

SISTEMA MODULARE PER PAVIMENTAZIONI

FLOORING MODULAR SYSTEM

MAC
Modern Advanced Concrete



Sistema modulare per pavimentazioni

Le pavimentazioni di calcestruzzo

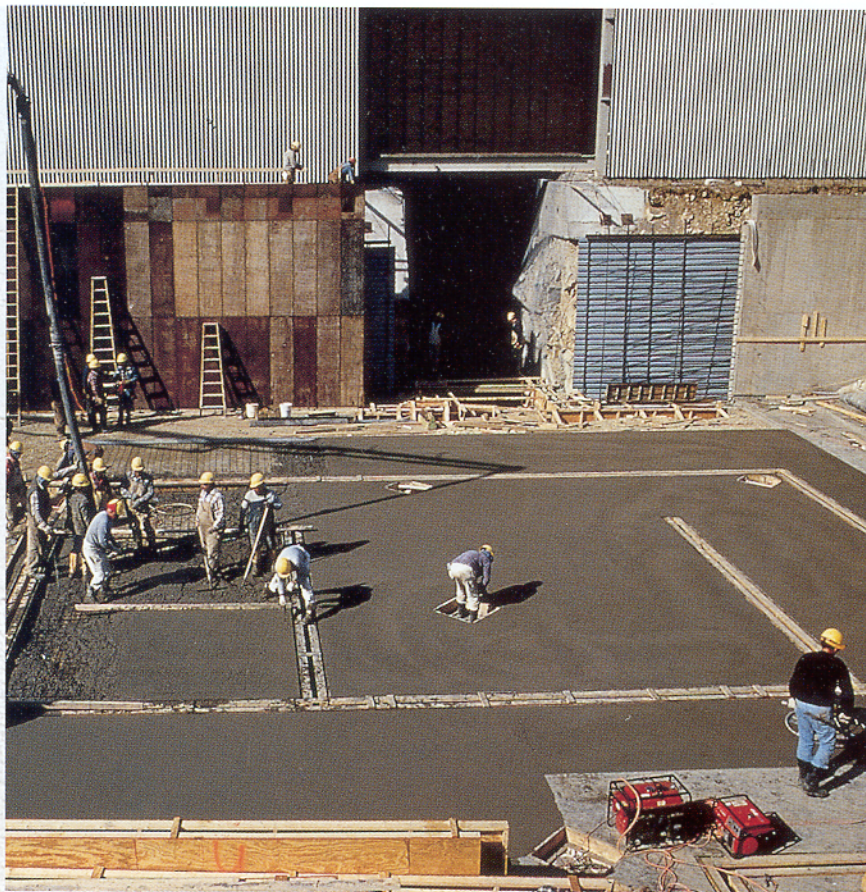
Fra tutte le opere d'ingegneria civile, le pavimentazioni industriali in calcestruzzo sono certamente considerate quelle di più facile realizzazione.

Un tale approccio ha sempre portato a sottovalutare l'importanza di alcuni aspetti fondamentali che, mentre per altre strutture non sono determinanti, per le pavimentazioni in calcestruzzo diventano essenziali.

Basti pensare che l'impiego di calcestruzzi di qualità, e quindi durabili, è una condizione certamente necessaria ma non sufficiente a garantire la riuscita di un pavimento, se non vengono considerati oltre gli aspetti progettuali anche quelli tecnologici ed esecutivi legati a tutta una serie di problematiche di difficile valutazione.

La qualità di un pavimento industriale in calcestruzzo è fortemente dipendente dal raggiungimento di una superficie resistente, durevole, piana ed esente da fessure. Ovviamente, le proprietà della superficie della pavimentazione sono influenzate, oltre che dalla qualità del calcestruzzo, anche dalla qualità delle operazioni di getto e posa in opera.

La variabile "tempo" nelle operazioni di getto, e soprattutto di finitura, è una variabile estremamente critica da cui dipende per la massima parte il successo o meno del lavoro, in termini di risposta alle aspettative dell'utilizzatore finale. I tempi di presa e di indurimento, le deformazioni da ritiro plastico ed



igrometrico, la tendenza alla segregazione, il rapporto acqua/cemento, la lavorabilità sono tutti fattori che nella realizzazione di una pavimentazione sono estremamente importanti da controllare perché influiscono sul processo di finitura delle superfici, influenzando le prestazioni del pavimento stesso. In particolare, il processo di finitura di una superficie in calcestruzzo influenza la durabilità della pavimentazione.

Una prematura operazione di finitura, infatti, o la presenza di acqua di bleeding sulla superficie del cal-

cestruzzo determinano un aumento del rapporto acqua/cemento e, di conseguenza, portano alla formazione di uno strato di malta molto debole caratterizzato da una bassa resistenza meccanica, bassa resistenza all'usura e da una forte tendenza a fessurarsi e delaminarsi. Inoltre, una finitura non eseguita nei tempi giusti, a causa di variazioni nei tempi di indurimento del calcestruzzo, può condurre ad una difettosità della pavimentazione in termini di planarità e di imbarcamento (effetto curling).

Flooring Modular System

Le problematiche delle pavimentazioni

In generale, le caratteristiche della superficie del calcestruzzo determinano la capacità di esercizio di una pavimentazione.

In tal senso è necessario controllare tutti quei fenomeni che possono condurre alla fessurazione del calcestruzzo.

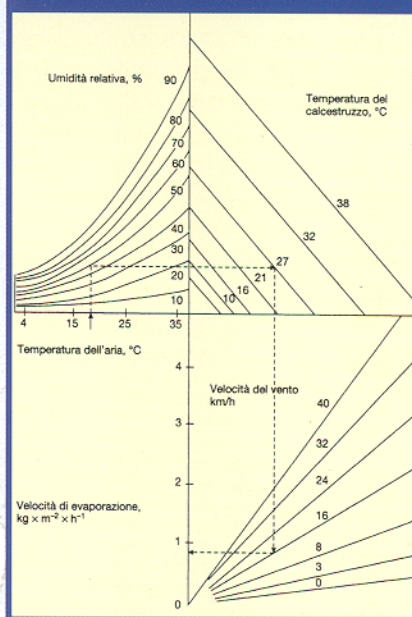
Il ritiro plastico, il ritiro igrometrico, la reazione alcali-aggregato, i cicli di gelo e disgelo, le variazioni dimensionali conseguenti alle variazioni termiche sono tutti fenomeni che possono indurre stati di coazione all'interno del calcestruzzo con fessurazioni che compromettono lo stato di esercizio di una pavimentazione.

Il ritiro plastico

Il ritiro plastico è un fenomeno che si manifesta nelle prime ore di vita del calcestruzzo in conseguenza dell'instaurarsi di tensioni capillari superficiali che si sviluppano quando la velocità di evaporazione dell'acqua è maggiore della velocità di bleeding.

Nelle strutture in calcestruzzo caratterizzate da una superficie esposta all'aria molto estesa, quali le pavimentazioni, le fessurazioni da ritiro plastico si manifestano con maggiore frequenza, sviluppandosi in maniera irregolare ("a piede di corvo"), o a 45° rispetto agli angoli delle lastre in modo parallelo.

VELOCITÀ DI EVAPORAZIONE DELL'ACQUA IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA DEL CALCESTRUZZO E DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI.



L'azione dei cicli di gelo e disgelo

Qualsiasi calcestruzzo in esercizio è soggetto in misura variabile a diversi gradi di permeabilità all'acqua.

Se la temperatura ambiente scende sotto 0°C, l'acqua gela e il suo volume aumenta, tanto da provocare una pressione capace di distruggere il calcestruzzo.

Questo fenomeno, che si manifesta sempre in maniera ciclica poiché al gelo segue il disgelo, avanza in modo progressivo e provoca fessurazioni e distacchi superficiali nelle strutture in calcestruzzo situate in zone con climi rigidi.

Un tipico esempio di queste strutture sono, ancora una volta, le pavimentazioni industriali situate in zone con clima freddo e all'esterno.

Il ritiro igrometrico

Il calcestruzzo si deforma al variare dell'umidità relativa ambientale. In particolare, all'aria esso subisce una deformazione di contrazione. Poiché la resistenza a trazione del calcestruzzo è molto minore della resistenza a compressione (circa 1/10), in una struttura vincolata il ritiro induce uno sforzo di trazione che provoca uno stato fessurativo. L'entità del ritiro del calcestruzzo dipende dal rapporto acqua/cemento e dal rapporto inerte/ce-

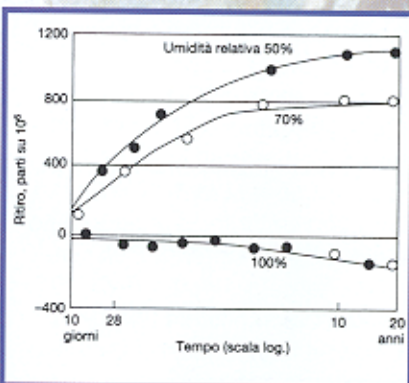
mento. L'aumento del rapporto a/c provoca un ritiro maggiore sia perché aumenta il grado di evaporazione dell'acqua dal calcestruzzo sia perché aumenta il grado di porosità del calcestruzzo stesso. La diminuzione del rapporto i/c, invece, induce un aumento del ritiro a causa del maggior volume di pasta cementizia nella miscela di calcestruzzo.

L'entità del ritiro dipende anche dalla forma e dalle dimensioni della struttura. Infatti, all'aumentare del rapporto superficie/volume il ritiro aumenta perché è maggiore la superficie esposta all'evaporazione dell'acqua.

Il fenomeno dell'imbarcamento delle lastre di pavimentazione (effetto curling) è una conseguenza

diretta del ritiro.

Infatti, questo fenomeno si manifesta per contrazioni crescenti dall'intradosso verso l'estradosso lungo lo spessore delle lastre a causa di ritiri differenziati, con la conseguenza di difetti di planarità e fessurazioni sui bordi dei giunti.



Effetto imbarcamento



La reazione alcali-aggregato

Quando gli aggregati contengono una certa quantità di silice reattiva (silice amorfa), questi reagiscono con gli alcali presenti nel cemento (sodio e potassio) per produrre, in ambienti umidi, un silicato sodico idrato capace di far rigonfiare gli aggregati e quindi portare a fessurazione il calcestruzzo.

Un tipico esempio di reazione alcali-aggregato è quella che si sviluppa sulle superfici dei pavimenti industriali, dove si forma il cosiddetto pop-out: un granulo di aggregato reattivo situato 1 o 2 mm dalla superficie del calcestruzzo, di dimensione da 2-3 mm fino a 20-30 mm, reagisce espandendosi o formando un prodotto di reazione espansivo, provocando il distacco di una scheggia a forma di cono.

Nei casi più gravi si arrivano a contare anche fino a 100 pop-out per metro quadrato di superficie.

Una diagnosi preliminare della reattività degli aggregati è piuttosto diffi-

cile, rendendo problematico valutare l'idoneità degli inerti prima del loro impiego.

L'entità e l'intensità di questa reazione sono legate sia alla quantità di silice reattiva nell'aggregato, sia alla concentrazione di sodio e potassio nel calcestruzzo. Più è alto il tenore di alcali, maggiore diventa la reattività degli inerti.

In tal modo, inerti solo potenzialmente reattivi con un certo tenore di alcali, diventano sicuramente reattivi in presenza di una maggiore concentrazione di alcali.

La reazione alcali-aggregato dipende da varie situazioni:

- presenza di aggregati contenenti forme di silice reattiva;
- presenza nel calcestruzzo di un tenore di alcali solubili maggiore di un certo valore ($2-5 \text{ kg/m}^3$) provenienti o dal cemento o dall'acqua d'impasto o da acque di contatto; condizioni di esercizio favorevoli, come l'alta temperatura e l'elevata umidità e la concomitanza con cicli di gelo e disgelo.



Sistema Modulare per Pavimentazioni

Sistema Modulare per Pavimentazioni

Molte, quindi, sono le cause che possono portare una pavimentazione in calcestruzzo ad un precoce deterioramento. Inoltre, bisogna considerare che le azioni sopra descritte possono sommarsi tra loro, producendo fessurazioni e distacchi in tempi molto rapidi. Per tali motivi la MAC propone il **Sistema Modulare per Pavimentazioni**. Questo sistema permette di affrontare tutte le problematiche che possono presentarsi nell'esecuzione di un pavimento industria-

le attraverso la più opportuna combinazione di differenti prodotti, ognuno dei quali specifico per risolvere un singolo problema. Il Sistema Modulare per Pavimentazioni è un efficace strumento nelle mani dell'impresa esecutrice e del fornitore di calcestruzzo preconfezionato per affrontare e dare la migliore risposta per una pavimentazione a prestazione garantita, che coincida con le aspettative dell'utilizzatore finale.



GLENIUM Pav

GLENIUM Pav

Il superfluidificante per pavimentazioni in calcestruzzo **GLENIUM Pav** è il componente base del Sistema Modulare per Pavimentazioni.

Grazie a GLENIUM Pav è possibile ottenere un calcestruzzo da pavimentazione caratterizzato da una forte riduzione dei tempi di finitura, da un basso rapporto a/c e da lavorabilità elevate (S5) senza

rischi di segregazione.

GLENIUM Pav è il risultato della chimica Glenium modificata per rispondere alle esigenze del mercato dei calcestruzzi destinati alle pavimentazioni industriali.

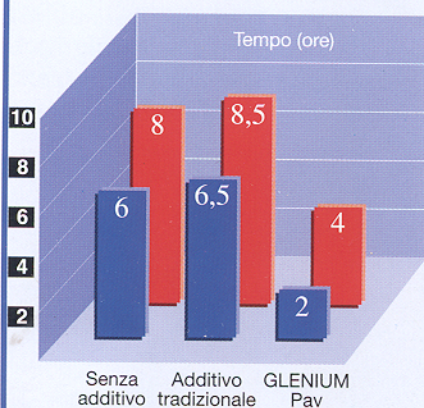
Il dosaggio di GLENIUM Pav varia tra 1,2 e 1,5 litri ogni 100 kg di cemento in funzione delle condizioni climatiche ambientali.



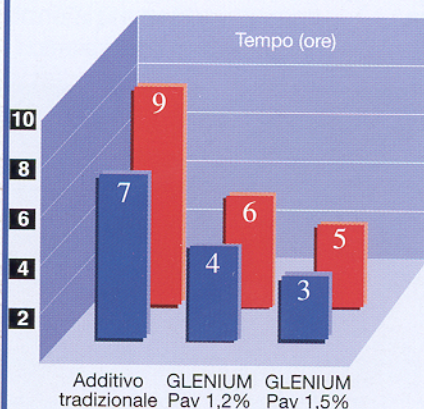
Con GLENIUM Pav è possibile:

- ridurre sensibilmente i tempi di finitura delle pavimentazioni;
- facilitare la compattazione del calcestruzzo;
- migliorare la pompabilità e la posa in opera del calcestruzzo;
- incrementare le resistenze meccaniche iniziali e finali;
- incrementare la durabilità delle pavimentazioni;
- facilitare le operazioni di staggiatura al momento della posa in opera.

Confronto GLENIUM Pav e additivi tradizionali.
Cem II/AL 42,5 - T° calcestruzzo= 12°



Confronto GLENIUM Pav e additivi tradizionali.
Cem II/AL 32,5. T° calcestruzzo= 12°



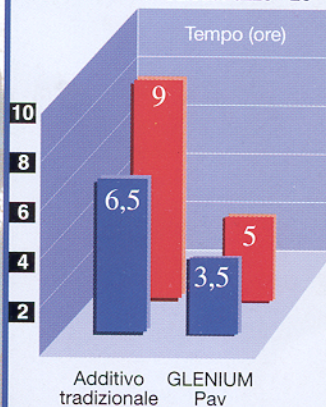
Inizio finitura

Fine lavorazione

REALIZZAZIONE PAVIMENTI INDUSTRIALI Confronto GLENIUM Pav e additivi tradizionali.

Cemento 32,5 R II/AM	330 Kg/m ³	330 Kg/m ³
Additivo	tradizionale	GLENIUM Pav 1,2%
Slump iniziale	24	24
Slump a 30 '	16	23
a/c	0,60	0,54
T° C	28	28

Realizzazione pavimenti industriali.
Confronto GLENIUM Pav e additivo tradizionale.
T° calcestruzzo= 28°



RICEM

Le fibre poliacriliche **RICEM** permettono di minimizzare i rischi derivanti dal fenomeno del ritiro plastico.

Grazie al loro ridottissimo diametro, all'alto numero per unità di volume ed al loro particolare legame chimico con la pasta di cemento allo stato fresco, le fibre **RICEM** contrastano efficacemente gli sforzi di trazione originati dal ritiro in fase plastica.

L'effetto delle fibre **RICEM** è quello di ridurre drasticamente il rischio di formazione di fessurazioni diffuse che compaiono nell'arco delle prime 24 ore di stagionatura dei getti, soprattutto in condizioni di clima ventilato e secco. Il dosaggio consigliato di fibre **RICEM** necessario per ottenere la resistenza alla fessurazione da ritiro plastico è di 0,5 kg per metro cubo di calcestruzzo.



Particolare delle fibre **RICEM** al microscopio

MICRO AIR 200

Se la pavimentazione in calcestruzzo dovrà affrontare cicli di gelo e disgelo, occorre usare l'additivo aerante **MICRO AIR 200**.

Infatti, l'unico mezzo efficace per ottenere un'adeguata resistenza all'azione ripetuta del gelo e disgelo è quello di sviluppare un appropriato volume di microbolle d'aria opportunamente distanziate tra loro. **MICRO AIR 200** è stato specificamente messo a punto per sviluppare, in funzione del suo dosaggio, un certo volume d'aria adatto a conferire la giusta resistenza al gelo e disgelo.

Grazie a **MICRO AIR 200** le pavimentazioni in calcestruzzo potranno resistere all'azione del gelo.



Quantità d'aria richiesta (% in volume)

Dmax dell'aggregato (mm)	gelo-disgelo	sali disgelanti
8	6,5	8,0
16	5,5	6,5
32	5,0	6,0
63	3,5	4,5

Rapporto a/c in condizioni di gelo-disgelo

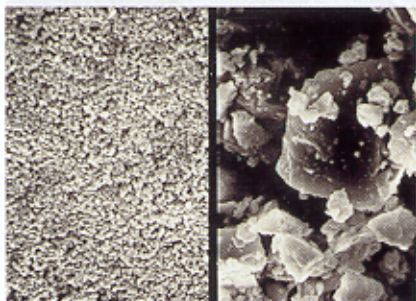
Condizioni	sezioni sottili o più direttamente esposte	altre sezioni
cicli di gelo-disgelo	0,45	0,50
cicli e uso sistematico di sali disgelanti	0,40	0,45

MEYCO MS 610

MEYCO MS 610 consiste in una silice fume compattata che agisce sulla qualità del calcestruzzo sia riducendo drasticamente la porosità capillare, grazie alla sua elevatissima superficie specifica, sia attraverso una forte attività pozzolanica in grado di fissare l'idrossido di calcio proveniente dall'idratazione del cemento.

Il dosaggio consigliato di **MEYCO MS 610** è del 10% sul peso del cemento.

L'uso di **MEYCO MS 610** è raccomandato per ottenere matrici cementizie estremamente compatte in modo da raggiungere un'elevata garanzia nei confronti della corrosione delle armature e della penetrazione di eventuali sostanze aggressive, ed è essenziale per ridurre i rischi legati alla reazione di aggregato reattivo con gli alcali presenti nel cemento (drastica riduzione dei fenomeni di pop out).



STABILMAC

Quando si vuole annullare l'effetto del ritiro igrometrico del calcestruzzo e limitare i rischi di imbarcamento delle pavimentazioni è necessario impiegare lo **STABILMAC**, da aggiungere insieme a tutti gli altri componenti della miscela.

STABILMAC va utilizzato sempre in combinazione con **GLENIUM Pav**, in quanto quest'ultimo fa diminuire il ritiro attraverso la riduzione dell'acqua d'impasto, mentre lo **STABILMAC** elimina definitivamente le conseguenze del ritiro. Per l'impiego dello **Stabilmac**, agente espansivo in fase di indurimento del calcestruzzo, è necessario predisporre un adeguato mix-design per individuarne il dosaggio ottimale.



Sistema Modulare per Pavimentazioni (Flooring Modular System)

Riduzione dei tempi di finitura
Riduzione del rapporto acqua/cemento
Incremento dell'omogeneità delle miscele
Lavorabilità elevate

GLENIUMPAV

Riduzione del ritiro plastico e delle fessurazioni

**GLENIUMPAV
Fibre RICEM**

Resistenza ai cicli di gelo e disgelo

**GLENIUMPAV
Fibre RICEM
MICRO AIR 200**

Resistenza alla reazione alcali-aggregato
Incremento della durabilità della pavimentazione

**GLENIUMPAV
Fibre RICEM
MEYCO MS 610**

Compensazione del ritiro igrometrico e
riduzione dell'imbarcamento

**Fibre RICEM
STABILMAC
GLENIUMPAV**



MAC SPA

Modern Advanced Concrete

31100 Treviso/Italy

Strada Vicinale delle Corti, 21 P.O. Box 278

Tel. 0422/304251

Fax 0422/300806 - 0422/421802

Internet: www.mac-mbt.com

e-mail: mactv@mac-mbt.com

SKW-MBT
CONSTRUCTION CHEMICALS

Costruire insieme il futuro

