



Perché scegliere
la fibra strutturale
ad elevate prestazioni
Fortatech® Fibre
High Grade?



aziChem
PRODOTTI SPECIALI PER L'EDILIZIA E LA BIODIVILIZIA

Azichem • Via G. Gentile 16/A • 46044 Goito (MN) • Italy
Tel. 0376 604 185 - 0376 604 365 • Fax 0376 604 398
info@azichem.it • www.azichem.it

Da cosa si riconosce la superiore qualità della fibra strutturale ad elevate prestazioni High Grade?

Indice degli argomenti

Resistenza alla compressione	4
Resistenza alla flessione	4
Comportamento relativo alle fessure precoci da ritiro	6
Comportamento al ritiro	6
Capacità di penetrazione dell'acqua	8
Comportamento relativo allo sfilamento	8
Resistenza alla rottura ed energia di rottura	10
Resistenza all'attacco solfatico	10
Resistenza iniziale	10
Comportamento alla combustione	12
Applicazioni	13/14
Note bibliografiche e fonti	15

La materia prima

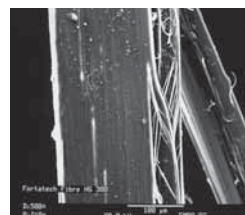
Per produrre Fortatech®Fibre High Grade vengono utilizzate poliolefine pure. Pertanto la resistenza agli alcali viene garantita per l'intera massa della fibra e non solo sulla superficie. Il materiale fibroso è chimicamente inerte, imputrescibile con valori dell'assorbimento d'acqua praticamente prossimi allo 0%.



La fibra fibrillata raccolta in fasci

La fibra fibrillata in fasci e la distribuzione ottimale

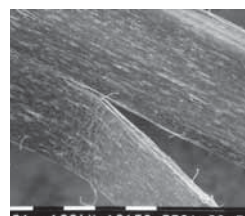
Il complesso ed oneroso processo produttivo consente il conseguimento di un'esatta fibrillazione della fibra. La fibra viene raggruppata e tagliata dopo questo peculiare processo produttivo. La fibrillazione ed il raggruppamento permettono un'ottimale distribuzione nella matrice del conglomerato.



La fibrillazione

La superficie rugosa

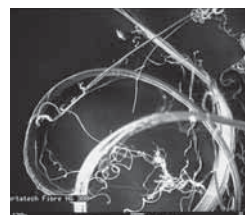
Il trattamento di finitura della superficie fibrosa è specificatamente orientato per la creazione di una struttura ruvida. Questa caratteristica influenza anche



La rugosità della superficie

.... il comportamento allo sfilamento

All'ancoraggio della fibra Fortatech®Fibre High Grade nel calcestruzzo è stata attribuita un'importanza fondamentale. La rugosità e la fibrillazione sono state infatti previste per migliorare decisamente il comportamento allo sfilamento.



Le fibrille

.... il dosaggio

1 kg di Fortatech®Fibre High Grade al m³ è sufficiente per un'armatura ottimale. Per applicazioni speciali i dosaggi dovranno essere adattati di volta in volta (spritz beton, calcestruzzo refrattario).

Quali sono i vantaggi tecnici della fibre strutturale High Grade?

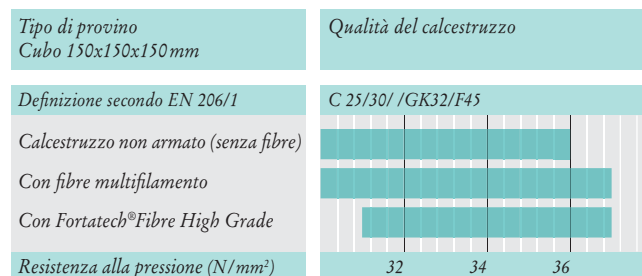
Resistenza alla compressione

La resistenza alla compressione non è significativamente influenzata dall'aggiunta di Fortatech®Fibre High Grade che determina variazioni positive del tutto marginali rispetto al calcestruzzo di riferimento, privo di fibre. Peraltro, l'aggiunzione di fibre di tipo tradizionale è spesso accompagnata da decrementi dei valori di resistenza alla compressione.

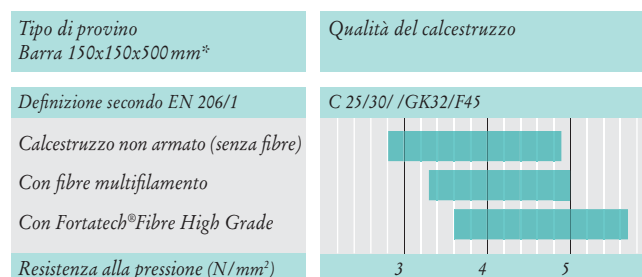
Resistenza alla flessione

Le capacità di resistenza alla flessione aumentano in modo significativo grazie all'aggiunta di Fortatech®Fibre High Grade (fino al 28%). Questo parametro può essere utile per calcoli statici e può essere utilizzato in conformità con le specifiche della Comunità Europea così come di ciascun paese. Come base per tali calcoli vengono utilizzate le direttive per il calcestruzzo con fibre che contempla procedure formulative basate sugli Eurocodici, e ad esse ci si riferisce per il relativo utilizzo. I calcoli effettuati con i presupposti citati mostrano come in diversi elementi strutturali, grazie a Fortatech®Fibre High Grade possono essere omesse le tradizionali armature in acciaio semplici o reticolari. Inoltre, il ricorso a combinazioni di componenti (per esempio Fortatech®Fibre High Grade e armature in acciaio) può consentire considerevoli risparmi quantitativi delle armature ordinarie in acciaio. Pertanto, agli ulteriori vantaggi tecnici, si accompagnano risultati economicamente vantaggiosi nelle costruzioni in calcestruzzo.

Resistenza alla compressione media dopo 28 gg (espressa in N/mm²)



Resistenza alla flessione media dopo 28 gg (espressa in N/mm²)



* Test del terzo punto

Comportamento relativo alle fessure precoci da ritiro

Il test del comportamento relativo alle fessure precoci da ritiro, a mezzo cerchiatura, si basa sui criteri di prova più severi. Le verifiche effettuate indicano che nel calcestruzzo rinforzato con Fortatech®Fibre High Grade la formazione di fessure da ritiro è ridotta di circa l'85% rispetto ai calcestruzzi tradizionali. Il valore riscontrato è coerente con la classe di fessure precoci da ritiro FS2 contemplata dalla normativa del calcestruzzo con fibre.

Ne consegue che con il calcestruzzo con fibre Fortatech®Fibre High Grade la tenuta è nettamente superiore, le microfratture vengono drasticamente ridotte e si possono prevedere tempi di utilizzo più rapidi.

Comportamento al ritiro

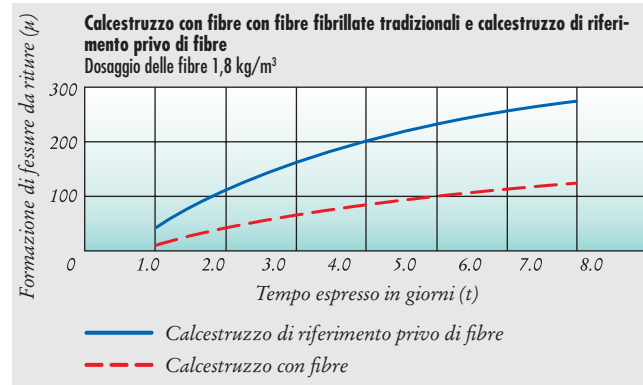
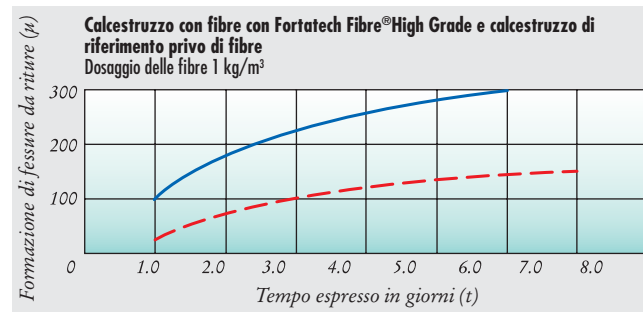
Fortatech®Fibre High Grade influenza positivamente il comportamento al ritiro del calcestruzzo fresco nella prima fase di presa. La proprietà citata rappresenta una delle qualità fondamentali della fibra High Grade fibrillata che minimizza il ritiro del calcestruzzo grazie alle sue peculiari proprietà.

Le prove effettuate hanno mostrato che con l'aggiunta di 1 kg di Fortatech®Fibre High Grade per m³ di calcestruzzo si raggiungono valori che altrimenti si otterrebbero solo con una quantità doppia di altre fibre tradizionali. In proposito occorre considerare che un alto dosaggio di fibre può determinare considerevoli decrementi della resistenza alla compressione.

Comportamento relativo fessure precoci da ritiro classe di calcestruzzo con fibre FS2 (tempo del test 5 ore)

Tipo di provino Cerchiatura: Ø esterno 590mm Ø interno 290mm		Qualità del calcestruzzo Calcestruzzo ad elevate prestazioni C50/60
Calcestruzzo senza fibre	1	620 mm
Calcestruzzo senza fibre	2	420 mm
con Fortatech®Fibre High Grade	1	24 mm
con Fortatech®Fibre High Grade	2	110 mm
		Lunghezze delle fessure da ritiro (valore totale)

Comportamento al ritiro



Capacità di penetrazione dell'acqua

Fortatech®Fibre High Grade influenza positivamente la riduzione della profondità di penetrazione dell'acqua all'interno del calcestruzzo. Il test è basato su una miscela di calcestruzzo con aggregati: 0/16, cemento CEM I 32,5 in ragione di 350 kg/m³ ed additivo plastificante, con rapporto acqua/cemento pari a 0,38. La resistenza alla compressione caratterizzante i campioni di calcestruzzo è risultata di 59,3 N/mm² per il calcestruzzo di riferimento senza fibre e di 66,2 N/mm² per il calcestruzzo con fibre Fortatech®Fibre High Grade. La pressione di prova è stata mantenuta a 0,8 Mpa).

Dalla tabella a lato è possibile evincere come, con l'aggiunta di Fortatech®Fibre High Grade la profondità di penetrazione dell'acqua mostra riduzioni superiori al 25%.

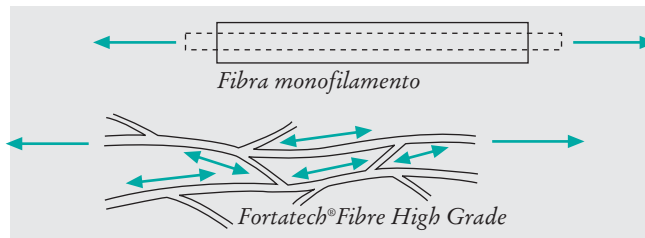
Comportamento relativo allo sfilamento

Le fibre d'armatura debbono essere avvolte dalla matrice cementizia del calcestruzzo ed ancorate in modo tale che, in presenza di sollecitazioni statiche, restino invariate le proprietà positive delle fibre. Con le fibre monofilamento, stante la superficie liscia che le caratterizza, tale comportamento è presente solo in parte. Al contrario, con Fortatech®Fibre High Grade svolgono un ruolo fondamentale le peculiari caratteristiche costruttive e le elevate qualità tecniche. Numerose ricerche scientifiche hanno comprovato che Fortatech®Fibre High Grade presenta caratteristiche ottimali in ordine alla resistenza ed al comportamento allo sfilamento. Nella figura sono rappresentate le forze direzionali e la distribuzione delle forze stesse, in presenza di sollecitazione per trazione e sono illustrati i vantaggi delle fibre fibrillate High Grade.

Capacità di penetrazione dell'acqua

Tipo di provino Cubo 150x150x150mm	Profondità di penetrazione dell'acqua
Calcestruzzo di riferimento (senza fibre)	2,20 cm
Calcestruzzo con Fortatech®Fibre High Grade 1 kg/m ³	1,75 cm

Comportamento relativo allo sfilamento



Resistenza alla rottura ed energia di rottura

I calcestruzzi con fibre sono generalmente caratterizzati da eccellenti valori di resistenza alla rottura. Le ricerche effettuate hanno rivelato come, nel calcestruzzo armato con Fortatech® Fibre High Grade l'energia di rottura aumenti sino a valori del 100%. Nello stesso modo la formazione di lesioni conseguenti a movimenti del terreno può essere ridotta a valori minimi anche in calcestruzzi da costruzione soggetti a tali sollecitazioni. Dalle prove citate emerge anche la significativa riduzione del modulo di elasticità del calcestruzzo addizionato con Fortatech® Fibre High Grade.

Resistenza ai solfati

Il comportamento del calcestruzzo armato con Fortatech® Fibre High Grade, in presenza di aggressioni solfatiche, riferito agli usuali parametri tecnici, evidenzia notevoli vantaggi sia rispetto ai calcestruzzi ordinari che ai calcestruzzi armati con fibre di altro tipo e natura.

Resistenza iniziale

Come per i calcestruzzi con fibre tradizionali, anche nei calcestruzzi armati con Fortatech® Fibre High Grade è rilevabile una resistenza iniziale più elevata. Questa caratteristica rappresenta un vantaggio tecnico ed economico sia nelle costruzioni usuali che nella prefabbricazione, nei sistemi con casseforme scorrevoli, ecc.

Resistenza alla rottura ed energia di rottura

Tipo di provino Cubo 150x150x150 mm	Energia di rottura (sino alla rottura) del test di resistenza alla flessione		
Calcestruzzo non armato (senza fibre)	0,56 J	0,90 J	1,04 J
Con fibre multifilamento	1,26 J	1,81 J	2,11 J
Con Fortatech® Fibre High Grade	1,89 J	2,80 J	3,58 J
Alla stagionatura di	3 gg	7 gg	28 gg

Resistenza ai solfati

Tipo di provino 40x40x160 mm	Valori medi di resistenza alla flessione, N/mm ² dopo immersione rispetto a provini essiccati in aria		
Calcestruzzo non armato (senza fibre)	5,84 (100%)*	4,24 (73%)	4,44 (76%)
Con fibre multifilamento	6,40 (110%)	6,04 (103%)	6,47 (111%)
Con Fortatech® Fibre High Grade	7,24 (124%)	6,45 (110%)	6,52 (112%)
	Soluzione I	Soluzione II	Soluzione III

*A questo valore (100%) sono paragonati tutti gli altri valori di resistenza alla flessione ed i risultati appaiono tra parentesi

Resistenza iniziale

Tipo di provino Cubo 150x150x150 mm	Resistenza alla compressione per 24 ore (N/mm ²)			Valori medi
Calcestruzzo non armato (senza fibre)	3,7	3,8	3,8	3,8
Con fibre multifilamento	4,6	4,5	4,6	4,6
Con Fortatech® Fibre High Grade	4,9	4,6	4,6	4,7
Numero dei provini	1	2	3	

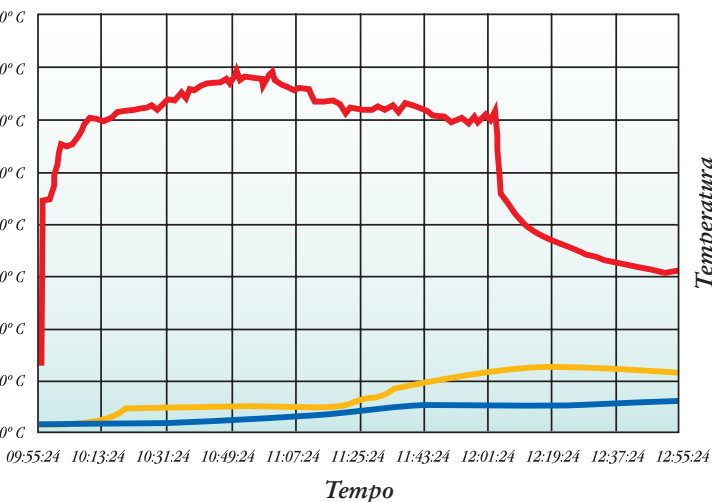
Dove si può impiegare il calcestruzzo con le fibre strutturali Fortatech®Fibre High Grade?

Comportamento alla combustione

I calcestruzzi con fibre Fortatech®Fibre High Grade si distinguono per l'alta resistenza alla combustione, così come è possibile evincere dai numerosi test specifici, effettuati nella galleria sperimentale di Hagerbach a Sargans (CH).

I gas che si sprigionano in seguito alla combustione delle fibre Fortatech®Fibre High Grade non sono nocivi dal punto di vista tossicologico, come è documentato dalle verifiche effettuate.

Uno speciale calcestruzzo con fibre è stato appositamente progettato e brevettato (Lyfor® brevetto europeo e svizzero) per assicurare la resistenza al fuoco nei settori più critici, quali la costruzione di gallerie e l'ingegneria civile. Possiamo sottoporre proposte risolutive di calcestruzzi ad alta resistenza al fuoco, con fibre Fortatech®Fibre High Grade, in funzione degli specifici problemi che ci verranno sottoposti..



Curve di temperatura:

- Ambito dell'incendio, superficie del calcestruzzo
- 3 cm sotto la superficie del calcestruzzo
- 7 cm sotto la superficie del calcestruzzo



- Pavimentazioni industriali
- Piste aeroportuali
- Edilizia abitativa
- Carreggiate in calcestruzzo
- Muri di contenimento
- Muri in calcestruzzo
- Impianti di depurazione
- Centrali elettriche
- Opere idrauliche, dighe, canalizzazioni, condotte, ecc.
- Costruzione di ponti, viadotti, gallerie, ecc.
- Solette e strutture impermeabili
- Industria degli elementi prefabbricati
- Calcestruzzo a proiezione (spritz beton)



Note bibliografiche e fonti

- *Resistenza alla pressione, resistenza alla flessione, resistenza alla rottura ed energia di rottura, resistenza al solfato, resistenza iniziale, comportamento rispetto alle incrinature di ritiro precoci: autorizzazione tecnica dell'industria edile EMI AG, Budapest, Ungheria*
- *Resistenza alla flessione: Istituto di Ricerca e Sperimentazione MA39, Città di Vienna, Austria*
- *Comportamento al ritiro: Zollo Report "Hardend Concrete Drying Shrinkage", Prof. Dr. Zollo, ACI, Detroit, USA*
- *Comportamento alla combustione: esperimenti di combustione su elementi in calcestruzzo, Galleria sperimentale Hagerbach AG, Sargans e convegno di specialisti sul calcestruzzo ignifugo alla Galleria sperimentale Hagerbach AG, a Sargans in Svizzera*
- *Rapporto sulla ricerca MPA, Dortmund, Germania*
- *Direttiva sul calcestruzzo con fibre, Associazione austriaca per la perizia edile e sul calcestruzzo, Vienna, Austria*
- *Resistenza alla flessione e alla pressione: attestato di collaudo della Dr. Hartl GesmbH, istituto di collaudo accreditato dallo stato, Seyring, Austria*
- *Profondità della penetrazione dell'acqua: Akademia Rolnica, Poznan, Polonia*