

Ing. Marco Brambilla  
Responsabile Tecnico  
*Fibrocev Srl*

Ing. Francesco Meloni  
Progettista e D.L.  
*Studio Gentili*

Rossano Marras  
Titolare  
*PA.S.I. Pavimentazioni*

# Pavimentazioni in calcestruzzo fibrorinforzato per Logistica Distributiva **MONDO CONVENIENZA** di Cagliari e Sassari

Soluzione in calcestruzzo fibrorinforzato per le pavimentazioni interne ed esterne della logistica distributiva di **MONDO CONVENIENZA** di Cagliari e Sassari.

Grazie all'utilizzo di fibre di acciaio FIBRAG® STEEL, è stato possibile realizzare una pavimentazione ad alta resistenza, ottimizzando i tempi realizzativi dell'opera.

La **S.E.A.L. Srl** ha realizzato la nuova struttura logistica distributiva di **Mondo Convenienza** di Cagliari. Tale intervento ha visto la realizzazione delle pavimentazioni interne, in calcestruzzo, del nuovo magazzino logistico distributivo e dei piazzali esterni per il carico e scarico, tutti interamente realizzati dalla **PA.S.I. Pavimentazioni** con fibre di acciaio **FIBRAG®STEEL**.

La **Solare Costruzioni Srl** ha realizzato la nuova struttura logistica distributiva di **Mondo Convenienza** di Sassari. Tale intervento ha visto la realizzazione delle pavimentazioni interne, in calcestruzzo, del nuovo magazzino logistico distributivo e dei piazzali esterni per il carico e scarico, tutti interamente realizzati dalla **PA.S.I. Pavimentazioni** con fibre di acciaio **FIBRAG®STEEL**.

La progettazione strutturale e la direzione lavori degli interventi portano la firma dell'Ing. **Francesco Meloni** dello **STUDIO DI ARCHITETTURA GENTILI** di Tarquinia (VT).

Date le forti sollecitazioni gravanti sulla pavimentazione, sia carichi statici che dinamici, è stata identificata la soluzione in calcestruzzo fibrorinforzato come la migliore in termini sia realizzativi che prestazionali. Tale tipologia ha infatti permesso di garantire così un rinforzo in tutta l'altezza della sezione oltre a dimezzare le tempistiche di realizzazione delle opere stesse.

## Supporto tecnico FIBROCEV

*Grazie alla sinergia tra ufficio tecnico interno, laboratorio di caratterizzazione dei materiali, Direzione Lavori e applicatore, è stato possibile fornire al cliente un supporto progettuale e di definizione del mix-design del calcestruzzo più idoneo, in relazione alle condizioni del getto e alla destinazione d'uso della pavimentazione.*



## La destinazione d'uso

Il progetto ha previsto la realizzazione delle pavimentazioni in calcestruzzo fibrorinforzato per l'area di stoccaggio intensiva di Mondo Convenienza, l'area di intervento interessata è di 40.000 mq.

La necessità di realizzare la pavimentazione in calcestruzzo fibrorinforzato è stata dettata dagli elevati carichi, sia statici che dinamici, gravanti sulla pavimentazione.

## I carichi

Nel progetto della pavimentazione sono stati considerati i seguenti carichi:

### - CARICHI STATICI

|              |                |
|--------------|----------------|
| Scaffalature | 35 KN/appoggio |
|--------------|----------------|

### - CARICHI DINAMICI INTERNI

|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| Carrello Traslo-Elevatore | 55 KN/ruota |
| Carrello elevatore        | 27 KN/ruota |

### - CARICHI DINAMICI ESTERNI

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| Autoarticolato 5 assi | 75 KN/ruota |
|-----------------------|-------------|

## Il calcestruzzo

Per il progetto della pavimentazione è stata posta particolare attenzione al mix design del calcestruzzo, per garantire la corretta integrità della pavimentazione sia durante le prime ore di maturazione del calcestruzzo, che per preservarne la vita utile in relazione ai carichi agenti.

Nello specifico, è stato utilizzato un calcestruzzo così definito:

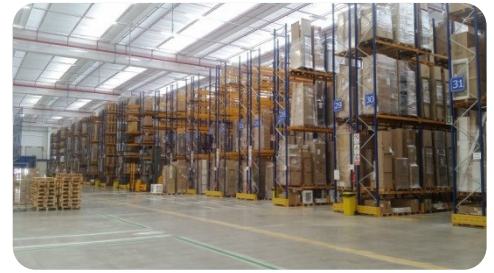
|                       |        |
|-----------------------|--------|
| Calcestruzzo          | C28/35 |
| Classe di esposizione | XC3    |
| Rapporto a/c          | 0,55   |
| Classe di consistenza | S4     |

## Tipologia strutturale

Per garantire, le prestazioni richieste, il calcestruzzo è stato additivato con fibre di acciaio strutturali **FIBRAG® STEEL: F-DUE 44/45 MT**: grazie all'elevato grado di adesione, interazione e di distribuzione uniforme all'interno della matrice cementizia, forniscono un eccellente rinforzo tridimensionale della sezione, incrementando le resistenze residue a trazione del calcestruzzo.

L'unicità della geometria delle fibre **FIBRAG®**, ha garantito un'elevata distribuzione nella matrice cementizia, senza creare né effetti di "balling" né affioramenti delle stesse fibre sulla superficie della pavimentazione.

### - CARICHI STATICI



Scaffalature

### - CARICHI DINAMICI INTERNI



Carrello Traslo-Elevatore    Carrello elevatore

### - CARICHI DINAMICI ESTERNI



Autoarticolato 5 assi

## Le fibre

**FIBRAG® STEEL: F-DUE 44/45 MT**



|                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| Gruppo                   | II (lamiera tagliata)  |
| Lunghezza                | 44 mm                  |
| Diametro equivalente (D) | 0,98 mm                |
| Rapporto d'aspetto (L/D) | 45                     |
| Resistenza a trazione    | 1100 N/mm <sup>2</sup> |
| Numerosità               | 3.860 fibre/kg         |

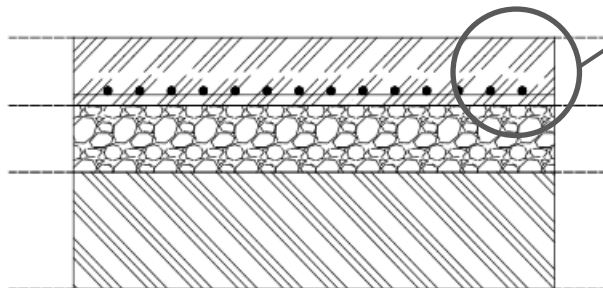
## Il progetto della pavimentazione

Per il calcolo, la pavimentazione è stata schematizzata come una piastra su supporto continuo. Il terreno di sottofondo è stato modellato come un insieme di elementi elastici indipendenti (Winkler). Di seguito è indicata la stratigrafia della pavimentazione realizzata:

Piastra in calcestruzzo  
fibrorinforzato

Massicciata

Terreno naturale  
compattato



**FIBROCEV® Lab**, ha contribuito alla definizione del mix design del calcestruzzo fibrorinforzato ed al controllo prestazionale preventivo dello stesso, attraverso la verifica tramite travetti 60x15x15cm, in accordo con la normativa UNI EN 14651: l'obiettivo è stato ricavare le resistenze residue del calcestruzzo fibrorinforzato finalizzate all'esecuzione delle verifiche di calcolo. Grazie al proprio team interno di Tecnici è stato possibile progettare la pavimentazione e quindi fornire un supporto tecnico al cliente.

### VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Per gli stati limite di esercizio sono state condotte tre verifiche:

- verifiche di deformabilità
- verifiche di fessurazione
- verifiche delle tensioni di esercizio

### VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

La verifica agli stati limite ultimi della pavimentazione in calcestruzzo fibrorinforzato più integrazione con armatura tradizionale può essere eseguita considerando che il contributo resistente del fibrorinforzo si aggiunge a quello dell'armatura.

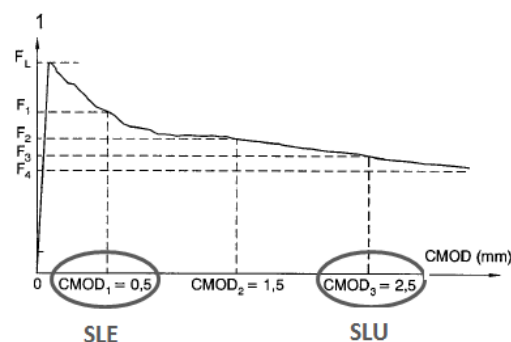
La verifica è stata condotta sul confronto tra il valore di progetto delle azioni sollecitanti, ed i corrispondenti valori delle resistenze residue del calcestruzzo fibrorinforzato.

Nelle analisi numeriche svolte si è previsto l'utilizzo di un legame costitutivo a trazione post-fessurazione determinato sulla base di prove sperimentali sul materiale, condotte in accordo con la normativa EN14651. Tale Normativa prevede lo svolgimento di prove sperimentali di flessione su tre punti di carico, condotte su travette intagliate di dimensione 600 × 150 × 150 mm, mediante le quali è possibile determinare le due 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 sezione

In relazione ai carichi agenti, è stata progettata una sezione in calcestruzzo fibrorinforzato con armatura tradizionale di altezza pari a **20 cm**, rinforzata con **25 kg/m<sup>3</sup>** di fibre di acciaio **FIBRAG® STEEL F-DUE 44/45 MT**. L'armatura tradizionale utilizzata è composta da rete elettrosaldata  $\phi 6 - 15 \times 15$ cm, distanziata di 4cm dal piano di posa della lastra in

*Tipica curva  $F - CMOD$  determinata da una prova di flessione UNI EN 14651 su un provino di calcestruzzo fibrorinforzato.*



## Le fasi del getto

I getti e la realizzazione della pavimentazione sono stati eseguiti attraverso lo scarico diretto del calcestruzzo da autobetoniera ma anche tramite pompaggio (solo per alcuni getti), per un totale di circa 7.800 mc.

La stesa e realizzazione della pavimentazione in calcestruzzo fibrorinforzato è durata 30 giorni consecutivi, fra Sassari e Cagliari.



*Preparazione del getto*



*Getto e stesa del calcestruzzo*



*Controllo quote di getto*

## Vantaggi con l'utilizzo delle fibre di acciaio FIBROCEV

### FIBRAG® STEEL F-DUE 44/45 MT

- ✓ **eliminata** completamente la rete elettrosaldata superiore
- ✓ **diminuzione** 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



*Particolare giunto di costruzione*



*Pompaggio del calcestruzzo fibrorinforzato*

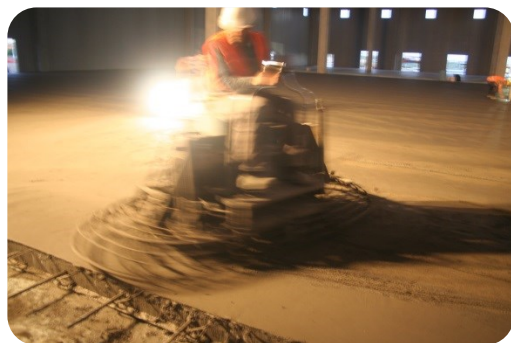


## La pavimentazione

Oltre a sopportare i carichi statici e dinamici, la pavimentazione deve sopportare anche la caduta accidentale dei materiali ferrosi. Infatti grazie ad un armatura diffusa in tutta l'altezza della pavimentazione, garantita dalla presenza di fibre metalliche **FIBRAG® STEEL F-DUE 44/45 MT**, si ha un elevato aumento di tenacità della sezione che permette quindi di soddisfare le gravanti condizioni di carico permettendo di aumentare la vita utile della stessa.



## FASI DI FRATAZZATURA MECCANICA DELLA SUPERFICIE DELLA PAVIMENTAZIONE



*Protezione della pavimentazione per una corretta maturazione del calcestruzzo*

## Protezione superficiale della pavimentazione



*Realizzazione dei tagli per la formazione dei giunti di controllo*

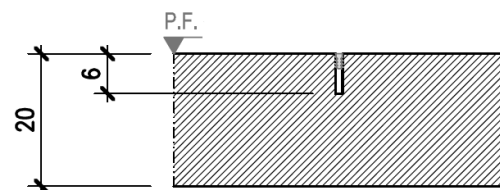


*Posa della finitura superficiale antipolvere ai Silicati*



*Finitura superficiale antipolvere ai Silicati*

### La sezione



### La finitura ai Silicati

A compimento delle caratteristiche di resistenza e durabilità è stato impiegato uno specifico componente a base di silicati ad azione densificante per il trattamento corticale; tale prodotto irrorato sulla superficie del calcestruzzo dopo poche ore dalla conclusione del getto reagendo con l'idrossido di calcio (calce libera) presente nel calcestruzzo crea un reticolo cristallino che densifica, consolida e innalza le doti meccaniche dello strato corticale della pavimentazione determinando un incremento delle resistenze meccaniche superficiali della pavimentazione sia in termini di abrasione che compressione, migliora inoltre la resistenza chimica attivando un effetto anti-efflorescenza, riduce l'assorbimento e conferisce anche un efficace azione antipolvere.

## *Dati generali dell'opera*

### COMMITTENTE

MONDO CONVENIENZA



### PROGETTAZIONE STRUTTURALE E DIREZIONE LAVORI Logistica di Cagliari (CA)

STUDIO GENTILI DI TARQUINIA (VT) – Ing. Francesco Meloni  
DECA SOCIETA' SEMPLICE TRA PROFESSIONISTI  
DELL'ING. PAOLO GAVIANO & C.

### IMPRESA ESECUTRICE

S.E.A.L. Srl  
Ref.: Geom. Stefano Massidda  
Ref.: Ing. Paolo Gaviano



### PROGETTAZIONE STRUTTURALE E DIREZIONE LAVORI Logistica di Sassari (SS)

STUDIO GENTILI DI TARQUINIA (VT) – Ing. Francesco Meloni

### IMPRESA ESECUTRICE

SOLARE COSTRUZIONI SRL  
Ref.: Sig. Filippo Salaris (Amministratore)



### IMPRESA ESECUTRICE PAVIMENTAZIONE Logistica di Cagliari e Sassari

PA.S.I. di Rossano Marras Sas  
Ref.: Sig. Rossano Marras



[www.pasindustriale.com](http://www.pasindustriale.com)

### PAVIMENTAZIONE

|                |                               |
|----------------|-------------------------------|
| Superficie     | 40.000 mq.                    |
| Spessore       | 20 cm                         |
| Calcestruzzo   | C28/35                        |
| Armatura fibre | FIBRAG® STEEL: F-DUE 44/45 MT |

