

Ing. Massimo Fumagalli
CEO & Sales Manager - Fibrocev Srl
m.fumagalli@fibrocev.it

Ing. Federico Alberio
Technical Manager - Fibrocev Srl
f.alberio@fibrocev.it

FIBROCEV
We build business in concrete

Pavimentazioni industriali su isolante: caso applicativo di piastra in FRC a Grumello del Monte (BG)

Soluzione in calcestruzzo fibrorinforzato per le pavimentazioni interne su lastre di isolante di un'importante azienda vinicola nella bergamasca. Grazie all'utilizzo di fibre polimeriche FIBRAG® POLY, è stato possibile realizzare una pavimentazione fibrorinforzata ad alta resistenza, ottimizzando i tempi realizzativi dell'opera.

DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'articolo illustra i particolari di progetto e di realizzazione delle pavimentazioni interne previste per l'ampliamento produttivo dell'azienda vinicola Le Corne Srl di Grumello del Monte (BG).

Date le sollecitazioni gravanti sulla pavimentazione e la richiesta di predisposizione di un sistema di pannelli di isolante controterra, la soluzione in calcestruzzo fibrorinforzato è stata identificata come la migliore sia in termini realizzativi che prestazionali. Tale tecnologia, unitamente al posizionamento di una rete elettrosaldata su tutta l'area di intervento, ha infatti permesso di garantire un rinforzo tridimensionale nell'intera sezione del pavimento, oltre che a dimezzare le tempistiche di realizzazione delle opere stesse.

Di seguito vengono descritti i parametri progettuali e le metodologie realizzative della pavimentazione realizzata.



IL PROGETTO DELLA PAVIMENTAZIONE

Il presente articolo illustra un importante incarico dal punto di vista progettuale svolto dal team tecnico di Fibrocev, relativo alla realizzazione delle pavimentazioni interne in calcestruzzo fibrorinforzato richieste per l'ampliamento di una storica azienda vinicola nella provincia di Bergamo.

Ascoltate le esigenze della Committenza e come è possibile vedere dettagliatamente nella successiva *Tabella 1*, lo Studio Tecnico Fibrocev ha seguito lo sviluppo del progetto analizzando nel dettaglio le necessità progettuali in termini di carichi agenti e in particolar modo alla richiesta di predisporre un sistema di pannelli di isolante a pavimento su tutta l'area di intervento.

Per questo motivo, è stata valutata una soluzione in FRC considerando il contributo congiunto di fibre polimeriche FIBRAG® POLY: PSF 55-TP e armatura tradizionale.

Il calcestruzzo

Per la realizzazione di una buona pavimentazione industriale, deve essere posta particolare attenzione anche al mix design del calcestruzzo, in modo da garantire la corretta integrità della piastra sia durante le prime ore di maturazione del calcestruzzo che per preservarne la vita utile in relazione ai carichi agenti e al ritiro del calcestruzzo stesso.

Per questo motivo, al giorno d'oggi, assume sempre più un ruolo chiave la figura del Tecnologo del calcestruzzo, il professionista che conosce nel dettaglio tutti i componenti del calcestruzzo ed è in grado di formularne o variarne la sua composizione, adattando il materiale alle specifiche esigenze progettuali e del cantiere in oggetto, che ha potuto definire il seguente mix design:

CALCESTRUZZO	
Classe di resistenza	C25/30
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S5
Rapporto max a/c	0,60
Dimensione massima aggregato	32 mm
Additivi	Superfluidificante specifico per pavimentazioni

Le fibre

Per la realizzazione della pavimentazione fibrorinforzata sono state utilizzate le fibre strutturali **FIBRAG® POLY: PSF 55-TP**, fibre polimeriche per applicazioni strutturali per il rinforzo di calcestruzzi, prodotta mediante processo di estrusione, stiratura e stabilizzazione molecolare.

FIBRAG® POLY: PSF 55-TP è la fibra in grado di ridurre la fessurazione da ritiro nel calcestruzzo oltre che migliorare la durabilità incrementando la resistenza a trazione, a fatica del calcestruzzo ed aumentarne la duttilità.



Materiale	Copolimero poliolefinico additivato
Lunghezza (L)	55 mm
Diametro equivalente (Deq)	0,45 mm
Colore	Grigio
Densità	0,91 g/cm ³
Forma	Struttura ritorta
Resistenza a trazione	650 N/mm ²
Punto di fusione	230 °C
Assorbimento acqua	0,01 %
Resistenza agli alcalini del cemento	Ottima
Temperatura di transizione vetrosa	-30 / 0 °C

I getti

I getti per la realizzazione della pavimentazione sono stati eseguiti attraverso pompaggio di circa 340 mc di calcestruzzo con successiva stesura manuale.

FIBRAG®
Steel & Polymeric Fibers

Fibrocev S.r.l
www.fibrocev.it

Via Cristoforo Colombo, 2
23844 Sirone (LC)

T: +39 031 851038
F: +39 031 852129

@: fibrocev@fibrocev.it
PEC: fibrag@legalmail.it

a company of



GALBIATI FAMILY

Il modello di calcolo

Il progetto di una pavimentazione industriale si basa sulla schematizzazione della piastra su un supporto continuo, in cui il terreno di sottofondo viene modellato come un insieme di elementi elastici indipendenti (teoria di Winkler).

Vengono quindi eseguite dapprima analisi allo Stato Limite di Esercizio (SLE) verificando la deformabilità della piastra al gradiente termico e la fessurazione da ritiro.

La verifica allo Stato Limite Ultimo (SLU) della pavimentazione in calcestruzzo fibrorinforzato viene invece condotta confrontando il valore di progetto delle azioni sollecitanti con i corrispondenti valori resistenti ottenuti dalle resistenze residue del calcestruzzo fibrorinforzato.

Le analisi numeriche prevedono l'utilizzo di un legame costitutivo a trazione post-fessurazione determinato sulla base di prove sperimentali sul materiale in accordo con la normativa UNI EN 14651. Tale norma prevede lo svolgimento di prove sperimentali di flessione su tre punti di carico, condotte su elementi intagliati di dimensione 600x150x150 mm, mediante i quali è possibile determinare le due principali resistenze post-fessurazione: la prima, tipica per le condizioni di esercizio SLE, è la tensione residua f_{R1} raggiunta in corrispondenza di un'apertura alla base dell'intaglio CMOD pari a 0.5 mm; la seconda, tipica per lo stato limite ultimo SLU, è la tensione residua f_{R3} individuata in corrispondenza di un CMOD pari a 2.5 mm.

La tipologia strutturale e le soluzioni progettuali

Per garantire le prestazioni richieste, il modello di calcolo ha restituito una soluzione progettuale fibrorinforzata considerando l'impiego di fibre polimeriche strutturali **FIBRAG® POLY: PSF 55-TP** in ragione di 1.5 kg/m³, che ha permesso il soddisfacimento delle verifiche dei momenti positivi e negativi, considerando il contributo congiunto della rete elettrosaldata prevista.

Grazie all'elevato grado di miscelabilità e di distribuzione uniforme all'interno della matrice cementizia, le fibre FIBRAG® POLY forniscono infatti un eccellente rinforzo tridimensionale della sezione, incrementando la resistenza ultima a trazione del calcestruzzo e controllando in maniera attiva il ritiro igrometrico del calcestruzzo, oltre a garantire una maggiore durabilità delle pavimentazioni stesse fornendo una resistenza aggiuntiva post-fessurazione.

Come è possibile vedere nella successiva *Tabella 1*, il Dipartimento di Progettazione di Fibrocev ha analizzato nel dettaglio l'area oggetto di intervento, fornendo le specifiche progettuali in funzione delle caratteristiche della base di posa della pavimentazione in calcestruzzo e della portata necessaria.

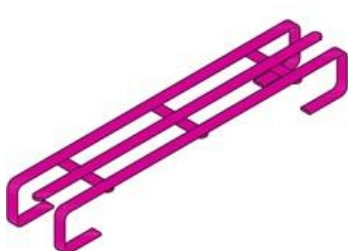
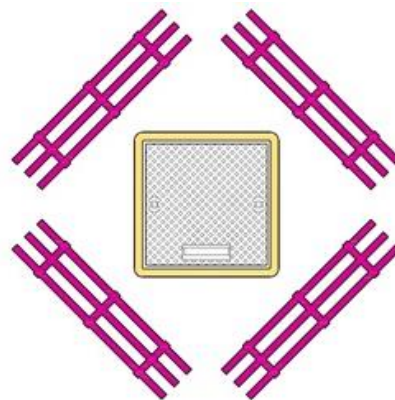
AREE	CARICHI	CALCESTRUZZO	SP. PAVIM.	ARMATURA
AREA 1 PIANO TERRA Sottofondo di posa: massiccata + XPS	UDL 5.000 kg/m ²	C25/30	17 cm	1.5 kg/mc PSF 55-TP + rete diffusa $\Phi 6/20 \times 20$ cm (distanziatore 5 cm)

Tabella 1. Riepilogo della soluzione di progetto per l'area di intervento. Si riportano sommariamente le principali caratteristiche del sottofondo, i carichi limitanti e la relativa soluzione proposta (UDL: uniformly distributed loads)

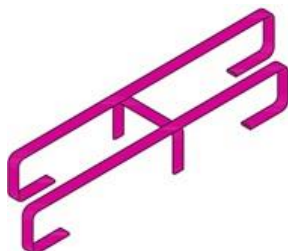
I particolari che fanno la differenza

Oltre ai vantaggi ben noti del calcestruzzo fibrorinforzato, in merito alle pavimentazioni industriali in calcestruzzo, Fibrocev raccomanda l'uso di armatura supplementiva, come indicato al cap. 9.4.3 del CNR-DT 211/2014, da posizionarsi agli spigoli di pilastri e di pozzetti, come i 3 modelli in produzione FIBRAG® STEEL: RUNG.

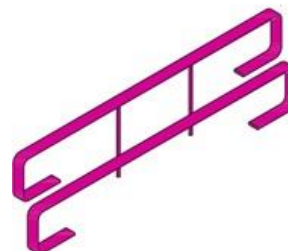
Posizionandoli a 45° gradi rispetto agli spigoli di elementi di discontinuità, infatti, permettono di contrastare attivamente la fessurazione in corrispondenza di tutti gli angoli di una piastra in calcestruzzo, da sempre gli elementi più critici da controllare, garantendo così una maggiore durabilità della pavimentazione stessa.



FIBRAG® STEEL:
RUNG WLF 001



FIBRAG® STEEL:
RUNG WLF 005



FIBRAG® STEEL:
RUNG WLF 007

La Mission



Massima Professionalità

da parte di tutto il Team, formato da tecnici specializzati con approfondita formazione ed esperienza nel settore



Supporto al Cliente

continuo e costante, sostenendolo in ogni fase dell'opera e supportandolo nelle scelte più opportune



Aggiornamento Continuo

in modo da offrire sempre la migliore soluzione innovativa e più vantaggiosa da un punto di vista tecnico ed economico



Rapidità di Risposta

e massima disponibilità, in modo da garantire i tempi previsti di consegna di progetto e operativi di cantiere



Ricerca & Sviluppo

grazie al laboratorio mobile e presso il laboratorio interno Fibrocev, per un continuo controllo e sviluppo della tecnologia FRC



Sopralluoghi in Cantiere

costanti durante ogni fase dell'opera, per un supporto continuo al Cliente

FIBRAG®
Steel & Polymeric Fibers

Fibrocev S.r.l
www.fibrocev.it

Via Cristoforo Colombo, 2
23844 Sironè (LC)

T: +39 031 851038
F: +39 031 852129

@: fibrocev@fibrocev.it
PEC: fibrag@legalmail.it

Capitale Sociale 50.000,00 € i.v. - REA 317517 - Cod. Fisc. / P.IVA / Reg. Impr. Lecco 03466100132

a company of

GALBIATI FAMILY

I vantaggi con l'uso delle fibre polimeriche

FIBRAG® POLY: PSF 55-TP

I vantaggi di un calcestruzzo fibrorinforzato FRC per la realizzazione di una pavimentazione industriale sono molteplici e possono essere così riassunti:

- ✓ **riduzione** dei tempi di posa del calcestruzzo
- ✓ **elevate resistenze** residue del calcestruzzo
- ✓ **contrasto** dei fenomeni di **ritiro** del calcestruzzo
- ✓ **maggior resistenza** ai carichi dinamici e statici
- ✓ **maggior resistenza** all'impatto e alla caduta dei materiali
- ✓ maggior **durabilità** della pavimentazione
- ✓ **maggior resistenza** agli sbalzi termici della pavimentazione
- ✓ **omogeneità delle prestazioni** in tutta l'altezza della sezione

Conclusioni

Il progetto di una pavimentazione industriale è, al giorno d'oggi, un requisito fondamentale per la buona riuscita dell'opera e il punto di partenza per realizzare un lavoro controllato in ogni sua fase.

Le tecnologie messe a disposizione per conferire al calcestruzzo doti di elevata qualità e durabilità, permettono di rispettare pienamente le ambiziose aspettative della Committenza, in quanto una soluzione in calcestruzzo fibrorinforzato FRC si dimostra sia tecnicamente molto valida, ma soprattutto economicamente vincente e vantaggiosa.

Le fasi di realizzazione dell'opera

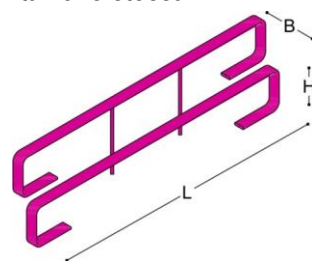


Figura 1. Getto del calcestruzzo fibrorinforzato con ausilio di autopompa

Le armature suppletive

FIBRAG® STEEL: RUNG WLF 007 è l'elemento di rinforzo (armatura suppletiva) da posizionare agli spigoli dei pilastri e dei pozzetti per contrastare la spinta della piastra in calcestruzzo.

Nella sua semplicità di posa è l'elemento ideale per evitare la fessurazione in corrispondenza di tutti gli angoli presenti in una pavimentazione in calcestruzzo, da sempre le aree più critiche da controllare, riducendo così le attività di manutenzione necessarie nella vita della pavimentazione stessa.



Lunghezza (L)	540 mm
Altezza (H)	80 mm
Interasse barre (B)	108 mm
Diametro equivalente barre	12 mm
Peso	1.66 kg/cad
Tipo di acciaio	S235JR - EN 10025



Figura 2. Predisposizione dell'armatura nella sezione di piastra come da prescrizioni progettuali



Figura 3. Predisposizione dell'armatura nella sezione di piastra come da prescrizioni progettuali



Figura 4. Predisposizione delle armature suppletive FIBRAG® STEEL: RUNG WLF 007 in corrispondenza di pilastri interni



Figura 5. Predisposizione delle armature suppletive FIBRAG® STEEL: RUNG WLF 007 in corrispondenza di elementi di discontinuità



Figura 6. Fasi di getto della pavimentazione fibrorinforzata con FIBRAG® POLY: PSF 55-TP



Figura 7. Fasi di getto e stesura della pavimentazione fibrorinforzata con FIBRAG® POLY: PSF 55-TP



Figura 8. Fasi di getto e stesura della pavimentazione fibrorinforzata con FIBRAG® POLY: PSF 55-TP

Dati generali della pavimentazione realizzata

Superficie:	2.000 mq
Spessore:	17 cm
Calcestruzzo:	C25/30
Classe di esposizione:	XC2
Classe di consistenza:	S5
Fibre:	FIBRAG® POLY: PSF 55-TP
Dosaggio:	1,5 kg/mc
Giunti di controllo:	4,00 x 4,00 m

Dati generali dell'opera

Committente:	Le Corne Srl Società Agricola
Impresa esecutrice pavimentazione industriale:	GDS Pavimental Srl
Progettazione pavimentazione:	Fibrocev Srl - Ufficio tecnico e progettazione
Fornitore di fibre:	Fibrocev Srl