

PRODOTTI E TECNOLOGIE PER RIPRISTINI E RINFORZI STRUTTURALI AD ELEVATISSIME PRESTAZIONI


DOTT. ING. GIACOMO IANNIS – TECNOCHEM ITALIANA SPA

I mix design dei calcestruzzi fibrorinforzati di ultima generazione sono appositamente formulati al fine di ottimizzare le prestazioni del materiale che maggiormente interessano al progettista.

Si possono ottenere in questo modo:

- calcestruzzi ad elevatissima resistenza → denominati UHPC (Ultra high performance concrete)
- calcestruzzi ad elevatissima duttilità → denominati SHCC (Strain hardening cementitious composites)

Grazie alla duttilità dei calcestruzzi fibrorinforzati si sono sviluppati nuovi campi applicativi per i quali non erano utilizzabili i prodotti cementizi tradizionali, che sono notoriamente fragili.




... DUTTILITA' o CAPACITA' DEFORMATIVA

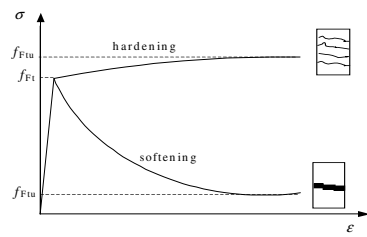
- **di una struttura**
è la capacità della stessa di assorbire deformazioni senza arrivare al collasso

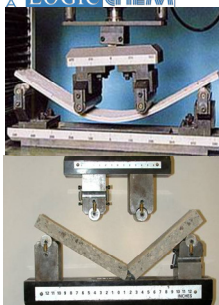
... DUTTILITÀ o CAPACITA' DEFORMATIVA

- **di un materiale**
è la capacità del materiale di deformarsi in una zona definita (localizzabile) senza fratturarsi in modo incontrollato

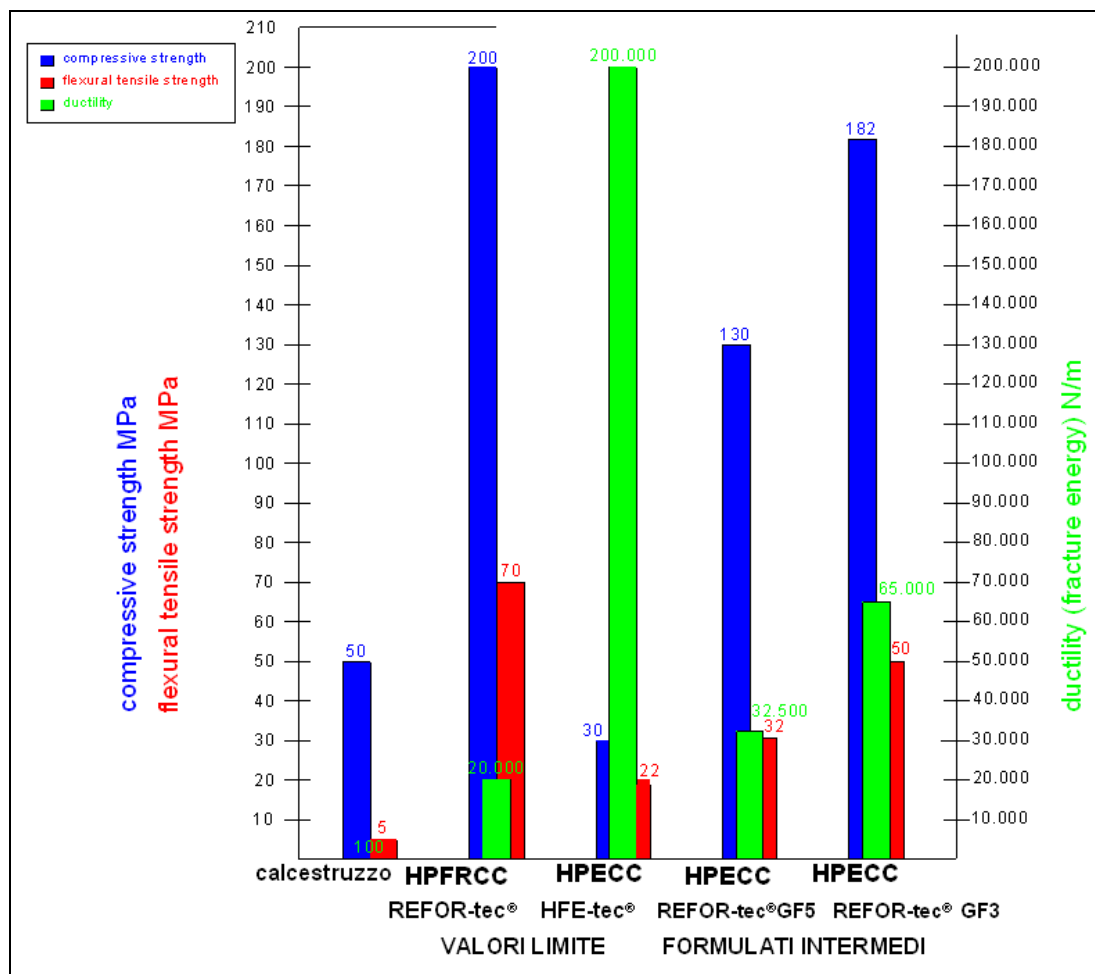
- acciai
- materiali cementizi?

**Refor-tec®
HPFRCC**





Il diagramma seguente mostra alcuni prodotti fibrorinforzati ad elevatissime prestazioni confrontati con un calcestruzzo tradizionale.



Come è possibile osservare:

Un UHPC della famiglia **REFOR-tec**[®] massimizza la resistenza meccanica arrivando a valori di 180 MPa a compressione e 50 MPa a flessotrazione

Un SHCC della famiglia **HFE-tec**[®] massimizza l'energia di frattura arrivando a valori di 200.000 N/m

L'utilizzo di materiali cementizi fibrinforzati, sfruttandone al meglio le potenzialità già in fase progettuale, è prevista dal DM 14 gennaio 2008.

In particolare il progettista può utilizzare in fase di verifica il CNR DT 204/2006.

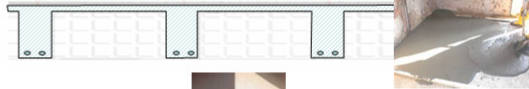
Di seguito si esamineranno alcune possibili applicazioni di UHPC della famiglia **REFOR-tec**[®]:

APPLICAZIONI TIPICHE

Incamicatura di pilastri



Cappa collaborante su solaio



Rinforzo di nodi strutturali



Rinforzo di travi



INCAMICIATURA DEI PILASTRI

L'incamicatura dei pilastri con un UHPC offre i seguenti vantaggi:

Incamicatura di pilastri

TECNOCHEM TECNO ECO
ITALIANA S.P.A. LOGICHEM

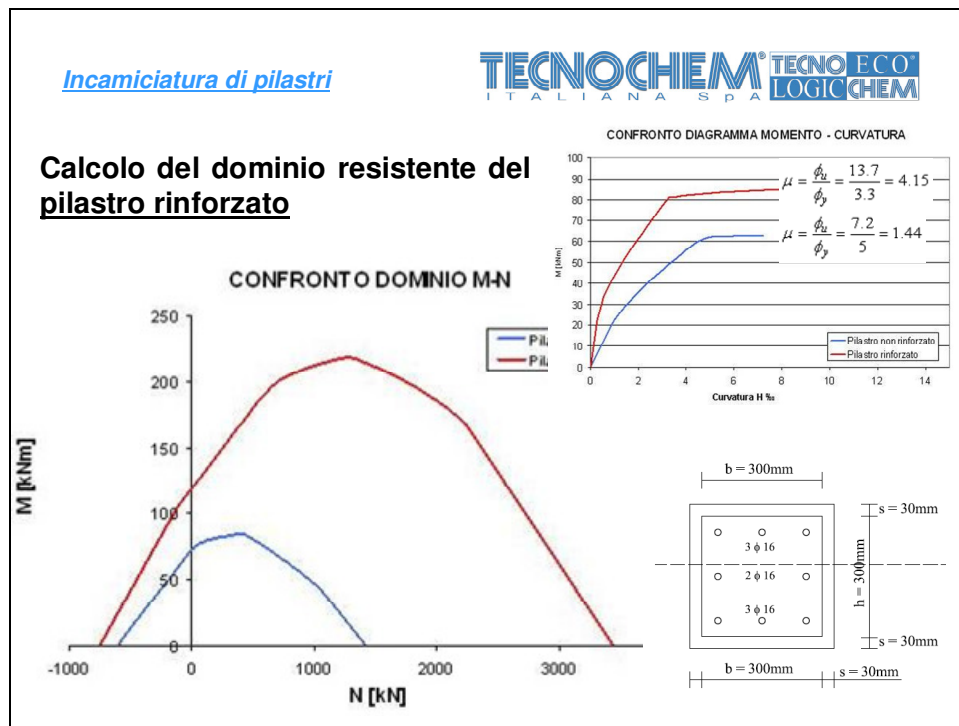
VANTAGGI

- Riduzione dei carichi
- Basso spessore di applicazione
- Possibilità di evitare la posa di armatura longitudinale e staffe
- Elevata resistenza e rigidità
- Reologia SCC
- Non risulta necessario intonacare le superfici che possono essere direttamente verniciate

La eccezionale reologia SCC consente di realizzare getti casserati con spessori limitati, anche grazie alla possibilità di non dovere inserire alcuna armatura aggiuntiva oltre alle fibre presenti nella matrice.

La resistenza a compressione molto elevata consente di ottenere grandi incrementi di portanza del pilastro anche in caso di calcestruzzo originario di bassa resistenza. L'elevato modulo elastico e l'elevata adesione al supporto in calcestruzzo consentono di trasferire correttamente i carichi verticali dalla struttura preesistente (debole) alla nuova camicia ad elevata resistenza.

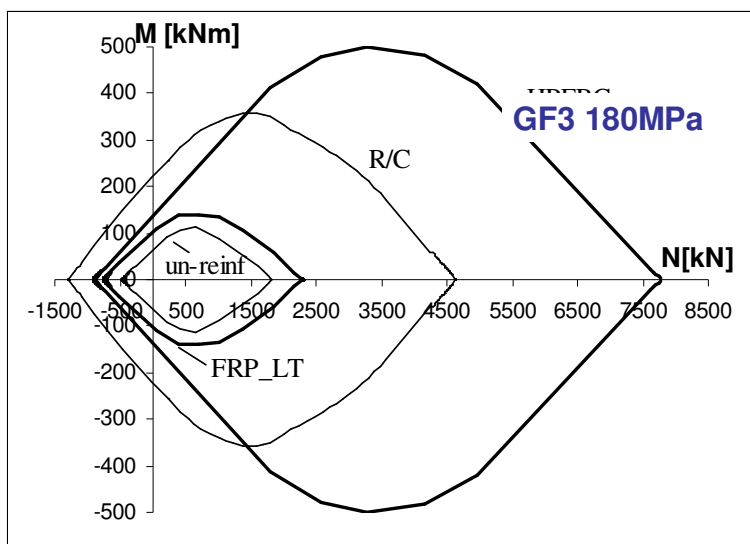
Il diagramma M/N seguente mostra l'incremento di resistenza a presso flessione di un ipotetico pilastro in calcestruzzo C16/20 di sezione 30x30 armato con 8Φ16, rinforzato con una camicia di 30 mm di UHPC. E' evidente sia l'incremento di resistenza a presso flessione sia l'aumento di duttilità del pilastro.



Il diagramma di seguito mostra il confronto tra il pilastro originario e il pilastro rinforzato con diverse tecnologie:

- cerchiatura con fibre in carbonio
- camicia in calcestruzzo armato tradizionale
- camicia in UHPC: Refor-tec[®] GF3

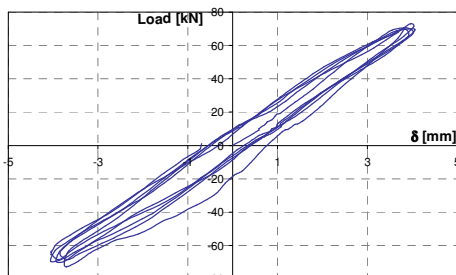
Confronti



Questi risultati sono stati verificati da una attenta attività sperimentale in laboratorio con modelli in scala reale:

RISULTATI DELLA SPERIMENTAZIONE

Sono stati eseguiti 5 cicli di carico con le sollecitazioni massime di progetto. La prova eseguita ha dimostrato l'eccellente risposta strutturale della tecnica di rinforzo, che ha consentito di ottenere significativi incrementi di resistenza e duttilità.



In seguito alla fase di sperimentazione sono già state eseguite con successo numerose applicazioni in cantiere su tutto il territorio nazionale, sia con esigenze di rinforzo strutturale per i carichi verticali, sia con necessità di adeguamento sismico.

RINFORZO DI SOLAI IN LATEROCEMENTO



RINFORZO DI SOLAI

PROGETTO DI ADEGUAMENTO SISMICO DELL'OSPEDALE COTUGNO DI BARI




Oggetto:
Ospedale Cotugno


Località:
Bari

Ripristino:
Adeguamento sismico
Rinforzo di solai in laterocemento
con cappa collaborante

Quantità:
22'000 m² (15 mm)

Materiale:
Microcalcestruzzo fibrorinforzato
HPFRCC

La realizzazione di cappe collaboranti in UHPC su solai in laterocemento offre i seguenti vantaggi:



I vantaggi in sintesi rispetto a una tradizionale cappa in calcestruzzo:

1. Basso spessore applicativo (15 mm)
2. Adesione al supporto senza necessità di connettori o resine
3. Nessuna necessità di rete di armatura
4. Elevata duttilità e resistenza a sollecitazioni cicliche
5. Incremento della portanza unita a una riduzione della freccia dell'impalcato

Limitato incremento dei carichi

Mantenimento luce interpiano

RINFORZO DI SOLAI IN LEGNO

La realizzazione di cappe collaboranti in UHPC su solai in legno tramite connettori metallici consente di aumentare la resistenza a flessione e ridurre notevolmente la freccia. In merito a questa possibilità sono state eseguite prove di laboratorio su modelli in scala reale, dei quali si riportano i risultati più salienti.

Rinforzo solai in legno

TECNOCHEM ITALIANA SPA **TECNO ECO LOGICHEM**

APPLICAZIONE DI CAPPA COLLABORANTE SU SOLAI IN LEGNO

- Spessore cappa collaborante 3,5 cm
- Connettori metallici con passo viti 10 cm / 20 cm
- viti di collegamento cls/assito Ø5 maglia 30 cm x 30 cm
- telo impermeabile e traspirante per la protezione del solaio in legno
- barre Ø6/20

assito sp. 2.5 cm abete S2
travetti 12x15x510 cm abete S2
cappa in cls sp. 3.5 cm
barre Ø6 B450C
LPR 3.5 cm
assito sp. 2.5 cm abete S2
travetti 12x15x510 cm abete S2

Rinforzo solai in legno

TECNOCHEM ITALIANA SPA **TECNO ECO LOGICHEM**

PROVE SPERIMENTALI A FLESSIONE SU CAMPIONI DI SOLAIO

CARICO DI ROTTURA STRUTTURA RINFORZATA: 65 kN

CARICO DI ROTTURA STRUTTURA NON RINFORZATA: 22 kN

IL CARICO DI ROTTURA DELLA STRUTTURA RINFORZATA CON REFOR-TEC GF5 ST-HS è

3 VOLTE

QUELLO DELLA STRUTTURA NON RINFORZATA

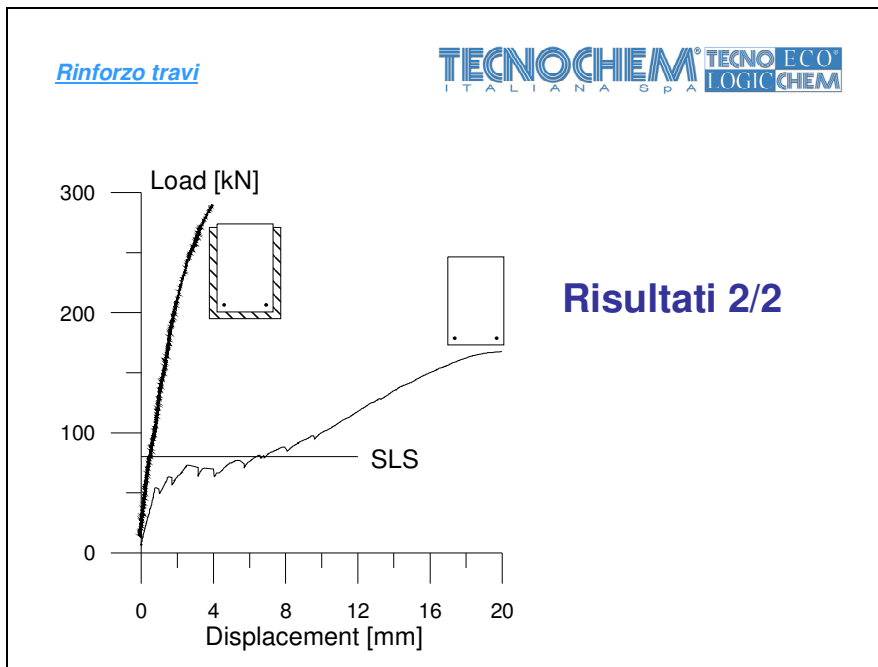
SONO ATTUALMENTE IN CORSO PROVE A TAGLIO SU CAMPIONI AVENTI LE STESS E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MECCANICHE DEI CAMPIONI PROVATI A FLESSIONI

RINFORZO DI TRAVI IN CALCESTRUZZO ARMATO

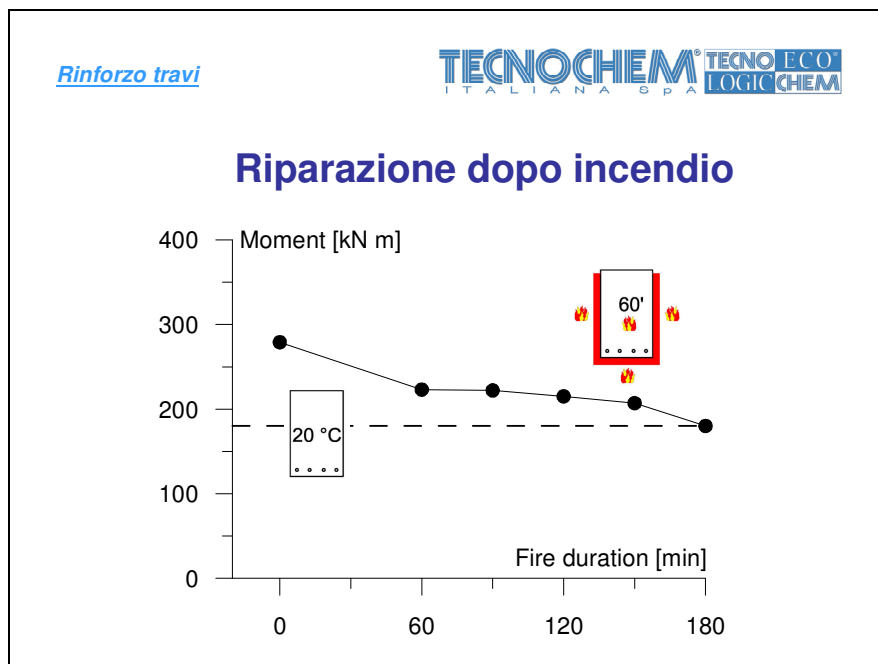
L'applicazione di camicie di rinforzo in UHPC su travi ribassate in calcestruzzo offre eccellenti risultati sia nell'aumento della resistenza a flessotrazione, sia per quanto riguarda la riduzione della freccia.

I principali vantaggi rispetto ai metodi di rinforzo alternativi sono:

1) Riduzione della freccia:



2) Resistenza al fuoco del rinforzo



Inoltre il rinforzo strutturale ha anche funzione di ripristino estremamente durabile del calcestruzzo originario eventualmente degradato.