURATURA, offre maggiori prestazioni anche rispetto ad un rinforzo FRP a base di resina epossidica o poliestere:

- incremento della resistenza a taglio dei pannelli in muratura, della capacità portante di colonne e pilastri e eliminazione della formazione di cerniere su archi e volte, favorendo la redistribuzione delle tensioni all'interno della struttura;
- elevato incremento della duttilità nell'elemento strutturale rinforzato, grande capacità di dissipazione dell'energia ed elevata affidabilità del sistema, anche se sottoposto a sovraccarichi di tipo ciclico (es. sisma);
- eliminazione del rischio di innesco dei meccanismi locali di collasso per ribaltamento dei tamponamenti, grazie al connettore che viene inserito fra il tramezzo e la trave/ solaio;
- mantenimento della normale traspirabilità del supporto ed esclusione della formazione di condensazione superficiale, possibile fonte di degrado per le decorazioni murali presenti;
- elevata resistenza alle alte temperature: dopo l'indurimento della matrice, il sistema non è influenzato dalla temperatura esterna, a differenza degli FRP la cui resina perde le proprietà adesive fra 30 °C e 80 °C in funzione della sua temperatura di transizione vetrosa;
- ottima reazione al fuoco: il sistema assicura una reazione identica a quella del supporto poiché la matrice inorganica mantiene inalterate le sue caratteristiche fino alla temperatura di 550 °C, non è combustibile, ha scarsa emissione di fumo e non rilascia particelle incandescenti;

- elevata durabilità in condizioni di umidità ambientale: la matrice inorganica non ne viene influenzata, mentre la resina epossidica si degrada con prolungate esposizioni a elevati tassi di umidità ambientale;
- efficacia di posa in opera anche su supporti umidi: l'umidità favorisce l'adesione della matrice idraulica, mentre la stessa condizione riduce l'adesione al supporto delle resine organiche;
- facilità di manipolazione: la preparazione della matrice inorganica avviene come per tutti i prodotti a base idraulica;
- facilità di applicazione anche su superfici scabre e irregolari: non richiede una rasatura preliminare, necessaria per i sistemi FRP;
- ampio campo di condizioni ambientali per l'applicabilità: nessuna limitazione tra 5 °C e 40 °C, mentre gli FRP hanno range più ristretto;
- atossicità delle matrici impiegate per gli operatori e per l'ambiente: sono infatti assimilabili ad una malta inorganica tradizionale, mentre le resine epossidiche sono nocive per inalazione e per contatto con la pelle e richiedono adeguate protezioni per gli operatori, quali maschere respiratorie e guanti;
- facilità nella pulizia delle attrezzature utilizzate: è sufficiente l'impiego di sola acqua, senza l'uso dei solventi necessari per le resine, nocivi sia per l'uomo che per l'ambiente.

RUREGOLD® XA MURATURA viene impiegato per gli interventi leggeri su elementi in muratura portante e sui pannelli di tamponamento, comprese quelle soggette all'azione del fuoco o ad alte temperature. In particolare, si applica per:

- il miglioramento sismico;
- l'adeguamento sismico;
- la sostituzione della tradizionale lastra armata eseguita con reti di vetro, sintetiche o di acciaio elettrosaldato;
- la realizzazione di un sistema antiribaltamento per gli elementi verticali di chiusura non portanti, svolgendo anche un presidio all'insorgere delle fessurazioni nei pannelli di chiusura che possono condurre al crollo o al ribaltamento del tamponamento;
- rinforzo strutturale.

CARATTERISTICHE DELLA FIBRA IN PBO (POLIPARAFENILENBENZOBISOXAZOLO)	
Resistenza a trazione	5,8 GPa
Modulo elastico	270 GPa
Densità di fibra	1,56 g/cm^3
Allungamento a rottura	2,15 %

CARATTERISTICHE DELLA RETE RUREGOLD® XA MURATURA	
Peso delle fibre di PBO nella rete	20 g/m^2
Spessore per il calcolo della sezione di PBO a 0° e 90°	0,0064 mm

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE INORGANICA RUREGOLD® MX MURATURA	
Consistenza (UNI EN 1015-3)	170 mm
Peso specifico malta fresca (EN 1015-6)	1,65 ± 0,05 g/cc
Acqua d'impasto per 100 kg di RUREGOLD® MX MURATURA	26 - 28 litri
Resa	1,300 kg/m^2/mm
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	20,0 MPa
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	3,5 MPa
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	7.500 MPa

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA RUREGOLD® XA MURATURA	
Classificazione di reazione al fuoco (UNI EN 13501-1)	A2 - nessun contributo all'incendio s1 - scarsa emissione di fumo d0 - assenza di gocce/particelle ardenti

I campi di applicazione

RUREGOLD®
JX Joint

Sistema di connessione strutturale FRCM con fibre unidirezionali in PBO e matrice inorganica stabilizzata per l'ancoraggio dei sistemi di rinforzo RUREGOLD®

Scheda tecnica **.pdf**

Il materiale

RUREGOLD® JX JOINT è un sistema di connessione in fibre unidirezionali di PBO (poliparafenilenbenzobisoxazolo) per la realizzazione dell'ancoraggio fra le strutture esistenti e i sistemi di rinforzo strutturale in PBO di tipo FRCM. Il connettore è da realizzarsi a piè d'opera ed è costituito da un fascio di fibre lunghe unidirezionali di PBO trattenute all'interno di una speciale rete che conferisce una forma cilindrica al sistema.

Il sistema RUREGOLD® JX JOINT è costituito da:
- RUREGOLD® JX JOINT: fascio in fibra di PBO con diametro 3 o 6 mm, lunghezza 10 m;
- RUREGOLD® MJ JOINT: matrice inorganica stabilizzata idonea per applicazioni su calcestruzzo e muratura.

Il sistema di rinforzo prevede l'impregnazione e l'ancoraggio del connettore RUREGOLD®JX JOINT con la malta RUREGOLD® MJ JOINT.

Le proprietà

Il sistema **RUREGOLD® JX JOINT**, grazie all'impiego della matrice inorganica RUREGOLD® MJ JOINT, offre maggiori prestazioni anche rispetto ad un sistema di connessione FRP a base di resina epossidica o poliestere:
- efficace collegamento tra la struttura dell'edificio e i sistemi di rinforzo applicati, per realizzare la continuità necessaria a garantire l'affidabilità del rinforzo;
- elevata resistenza alle alte temperature: dopo l'indurimento della matrice, il sistema non è influenzato dalla temperatura esterna, a differenza degli FRP la cui resina perde le proprietà adesive tra 30 °C e 80 °C in funzione della sua temperatura di transizione vetrosa;
- ottima reazione al fuoco: il sistema assicura una reazione identica a quella del supporto poiché la matrice inorganica mantiene inalterate le sue caratteristiche fino alla temperatura di 550 °C, non è combustibile, ha scarsa emissione di fumo e non rilascia particelle incandescenti;
- ottima adesione a qualsiasi materiale da costruzione: calcestruzzo armato normale e precompresso, o muratura;
- elevata durabilità in condizioni di umidità ambientale: la matrice inorganica non ne viene influenzata, mentre la resina epossidica si degrada con prolungate esposizioni a elevati tassi di umidità ambientale;
- efficacia di posa in opera anche su supporti umidi: l'umidità favorisce l'adesione della matrice idraulica, mentre la stessa condizione riduce l'adesione al supporto delle resine organiche;
- facilità di manipolazione: la preparazione della matrice inorganica avviene come per tutti i prodotti a base idraulica;
- ampio campo di condizioni ambientali per l'applicabilità: nessuna limitazione tra 5 °C e 40 °C, mentre gli FRP hanno range più ristretto;

- atossicità delle matrici impiegate per gli operatori e per l'ambiente: sono infatti assimilabili ad una malta inorganica tradizionale, mentre le resine epossidiche sono nocive per inalazione e per contatto con la pelle e richiedono adeguate protezioni per gli operatori, quali maschere respiratorie e guanti;
- facilità nella pulizia delle attrezzature utilizzate: è sufficiente l'impiego di sola acqua, senza l'uso dei solventi necessari per le resine, nocivi sia per l'uomo che per l'ambiente.

RUREGOLD® JX JOINT viene impiegato per la connessione dei sistemi di rinforzo della linea RUREGOLD® al supporto delle strutture, siano esse in calcestruzzo o in muratura, in tutte le condizioni termoigrometriche di esercizio.

I campi di applicazione

CARATTERISTICHE DELLA FIBRA IN PBO (POLIPARAFENILENBENZOBISOXAZOLO)	
Resistenza a trazione	5,8 GPa
Modulo elastico	270 GPa
Densità di fibra	1,56 g/cm^3
Allungamento a rottura	2,15 %

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE INORGANICA RUREGOLD® MJ JOINT	
Consistenza (UNI EN 13395-1)	190 mm
Peso specifico malta fresca (EN 1015-6)	1,80 ± 0,05 g/cc
Acqua d'impasto per 5 kg (confezione) di RUREGOLD® MJ JOINT	1 - 1,05 litri (pari a 20-21 %)
Resa per 10 m di connettore	8 - 10 kg
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	40,0 MPa
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	3,0 MPa
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	18.500 MPa

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL SISTEMA RUREGOLD® JX JOINT		
Diametro	3 mm	6 mm
Tensione di rottura a trazione	≥1500 MPa	≥1500 MPa
Dilatazione di delaminazione per calcestruzzo	4‰	4‰
Dilatazione di delaminazione per muratura	5‰	5‰

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA RUREGOLD® JX JOINT	
Classificazione di reazione al fuoco (UNI EN 13501-1)	A2 - nessun contributo all'incendio s1 - scarsa emissione di fumo d0 - assenza di gocce/particelle ardenti

Ruredil X Mesh C10

Sistema di rinforzo strutturale FRCM con rete bidirezionale in carbonio e matrice inorganica stabilizzata per il rinforzo delle costruzioni in muratura

Scheda tecnica **.pdf**

Il materiale

RUREDIL X MESH C10 è un sistema di rinforzo strutturale costituito da una rete bidirezionale in fibra di carbonio e da una matrice inorganica stabilizzata di natura pozzolanica appositamente formulata per l'utilizzo su supporti in muratura. Questo sistema brevettato, denominato FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), non utilizza resine epossidiche ma una matrice costituita da un legante idraulico pozzolanico perfettamente compatibile con il supporto in muratura.

Il sistema RUREDIL X MESH C10 è costituito da:

- RUREDIL X MESH C10: rete in fibra di carbonio, larghezza 100 cm e lunghezza 15 m;
- RUREDIL X MESH M25: matrice inorganica stabilizzata conforme alla norma UNI EN 998-2.

Le proprietà

Il sistema **RUREDIL X MESH C10**, grazie all'impiego della matrice inorganica RUREDIL X MESH M25, offre maggiori prestazioni anche rispetto ad un rinforzo FRP a base di resina epossidica o poliestere:

- incremento della resistenza a taglio dei pannelli in muratura, della capacità portante di colonne e pilastri e eliminazione della formazione di cerniere su archi e volte, favorendo la redistribuzione delle tensioni all'interno della struttura;
- elevato incremento della duttilità nell'elemento strutturale rinforzato, grande capacità di dissipazione dell'energia ed elevata affidabilità del sistema, anche se sottoposto a sovraccarichi di tipo ciclico (es. sisma);
- mantenimento della normale traspirabilità del supporto ed esclusione della formazione di condensazione superficiale, possibile fonte di degrado per le decorazioni murali presenti*;
- elevata resistenza alle alte temperature: dopo l'indurimento della matrice, il sistema non è influenzato dalla temperatura esterna, a differenza degli FRP la cui resina perde le proprietà adesive fra 30 °C e 80 °C in funzione della sua temperatura di transizione vetrosa;

(*)Certificati:
"Prove di Permeabilità" secondo Normal 21-85 rilasciato da Consiglio Nazionale delle Ricerche IBAM – Lecce – 2002;
"Determinazione della permeabilità al vapore" secondo UNI EN 1015-19 rilasciato da Istituto di Ricerche e Collaudi M. Masini – Rho - Milano - 2012.

1. **Sottofondo in muratura**
2. **Primo strato di malta Ruredil X Mesh M25**
3. **Rete Ruredil X Mesh C10**
4. **Secondo strato di malta Ruredil X Mesh M25**
5. **Rete Ruredil X Mesh C10 orientato a 45°**
6. **Terzo strato di malta Ruredil X Mesh M25**
7. **Eventuale intonaco o rasatura di finitura**

Prospetto

- ottima reazione al fuoco: il sistema assicura una reazione identica a quella del supporto poichè la matrice inorganica mantiene inalterate le sue caratteristiche fino alla temperatura di 550 °C, non è combustibile, ha scarsa emissione di fumo e non rilascia particelle incandescenti;
- elevata durabilità in condizioni di umidità ambientale: la matrice inorganica non ne viene influenzata, mentre la resina epossidica si degrada con prolungate esposizioni a elevati tassi di umidità ambientale;
- efficacia di posa in opera anche su supporti umidi: l'umidità favorisce l'adesione della matrice idraulica, mentre la stessa condizione riduce l'adesione al supporto delle resine organiche;
- facilità di manipolazione: la preparazione della matrice inorganica avviene come per tutti i prodotti a base idraulica;
- facilità di applicazione anche su superfici scabre e irregolari: non richiede una rasatura preliminare, necessaria per i sistemi FRP;
- ampio campo di condizioni ambientali per l'applicabilità: nessuna limitazione tra 5 °C e 40 °C, mentre gli FRP hanno range più ristretto;
- atossicità delle matrici impiegate per gli operatori e per l'ambiente: sono infatti assimilabili ad una malta inorganica tradizionale, mentre le resine epossidiche sono nocive per inalazione e per contatto con la pelle e richiedono adeguate protezioni per gli operatori, quali maschere respiratorie e guanti;
- facilità nella pulizia delle attrezzature utilizzate: è sufficiente l'impiego di sola acqua, senza l'uso dei solventi necessari per le resine, nocivi sia per l'uomo che per l'ambiente.

I campi di applicazione

RUREDIL X MESH C10 è viene impiegato per il rinforzo delle strutture in muratura, comprese quelle soggette all'azione del fuoco o alle alte temperature.
In particolare si applica per:

- il rinforzo statico;
- il miglioramento sismico;
- l'adeguamento sismico;
- la sostituzione della tradizionale lastra armata, eseguita con reti di vetro o di acciao elettrosaldato.

CARATTERISTICHE DELLA FIBRA IN CARBONIO	
Carico di rottura a trazione	4800 MPa
Modulo elastico	240 GPa
Densità di fibra	1,82 g/cm^3
Allungamento a rottura	1,8 %

CARATTERISTICHE DELLA RETE RUREDIL X MESH C10	
Peso delle fibre di carbonio nella rete	168 g/m^2
Spessore per il calcolo della sezione di carbonio a 0° e 90°	0,047 mm

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE INORGANICA RUREDIL X MESH M25	
Consistenza (EN 1015-3)	165 mm
Peso specifico malta fresca (EN 1015-6)	1,50 ± 0,05 g/cc
Acqua d'impasto per 100 kg di Ruredil X Mesh M25	26 - 28 litri
Resa (prodotto secco)	≈ 1,200 kg/m^2/mm
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	> 20,0 MPa (a 28 gg)
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	> 3,5 MPa (a 28 gg)
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	> 7000 MPa (a 28 gg)

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA RUREDIL X MESH C10	
Classificazione di reazione al fuoco (UNI EN 13501-1)	A2 - nessun contributo all'incendio s1 - scarsa emissione di fumo d0 - assenza di gocce/particelle ardenti

Ruredil X Mesh TC30

A2 CLASSE REAZIONE al fuoco | DT 200/2013 VALIDAZIONE sistema di rinforzo | RESISTENZA FUOCO | RESISTENZA CLIMI CALDI | PERMEABILITÀ VAPORE ACQUEO | RESISTENZA UMIDITÀ | ATOSSICITÀ per operatori e ambiente

Sistema di rinforzo strutturale FRCM con rete bidirezionale in carbonio e matrice inorganica stabilizzata per il rinforzo leggero delle murature non portanti e dei tamponamenti.

Scheda tecnica **.pdf**

Il materiale

RUREDIL X MESH TC30 è un sistema di rinforzo strutturale costituito da una rete bidirezionale in fibra di carbonio e da una matrice inorganica stabilizzata di natura pozzolanica appositamente formulata per l'utilizzo su supporti in muratura. Questo sistema brevettato, denominato FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), non utilizza resine epossidiche ma impiega un legante idraulico pozzolanico perfettamente compatibile con il supporto di muratura. Il sistema può essere utilizzato negli interventi leggeri di rinforzo strutturale delle murature, sostituendo e migliorando affidabilità e prestazioni delle tecniche tradizionali basate sull'impiego di reti di fibre di vetro, sintetiche e di acciaio e, più in generale, dei sistemi FRP con tutti i tipi di fibre.

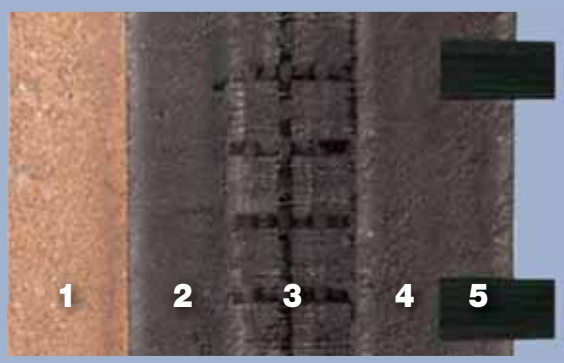
Il sistema RUREDIL MESH TC30 è costituito da:

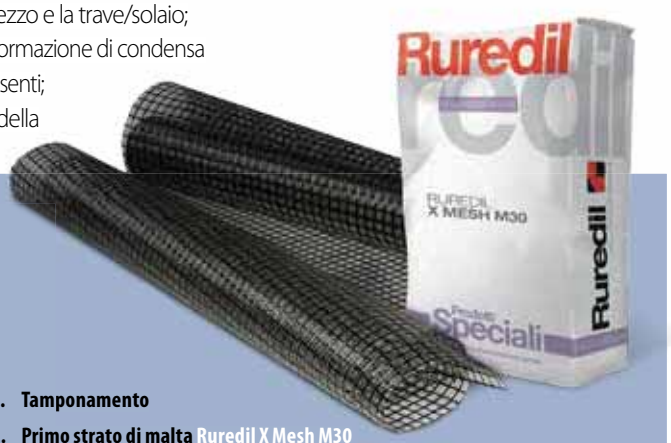
- RUREDIL X MESH TC30: rete di carbonio, larghezza 100 cm e lunghezza 15 m;
- RUREDIL X MESH M30: matrice inorganica stabilizzata conforme alla norma UNI EN 998-2;
- RUREDIL X JOINT: elemento di connessione in fibra di carbonio, fascio di lunghezza 10 m;
- RUREDIL X JOINT INJECT: matrice inorganica stabilizzata per l'applicazione di RUREDIL X JOINT in secchi da 5 Kg.

Le proprietà

Il sistema **RUREDIL X MESH TC30**, grazie alla matrice inorganica RUREDIL X MESH M30, offre maggiori prestazioni rispetto ad un rinforzo FRP a base di resina epossidica o poliestere:

- incremento della resistenza a taglio dei pannelli in muratura, della capacità portante di colonne e pilastri e eliminazione della formazione di cerniere su archi e volte, favorendo la redistribuzione delle tensioni all'interno della struttura;
- elevato incremento della duttilità nell'elemento strutturale rinforzato, grande capacità di dissipazione dell'energia ed elevata affidabilità del sistema, anche se sottoposto a sovraccarichi di tipo ciclico (es. sisma);
- eliminazione del rischio di innesco dei meccanismi locali di collasso per ribaltamento dei tamponamenti, grazie al connettore che viene inserito fra il tramezzo e la trave/solaio;
- mantenimento della traspirabilità del supporto ed esclusione della formazione di condensa superficiale, possibile fonte di degrado per le decorazioni murali presenti;
- elevata resistenza alle alte temperature: dopo l'indurimento della





1. **Tamponamento**
2. **Primo strato di malta** Ruredil X Mesh M30
3. **Rete** Ruredil X Mesh TC 30
4. **Secondo strato di malta** Ruredil X Mesh M30
5. **Connessioni antiribaltamento** Ruredil X Joint

Prospetto

matrice, il sistema non è influenzato dalla temperatura esterna, a differenza degli FRP la cui resina perde le proprietà adesive fra 30 °C e 80 °C in funzione della sua temperatura di transizione vetrosa;
- ottima reazione al fuoco: il sistema assicura una reazione identica a quella del supporto poichè la matrice inorganica mantiene inalterate le sue caratteristiche fino alla temperatura di 550 °C, non è combustibile, ha scarsa emissione di fumo e non rilascia particelle incandescenti;
- elevata durabilità in condizioni di umidità ambientale: la matrice inorganica non ne viene influenzata, mentre la resina epossidica si degrada con prolungate esposizioni a elevati tassi di umidità ambientale;
- efficacia di posa in opera anche su supporti umidi: l'umidità favorisce l'adesione della matrice idraulica, mentre la stessa condizione riduce l'adesione al supporto delle resine organiche;
- facilità di manipolazione: la preparazione della matrice inorganica avviene come per tutti i prodotti a base idraulica;
- facilità di applicazione anche su superfici scabre e irregolari: non richiede una rasatura preliminare, necessaria per i sistemi FRP;
- ampio campo di condizioni ambientali per l'applicabilità: nessuna limitazione tra 5 °C e 40 °C, mentre gli FRP hanno range più ristretto;
- atossicità delle matrici impiegate per gli operatori e per l'ambiente: sono infatti assimilabili ad una malta inorganica tradizionale, mentre le resine epossidiche sono nocive per inalazione e per contatto con la pelle e richiedono adeguate protezioni per gli operatori, quali maschere respiratorie e guanti;
- facilità nella pulizia delle attrezzature utilizzate: è sufficiente l'impiego di sola acqua, senza l'uso dei solventi necessari per le resine, nocivi sia per l'uomo che per l'ambiente.

RUREDIL X MESH TC30 viene impiegato per gli interventi leggeri su elementi in muratura portante e sui pannelli di tamponamento, compresi quelli soggetti all'azione del fuoco o alle alte temperature. In particolare, si applica per:
- il miglioramento sismico e l'adeguamento sismico;
- la sostituzione della tradizionale lastra armata eseguita con reti di vetro, sintetiche o di acciaio elettrosaldato;
- la realizzazione di un sistema antiribaltamento per gli elementi verticali di chiusura non portanti, svolgendo anche un presidio all'insorgere delle fessurazioni nei pannelli di chiusura che possono condurre al crollo o al ribaltamento del tamponamento.

CARATTERISTICHE DELLA FIBRA IN CARBONIO	
Carico di rottura a trazione	4800 MPa
Modulo elastico	240 GPa
Densità di fibra	1,82 g/cm^3
Allungamento a rottura	1,8 %

CARATTERISTICHE DELLA RETE RUREDIL X MESH TC30	
Peso delle fibre di carbonio nella rete	84 g/m^2
Spessore per il calcolo della sezione di carbonio a 0° e 90°	0,023 mm

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE INORGANICA RUREDIL X MESH M30	
Consistenza (EN 1015-3)	165 mm
Peso specifico malta fresca (EN 1015-6)	1,50 ± 0,05 g/cc
Acqua d'impasto per 100 kg di RUREDIL X MESH M30	25 - 27 litri
Resa (prodotto secco)	≈ 1,200 kg/m^2/mm
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	> 20,0 MPa (a 28 gg)
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	> 3,5 MPa (a 28 gg)
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	> 7000 MPa (a 28 gg)

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA RUREDIL X MESH TC30	
Classificazione di reazione al fuoco (UNI EN 13501-1)	A2 - nessun contributo all'incendio s1 - scarsa emissione di fumo d0 - assenza di gocce/particelle ardenti

I campi di applicazione

1 miscelazione prodotto con acqua

2 stesura della malta Ruredil X Mesh M30

3 posa della rete Ruredil X Mesh TC 30

4 inserimento Ruredil X Joint

Ruredil **X Joint**

Sistema di connessione strutturale FRCM con fibre unidirezionali in carbonio e matrice inorganica stabilizzata per l'ancoraggio dei sistemi di rinforzo Ruredil X Mesh

Scheda tecnica **.pdf**

Il materiale

RUREDIL X JOINT è un sistema di connessione in fibre unidirezionali di carbonio per la realizzazione dell'ancoraggio fra le strutture esistenti e i sistemi di rinforzo strutturale in carbonio di tipo FRCM. Il connettore è da realizzarsi a piè d'opera ed è costituito da un fascio di fibre lunghe unidirezionali di carbonio trattenute all'interno di una speciale rete che conferisce una forma cilindrica al sistema.

Il sistema RUREDIL X JOINT è costituito da:

- RUREDIL X JOINT: fascio in fibra di carbonio con diametro 6, 10 e 12 mm, lunghezza 10 m;
- RUREDIL X JOINT INJECT: matrice inorganica stabilizzata di natura pozzolanica, appositamente formulata per applicazioni su muratura in secchi da 5 Kg.

Il sistema di rinforzo prevede l'impregnazione e l'ancoraggio del connettore RUREDIL X JOINT con la matrice RUREDIL X JOINT INJECT.

Le proprietà

Il sistema **RUREDIL X JOINT**, grazie all'impiego della matrice inorganica RUREDIL X JOINT INJECT, offre maggiori prestazioni anche rispetto ad un sistema di connessione FRP a base di resina epossidica o poliestere:

- efficace collegamento tra la struttura dell'edificio e i sistemi di rinforzo applicati, per realizzare la continuità necessaria a garantire l'affidabilità del rinforzo;
- elevata resistenza alle alte temperature: dopo l'indurimento della matrice, il sistema non è influenzato dalla temperatura esterna, a differenza degli FRP la cui resina perde le sue proprietà adesive tra 30 °C e 80 °C in funzione della sua temperatura di transizione vetrosa;
- ottima reazione al fuoco: il sistema assicura una reazione identica a quella del supporto poiché la matrice inorganica mantiene inalterate le sue caratteristiche fino alla temperatura di 550 °C, non è combustibile, ha scarsa emissione di fumo e non rilascia particelle incandescenti;
- ottima adesione a qualsiasi materiale delle strutture murarie, in laterizio o pietra; elevata durabilità in condizioni di umidità ambientale: la matrice inorganica non ne viene influenzata, mentre la resina epossidica si degrada con prolungate esposizioni a elevati tassi di umidità ambientale;
- efficacia di posa in opera anche su supporti umidi: l'umidità favorisce l'adesione della matrice idraulica, mentre la stessa condizione riduce l'adesione al supporto delle resine organiche;
- facilità di manipolazione: la preparazione della matrice inorganica avviene come per tutti i prodotti a base idraulica;
- ampio campo di condizioni ambientali per l'applicabilità: nessuna limitazione tra 5 °C e 40 °C, mentre gli FRP hanno range più ristretto;
- atossicità delle matrici impiegate per gli operatori e per l'ambiente: sono infatti assimilabili ad una malta inorganica tradizionale, mentre le resine epossidiche sono nocive per inalazione e per contatto con la pelle e richiedono adeguate protezioni per gli operatori, quali maschere respiratorie e guanti;
- facilità nella pulizia delle attrezzature utilizzate: è sufficiente l'impiego di sola acqua, senza l'uso dei solventi necessari per le resine, nocivi sia per l'uomo che per l'ambiente.

RUREDIL X JOINT viene impiegato per la connessione dei sistemi di rinforzo RUREDIL X MESH al supporto delle strutture murarie, siano esse in laterizio o in materiale lapideo, comprese quelle soggette all'azione del fuoco o ad alte temperature.

I campi di applicazione

CARATTERISTICHE DELLA FIBRA IN CARBONIO	
Resistenza a trazione	4.800 MPa
Modulo elastico	230 GPa
Densità di fibra	1,82 g/cm³

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE INORGANICA RUREDIL X JOINT INJECT	
Consistenza (UNI EN 13395-1)	190 mm
Peso specifico malta fresca	1,80 ± 0,05 g/cc
Acqua d'impasto per 5 kg (confezione) di RUREDIL X JOINT INJECT	1 - 1,05 litri (pari a 20-21 %)
Resa per 10 m di connettore	8 - 10 kg
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	40,0 MPa
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	3,0 MPa
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	18.500 MPa

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL SISTEMA RUREDIL X JOINT			
Diametro	6 mm	10 mm	12 mm
Tensione di rottura a trazione	≥900 MPa	≥900 MPa	≥900 MPa
Dilatazione di delaminazione per muratura	0,84‰	0,84‰	0,84‰

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA RUREDIL X JOINT	
Classificazione di reazione al fuoco (UNI EN 13501-1)	A2 - nessun contributo all'incendio s1 - scarsa emissione di fumo d0 - assenza di gocce/particelle ardenti

Rinforzi strutturali **Ruredil®** Referenze

Viadotto stradale Bagnola a Lerici (SP)

Città della musica a Mestre (VE)

Scuola della guardia di finanza a Ostia (RM)

Ponte tre archi a Castropignano (CB)

Scuola media a Larino (CB)

Teatro Lyrick a Santa Maria degli Angeli (PG)

Ruredil X Bar

Sistema di connessione strutturale mediante barre pultruse in carbonio ad aderenza migliorata e adesivo epossidico o inorganico

Scheda tecnica **.pdf**

RUREDIL X BAR è un sistema di connessione costituito da barre pultruse in fibra di carbonio ad aderenza migliorata, ottenuta mediante sabbiatura, con diametro differenziato per rispondere alle diverse necessità strutturali.
Il sistema di connessione si completa con gli specifici adesivi che consentono l'ancoraggio della barra RUREDIL X BAR nella struttura portante:

- RUREDIL X BAR INJECT: adesivo idraulico speciale, particolarmente idoneo alle connessioni su strutture in muratura, in quanto compatibile con tutti i materiali lapidei, intonaci e malte d'allettamento.

Dove richiesto dalla progettazione, RUREDIL X BAR può essere applicato in abbinamento alla resina epossidica RUREDIL X LAM RS100 (si veda scheda RUREDIL X LAM).

CARATTERISTICHE DELLE BARRE PULTRUSE IN CARBONIO RUREDIL X BAR		
	Ruredil X Bar 7,5	**Ruredil X Bar 10,0**
Diametro nominale (mm)	7,5	10,0
Sezione minima garantita (mm^2)	44	78
Sezione delle fibre (mm^2)	26	47
Resistenza a trazione (MPa)	1800	1800
Modulo elastico a trazione (GPa)	130	130

CARATTERISTICHE DELL'ADESIVO RUREDIL X BAR INJECT	
Acqua d'impasto per 25 kg di polvere	7,5 - 8,0 litri
Adesivo colabile fresco per 25 kg di polvere	~ 16 litri
Resa	circa 1,5 kg/m^2 per mm di spessore
Consistenza della malta fresca	210 mm
Peso specifico malta fresca (UNI EN 1015-6)	2,00 ± 0,05 g/cc
Aderenza al supporto	≥ 3 MPa si rompe supporto
Aderenza alla barra RUREDIL X BAR (MPa)	≥ 25 MPa
Reazione al fuoco (EN 13501-1)	Euroclasse A1

Normativa di riferimento: ASTM D 3039

Il materiale

Le proprietà

Le ottime caratteristiche di aderenza della barra, dovute al processo di sabbiatura superficiale, garantiscono al sistema RUREDIL X BAR un efficace e sicuro ancoraggio a ogni tipo di sottofondo, consentendo di:

- aumentare la rigidezza della struttura ai carichi di servizio;
- aumentare la capacità portante della struttura rinforzata;
- incrementare la resistenza a fatica.

I campi di applicazione

Trova impiego nel rinforzo a taglio e flessione, nell'incremento della rigidezza al carico di esercizio, della capacità portante e della resistenza a fatica delle strutture murarie e in calcestruzzo.

Ruredil X WRAP 200-310-400-600

DT 200/2013 VALIDAZIONE sistema di rinforzo

Sistema di rinforzo strutturale FRP con tessuto unidirezionale di fibre in carbonio e resina epossidica

Scheda tecnica **.pdf**

Il materiale

RUREDIL X WRAP è un sistema di rinforzo strutturale costituito da un tessuto unidirezionale in fibre di carbonio con caratteristiche prestazionali tali da rispondere alle diverse necessità strutturali delle costruzioni in calcestruzzo e muratura.
Il sistema RUREDIL X WRAP è costituito da:

- RUREDIL X WRAP: tessuto unidirezionale in fibra di carbonio con grammatura (200 - 310 - 400 - 600 g/m^2);
- RUREDIL X WRAP PRIMER: resina epossidica speciale ad alto potere impregnante;;
- RUREDIL X WRAP RESIN: resina epossidica speciale ad alto potere adesivo.

Il sistema di rinforzo prevede l'applicazione del primer RUREDIL X WRAP PRIMER sul supporto adeguatamente preparato prima di procedere alla realizzazione del rinforzo strutturale in situ mediante impregnazione del nastro unidirezionale con la resina RUREDIL X WRAP RESIN.

Le proprietà

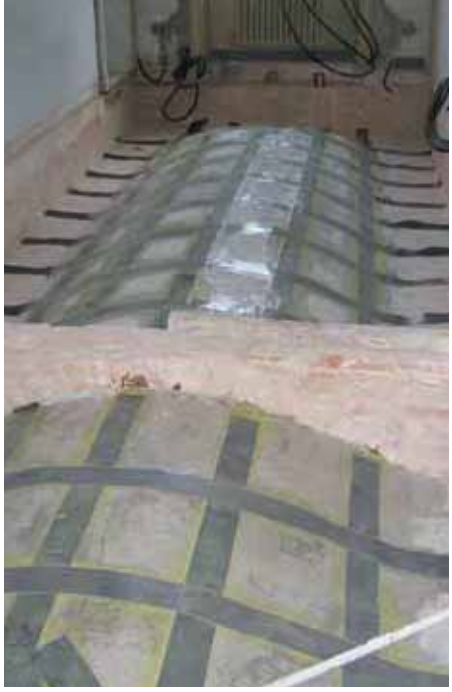
RUREDIL X WRAP è un sistema di rinforzo che sostituisce le tecniche tradizionali con notevoli vantaggi in termini di resistenza, leggerezza e facilità di applicazione anche su strutture dalla morfologia complessa.
Il sistema è indicato per il rinforzo flessionale, a taglio, a compressione e pressoflessione di elementi sottodimensionati o danneggiati, per il miglioramento o l'adeguamento della resistenza a sollecitazioni sismiche, dinamiche e impulsive, per migliorare la rigidezza dei nodi trave-pilastro e per ridurre le deformazioni ultime.

I campi di applicazione

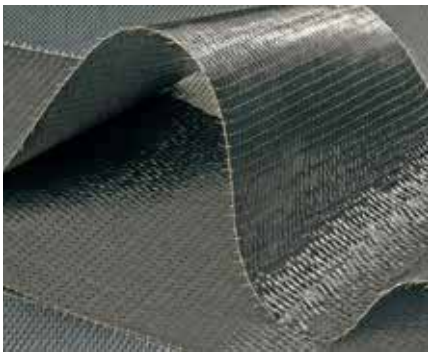
RUREDIL X WRAP è particolarmente indicato per le strutture in calcestruzzo armato, normale e precompresso. Si impiega nel rinforzo statico e nell'adeguamento sismico delle costruzioni mediante placcaggio e confinamento.
In particolare si applica nel:

- rinforzo statico a flessione, a taglio e a torsione di elementi portanti in calcestruzzo;
- confinamento di elementi soggetti a pressoflessione;
- adeguamento sismico.

1. **Primer Ruredil X Wrap Primer**
2. **Primo strato di resina Ruredil X Wrap Resin**
3. **Rete Ruredil X Wrap**
4. **Secondo strato di resina Ruredil X Wrap Resin**



CARATTERISTICHE DELLA FIBRA IN CARBONIO UTILIZZATA PER RUREDIL X WRAP	
Resistenza a trazione	4,8 GPa
Modulo elastico a trazione	250 GPa
Densità di fibra	1,8 g/cm^3
Allungamento a rottura	2 %



CARATTERISTICHE DEL TESSUTO UNI DIREZIONALE RUREDIL X WRAP				
	200	310	400	600
Modulo elastico composito riferito all'area delle fibre E_{fib} [GPa]	245	245	245	240
Sforzo di rottura composito riferito all'area delle fibre f_{fib} [MPa]	3450	3450	3200	3200
Spessore equivalente (tessuto secco) - mm	0,11	0,17	0,22	0,33

I valori di E_{fib} ed f_{fib} sono stati ricavati sulla base dello spessore equivalente delle fibre di carbonio come riportato nel documento CNR-DT200/2013(valori medi).

CARATTERISTICHE DELLE RESINE RUREDIL X WRAP PRIMER E RUREDIL X WRAP RESIN		
	Ruredil X Wrap Primer	Ruredil X Wrap Resin
Rapporto di catalisi (A:B)	2:1	2:1
Peso specifico (A+B) a 17 °C	1,00 - 1,10 kg/litro	1,05 - 1,15 Kg/litro
Resa	~ 0,25 kg/m^2	1° strato ~ 0,5 kg/m^2 dal 2° strato ~ 0,3 kg/m^2
Lavorabilità (EN ISO 9514) a 23 °C	25 minuti (su massa da 150g)	25 minuti (su massa da 150g)
Resistenza a compressione (EN 12190)	≥ 40 MPa	≥ 50 MPa
Forza di adesione (EN 12188)	≥ 16 MPa	≥ 16 MPa
Reazione al fuoco (EN 13501-1)	Euroclasse E	Euroclasse E
Temperatura transizione vetrosa (DSC ISO 11357-2)	45 °C	45 °C

RESISTENZA TERMICA DEL SISTEMA RUREDIL X WRAP	
Temperatura massima di esercizio senza opportune protezioni al calore (CNR-DT200/2013)	+ 30 °C

Normativa di riferimento: ASTM D 3039

Ruredil X QUADRIWRAP 380

DT 200/2013 VALIDAZIONE sistema di rinforzo

Sistema di rinforzo strutturale FRP con tessuto quadri assiale in fibra di carbonio e matrice epossidica per le costruzioni in calcestruzzo

Scheda tecnica **.pdf**

Il materiale

RUREDIL X QUADRIWRAP 380 è un sistema di rinforzo strutturale FRP costituito da un tessuto quadriassiale in fibra di carbonio per le costruzioni in calcestruzzo.
Il sistema RUREDIL X QUADRIWRAP 380 è costituito da:

- RUREDIL X QUADRIWRAP 380: tessuto quadriassiale in fibra di carbonio, larghezza 48,5 o 30 cm, lunghezza 50 m;
- RUREDIL X WRAP PRIMER: resina epossidica speciale ad alto potere impregnante;
- RUREDIL X WRAP RESIN: resina epossidica speciale ad alto potere adesivo.

Il sistema di rinforzo prevede l'applicazione del primer RUREDIL X WRAP PRIMER sul supporto adeguatamente preparato prima di procedere alla realizzazione del rinforzo strutturale in situ mediante impregnazione del tessuto quadriassiale con la resina RUREDIL X WRAP RESIN.

Le proprietà

RUREDIL X QUADRIWRAP 380 è un sistema di rinforzo che sostituisce le tecniche tradizionali con notevoli vantaggi in termini di resistenza, leggerezza e facilità di applicazione anche su strutture dalla morfologia complessa.

I campi di applicazione

RUREDIL X QUADRIWRAP 380 è particolarmente indicato per le strutture in calcestruzzo armato, normale e precompresso. In particolare si applica nel rinforzo strutturale di elementi danneggiati da sollecitazioni sismiche, dinamiche e impulsive e nell'adeguamento sismico.

CARATTERISTICHE DELLA FIBRA IN CARBONIO UTILIZZATA PER RUREDIL X QUADRIWRAP 380	
Resistenza a trazione	> 4,8 GPa
Modulo elastico a trazione	230 GPa
Densita di fibra	1,79 g/cm^3
Allungamento a rottura	2,1%

CARATTERISTICHE DEL TESSUTO RUREDIL X QUADR IWRAP 380 (RIFERITE AL COMPOSITO TESSUTO + MATRICE SECONDO RACCOMANDAZIONI DEL DT 200/2013)			
Grammatura del tessuto non impregnato	380 g/m^2		
Spessore equivalente per ognuna delle 4 direzioni	0,052 mm		
Area resistente per unità di larghezza e per ognuna delle 4 direzioni	51,93 mm^2/m		
	0°	90°	+/-45°
Resistenza a rottura del composito (MPa)	296	252	198
Modulo elastico (MPa)	18670	16563	14743
Allungamento a rottura del composito (%)	1,58	1,52	1,34

RESISTENZA TERMICA DEL SISTEMA RUREDIL X QUADRIWRAP 380	
Temperatura massima di esercizio senza opportune protezioni al calore (CNR-DT 200/2013)	+ 30 °C

Ruredil X Lam

DT 200/2013 VALIDAZIONE sistema di rinforzo

Sistema di rinforzo strutturale FRP con lamina pultrusa in carbonio e adesivo epossidico per strutture in calcestruzzo, muratura e legno

Scheda tecnica **.pdf**

Il materiale

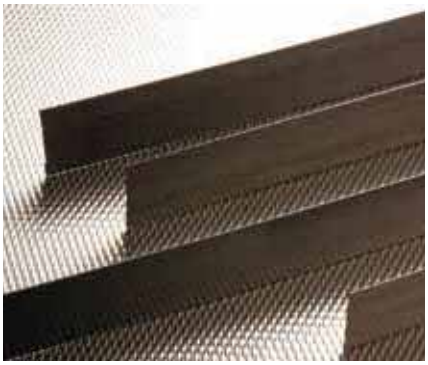
RUREDIL X LAM è un sistema di rinforzo strutturale costituito da una serie di lamine pultruse in fibre di carbonio con larghezze e caratteristiche prestazionali differenziate nel modulo elastico per rispondere alle diverse necessità di elementi strutturali in calcestruzzo, muratura e legno. Il sistema si completa con la specifica resina epossidica RUREDIL X LAM RS 100 ad elevato potere adesivo.

Le proprietà

RUREDIL X LAM è un sistema composito che consente di rinforzare le strutture deteriorate o sottodimensionate incrementando la resistenza a flessione, e quindi il carico di esercizio della struttura, riducendo le sollecitazioni e le deformazioni degli elementi strutturali di organismi edilizi, industriali e delle infrastrutture.

I campi di applicazione

RUREDIL X LAM è il sistema FRP per l'adeguamento di strutture orizzontali o di copertura in calcestruzzo armato, anche precompresso, in laterocemento e in legno.
Il sistema sostituisce le tecniche del beton plaqué, la realizzazione di cappe armate collaboranti e la sostituzione dei travetti strutturalmente inadeguati ai carichi di esercizio.
Il sistema di rinforzo prevede l'applicazione dell'adesivo epossidico RUREDIL X LAM RS 100 sul supporto adeguatamente preparato e sulla superficie della lamina RUREDIL X LAM prima della sua messa in opera.



CARATTERISTICHE DELLE LAMINE PULTRUSE IN CARBONIO RUREDIL X LAM						
Ruredil X Lam	**50 S**	**100 S**	**120 S**	**50 H**	**100 H**	**120 H**
Resistenza a trazione (MPa)	≥ 2200	≥ 2200	≥ 2200	≥ 2500	≥ 2500	≥ 2500
Mod. elastico a trazione (GPa)	165	165	165	210	210	210
Densità di fibra (g/cm^3)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Allungamento a rottura (%)	1,3	1,3	1,3	0,8	0,8	0,8
Dimensione della sezione (mm)	50x1,4	100x1,4	120x1,4	50x1,4	100x1,4	120x1,4

CARATTERISTICHE DELL'ADESIVO RUREDIL X LAM RS 100	
Rapporto di catalisi (A:B)	4:1
Peso specifico (A+B) a 17 °C	1,60 - 1,65 kg/litro
Resa (in funzione anche degli eventuali incroci di lamine eseguiti)	circa 0,35 kg/m per lamina da 50 mm circa 0,80 kg/m per lamina da 100 mm circa 1,00 kg/m per lamina da 120 mm
Lavorabilità (EN ISO 9514) a 23 °C	40 minuti (su massa da 150g)
Resistenza a compressione (EN 12190)	> 30 MPa
Forza di adesione (EN 12188)	> 14 MPa
Reazione al fuoco (EN 13501-1)	Euroclasse E
Temperatura transizione vetrosa (DSC ISO 11357-2)	45 °C

RESISTENZA TERMICA DEL SISTEMA RUREDIL X LAM	
Temperatura massima di esercizio senza opportune protezioni al calore (CNR-DT 200/2013)	+ 30 °C

Certificazioni e riferimenti bibliografici

Certificati

Prove di Permeabilità - Certificato secondo Normal 21-85 rilasciato da Consiglio Nazionale delle Ricerche IBAM – Lecce – Marzo 2002.

Prove di Compressione Diagonale su muretti pieni in laterizio – Certificato n° 14/02/1-Rilasciato da Università di Bologna DISTART-Aprile 2002.

Prove eseguite a flessione - Certificato n°58185 – n°58297 – n° 58299 -n°58302 - Rilasciati da Università IUAV di Venezia – Laboratorio di Scienza delle costruzioni il – Luglio 2006.

Prove eseguite a flessione n°596/2007 – n°597/2007 – n° 598/2007 - n° 599/2007 - n° 600/2007 - n° 601/2007 - Rilasciati da Università IUAV di Venezia –Laboratorio di Scienza delle costruzioni il – Luglio 2007.

Classificazione di Reazione al Fuoco – Certificato n°5458/RC/12 – Secondo EN 13501-1:2007 +A1:2009 – rilasciato da Consiglio Nazionale delle Ricerche-ITC – San Giuliano Milanese (MI) – Agosto 2012.

Determinazione della permeabilità al vapore – Certificato n°1204-2012 secondo UNI EN 1015-19:2008 rilasciato da Istituto di Ricerche e Collaudi M. Masini Srl – Rho (MI) Agosto 2012.

Final Test Report for Ruredil FRCM Composite System – Certificato n° R-5.10 - Secondo AC434- Rilasciato da Università di Miami – USA – Giugno 2013.

Design Criteria Report for Ruredil FRCM Composite System – Certificato n° R-5.10 - Secondo AC434 - Rilasciato da Università di Miami- USA - Giugno 2013.

Pubblicazioni Interne

Newsbit Ruredil - Aprile 2003
Nuovo materiale composito per il rinforzo a taglio delle struttura in c.a.

Newsbit Ruredil – Maggio 2007
Durabilità di Ruredil X Mesh Gold alle elevate temperature e riduzione dell'efficacia dei C-FRP all'aumentare della temperatura.

Newsbit Ruredil – Giugno 2009
Comportamento dei sistemi FRP e FRCM in relazione alle diverse condizioni termoigrometriche- Recenti aggiornamenti alla norma statunitense ACI 440.2R-08.

Newsbit Ruredil – Novembre 2009
Dal DT200/2004 alle Norme Tecniche per la costruzioni. Linee guida per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo di interventi di rinforzo di strutture in c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP.

Newsbit Ruredil – Ottobre 2010
Valutazione dell'influenza della temperatura e umidità sulle prestazioni meccaniche di rinforzi strutturali a matrice polimerica (C-FRP) realizzati con tessuti unidirezionali.

Newsbit Ruredil- Febbraio 2011
Comportamento dei sistemi FRP e FRCM in relazione alle diverse condizioni termoigrometriche - recenti aggiornamenti alla norma statunitense ACI440.2R-08- e raccomandazione tecniche CSTB-Ministero dei Lavori Pubblici Francese.

Newsbit Ruredil – Maggio 2013
Certificazione prestazionale dei sistemi FRCM applicati come rinforzi strutturali e di adeguamento sismico agli edifici dell'edilizia preesistente in calcestruzzo e muratura.

Bibliografia Essenziale

AC434 – Acceptance criteria for masonry and concrete strengthening using fiber-reinforced cementitious matrix (FRCM) composite system ICC ES-Evaluation Service – October 2011.

Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di interventi dico nsolidamento statico mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati- Materiali, strutture di c.a. e c.a.p., strutture murarie - CNR-DT 200/2013 Ottobre 2013.

Rinforzo a flessione di travi di calcestruzzo armato con rete di carbonio e matrice cementizia: risultati sperimentali *Di Tommaso-Focacci-Mantegazza* Giornate AICAP 2004 Verona 26-29 Maggio 2004.

Tuff mansonry walls strengthened with a new kind of C-FRP sheet: experimental tests and analysis *Faella-Martinelli-Nigro-Paciello* - 13° World Conference on Earthquake Engineering-Vancouver, B.C. Canada – Paper no. 923 - August 1-6 , 2004.

Prove di compressione diagonale su muretti di tufo rinforzati con FRCM *Faella-Martinelli-Nigro-Paciello* Convegno Nazionale Crolli e Affidabilità delle strutture civili, Università degli Studi di Messina, Messina, 20-21 Aprile 2006.

Restoration of the Florio Tuna plant on the island of Favignana (Trapani) *Biondo-Cusenza-Mantegazza* - FRPRCS-8 –University of Patras,Patras, Greeece- July 16-18, 2007.

FRCM versus FRP composite to strengthen RC beams: a comparative analysis – *Di Tommaso-Focacci-Mantegazza-Gatti*- FRPRCS-8 –University of Patras,Patras, Greeece- July 16-18,2007.

Confinement effectiveness in concrete strengthened with fiber reinforced cement based composite jackets - *Ombres* - FRPRCS-8 – University of Patras,Patras, Greeece- July 16-18,2007.

PBO-FRCM composites to strengthen R.C. beam: mechanics of adhesion and efficiency *Di Tommaso –Focacci* – Fourth International Conference on FRP Composites in Civil Engineering(CICE2008)-Zurich, Switzerland - 22-24 July, 2008.

Analisi del comportamento flessionale di travi in c.a. rinforzate esternamente con FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Mortar)- *Ombres* - 17° Concresso CTE , Roma, 5-6-7-8 Novembre 2008.

Compositi a matrice cementizia per il rinforzo delle murature aderenza con il supporto *Focacci-Mantegazza* - 3° Convegno Nazionale MURICO3 – Mechanis of mansory structures strengthened with composite materials.modeling,testing,design, control, Venezia 1-2-3- Aprile 2009.

Strengthening of old reinforced concrete structures using fiber reinforced cementitious mortars (FRCM): A case study - *Ombres-Trimboli-Mantegazza- Gatti* - FRPRCS-9 International Symposium on Fiber Reinforced Polymer Reinforcement for Concrete Structures- Current Challenges and Future Trends – Sydney – Australia 13-15 July 2009.

Elementi strutturali presso-inflessi in c.a. rinforzati con FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Mortar): indagine sperimentale - *Ombres* - IF CRASC'09 – I Convegno di Ingegneria Forense- IV Convegno su Crolli, Affidabilità Strutturale, Consolidamento- Napoli, 2-4 Dicembre 2009.

Efficacy of FRCM in earthquake- proofing of the church of Madonna di Centurelle (L'Aquila-Italy) *Mantegazza* - REMO - Xii Scientific-Technical Conference Wroclaw- Polac Wojanow, 2-4 December 2009.

Resistenza a taglio di travi in c.a. rinforzate con compositi a matrice cementizia (FRCM) - *Ombres* - 18° Congresso CTE, Brescia, 11-12-13 Novembre 2010.

Calcestruzzo confinato con compositi a matrice cementizia (PBO-FRCM): sperimentazione e modellazione - *Ombres* - 18° Congresso CTE, Brescia, 11-12-13 Novembre 2010.

Risultati sperimentali di cilindri in c.a. rinfrozati con FRCM e soggetti a compressione monotonicmurico *De Domenica-Maugeri-Spinella* - 18° Congresso CTE, Brescia, 11-12-13 Novembre 2010.

Flexural strengthening of RC beams with cement-based composites
D'Ambrisi-Focacci - Journal of composites for construction ASCE, Septemeber/October 2011.

Experimental analysis an bond between PBO-FRCM strengthening materials and concrete *D'Ambrisi-Feo-Focacci* - Elsevier Journal – January 2012.

A new tool for concrete and masonry repair- Strengthening with fiber-reinforced cementitious matrix composite *Nanni* - Concrete International April 2012.

Bond-slip relations for PBO-FRCM materials externally bonded toconcrete - *D'Ambrisi-Feo-Focacci* - Elsevier Journal – June 2012.

Experimental results of RC columns strengthened with fibre reinforced cementitious mortars *Colajanni-De Domenico-Maugeri-Recupero-Spinella- Mantegazza* - ICCRRR 2012 - 3rd International Conference on Concrete Repair Rehabilitation and Retrofitting – Cape Town – South Africa- 3-5 September 2012.

Analisi sperimentale della resistenza per aderenza dei sistemi di rinforzo in materiale compositi a matrice cementizia e calcestruzzo *Olivito-Ombres-Venneri-Cevallos* - AIAS Associazione Italiana per l'Analisi delle Solelcitazioni - 41° Convegno Nazionale, Università degli Studi di Pdova, Padova, 5-8-Settembre 2012.

Analisi della resistenza per aderenza calcestruzzo-FRCM
Olivito - Ombres - 19° Congresso CTE, Bologna, 8-9-10 Novembre 2012.

Interfacial bond characteristics of fiber reinforced concrete mortar for external strengthening of reinforced concrete members – *J.G.M. Van Mier, G. Ruiz, C. Andrade, R.C. Yu and X.X: Zhang* - 8th International Conference on Fracture Mechanics of Concrete and Concrete Structures University of Castilla La-Mancha, Toledo- 10-14 March 2013.

Caratterizzazione dei sistemi FRCM secondo i criteri di accettazione di ICC-ES *Mantegazza-Di Benedetti-Nanni* - 3° Convegno Nazionale ASSOCOMPOSITI- Torino 22-24 Maggio 2013.

Marchi

EcoRuredil

EcoRuredil è una certificazione aziendale che nasce dall'esperienza maturata nella Ricerca e Sviluppo di prodotti eco-compatibili ed è finalizzata alla valutazione di determinati requisiti per l'intera gamma di prodotti Ruredil. L'assegnazione di uno dei tre livelli di compatibilità EcoRuredil si basa sul rispetto dei seguenti requisiti: uso di prodotti ecosostenibili, basse emissioni di composti organici volatili (VOC), uso di inerti riciclati o possibilità di riciclo del prodotto, impiego di materie prime seconde, chilometri zero basso rischio ambientale.

Atossicità per operatori e ambiente

L'assenza di sostanze nocive nell'adesivo dei sistemi FRCM consente agli operatori una manipolazione degli stessi in sicurezza, anche senza protezioni particolari, e uno smaltimento degli scarti identico a quello dei tradizionali prodotti cementizi, poiché i componenti non sono inquinanti per l'ambiente.

Validazione dei sistemi di rinforzo (DT 200/2013)

Tutti i sistemi Ruregold® e Ruredil X Mesh sono corredati da certificazioni prestazionali emesse da Laboratori Ufficiali secondo le indicazioni delle Linee Guida per il Rinforzo delle Strutture mediante FRP, che riprendono il CNR-DT 200/2013 (rif.6 e 8 a lato). In particolare, i sistemi sono stati caratterizzati su diversi tipi di supporto e in differenti condizioni ambientali, per fornire ai progettisti la più ampia conoscenza sulle prestazioni del rinforzo.

Classe di reazione al fuoco

Il sistema di rinforzo strutturale FRCM denominato Ruregold® è stato certificato al fuoco dimostrandosi incombustibile (Classe A2 - s1, d0) che al contrario dei sistemi FRP (con resine epossidiche combustibili - Classe E) significa un'importante garanzia di sicurezza in materia di reazione al fuoco.

I servizi (assistenza alla progettazione)

Ruredil, da sempre al fianco dei progettisti, fornisce un **servizio personalizzato di consulenza alla progettazione**, che si avvale anche della collaborazione di professionisti esperti nel dimensionamento dei rinforzi strutturali. L'azienda ha inoltre messo a punto **una serie di strumenti di supporto** per la scelta di **materiali e soluzioni tecniche**, la definizione di **voci di capitolato** e il **calcolo del rinforzo** da realizzare.

rinforzistrutturali.it

Un sito WEB dedicato alla progettazione dei rinforzi strutturali con materiali compositi dove trovare tutte le indicazioni utili al progettista oltre alle schede tecniche e di sicurezza dei materiali, indicazioni sulle modalità di posa e molte referenze italiane ed estere.

Ruredil X Mesh C10 Design

È un software specifico messo a punto per calcolare e dimensionare il rinforzo strutturale di murature realizzato con l'impiego del sistema Ruredil X Mesh C10. Il programma fa riferimento alle indicazioni del CNR DT 200/2013 per dimensionare il rinforzo a taglio e a flessione di pareti verticali in muratura con forze nel piano e normali alla struttura.

Ruregold Software

Dimensionamento dei maschi murari a pressoflessione e taglio. Rinforzo a flessione, taglio di travi in c.a. e c.a.p.; confinamento colonne. Il programma è stato redatto nello spirito del CNR-DT 200 R1/2013.

Voci di capitolato e analisi dei prezzi

È uno strumento per il completamento del progetto in vista della fase esecutiva. Nella voce di capitolato, è inclusa una descrizione completa di tutte le lavorazioni da eseguire, oltre a una dettagliata analisi dei prezzi che suddivide costi dei materiali, mano d'opera, noli, spese generali e utili d'impresa. L'opera è disponibile in versione digitale dove, oltre al contenuto del volume in formato PDF (scaricabile anche dal sito), sono disponibili tutte le tabelle delle analisi in formato Excel, personalizzabili secondo le esigenze del progettista.

Manuale di calcolo per i Rinforzi Strutturali

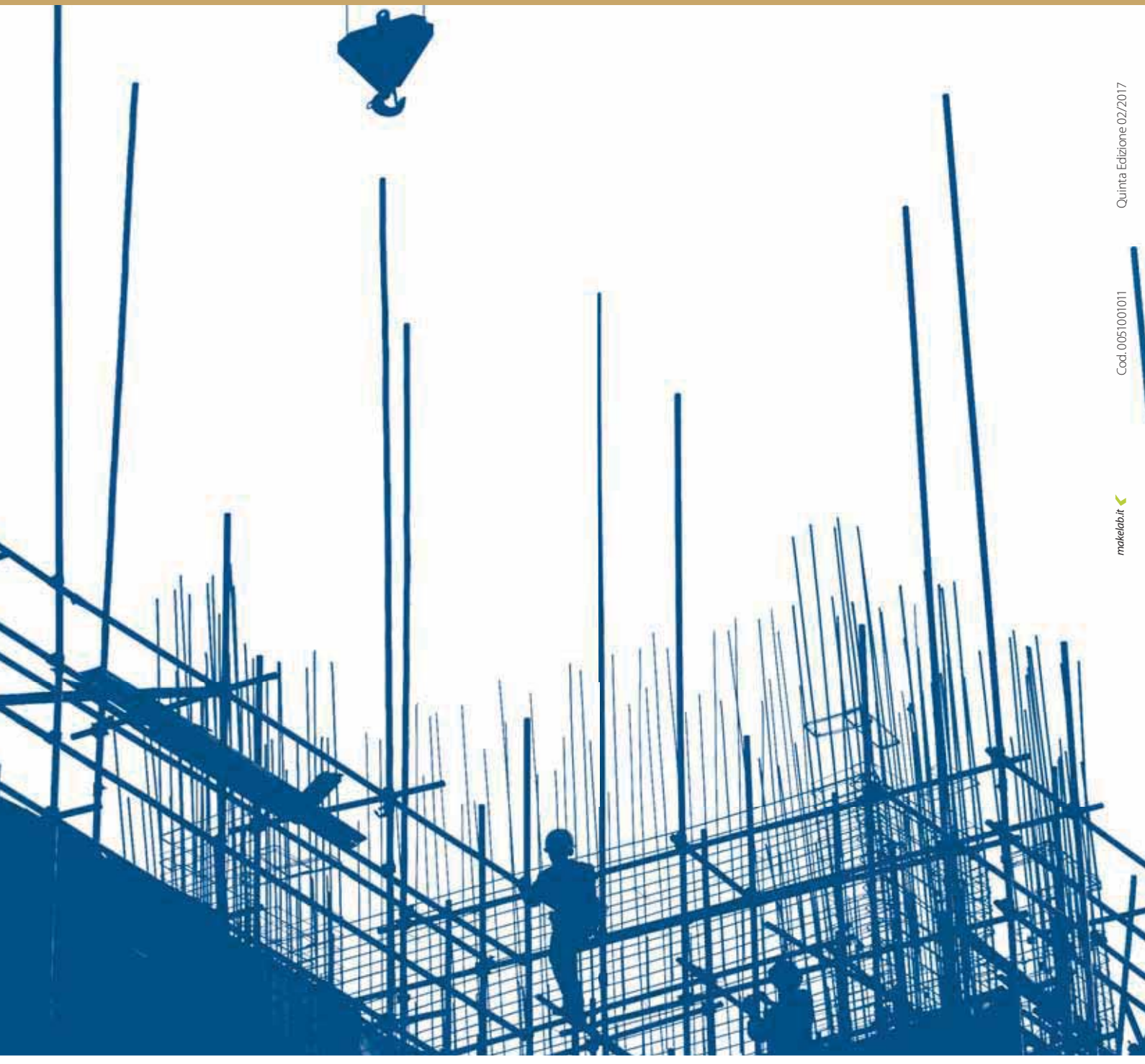
In questo documento sono riportate le istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il controllo di intervento di rinforzo statico e sismico con l'utilizzo dei sistemi compositi a matrice inorganica (FRCM). Le metodologie progettuali e gli esempi applicativi presentati offrono ai progettisti l'occasione di confrontarsi con l'impostazione di calcolo proposta dal CNR-DT 200 R1/2013.
Il volume è scaricabile dal sito www.ruredil.it all'interno della sezione RuredilLAB.

Note

Direzione Marketing: Luca Bertini
Responsabile linea Rinforzi Strutturali: Bernie Baietti
V Edizione
Finito di stampare nel mese di febbraio 2017
da Arti Grafiche Fiorin, San Giuliano Mil.se (Mi) Italy

© Ruredil S.p.A.
Tutto il materiale contenuto nel catalogo, testi, fotografie, disegni e illustrazioni sono di proprietà Ruredil S.p.A.
È vietato qualunque suo utilizzo, per qualunque fine,
in contrasto con le normative di legge, senza la previa autorizzazione di Ruredil S.p.A.

Ruredilbook



Quinta Edizione 02/2017
Cod. 0051001011
makelab.it

Ruredil
Soluzioni e tecnologie per l'edilizia

www.rinforzistrutturali.it

Ruredil è un marchio di:
Ruredil S.p.A.
Via B. Buozzi, 1
20097 San Donato Milanese (MI)
Tel. +39 02 5276.041
Fax +39 02 5272.185
info@ruredil.it
www.ruredil.it