

Ing. Massimo Fumagalli
CEO
m.fumagalli@fibrocev.it

Ing. Federico Alberio
Technical Manager
f.alberio@fibrocev.it

FIBROCEV
We build business in concrete

Pavimentazioni industriali per logistica distributiva: caso applicativo di piastra in FRC realizzata a Villafalletto (CN)

Pavimentazioni in calcestruzzo fibrorinforzato per un nuovo stabilimento di un'importante azienda operante nel settore logistico e dei trasporti. Grazie all'utilizzo di fibre in acciaio FIBRAG® STEEL, è stato possibile realizzare una pavimentazione fibrorinforzata ad alta resistenza, ottimizzando i tempi realizzativi dell'opera.

DESCRIZIONE DELL'OPERA

A differenza dei recenti anni passati, con la pubblicazione della Circolare esplicativa delle NTC 2018, le pavimentazioni industriali sono diventate un elemento riconosciuto a tutti gli effetti nel mondo delle Costruzioni. Oggi, infatti, la progettazione di una pavimentazione industriale ha assunto un ruolo sempre più importante e di competenza di esperti del settore.

L'articolo illustra i particolari di progetto e di realizzazione delle pavimentazioni interne di un nuovo polo logistico e distributivo costruito a Villafalletto (CN) dall'impresa Baudino Emilio & C. Srl.

Date le sollecitazioni gravanti sulla pavimentazione e la differente portanza della massicciata nelle due aree di intervento, 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 la realizzazione di una piastra in calcestruzzo ad elevate prestazioni, garantendo un rinforzo tridimensionale nell'intera sezione e dimezzando le tempistiche di costruzione.

Nell'articolo vengono descritti i parametri progettuali e le metodologie realizzative delle pavimentazioni interne.



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 richiesto da un'azienda operante nel settore logistico e dei trasporti.

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 ciascuna area di intervento, in funzione dei carichi agenti e soprattutto della diversa portata della massicciata, determinata attraverso le opportune prove di carico su piastra.

Per questo motivo, è stata valutata una soluzione in FRC considerando il contributo congiunto di fibre in acciaio FIBRAG® STEEL: F-W 50/50 MT 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, 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.

CALCESTRUZZO

Classe di resistenza	C25/30
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S4
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® STEEL: F-W 50/50 MT**, fibra metallica fabbricata da filo in acciaio trafilato a freddo a basso tenore di carbonio per il rinforzo del calcestruzzo e altri conglomerati cementizi.

FIBRAG® STEEL: F-W 50/50 MT la fibra in grado di migliorare notevolmente le proprietà meccaniche dei conglomerati cementizi come la durabilità, incrementando la resistenza ultima a trazione e a fatica, e la duttilità del calcestruzzo.



Gruppo	I (da filo trafilato a freddo)
Lunghezza (L)	50 mm
Diametro (D)	1,00 mm
Rapporto d'aspetto (L/D)	50
Forma	Uncinata alle estremità
Resistenza a trazione	1.180 N/mm ²
Numerosità	3.087 fibre/kg

I getti

I getti per la realizzazione della pavimentazione sono stati eseguiti attraverso la stesura meccanizzata con Laser Screed di circa 1.800 mc di calcestruzzo. I campi giornalieri di getto sono di circa 1.000 mq.

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 in calcestruzzo 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.

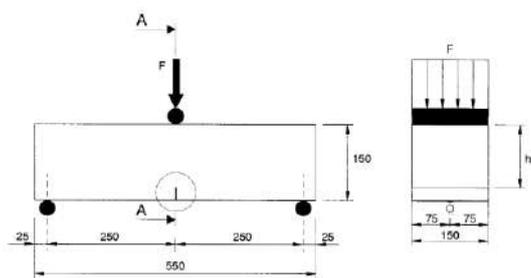


Figura 1.
Prova di trazione per flessione secondo UNI EN 14651

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 un calcestruzzo FRC con classe di resistenza residua pari a 2.5b che, considerando il contributo congiunto della rete elettrosaldata, ha permesso il soddisfacimento delle verifiche ai carichi agenti.

Sulla base dei test a flessione secondo EN 14651 effettuati presso il Laboratorio interno Fibrocev, per il raggiungimento delle prestazioni indicate è stato previsto l'uso di fibre in acciaio strutturali **FIBRAG® STEEL: F-W 50/50 MT** in ragione di 25 kg/m³ di calcestruzzo.

Come è possibile vedere nel dettaglio in *Tabella 1*, il Dipartimento di Progettazione di Fibrocev ha analizzato singolarmente ciascuna area di intervento, fornendo specifiche definizioni progettuali in funzione delle diverse prestazioni date dal sottofondo di posa e dei carichi agenti e riuscendo a uniformare tra di loro le diverse soluzioni in termini di spessore di piastra e di diametro e maglia di rete elettrosaldata, in modo da ottimizzare e semplificare gli approvvigionamenti di materiale in cantiere.

Grazie all'elevato grado di miscelabilità e di distribuzione uniforme all'interno della matrice cementizia, le fibre **FIBRAG® STEEL** forniscono 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.

AREE	CARICHI	CLS	SP. PAVIM.	ARMATURA
AREA 1 S = 5.000 mq Sottofondo di posa: Massiccata, $k = 0.245 \text{ N/mm}^3$	UDL 14.000 kg/mq CL 3.300 kg/app DL 2.200 kg/ruota	C25/30	20 cm	25 kg/mc F-W 50/50 MT + rete diffusa $\Phi 6/20 \times 20 \text{ cm}$ (distanziatore 5 cm)
AREA 2 S = 4.000 mq Sottofondo di posa: Massiccata, $k = 0.130 \text{ N/mm}^3$	UDL 10.000 kg/mq CL 3.000 kg/app DL 2.000 kg/ruota	C25/30	20 cm	25 kg/mc F-W 50/50 MT + rete diffusa $\Phi 6/20 \times 20 \text{ cm}$ (distanziatore 5 cm)

Tabella 1. Riepilogo delle soluzioni di progetto per le diverse aree di intervento. Si riportano sommariamente le principali richieste di ciascuna area, i carichi limitanti e le relative soluzioni proposte (UDL: uniformly distributed loads, CL: concentrated loads, DL: dynamic loads on solid tyres)

La Mission



Massima Professionalità

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



Aggiornamento Continuo

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



Ricerca & Sviluppo

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



Supporto al Cliente

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



Rapidità di Risposta

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



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

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

a company of



GALBIATI FAMILY

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

Conclusioni

Il progetto di una pavimentazione industriale è senza dubbio un requisito fondamentale per la buona riuscita dell'opera ed elemento imprescindibile secondo le attuali normative di settore.

Le tecnologie messe a disposizione per conferire al calcestruzzo doti di elevata qualità e durabilità hanno reso possibile un nuovo e radicale cambiamento sia della progettazione sia nei tempi di realizzazione della pavimentazione industriale, permettendo di creare strutture con un elevato impatto estetico più performanti, più funzionali e con diminuzione dei costosi cicli di manutenzione.

Ciò permette 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.

Vantaggi con l'utilizzo delle fibre in acciaio

FIBRAG® STEEL: F-W 50/50 MT

- ✓ **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

Le fasi di realizzazione dell'opera



Figura 2. Fasi di realizzazione della pavimentazione fibrorinforzata con FIBRAG® STEEL: F-W 50/50 MT



Figura 3. Fasi di realizzazione della pavimentazione fibrorinforzata con FIBRAG® STEEL: F-W 50/50 MT



Figura 4. Fasi di realizzazione della pavimentazione fibrorinforzata con FIBRAG® STEEL: F-W 50/50 MT



Figura 5. Particolare della cura adottata in fase di realizzazione di giunti di controllo in prossimità delle baie di carico



Figura 6. Particolare della cura adottata in fase di realizzazione di giunti di controllo in prossimità di elementi di discontinuità



Figura 7. Vista della pavimentazione ultimata

Dati generali della pavimentazione realizzata

Superficie:	9.000 mq
Spessore:	20 cm
Calcestruzzo:	C25/30
FRC – Classe di resistenza residua:	2.5b
Classe di esposizione:	XC2
Classe di consistenza:	S4
Fibre:	FIBRAG® STEEL: F-W 50/50 MT
Dosaggio:	25 kg/mc
Giunti di controllo:	4,60 x 4,60 m

Dati generali dell'opera

Impresa appaltatrice dell'opera:	Baudino Emilio & C. Srl
Impresa esecutrice pavimentazione industriale:	So.Co.Pav. Srl
Progetto pavimentazione:	Fibrocev Srl - Ufficio tecnico e progettazione
Fornitore di fibre:	Fibrocev Srl