CASE HISTORY

Ing. Federico Alberio
f.alberio@fibrocev.it

FIBROCEV
We build business in concrete

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

Pavimentazioni in calcestruzzo fibrorinforzato per un nuovo stabilimento di 62.300 mq a destinazione logistica distributiva. 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

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 di circa 62.300 mq realizzato nella provincia di Mantova.

Date le sollecitazioni gravanti sulla pavimentazione, 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.

Nell'articolo vengono descritti i parametri progettuali e le metodologie realizzative della pavimentazione.

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 la realizzazione di un nuovo polo logistico a Valdaro (MN).

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 variabile progettuale e studiando la soluzione più vantaggiosa da un punto di vista tecnico-economico.

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, 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.

Nello specifico, è stato utilizzato un calcestruzzo così definito:

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	**Super fluidificante 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 la stesura meccanizzata con Laser Screed di circa 12.500 mc di calcestruzzo. I campi giornalieri di getto sono di circa 1.000 mq.

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, invece, viene 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 1.2 kg/m^3, 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 nel dettaglio in *Tabella 1*, il Dipartimento di Progettazione di Fibrocev, ha analizzato dettagliatamente l'area oggetto di intervento, fornendo le specifiche progettuali in funzione dei carichi previsti e cercando, per quanto possibile, di considerare meno variabili possibili in termini di tipologia di rete elettrosaldata (diametro e maglia) in modo da ottimizzare e semplificare gli approviggionamenti di materiale in cantiere.

AREE	CARICHI	CALCESTRUZZO	SP. PAVIM.	ARMATURA
AREA 1 PAVIMENTAZIONE SU MASSICCIATA	UDL 5.000 kg/mq CL 5.000 kg/app DL 4.000 kg/asse	C25/30	20 cm	1.2 kg/mc PSF 55-TP + rete inf. diffusa Φ6/20x20cm doppia sovrapposta angoli liberi (dist. 5 cm) + rete sup. angoli Φ8/15x15cm (dist. 5 cm da rete inf.)

Tabella 1. Riepilogo della soluzione di progetto. Si riportano sommariamente le principali richieste di ciascuna area, i carichi limitanti e la relativa soluzione proposta (UDL: uniformly distribuited loads, CL: concentrated loads ravvicinati a 21 cm, 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

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 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.

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

Le fasi di realizzazione dell'opera

Figura 1. Preparazione del sottofondo della pavimentazione

Figura 2. Fasi di getto della pavimentazione fibrorinforzata con FIBRAG® POLY: PSF 55-TP

Figura 3. Fasi di getto della pavimentazione con stesura meccanizzata Laser Screed

Figura 4. Fasi di getto della pavimentazione con stesura meccanizzata Laser Screed

Figura 5. Fasi di getto della pavimentazione fibrorinforzata con FIBRAG® POLY: PSF 55-TP

Figura 6. Particolare del rinforzo aggiuntivo di armatura superiore in corrispondenza di pilastri (angoli liberi) come da prescrizioni progettuali

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

Figura 8. Fase di lisciatura della pavimentazione industriale

Figura 9. Vista della pavimentazione ultimata

Figura 10. Vista della pavimentazione ultimata

Dati generali della pavimentazione realizzata

Superficie:	62.300 mq
Spessore:	20 cm
Calcestruzzo:	C25/30
Classe di esposizione:	XC2
Classe di consistenza:	S4
Fibre:	FIBRAG® POLY: PSF 55-TP
Dosaggio:	1,2 kg/mc
Giunti di controllo:	4,50 x 4,50 m

Dati generali dell'opera

Impresa esecutrice:	Ecodem Srl
Progettazione pavimentazione:	Fibrocev Srl - Ufficio tecnico e progettazione
Fornitore di fibre:	Fibrocev Srl