# COMPOSITE M130

## HPFRC High Performance Fiber Reinforced Concrete

GENERAL G.A ADMIXTURES

64
65
57
68

# COMPOSITE M130

COMPOSITE M130, classificabile come un HPFRC (High Performance Fiber Reinforced Concrete), è un Prodotto composito a base cementizia che racchiude in sé una serie di peculiarità che ne fanno uno dei materiali ad Elevate Prestazioni più innovativi presenti oggi sul Mercato.

## IL MATERIALE

COMPOSITE M130 è una malta cementizia tricomponente fibrorinforzata con fibre in acciaio, autocompattante, ad Elevate Prestazioni. Dopo l'impasto dei componenti, che può essere eseguito in maniera estremamente semplice mediante un classico mescolatore ad asse verticale, il materiale si presenta molto fluido, stabile, omogeneo, lavorabile per circa 1 ora a 20 °C.

Oltre a garantire elevatissime resistenze a compressione, COMPOSITE M130 è un materiale duttile, tenace ed offre delle ottime risposte anche se sottoposto a trazione e flessione (Figura 1).
Il prodotto risponde ai requisiti della norma EN 1504-3 "Prodotti e sistemi per la protezione e riparazione delle strutture in calcestruzzo".

**Figura 1**
Prova a flessione su 4 punti

# PRESTAZIONI MECCANICHE

COMPOSITE M130 si distingue dai classici prodotti cementizi per le sue Elevate Prestazioni Meccaniche.

## RESISTENZA A COMPRESSIONE

Appena dopo 1 giorno dalla posa in opera, COMPOSITE M130 fornisce una Resistenza a Compressione di circa 25 N/mm$^2$ (T = 20 °C, U.R. = 95%). Risulta quindi semplice eseguire lavorazioni che comportano la rapida entrata in esercizio. Dopo 28 giorni di stagionatura si raggiungono facilmente resistenze dell'ordine dei 100 N/mm$^2$ (Figura 2). Si può quindi fare riferimento alla classe di resistenza di un calcestruzzo C70/85, ovvero la massima ammessa dalle Norme Tecniche per le Costruzioni senza specifiche autorizzazioni all'impiego dal Servizio Tecnico Centrale.

## RESISTENZA A FLESSOTRAZIONE E TRAZIONE

COMPOSITE M130 è in grado di resistere a Sforzi di Trazione e per questo può contribuire in maniera significativa alla Duttilità sia del singolo elemento strutturale che, di conseguenza, dell'intera struttura nella quale viene impiegato. Prove di Flessione su quattro punti eseguite in accordo al Documento CNR-DT 204/2006 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Calcestruzzo Fibrorinforzato" ed alla UNI 11039-2 "Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio - Metodo di prova per la determinazione della resistenza di prima fessurazione e degli indici di duttilità" nonché Prove di Trazione diretta eseguite, in accordo all'Appendice C del citato Documento CNR, su provini sagomati ad osso di cane, evidenziano la rilevante capacità del materiale di conservare adeguate resistenze residue a trazione dopo la prima fessurazione della matrice cementizia. In Figura 3 si riporta il caratteristico risultato di una prova di flessione eseguita secondo la UNI 11039-2. Sono evidenti le resistenze residue nella fase post-fessurativa, sia in una condizione di Stato Limite di Esercizio (S.L.E.) che Ultimo (S.L.U.).

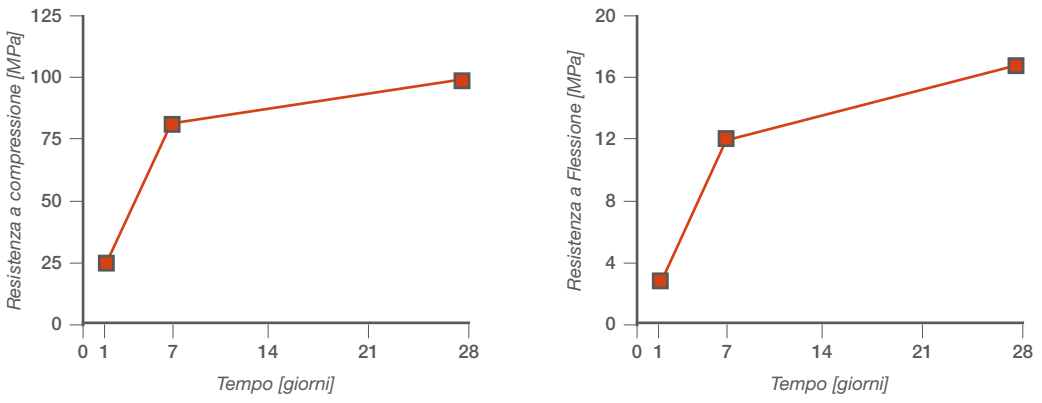



**Figura 2**
Prove di Flessione e Compressione condotte su provini 40x40x160 mm secondo UNI EN 196.

# PRESTAZIONI MECCANICHE

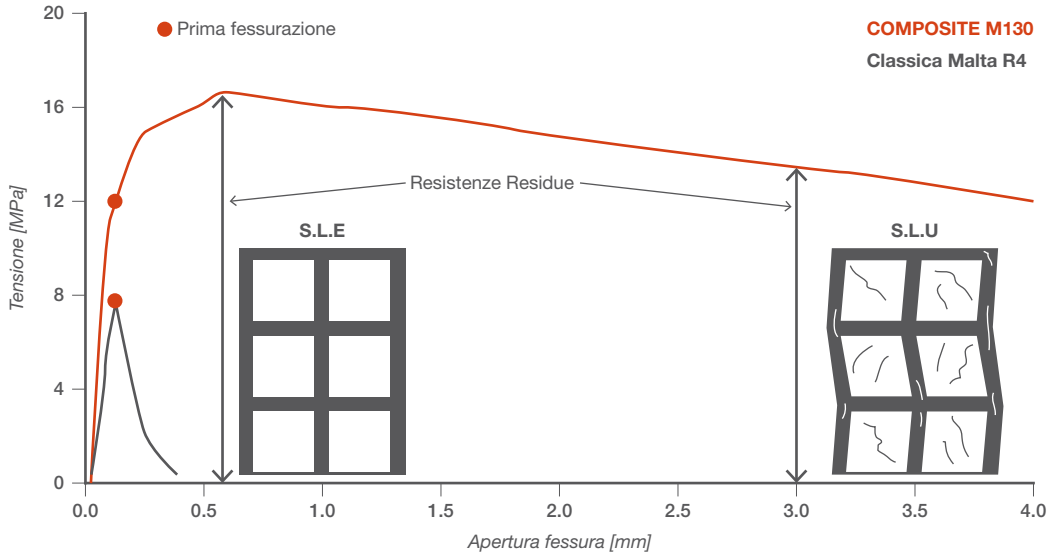



**Figura 3**

## DUTTILITÀ E TENACITÀ

Grazie alla sua particolare microstruttura ed alla presenza di speciali fibre in acciaio, COMPOSITE M130 manifesta un comportamento estremamente duttile e tenace. Superato il limite di prima fessurazione, il materiale è infatti in grado di arrivare ad elevate deformazioni prima di rompersi.
Questa peculiarità ne fa un materiale particolarmente adatto nell'ambito dei ripristini o rinforzi in zona sismica (miglioramenti o adeguamenti sismici), conferendo alle strutture una capacità di deformarsi in modo considerevole. In caso di evento sismico viene fortemente ridotta la probabilità di accadimento di collassi strutturali.

Prove di trazione uniassiale condotte secondo l'Appendice C del Documento CNR-DT 204/2006 (Figura 4) dimostrano come COMPOSITE M130 è in grado di esibire, prima di arrivare a rottura, deformazioni molto maggiori della deformazione richiesta ( 1% ) per questa categoria di materiali.
L'elevata capacità del COMPOSITE M130 di assorbire energia durante la sua deformazione è ben rappresentata dall'area sottesa alla curva tensione-deformazione di Figura 4.
Il che significa che questo materiale può dissipare, durante l'evento sismico, molta dell'energia trasmessa dal terreno alla struttura, riducendo drasticamente la probabilità di cedimenti e collassi.

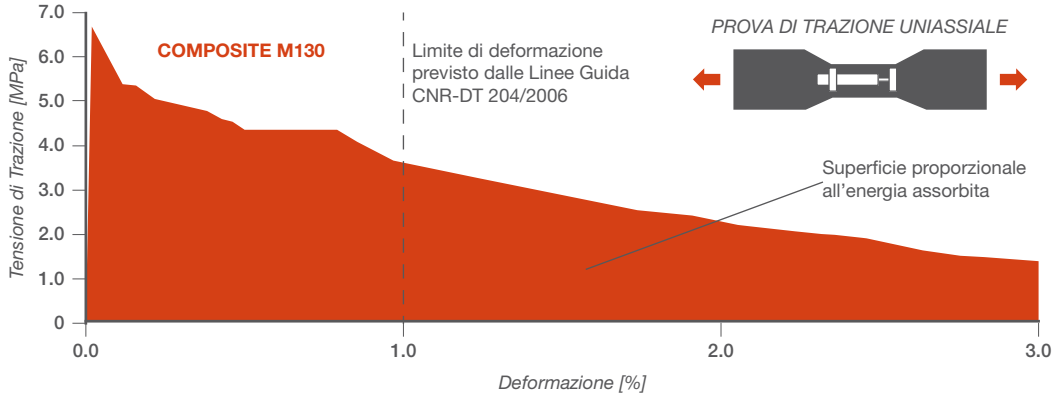



**Figura 4**
Esempio di una prova di trazione su COMPOSITE M130.

# PRESTAZIONI MECCANICHE

## DURABILITÀ

La microstruttura del COMPOSITE M130 è caratterizzata da una porosità estremamente ridotta, e di conseguenza risulta fortemente ostacolato l'ingresso di qualsiasi agente aggressivo, con particolare riferimento all'anidride carbonica (Classi di Esposizione XC) ed ai cloruri (Classi di Esposizione XD ed XS, EN 206).
Inoltre, considerando che l'acqua rappresenta uno dei mezzi principali con il quale gli agenti esterni penetrano nella matrice cementizia, la ridottissima permeabilità all'acqua del COMPOSITE M130 determina un ulteriore aumento della Vita Nominale delle strutture.
Infatti le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 Gennaio 2018), al punto 11.2.11, consigliano di "tener conto del grado di permeabilità del calcestruzzo" mediante determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua in pressione secondo UNI EN 12390-8 (Figura 5).

**Permeabilità acqua in pressione (UNI EN 12390-8)**

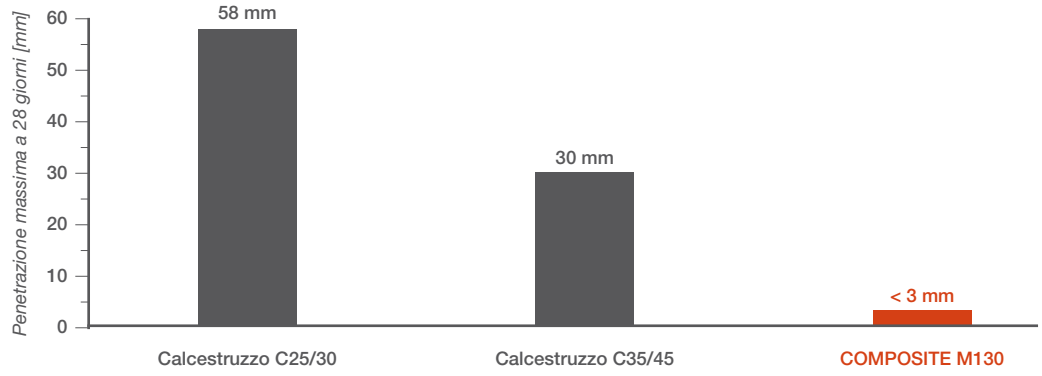



Figura 5

| Tempo dal getto | Pressione acqua | Tempo | Penetrazione massima [mm] |
|---|---|---|---|
| 28 Giorni | 5 kPa | 72 ore | < 3 mm |

## REOLOGIA

COMPOSITE M130 si presenta estremamente **fluido e lavorabile per circa 60 minuti dal confezionamento** (Figura 6). L'elevata lavorabilità è accompagnata da una notevole robustezza e coesione, con totale assenza di bleeding (Figura 7). Queste caratteristiche reologiche, fanno sì che il prodotto scorra facilmente all'interno dei casseri raggiungendo facilmente il massimo grado di compattazione con una minima azione compattante (automatica o manuale). Nelle applicazioni in piano (es. realizzazione di solette strutturali) COMPOSITE M130 è facilmente stendibile mediante colatura e finitura a staggia.

Figura 6 | 7

## ADESIONE AI SUPPORTI ED ALLE ARMATURE

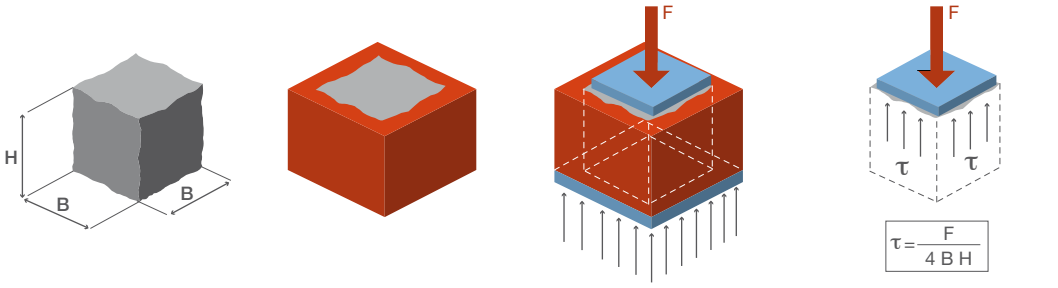
Nelle applicazioni di ripristino, riparazione o ringrosso, e in generale in tutti quegli interventi che prevedono la realizzazione di un getto su un elemento preesistente, risulta essenziale ottenere:

- Perfetta adesione tra il nuovo materiale ed il supporto cementizio esistente;
- Perfetta adesione tra il nuovo materiale e le armature esistenti ed integrative.

In queste condizioni è possibile ottenere una corretta trasmissione degli sforzi all'interno dell'elemento strutturale e quindi, di fatto, una perfetta monoliticità dell'elemento.
COMPOSITE M130 presenta entrambe queste caratteristiche. Di norma, l'adesione ai supporti viene valutata secondo due metodologie:

A. Prova di "punzonamento" (Figure 8 e 9);
B. Prova per trazione diretta, secondo la norma UNI EN 1542 (Figura 10, 11, 12).

**Prova di punzonamento**




*Calcestruzzo Originario* — *Incamiciatura con COMPOSITE M130* — *Prova di punzonamento* — *Tensioni tangenziali di Aderenza all'interfaccia tra supporto e COMPOSITE M130*

**Figura 8**

**Figura 9**
La rottura del provino avviene senza apprezzabile scorrimento relativo tra il nucleo interno di calcestruzzo e la camicia di COMPOSITE M130. Si osservano lesioni sulla camicia di COMPOSITE M130 che evidenziano la corretta trasmissione degli sforzi e la perfetta "monoliticità" del campione.

**Valori medi di Adesione (tensione tangenziale)**

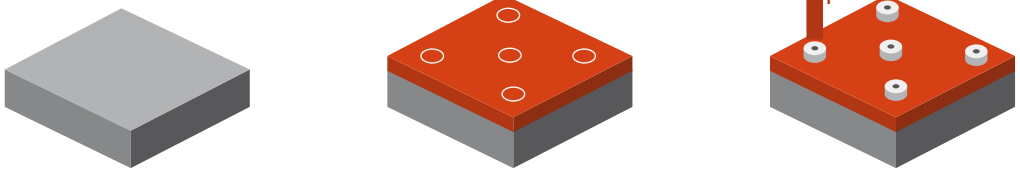
| Tempo dal getto | B (mm) | H (mm) | F (kN) | τ (MPa) |
|---|---|---|---|---|
| 28 Giorni | 100 | 100 | 158.9 | 3.97 |

# PRESTAZIONI MECCANICHE

## Prova di aderenza per trazione diretta (Prova Pull-off)

*UNI EN 1542 – Prodotti e Sistemi per la Protezione e Riparazione delle Strutture in calcestruzzo*

*Misurazione dell'aderenza per trazione diretta*




*Calcestruzzo originario*

*Applicazione del COMPOSITE M130 e realizzazione di intagli di superficie S*

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

*Tensioni normali di Aderenza all'interfaccia tra supporto e COMPOSITE M130*

**Figura 10**
Misure in laboratorio

**Figura 11 | 12**
Misure in situ di "Pull-off"

La prova di aderenza per trazione diretta evidenzia la perfetta adesione tra il COMPOSITE M130 ed il supporto originario di calcestruzzo. La rottura del campione avviene all'interno del supporto, ad evidenziare la solida monoliticità del sistema supporto-Composite M130: l'interfaccia di adesione risulta continua e priva di difetti (Figura 12)

## Adesione (tensione normale), risultati di prova

| Tempo dal getto | S ($mm^2$) | F (kN) | σ (MPa) |
|---|---|---|---|
| 7 Giorni | 1963.5 | 6.95 | 3.54 |
| 28 Giorni | 1963.5 | 8.12 | 4.14 |

## Ulteriori prestazioni

| Requisito | Metodo di prova | U.M. | Valore |
|---|---|---|---|
| Resistenza a compressione | EN 12190 | MPa | 28 gg ≥100[1] |
| Resistenza a flesso trazione | CNR_DT204_2006 | MPa | 28 gg ≥ 10 |
| Resistenza a trazione $f_{Ftu}$[2] residua | CNR_DT204_2006 | MPa | 28 gg ≥ 3,5 |
| Modulo elastico (28gg): | EN 13412 | MPa | ~ 37000 |
| Adesione al calcestruzzo (28gg): | EN 1542 | MPa | > 2,7 |
| Resistenza a taglio | EN 12615 | MPa | > 15 |
| Ritiro / espansione a 90 giorni | UNI EN 1217-4 UNI 6687 | µm/m | ±10 |
| Reazione al fuoco | EN 1504-3 | Classe | A1 |

*Nota: consistenza 210÷220 mm, metodo UNI EN 13395-1*

*[1]: Valori prossimi a 130 MPa in condizioni standard*

*[2]: Valore determinato sia mediante prova di trazione (CNR-DT 204/2006, Appendice C) che prova di flessione su provino strutturale non intagliato (CNR-DT 204/2006, Appendice A)*

# PREPARAZIONE E APPLICAZIONE

## PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

- Rimuovere con cura ogni parte incoerente dalle superfici della struttura oggetto d'intervento in modo da non compromettere il normale indurimento o l'adesione di COMPOSITE M130 al calcestruzzo sottostante.
- Asportare l'eventuale strato di calcestruzzo degradato e/o irruvidire il supporto mediante idroscarifica, idrolavaggio o scarifica meccanica. Il supporto deve essere pulito, privo di polvere, parti friabili e sostanze che possono pregiudicare l'adesione di COMPOSITE M130.
- Posizionare l'eventuale armatura integrativa sul sopporto con gli opportuni distanziatori.
- Bagnare le superfici di contatto fino ad imbibimento totale, iniziando l'operazione qualche ora prima del getto.
- Rimuovere con una spugna o con aria compressa l'acqua in eccesso immediatamente prima del getto. Ad ogni elemento di armatura di contrasto aggiunto va garantito un copriferro di almeno 30 mm.

Idroscarifica

Idrolavaggio

Scarifica Meccanica

Idrolavaggio

# PREPARAZIONE E APPLICAZIONE

**Figura 13**
Miscelatore ad asse verticale

## MISCELAZIONE

### A) Strumentazioni

- miscelatore ad asse verticale Paddle Pan Mixer (380 V, 16 A, 4 Poli), capacità max 200 Lt. (Figura 13);
- bilancia di precisione (almeno 30 Kg);
- guanti in tessuto rigido per il maneggio delle fibre metalliche;
- recipienti (secchi di almeno 25 Lt.) utili per il dosaggio dei singoli prodotti;
- rullo/spruzzatore per eventuale stesura di CURING antievaporante.

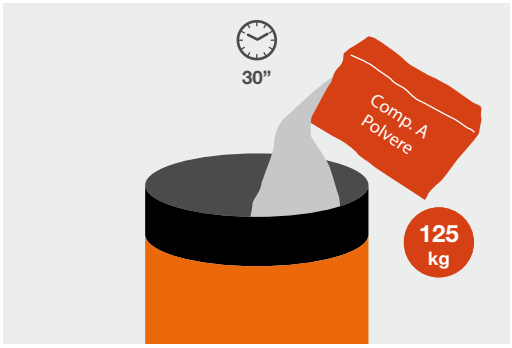
### b) Proporzioni di miscelazione

| COMPONENTE | | QUANTITÀ Confezione | QUANTITÀ per BATCH Nr.10 Confezioni |
|---|---|---|---|
| | POLVERE<br>Componente A<br>Sacco da 25 Kg | 25 Kg | 250 Kg |
| | LIQUIDO<br>Componente B<br>10,5÷11 % in peso riferito al Componente A (polvere) | 2,625* Kg | 26,25* Kg |
| | FIBRE<br>Componente C<br>4,5% in peso riferito al Componente A (polvere) | 1,150** Kg | 11,50** Kg |
| | **Totale** | **28,775 Kg** | **287,75 Kg** |

** il dosaggio del componente B liquido potrebbe arrivare a 2,75 litri/sacco da 25 kg del componente A in polvere, in funzione della fluidità desiderata.*
***il dosaggio del componente C Fibre per la versione COMPOSITE M130 PLUS deve essere incrementato al 5,5% sul peso del componente A in polvere.*

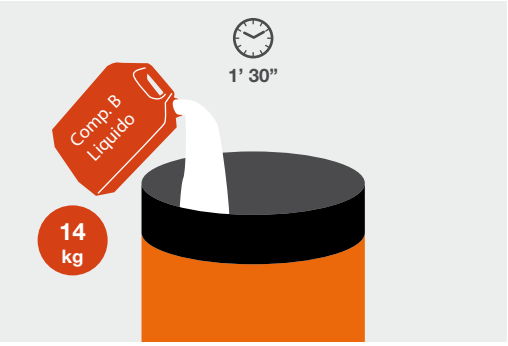
### c) Preparazione del prodotto
### (287,5 Kg: Componente A 250 Kg, Componente B 26,25 Kg, Componente C 11,50 Kg)

1) Avviare il miscelatore.

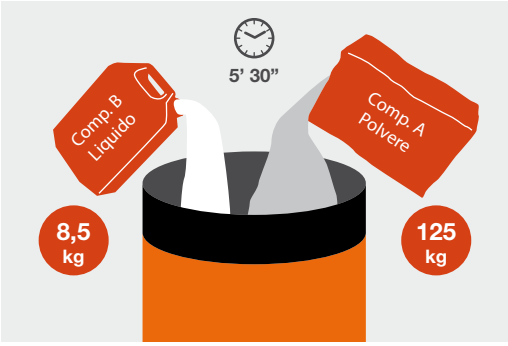



2) Inserire nel mescolatore 5 sacchi della Componente A in polvere per un totale di 125 kg.

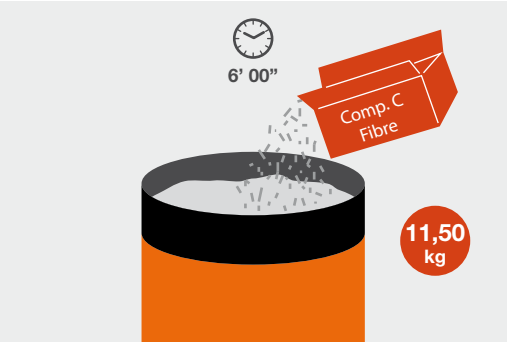
# PREPARAZIONE E APPLICAZIONE




3) Aggiungere circa 14 kg della Componente B liquida. Le fasi 2 e 3 devono durare complessivamente 1 minuto e mezzo.




4) Ad impasto omogeneo e fluido inserire uno alla volta gli altri 5 sacchi della Componente A in polvere fino a raggiungere il totale di 250 kg. Aggiungere man mano anche 8,5 kg della Componente B liquida fino a 22,5 Kg totali e miscelare per almeno 4 minuti.




5) Aggiungere la Componente C fibre, 11,50 Kg, in modo graduale continuando a miscelare.

6) Aggiungere la parte rimanente della Componente B liquida, ovvero 3,75 Kg (fino a raggiungere il totale necessario di 26,25 Kg pari al 10,5%, per 250 Kg di Componente A in polvere corrispondente a nr. 10 sacchi). Le operazioni 5 e 6 devono durare in totale al massimo 1 minuto e mezzo.

7) Mescolare per almeno 2-3 minuti fino ad ottenere un impasto omogeneo con la consistenza desiderata. Eventualmente dosare 1,25 kg della Componente B liquida per aumentare la fluidità qualora fosse necessario arrivando all’11% totale sul peso della Componente A in polvere.

8) Scaricare il prodotto miscelato e trasportarlo ai punti di getto.
Stendere lentamente in modo da favorire la fuoriuscita dell’aria inglobata .

**Figura 14**
Predisposizione casseri pilastri.

**Figura 15**
Colata entro cassero pilastro piano sottostante.

**Figura 16**
Stagionatura con teli di polietilene.

**Figura 17**
Stagionatura con antievaporante CURING.

## APPLICAZIONE

Utilizzare casseforme non assorbenti per evitare sottrazioni dell'acqua d'impasto di COMPOSITE M130. Fissare e sigillare le casseforme. Colare a mano da un angolo o con l'ausilio di una pompa, e vibrare leggermente il getto (o costipare manualmente) in modo da raggiungere la massima compattezza. La colata deve avvenire in modo fluido e continuo per evitare la formazione di bolle d'aria nell'impasto.
Il prodotto è lavorabile per circa 60 minuti dal confezionamento a 20°C. Terminare il lavoro rendendo planare la miscela e lisciare con staggia o frattazzo in metallo.

## STAGIONATURA

Dopo l'applicazione, non appena avvenuta la presa, mantenere inumidita la superficie della malta; tale operazione è sempre importante, soprattutto quando gli spessori applicati sono ridotti, e risulta decisiva in caso di climi caldi, secchi e ventilati. All'occorrenza si può mantenere la superficie bagnata per qualche giorno, nebulizzando ciclicamente dell'acqua sulla superficie o utilizzando sacchi di iuta o stracci bagnati ricoperti da fogli di polietilene. Tuttavia, una corretta stagionatura può anche essere realizzata mediante l'applicazione degli specifici agenti stagionanti della linea CURING di General Admixtures.

# PREPARAZIONE E APPLICAZIONE

## PRECAUZIONI

Il prodotto deve essere applicato a temperature ambientali comprese tra 5 e 35°C. Nel caso di temperature molto elevate (>30°C) applicare la malta subito dopo la miscelazione e proteggere immediatamente la superficie del getto secondo le modalità descritte nel paragrafo precedente.
Nel periodo invernale (T<8°C) è consigliato l'utilizzo di acqua tiepida o calda. Lo sviluppo delle resistenze meccaniche nei climi rigidi è rallentato. Effettuato il getto, proteggere adeguatamente le parti esposte con polistirolo od altro materiale coibente. La temperatura all'interno della malta deve possibilmente essere mantenuta attorno ai 10°C. Pur sconsigliando applicazioni a temperature inferiori a 0°C, nel caso di getti eccezionali a temperature così basse, impiegare acqua d'impasto calda (la temperatura della malta deve essere di almeno 10°C) e realizzare solo interventi di limitata estensione in modo da proteggere adeguatamente i getti evitando il congelamento del materiale.
Dopo la miscelazione pulire immediatamente l'impastatrice con BETON CLEANER per evitare il formarsi di fastidiose incrostazioni, difficili da rimuovere, dovute al rapido indurimento della malta.

## CONSERVAZIONE DEL PRODOTTO IN CANTIERE PRIMA DELL'UTILIZZO

COMPOSITE M130 va conservato in appositi imballi, chiusi, in luogo protetto non esposto ai raggi solari, ad una temperatura compresa tra i 5°C e i 25°C per un periodo non superiore ai 6 mesi.

# COMPOSITE M130 NEL CALCOLO STRUTTURALE

## RESISTENZA DI CALCOLO A COMPRESSIONE E RELATIVO LEGAME COSTITUTIVO

Con riferimento al punto 4.1.2.1.1.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (di seguito indicate come NTC 2018), la resistenza di calcolo a compressione del COMPOSITE M130 $f_{Fcd}$ è pari a:

$$f_{Fcd} = \alpha_{cc} \cdot f_{Fck} / \gamma_C$$

dove:

$\alpha_{cc}$: coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata, pari a 0,85

$f_{Fck}$: Resistenza caratteristica cilindrica a compressione a 28 giorni. Assumendo il valore di 70 MPa non sarà necessario richiedere la specifica autorizzazione al Servizio Tecnico Centrale, come previsto al punto 4.6 delle NTC 2018.

$\gamma_C$: Coefficiente parziale di sicurezza, pari a 1,5

Sostituendo i valori ora definiti nella espressione di cui sopra, si ottiene **$f_{cd}$ = 39,7 MPa.**

In accordo alle NTC 2018, per il diagramma tensione-deformazione del COMPOSITE M130 sarà possibile adottare uno dei tre seguenti modelli (a, b, c):

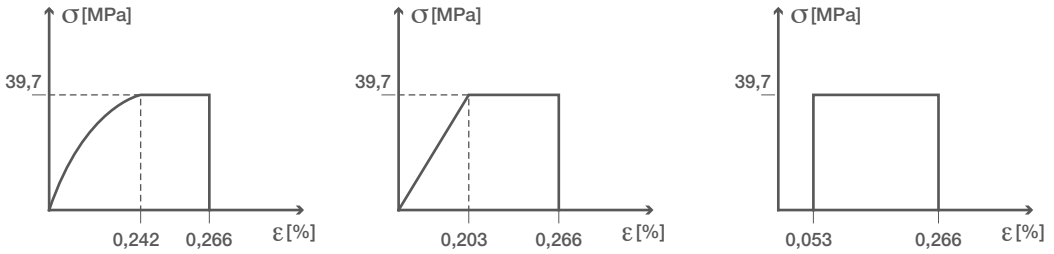



**Figura 18**

I parametri riportati in Figura 18 si ottengono sostituendo il valore $f_{ck}$ = 70 nelle espressioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 delle NTC 2018, al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

Con riferimento al punto 2.5.2.3 del Documento CNR-DT 204/2006, la descrizione del comportamento a trazione del COMPOSITE M130 potrà essere fatta con il modello semplificato "rigido-plastico" (Figura 19).

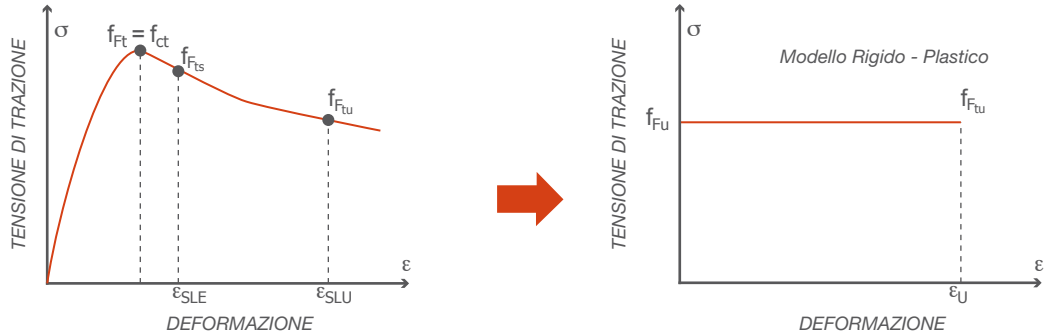



**Figura 19**

La resistenza di calcolo a trazione è pari a:

$$f_{Ftd} = f_{Ftuk} / \gamma_F$$

dove:

$f_{Ftuk}$: Resistenza caratteristica a trazione a 28 giorni.

$\gamma_F$: Coefficiente parziale di sicurezza, pari a 1,5 in caso di Controllo di Qualità ordinario sul materiale (resistenze ottenute con prove standard nominali) o 1,3 in caso di Elevato Controllo di Qualità su materiali e struttura (resistenze ottenute con prove strutturali specifiche).

## ANALISI DELLA SEZIONE

Con riferimento ad una sezione pressoinflessa, le ipotesi alla base dell'analisi della sezione sono:

1. Conservazione delle sezioni piane.
2. Perfetta aderenza calcestruzzo – acciaio.
3. Perfetta aderenza calcestruzzo – COMPOSITE M130.
4. Legami costitutivi del COMPOSITE M130 come descritto.
5. Legami costitutivi di calcestruzzo e acciaio come da DM 14/01/2018.

In Figura 20 si riporta una classica distribuzione di tensioni normali nell'analisi di una sezione pressoinflessa rinforzata con COMPOSITE M130. Non vengono riportate le tensioni sulle barre di armatura in quanto del tutto analoghe a quelle considerate su una normale sezione in c.a..

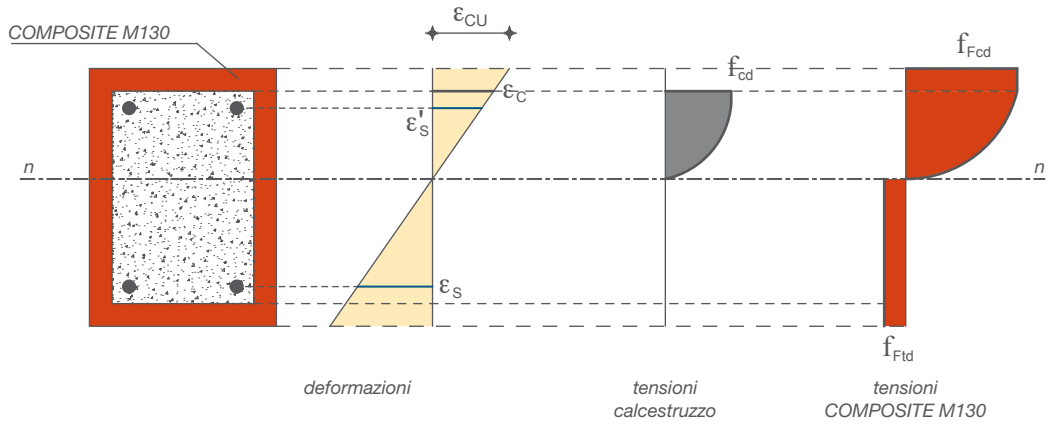



**Figura 20**
Tensioni - deformazioni sezione rettangolare pressoinflessa.

# LE APPLICAZIONI

Le caratteristiche sinora illustrate fanno del COMPOSITE M130 un materiale estremamente versatile, impiegabile sia nella ottimizzazione delle sezioni resistenti di Elementi Strutturali Nuovi (es. prefabbricati) che nella riparazione e rinforzo di Elementi Strutturali Esistenti. Proprio nell'ambito delle Strutture Esistenti, soprattutto quelle ubicate in Zone Sismiche, COMPOSITE M130 risulta particolarmente indicato per le diverse tipologie di intervento previste dalle attuali "Norme Tecniche per le Costruzioni", emanate con D.M. 14 Gennaio 2018 e dalla relativa Circolare Esplicativa n° 617/C.S.LL.PP. del 02/02/2009:

- Riparazioni o Interventi Locali che interessino elementi isolati (travi, architravi, porzioni di solaio, pilastri,ecc…), soggetti a danno localizzato o degrado, tali da renderli non più adeguati alla loro funzione strutturale.
- Interventi di Miglioramento Sismico, atti a incrementare la resistenza e/o la duttilità dei singoli elementi o parti strutturali di una struttura esistente in cemento armato.
- Interventi di Adeguamento Sismico, di strutture esistenti secondo i principi dettati dalle norme tecniche per le costruzioni.

Le Elevate Prestazioni del COMPOSITE M130 consentono di realizzare interventi caratterizzati da spessori molto contenuti e, di conseguenza, limitati incrementi di massa e di carico. Tali condizioni sono ottimali nell'ambito di interventi di miglioramento o adeguamento sismico.

### INTERVENTI COMUNI

| Pilastri & Travi | Solai | Nodi |
|---|---|---|
| Incamiciature a basso spessore | Ripristino Degrado | Ripristino Degrado |
| Riparazioni | Risoluzioni di carenze Statiche e Sismiche | Risoluzioni di carenze Statiche e Sismiche |
| Rinforzi (Sforzo normale, Momento, Taglio) | Ripristino della funzionalità Statica | Ripristino della funzionalità Statica |
| Ripristino copriferro degradato | Aumento della Capacità Portante | Miglioramento e Adeguamento sismico |
| Risoluzioni di carenze Statiche e Sismiche | Realizzazione Diaframma Rigido | |
| Ripristino della funzionalità Statica | Riduzione delle Deformazioni | |
| Aumento della Capacità Portante | Riduzione delle Vibrazioni | |
| Miglioramento Sismico | | |
| Adeguamento Sismico | | |
| Introduzione della Gerarchia delle Resistenze | | |
| Incremento di Durabilità | | |

## BENEFICI

Interventi su Travi e Pilastri:

- Incremento della Capacità Portante in termini di Sforzo Normale (N), Momento flettente (M) e Taglio (V).
- Aumento della Duttilità e Tenacità.
- Incremento della Durabilità.

Interventi su Solai:

- Aumento della Capacità Portante.
- Riduzione delle deformazioni.
- Realizzazione di orizzontamenti rigidi nel piano.

Interventi sui Nodi Trave – Pilastro:

- Incremento della Resistenza, nell'ottica del principio di Gerarchia delle Resistenze.

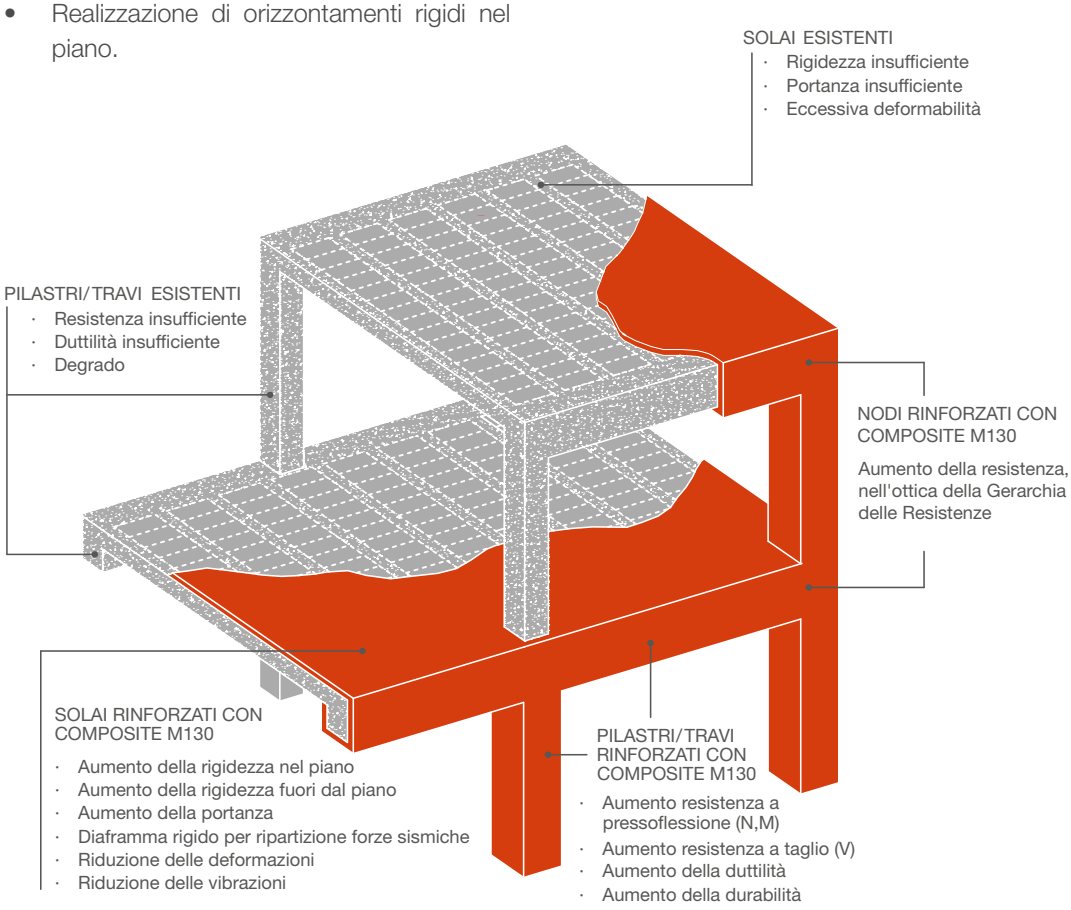


**Figura 21 | 22**
Esempi di posa in opera del COMPOSITE M130.

# PILASTRI

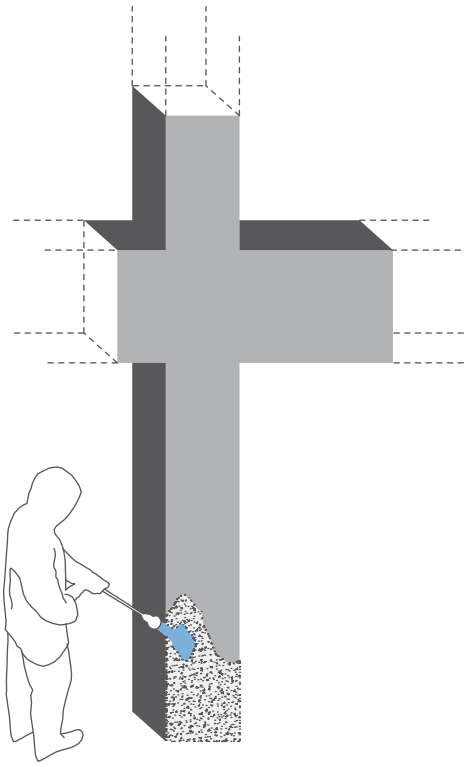


Figura 23

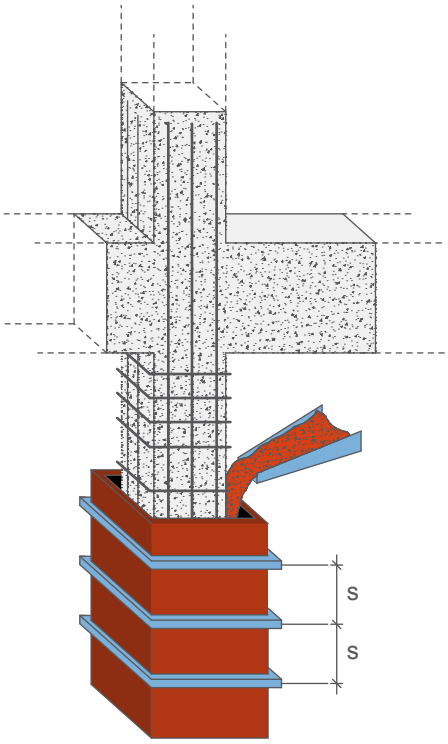



Figura 24

Per la sua peculiarità, COMPOSITE M130 si presta soprattutto per interventi di ripristino e rinforzo dei pilastri.

**PROCEDURE OPERATIVE DI INTERVENTO**

- Messa in sicurezza della struttura o dell'elemento strutturale.
- Rimozione del calcestruzzo ammalorato mediante scarifica meccanica o, preferibilmente idroscarifica (Figura 23). L'operazione deve essere tale da garantire una rugosità di almeno 2 mm, necessaria per la corretta adesione del COMPOSITE M130 al supporto originario.
- Messa a nudo delle armature e loro pulizia, con rimozione totale delle parti corrose. La rimozione del calcestruzzo deve avvenire anche a tergo dell'armatura corrosa, per uno spessore di almeno 1,5÷2,0 cm.
- Trattamento dei ferri di armatura mediante prodotto passivante STRUCTURE PROTECT, secondo le modalità riportate nella relativa scheda tecnica.
- A seconda dell'intervento, installazione di rete metallica o di armatura integrativa.

- Montaggio, secondo le indicazioni progettuali, di opportuna cassaforma non assorbente, non intaccata da sporco, polvere, oli, terriccio, ghiaccio, ecc.. I casseri devono essere rigidi, ben fissati ed a perfetta tenuta, resistenti alla spinta esercitata dal COMPOSITE M130 in fase fluida senza mostrare deformazioni o perdite di materiale. Particolare attenzione andrà posta nella parte inferiore del cassero, sottoposta alle sollecitazioni maggiori. Utile l'impiego di staffe metalliche, poste sulla cassaforma ad un interasse (indicato con "s" in Figura 24) non superiore ai 40 cm circa.
- Applicazione superficiale entro cassero di prodotto disarmante della Linea DEMOULD di General Admixtures.

- Bagnatura a rifiuto del supporto di calcestruzzo prima dell'esecuzione del nuovo getto di COMPOSITE M130. Dopo l'abbondante bagnatura, procedere a rimuovere l'acqua in eccesso mediante aria compressa o impiego di panni umidi.
- Esecuzione del getto di COMPOSITE M130. Colare da un angolo il Prodotto assicurandosi del completo riempimento del cassero e della totale fuoriuscita di eventuale aria presente. La colata deve avvenire da un'altezza massima di un metro dal livello di base. In presenza di sezioni ridotte, potrà essere applicata una leggera vibrazione al getto (oppure una semplice costipazione manuale) per favorire la compattazione del materiale.
- La rimozione dei casseri potrà avvenire, salvo diverse condizioni, appena dopo 24 ore dal getto. Nel caso di elevati sviluppi di calore (spessori elevati) lasciare in opera i casseri per almeno 3 giorni (nel caso di casseri metallici, al fine di evitare dispersioni di calore rapide, utilizzare un opportuno materiale termoisolante).
- Dopo la rimozione dei casseri eseguire una stagionatura ad umido (in particolar modo quando gli spessori applicati sono ridotti o in caso di climi caldi, secchi e ventilati). All'occorrenza si può mantenere la superficie bagnata per qualche giorno, nebulizzando ciclicamente dell'acqua o utilizzando sacchi di iuta, stracci bagnati ricoperti da fogli di polietilene o pellicole di cellophane. Una corretta stagionatura potrà essere realizzata in modo semplice mediante nebulizzazione superficiale degli specifici agenti stagionanti della linea CURING di General Admixtures.

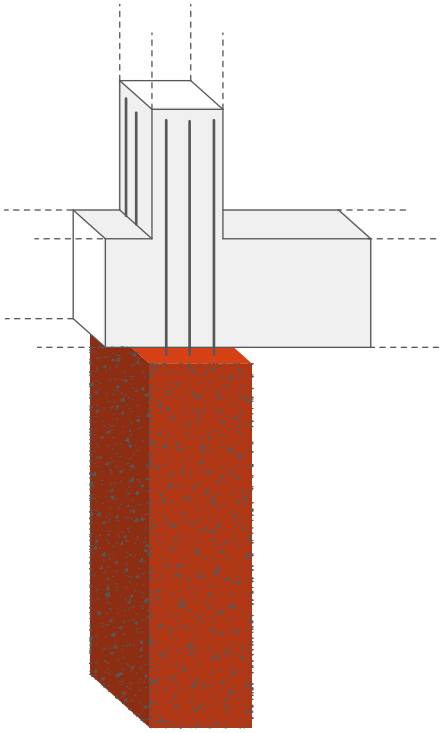


Figura 25

Figura 26

# PILASTRI - ESEMPIO APPLICATIVO 1

## RIPRISTINO CORTICALE DEL COPRIFERRO AMMALORATO E INCAMICIATURA A BASSO SPESSORE

Pilastro in calcestruzzo armato delle dimensioni 30 x 40 cm con armatura principale costituita da ϕ14 disposti come in Figura 27. Il calcestruzzo a seguito di controlli in opera è classificabile come $R_{ck}$ = 20 MPa (Struttura esistente anni '70). L'acciaio è di tipo liscio, classificabile come FeB32K.

Si analizzano due soluzioni tecniche:

- SOLUZIONE 1: ripristino del copriferro esistente (Spessore 30 mm), eventualmente ammalorato, con COMPOSITE M130.
- SOLUZIONE 2: realizzazione di una camicia a basso spessore (Spessore 40 mm) attorno al pilastro integro (copriferro originario inalterato).

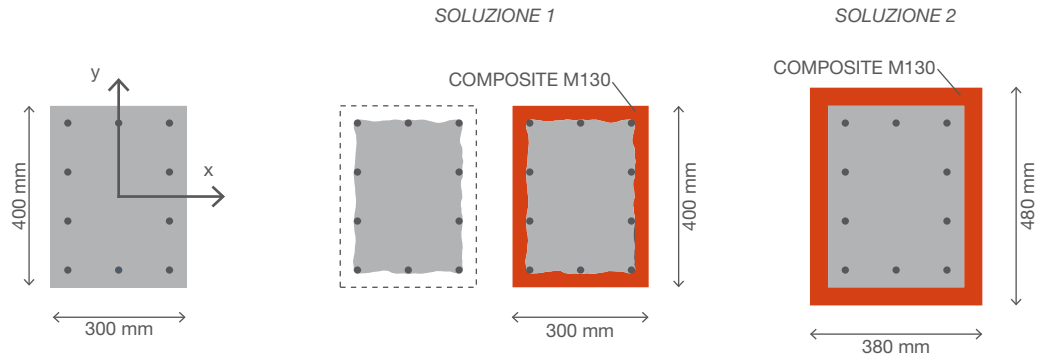



**Figura 27**
Sezione originaria del pilastro e interventi di ripristino/rinforzo (misure in millimetri)

A seguito del degrado (distacco corticale del copriferro) i domini di interazione M-N si contraggono per la riduzione della sezione resistente. La ricostruzione del copriferro con COMPOSITE M130 (Soluzione 1), non si limita a ripristinare le condizioni iniziali, ma determina un miglioramento prestazionale anche rispetto allo stato originario (senza degrado). In entrambe le direzioni, i valori resistenti di N (Sforzo normale) ed M (Momento flettente) risultano incrementati di circa il 70% rispetto alla condizione iniziale (con copriferro originale).

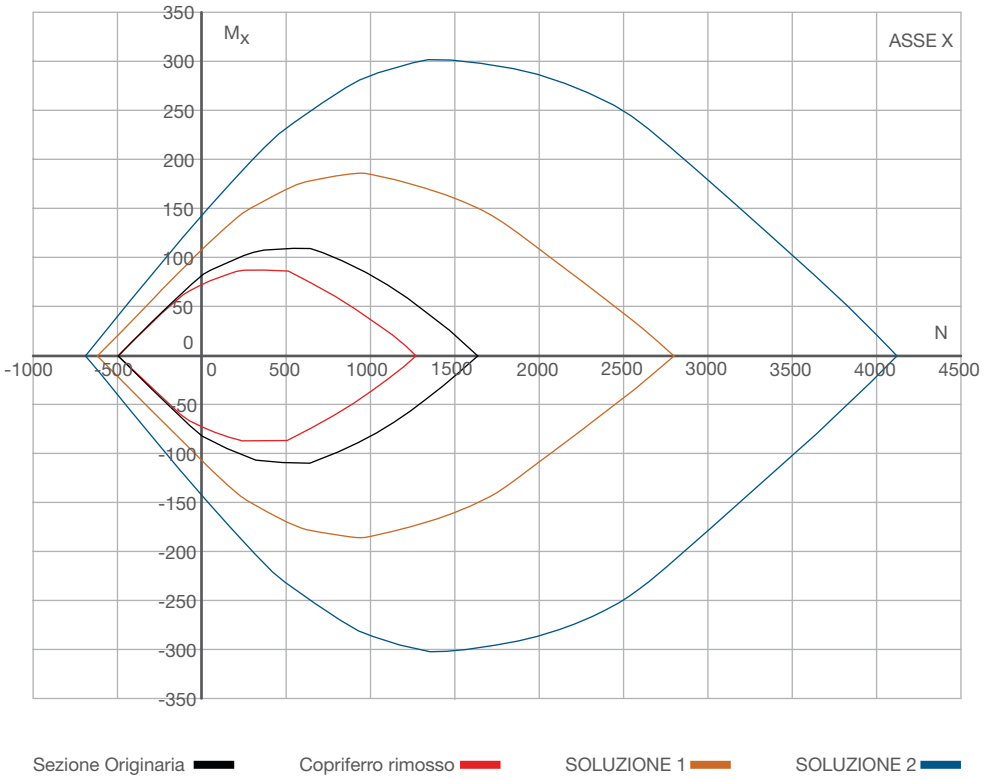
Per quanto riguarda la Soluzione 2, la realizzazione di una camicia di COMPOSITE M130 dello spessore pari a 40 mm sulla sezione originaria, determina in entrambe le direzioni un rilevante aumento di capacità portante, con valori resistenti di N (Sforzo normale) e M (Momento flettente) aumentati per più del 150% rispetto alla condizione iniziale.

In entrambe le soluzioni si osserva un incremento della capacità portante della sezione a trazione.

| Sollecitazione Massima | Sezione Originaria | Sezione senza copriferro | Soluzione 1 | Soluzione 2 |
|---|---|---|---|---|
| N (kN) | 1630 | 1269 | 2797 | 4116 |
| Mx (kNm) | 110 | 88 | 186 | 303 |
| My (kNm) | 87 | 68 | 150 | 251 |

# PILASTRI - ESEMPIO APPLICATIVO 1

## Resistenza alla presso-flessione



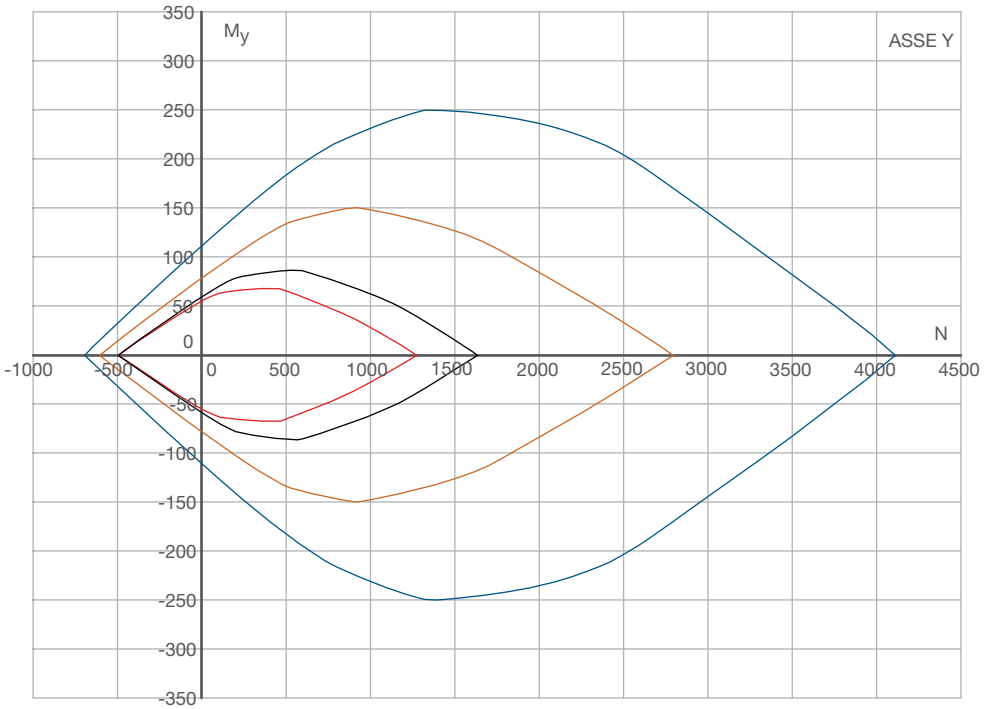




**Figura 28**
Diagrammi N - M sezione rettangolare soggetta a presso flessione.

### Contributo di resistenza a taglio della camicia in COMPOSITE M130

La valutazione di tale contributo può essere fatta ricorrendo alla espressione fornita dalle Istruzioni CNR-DT 204/2006 al punto 4.1.3.3 “Metodo di calcolo a taglio di travi con armatura longitudinale tradizionale e in assenza di armatura trasversale convenzionale”.

Nel caso in esame i contributi al taglio resistente offerti dalla sola camicia di COMPOSITE M130 sono:

| Sollecitazione | Soluzione 1 | Soluzione 2 |
|---|---|---|
| ΔVx (kN) | + 40.1 | + 59.7 |
| ΔVy (kN) | + 51.5 | + 66.8 |

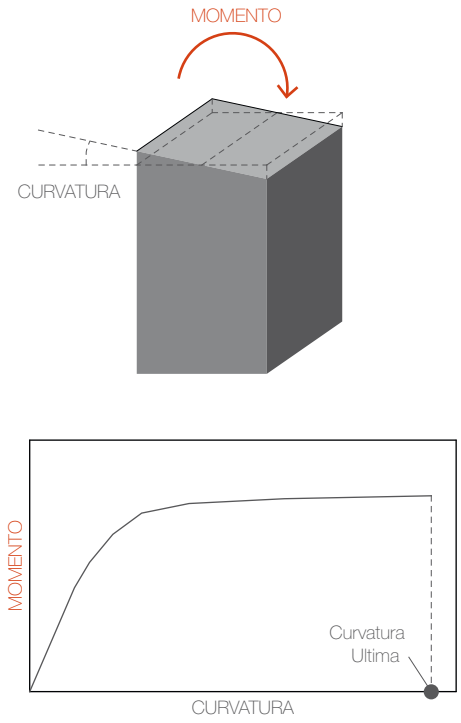



Figura 29

### Duttilità della sezione

Una struttura duttile è fondamentale, soprattutto in zona sismica, perché:

- Le rotture “non duttili”, note come “fragili”, avvengono improvvisamente senza segni premonitori che consentano di intervenire tempestivamente (puntellamenti, sgomberi, ecc…).
- La duttilità delle sezioni consente la formazione delle “cerniere plastiche” che permettono alla struttura di attingere a nuove riserve di resistenza.
- La duttilità consente di dissipare l’energia sismica, prevenendo rovinosi collassi.

La duttilità strutturale dipende, oltre che dalla duttilità vera e propria del materiale (vedi Figura 4) ,da quella delle sezioni dei singoli elementi strutturali e quest’ultima è strettamente legata al cosiddetto “Diagramma Momento-Curvatura” (Figura 29). Tale diagramma evidenzia da un lato la “massima” resistenza a flessione che la sezione è in grado di sostenere, e dall’altro la sua capacità di deformarsi prima di arrivare a rottura.

I diagrammi Momento-Curvatura riportati in Figura 30 sono relativi ad un carico assiale N = 600 kN.

**Diagrammi Momento - Curvatura**

Soluzione 1: La ricostruzione del copriferro (Spessore 30 mm) con il COMPOSITE M130 determina:

- Un incremento, nelle due direzioni, del Momento resistente (ΔM) dell'ordine del 50%;
- Un incremento di capacità deformativa (Δϕ) e quindi di duttilità;
- Un incremento di rigidezza, sia in fase pre-fessurativa che post-fessurativa.

Soluzione 2: La realizzazione di una camicia di 40 mm di COMPOSITE M130 determina:

- Un incremento, nelle due direzioni, del Momento resistente (ΔM) dell'ordine del 100%;
- Un incremento di capacità deformativa (Δϕ) e quindi di duttilità;
- Un incremento di rigidezza, sia in fase pre-fessurativa che post-fessurativa.

Sinteticamente, sia la Soluzione 1 che la Soluzione 2 determinano un incremento sia di resistenza che di duttilità del pilastro.

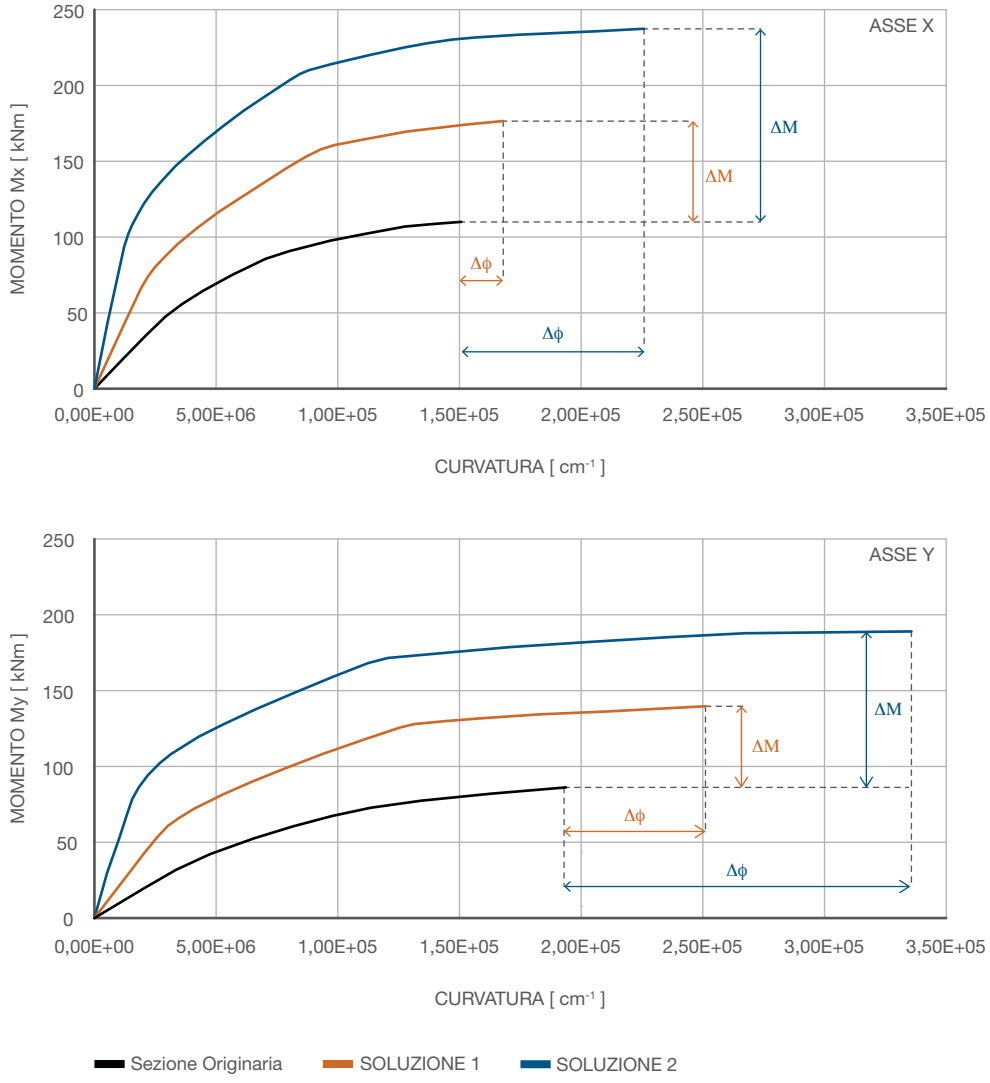


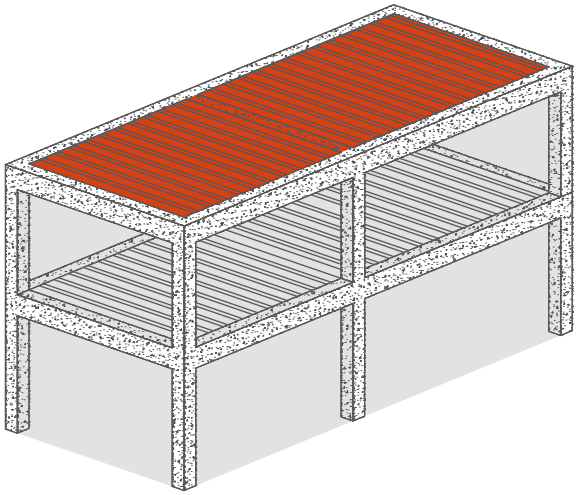

**Figura 30**

# PILASTRI - ESEMPIO APPLICATIVO 2

## MIGLIORAMENTO DEL COMPORTAMENTO SISMICO DI UN EDIFICIO IN C.A.

La struttura esistente (Figura 31) oggetto di ripristino del copriferro (Soluzione A) e di rinforzo (Soluzione B) con il COMPOSITE M130 (Figura 33).

STRUTTURA



SEZIONI

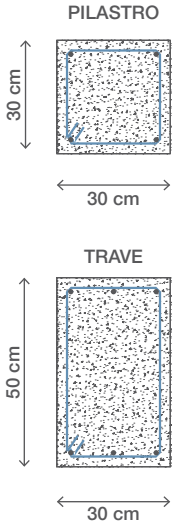



Figura 31 | 32

PARTICOLARI ESECUTIVI e MATERIALI:

- Armatura Pilastri: 4 ϕ 14 + Staffe ϕ6/20
- Armatura Travi: 3+3ϕ14 + Staffe ϕ6/20
- Calcestruzzo: C25/30
- Acciaio: FeB38k

INTERVENTI

**A:** Rimozione del copriferro esistente ammalorato dei pilastri e sua ricostruzione con COMPOSITE M130.

**B:** Incamiciatura a basso spessore (40 mm) dei pilastri con COMPOSITE M130.

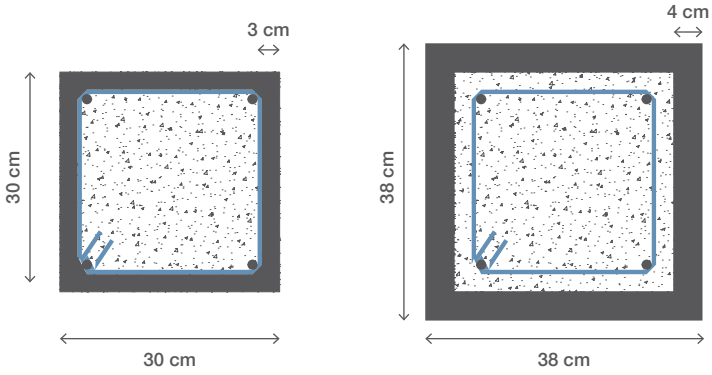



Figura 33

# PILASTRI - ESEMPIO APPLICATIVO 2

## RISULTATI

### Soluzione A

- Geometria delle sezioni INALTERATA
- Nessun incremento di massa
- Conservazione degli spazi
- Nessun impatto visivo dell'intervento

### Soluzione B

- Spessori estremamente contenuti rispetto ad una incamiciatura tradizionale
- Incremento di massa molto limitata
- Variazione degli spazi interni trascurabile
- Impatto visivo dell'intervento minimo e facilmente risolvibile

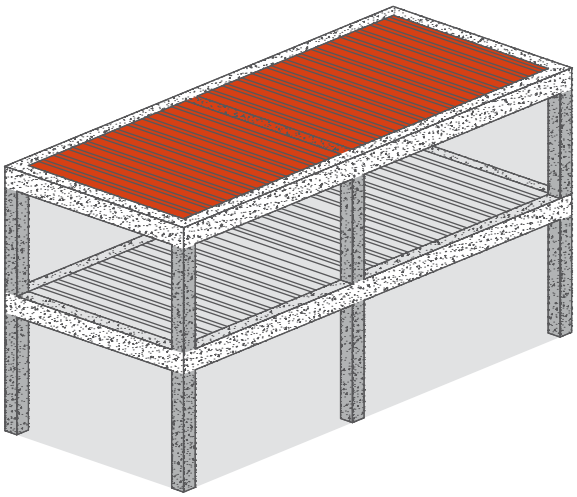


Figura 34

### Analisi statica non lineare (push over)

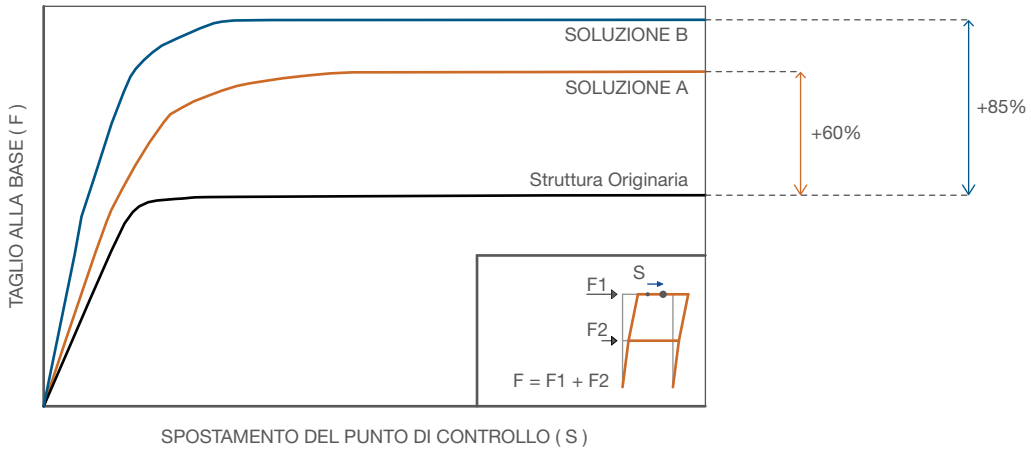



Figura 35

***Il rinforzo dei pilastri con COMPOSITE M130 ha determinato, sia per la Soluzione A che per la Soluzione B, un incremento di resistenza globale dell'edificio.***
***In particolare, la forza massima sostenibile dall'edificio aumenta del 60% nel caso di sostituzione del copriferro originario con il COMPOSITE M130 e dell'85% nel caso in cui il COMPOSITE M130 venga utilizzato per incamiciare il pilastro esistente (compreso il copriferro originario).***

# LA NOSTRA MISSIONE

FORNIRE TECNOLOGIA E VALORE ALL'INDUSTRIA DELLE COSTRUZIONI, ATTRAVERSO L'INNOVAZIONE ED UN APPROCCIO DI SISTEMA.

## INNOVAZIONE

Puntare sulla qualità e innovazione dei propri prodotti, tecnologie e servizi per distinguersi e consolidare la propria immagine.

Garantire attraverso comportamenti consapevoli la sostenibilità ambientale dei propri prodotti.

## SISTEMA

Comprendere e soddisfare le esigenze del cliente attraverso l'ottimizzazione dei propri processi elevando così il livello di competitività ed espandendo le opportunità.

Adottare la cultura della prevenzione riducendo qualunque forma di rischio riferita alla qualità del prodotto o dell'inquinamento dell'ambiente.

**Created by:** Marketing - General Admixtures S.p.A. | **Graphic design:** Paolo Celotto | **Photo:** Archivio General Admixtures S.p.A.

REV.03 15.06.2020

GENERAL ADMIXTURES SPA
MEMBER OF GREEN BUILDING COUNCIL ITALIA

Azienda certificata per la Gestione dei Sistemi Qualità e Ambiente conformi alle norme UNI EN ISO 9001 e 14001

Certified company for Quality and Environmental System Management according to standards UNI EN ISO 9001 and 14001

GENERAL ADMIXTURES

General Admixtures S.p.A.
Via delle Industrie n. 14/16
31050 Ponzano Veneto (TV) | ITALY
T. + 39 0422 966911 | info@gageneral.com
www.gageneral.com | www.antebiago.it