



RUREGOLD® XT Calcestruzzo

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



Ruredil
Scheda tecnica

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 (Fiber 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.

I campi di applicazione

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.

Modalità di applicazione

Preparazione del supporto

- Eliminare polvere e parti incoerenti o procedere prima ad una sabbiatura meccanica o con idropulitrice fino a totale eliminazione dello strato millimetrico della boiacca cementizia. Particolare attenzione deve essere rivolta ai residui lasciati dai trattamenti superficiali, quali pitture, disarmanti, isolanti ecc.
- La superficie idonea all'applicazione dei sistemi di rinforzo composito deve risultare planare e priva di irregolarità. Eventuali difetti macroscopici devono essere riparati utilizzando le idonee malte della linea EXOCEM seguendo le indicazioni contenute nella rispettive schede tecniche.
- È inoltre prescritto l'arrotondamento di eventuali spigoli (raggio di curvatura +/- 3 cm) quando questi vengono fasciati dal composito.

Preparazione del materiale

- Versare nella betoniera circa il 90% dell'acqua prescritta, quindi azionare l'impastatrice aggiungendo RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO senza interruzioni per evitare la formazione di grumi.
- Mescolare l'impasto per 2-3 minuti, quindi aggiungere la restante acqua prevista in scheda tecnica e rimescolare per altri 1-2 minuti. Lasciare riposare l'impasto per circa 2-3 minuti, quindi rimescolarlo e infine applicarlo.
- È sconsigliata la miscelazione a mano.

Messa in opera

- Bagnare il sottofondo saturandolo con acqua, avendo cura di asportarne l'eccesso.
- Applicare RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO con frattazzo metallico liscio in spessore di circa 3-4 mm; attendere un paio di minuti prima di annegarvi la rete unidirezionale RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO.
- Applicare un secondo strato di circa 3-4 mm di RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO in modo tale da coprire completamente la rete. Nel caso in cui fossero previsti più strati sovrapposti di RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO, ripetere le operazioni indicate ai

punti precedenti, fresco su fresco, avendo l'accortezza di applicare lo strato successivo quando il precedente non sia ancora completamente indurito.

- Nei punti di giunzione, prevedere una sovrapposizione di circa 10 cm.
- Qualora la malta perda lavorabilità, non aggiungere ulteriore acqua, ma rimescolare l'impasto per circa 1-2 minuti prima di continuare ad applicarlo.
- Si raccomanda di non eseguire l'applicazione del sistema RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO al sole, durante le ore calde dei mesi estivi, con vento moderato o forte.
- In caso di pioggia, provvedere a proteggere la struttura con mezzi adeguati.
- È consigliabile applicare il prodotto con temperature comprese tra +5 °C e +35 °C. Temperature più basse (4-10 °C) rallentano notevolmente la presa, mentre temperature più elevate (35-50 °C) fanno perdere velocemente lavorabilità alla malta.

Stagionatura

- Come nel comune impiego di qualsiasi malta cementizia, in condizioni ambientali severe (forte ventilazione o esposizione solare), è necessario prevedere l'impiego di un agente antievvaporante (CURING S) o l'utilizzo di un tessuto non tessuto umido.
- In caso di pioggia imminente, provvedere a proteggere il rinforzo applicato con mezzi adeguati.

Caratteristiche tecniche

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® 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	25 - 27 litri
Resa	≈ 1,400 kg/m ² /mm
Resistenza a compressione (UNI EN 196-1)	40,0 MPa
Resistenza a flessione (UNI EN 196-1)	4,0 MPa
Modulo elastico secante (UNI EN 13412)	12.500 MPa

Stoccaggio

- RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO: conservare la confezione all'asciutto e lontano da fonti di calore.
- RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO: è sensibile all'umidità, pertanto deve essere conservato in ambiente coperto e asciutto, ad una temperatura compresa tra +5 °C e +35 °C. Una volta aperta la confezione, utilizzare tutto il contenuto. La durata nella confezione sigillata è di 24 mesi dal confezionamento.

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
---	--

Conformità dei sistemi di rinforzo strutturali alla Norma Europea UNI EN 13501-1 (Fuoco)

FRCM: Fiber Reinforced Cementitious Matrix

I rinforzi strutturali FRCM, tipo RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO, sono classificati come materiali che non danno nessun contributo ad incrementare il fuoco anche in condizioni di un incendio pienamente sviluppato. Inoltre, non provocano fumi tossici e non formano gocce incandescenti, potenzialmente molto pericolosi per le persone durante un incendio.

Classificazione di reazione al fuoco: A2 – s1,d0

FRP: Fiber Reinforced Polymer

I rinforzi strutturali FRP, tipo Carbon Fiber Reinforced Polymer, sono, invece, classificati come materiali combustibili, suscettibili di flash over.

Classificazione di reazione al fuoco: E

I sistemi FRP, contribuendo alla generazione e/o alla propagazione del fuoco, necessitano di una adeguata protezione con prodotti intumescenti (come previsto dal DT 200/2004).

Prestazioni meccaniche

L'eventuale modalità di crisi dell'elemento strutturale c.a.- composito avviene per:

1. rottura per compressione del calcestruzzo compresso;
2. rottura per trazione del materiale di rinforzo (in rari casi);
3. delaminazione del rinforzo che si realizza con il distacco del rinforzo dal supporto (nel 99% dei casi).

Nello spirito del Documento Tecnico CNRDT200/2004, il dimensionamento di un rinforzo a flessione deve essere calcolato considerando la relazione: $\epsilon_{fd} = \min \{ \epsilon_{frd}, \epsilon_{fdd} \}$

dove:

ϵ_{frd} = deformazione caratteristica a rottura del rinforzo

ϵ_{fdd} = dilatazione massima per delaminazione intermedia

Pertanto, è importante, ai fini progettuali, una accurata caratterizzazione dell'interfaccia tra il rinforzo e il supporto, e quindi calcolare ϵ_{fd} .

Prove di caratterizzazione

Per la valutazione dell'efficienza del PBO-FRCM per il rinforzo di travi di calcestruzzo sono state eseguite le seguenti prove:

Dilatazione di delaminazione intermedia:

- prove di flessione su tre punti di travetti di sezione 15 cm x 8 cm testate su luci di 60 cm.

Dilatazione di delaminazione di estremità:

- prove di trazione secondo lo schema della borsetta (Double-Shear Push Test).

Criteri di progettazione dei rinforzi con RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO

Nello spirito del Documento Tecnico CNR-DT 200/2004, il dimensionamento del rinforzo flessionale può essere condotto allo Stato Limite Ultimo, considerando una resistenza di progetto del rinforzo che tenga conto della modalità di crisi per «delaminazione intermedia», che nel caso del rinforzo RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO avviene solitamente per scorrimento tra le fibre e la matrice cementizia.

Travi inflesse di c.a.

Sulla base delle sperimentazioni condotte, si suggerisce di assumere come resistenza a trazione di progetto del rinforzo (tenendo conto anche della crisi per delaminazione intermedia) i seguenti valori.

- Con uno strato di rinforzo all'intradosso:
 $F_{fd} = 223,8 \text{ kN/m}$ (forza per unità di larghezza di rinforzo), corrispondente alla tensione di rottura (ordito) di calcolo $f_{fd} = 3996 \text{ N/mm}^2$ e alla dilatazione ultima di calcolo $\epsilon_{fd} = 14,8\%$.
- Con due strati di rinforzo all'intradosso, fino a un massimo di quattro:
 $F_{fd} = 414,30 \text{ kN/m}$ (forza per unità di larghezza di rinforzo), corrispondente alla tensione di rottura (ordito) di calcolo $f_{fd} = 3700 \text{ N/mm}^2$ e alla dilatazione ultima di calcolo $\epsilon_{fd} = 13,7\%$.

I valori sopra riportati sono da utilizzarsi esclusivamente per la valutazione del momento ultimo delle sezioni rinforzate a flessione.

Anche la verifica allo Stato Limite Ultimo di delaminazione di estremità può essere condotta nello spirito del documento CNR-DT 200/2004 considerando, per le diverse configurazioni, tensioni di distacco all'estremità del rinforzo pari a circa il 20% delle resistenze di calcolo sopra indicate.

Per contrastare la delaminazione di estremità del rinforzo sono comunque utili le fasce a staffa (che operano inoltre un rinforzo a taglio).

Si rimarca che le resistenze di calcolo sopra riportate possono essere raggiunte solo se il calcestruzzo del copriferro possiede idonee caratteristiche meccaniche.

In caso contrario, potrebbero verificarsi rotture premature nel copriferro e conseguentemente la crisi con scorrimento delle fibre nella matrice cementizia non potrebbe essere raggiunta.

Si raccomanda pertanto una attenta valutazione delle caratteristiche meccaniche dello strato superficiale del calcestruzzo e la ricostruzione dell'intero copriferro se queste non risultassero adeguate e nei casi di avanzata corrosione delle armature metalliche.

Determinata la sezione di rinforzo che soddisfa lo Stato Limite Ultimo, possono essere eseguite le verifiche agli Stati Limite di Esercizio, ed in particolare quella relativa alle tensioni.

In generale, è da considerare lo stato di sollecitazione preesistente (dovuto ai carichi presenti all'istante dell'applicazione del rinforzo), al quale consegue una dilatazione differenziale tra il supporto e il rinforzo.

Nota bene

Il **progetto** di un intervento di rinforzo deve comunque basarsi, come per ogni tipo di materiale composito, su una attenta valutazione delle caratteristiche della struttura da rinforzare. In particolare devono essere indagate la qualità dei materiali in opera (calcestruzzo, acciaio, muratura e relativa malta), il loro eventuale stato di degrado e la loro efficienza statica (come ad esempio l'ammontare di armatura metallica presente, lo stato del copriferro e la corrosione delle armature). Deve poi essere valutata la modalità di crisi della struttura prima e dopo l'intervento di rinforzo.

Il **progettista** deve conoscere le proprietà meccaniche e la durabilità del rinforzo strutturale nelle diverse condizioni termoisometriche in cui esso verrà applicato. Il progettista, prima della consegna del progetto esecutivo, dovrà stimare, sulla base di imprescindibili prove in situ, la caratterizzazione meccanica della struttura e i danni locali (fessurazioni e distacchi) da riparare. Una prova globale di carico prima e dopo l'intervento è fortemente raccomandata, per certificare il funzionamento dell'accoppiamento composito-struttura.

Il **direttore dei lavori** dovrà procedere ad un'accurata verifica di accettazione del materiale composito sotto il profilo meccanico e di stabilità nelle diverse condizioni ambientali di applicazione del medesimo, al rispetto delle condizioni previste dal progettista per quanto riguarda le superfici di incollaggio e all'esecuzione di una prova preventiva oltre alle usuali attività di controllo sulla posa in opera che includono l'applicazione del composito.

SCHEDA CATALOGO RUREGOLD® XT CALCESTRUZZO

Specifiche chimico/fisiche:

Peso della rete
(PBO + supporto):
146 g/m² ± 3%

Composizione di massima:

Rete in fibra di PBO.

Definizione prestazionale:

Rete unidirezionale in PBO per rinforzi strutturali a base cementizia di travi in calcestruzzo.

Confezione

bobine da 3,75 m²
(15 m lineari,
altezza 25 cm)

Codice

0109452020

Consumo

Da considerare un sormonto dei teli di circa 10 cm in corrispondenza delle giunzioni.

Aggiornamento 09/2012

La nostra Società è certificata secondo UNI EN ISO 9001:2008 da ICMQ e Certiquality per la: "Progettazione, produzione e commercio di prodotti chimici e speciali per edilizia". Il nostro sistema qualità si basa sulla vendita a catalogo, strumento contrattuale tra la nostra società e il cliente. Ruredil, con questo strumento, garantisce al suo cliente che il prodotto, oggetto di fornitura, è conforme alle specifiche chimico-fisiche della presente scheda catalogo. Questo tipo di vendita ci esonera dall'emissione del certificato di analisi che, per sua natura, garantisce solamente le prestazioni della specifica fornitura.

SCHEDA CATALOGO RUREGOLD® MX CALCESTRUZZO

Specifiche chimico/fisiche:

Densità (malta fresca):
1,80 ± 0,05 g/cc
Consistenza: 175 mm ± 10
Conforme alla norma
UNI EN 1504-3

Composizione di massima:

Matrice inorganica stabilizzata.

Definizione prestazionale:

Matrice inorganica stabilizzata per rinforzi strutturali FRCM di elementi e strutture in calcestruzzo.

Confezione

sacchi da 25 kg

Codice

0109453020

Resa

Circa 2 sacchi per 1 rotolo di rete.

Aggiornamento 09/2012

La nostra Società è certificata secondo UNI EN ISO 9001:2008 da ICMQ e Certiquality per la: "Progettazione, produzione e commercio di prodotti chimici e speciali per edilizia". Il nostro sistema qualità si basa sulla vendita a catalogo, strumento contrattuale tra la nostra società e il cliente. Ruredil, con questo strumento, garantisce al suo cliente che il prodotto, oggetto di fornitura, è conforme alle specifiche chimico-fisiche della presente scheda catalogo. Questo tipo di vendita ci esonera dall'emissione del certificato di analisi che, per sua natura, garantisce solamente le prestazioni della specifica fornitura.