

Comune di Nardò

Provincia di Lecce

**RIESAME CON VALENZA DI RINNOVO DELL'AUTORIZZAZIONE
INTEGRATA AMBIENTALE D.D n.579 del 14-04-2016
(ex art. 29-octies del D.Lgs. 152 / 06)**

IMPIANTO DI DI RECUPERO E SMALTIMENTO DI RIFIUTI



Il Progettista

dott.ing. Massimo Corianò

iscritto al n. 1868 dell'Ordine degli Ingegneri di Lecce

Committente: CEMAR S.a.s. di Durante Rosaria & C.
Contrada "Roccacannuccia" - 73048 Nardò (Le) - Tel. 0833 564053
cemarsas@libero.it

**Elaborato
R4.2**

**DIMENSIONAMENTO NUOVA
PAVIMENTAZIONE INDUSTRIALE**

Luglio 2025

Revisione 2

Procedimento di " Riesame A.I.A."

STUDIO DI INGEGNERIA AMBIENTALE - Ing. Massimo Corianò



Via A.M. Caprioli, n. 10 - 73100 LECCE

Tel.: 0832.217277 - 328.1658112

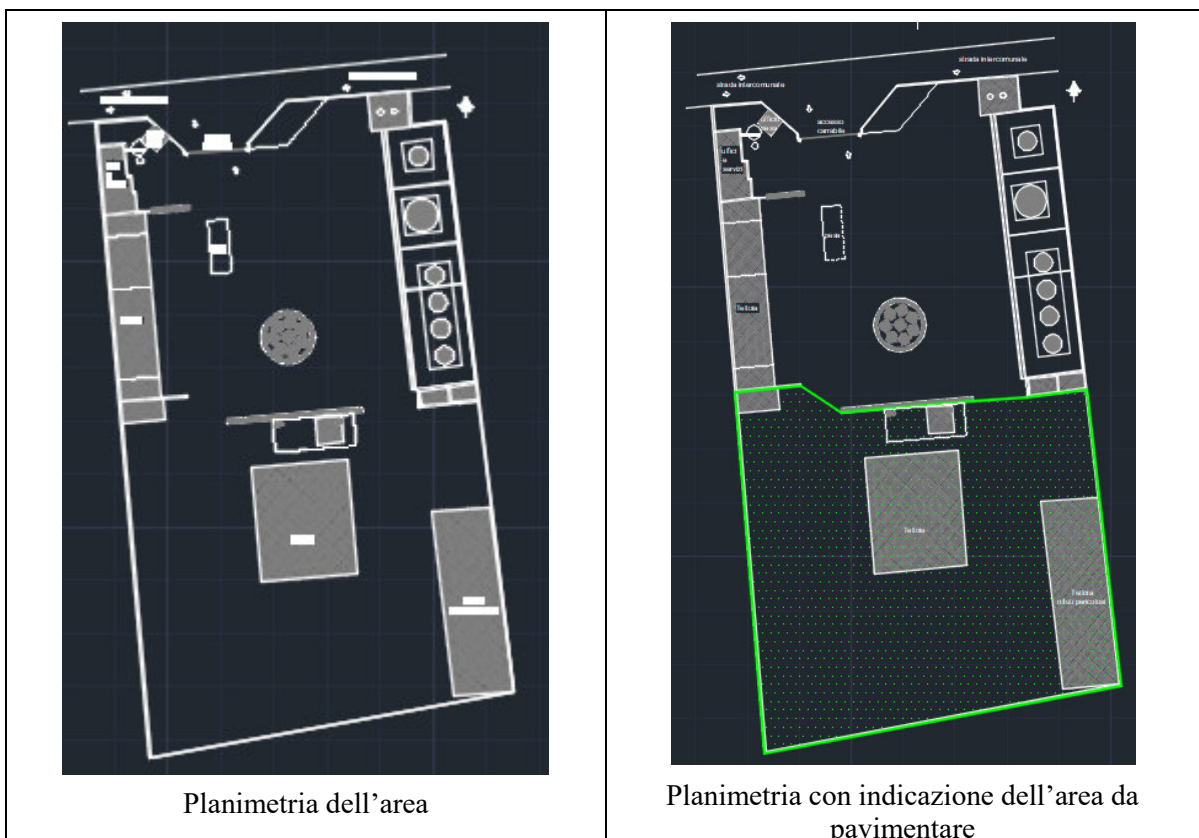
email: massimo.coriano@libero.it - pec: massimo.coriano@ingpec.eu

Premessa

Scopo della presente relazione è quello di progettare sia dimensionalmente che qualitativamente una pavimentazione industriale capace di garantire, sulle superfici interessate, un'adeguata resistenza meccanica agli sforzi sopportati nonché la contemporanea impermeabilità delle medesime superfici.

Dati di progetto

- Società proponente: **Cemar S.a.s. di Durante Rosaria & C. con sede legale in Nardò (Le) in Contrada Rocca Cannuccia**
- **Ubicazione intervento di progetto:** Nardò (Le) – Contrada Rocca Cannuccia;
- **Area da pavimentare (piazzi e viabilità):** mq 4.000 circa
- **Area da pavimentare sotto tettoia (2):** mq 772
- **Tipologia pavimento:** pavimentazione in calcestruzzo su sottofondo di “tufina” (o simile per caratteristiche) opportunamente compattata, previa stesura di strato di frizione costituito da due fogli incrociati di polietilene
- **Vita nominale della pavimentazione:** 25 anni esclusi i giunti
- **Reticolo pilastri:** assente per pavimentazioni esterne, presente per quella sotto tettoia
- **Tipologia dei giunti:** con giunti di controllo
- **Sottofondo:** stratificazione composta da massicciata.



Planimetria dell'area di progetto

Analisi dei carichi

Per l'individuazione dei carichi si fa riferimento alla classificazione contenuta nel DT 211 I/2014 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo delle pavimentazioni di calcestruzzo"; e precisamente Tab. 2.1

Tabella 2.1. Classificazione delle pavimentazioni industriali in funzione dell'uso.

Tipo	Campi di utilizzo prevalente	Tipologie di carico più significative
L1	- Uffici, marciapiedi, cantine, disimpegni. - Autorimesse, box, corselli	- Carichi statici e dinamici non compresi nei tipi successivi. - Automezzi su pneumatici di peso totale ≤ 35 kN
L2	- Magazzini industriali con uso occasionale di transpallet e con scaffalature leggere - Piazzali di autorimesse	- Carrelli elevatori con carico per asse ≤ 35 kN - Scaffalature aventi carico massimo ≤ 10 kN/appoggio - Automezzi su pneumatici di peso totale ≤ 120 kN
L3	- Magazzini industriali con uso continuo di carrelli elevatori - Depositi	- Carrelli elevatori con pneumatici, peso totale > 35 kN - Transpallet di peso totale > 10 kN - Carrelli elevatori con ruote piene, peso totale < 30 kN - Scaffalature aventi carico massimo ≤ 30 kN/appoggio - Automezzi su pneumatici di peso totale ≤ 300 kN
L4	- Magazzini per la grande distribuzione e industria con uso intensivo di carrelli elevatori e con presenza di scaffalature alte	- Carrelli elevatori con pneumatici, peso totale > 60 kN - Transpallet con peso totale > 20 kN - Scaffalature aventi carico massimo > 30 kN/appoggio - Automezzi su pneumatici di peso totale > 300 kN
L5	- Industria pesante, moli e banchine portuali e carichi speciali, piazzali di interporti	- Carrelli elevatori con ruote piene, peso totale > 90 kN - Scaffalature aventi carico massimo > 50 kN/appoggio - Carrelli con pneumatici di peso totale > 180 kN - Automezzi su pneumatici di peso totale > 400 kN

La piastra, è stata dimensionata quindi nella condizione prevista in L4. Dunque, la valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in riferimento alla classificazione contenuta nel sopra citato "DT 211/2014" nonché, in accordo con le disposizioni del Decreto Ministero Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008 (G. U. 4 febbraio 2008, n. 29 - Suppl.Ord.) "Norme tecniche per le Costruzioni"

Carichi permanenti

Pavimentazione in calcestruzzo

peso specifico: 25000 N/m³
spessore: 0,20 m
peso proprio: $P_p = 5000 \text{ N/m}^2 = 0,005 \text{ N/mm}^2$

Carico uniformemente distribuito $Q = 10 \text{ ton/m}^2 = 0,1 \text{ N/mm}^2$

Carichi variabili

Carrelli elevatori

peso operativo: 30000 kg
carico utile nominale: 18000 kg

carico asse anteriore:	45000 kg
n. ruote:	4
carico su singola ruota:	$P_{ruota} = 232500 \text{ N/ruota}$
carico su singola ruota al 75%:	$P_{ruota75} = 174375 \text{ N/ruota}$
pressione ruote:	0,9 MPa
larghezza ruota:	24 inch
	$L = 580 \text{ mm}$
	$I = 420 \text{ mm}$
impronta di carico rettangolare:	$A = 243600 \text{ mm}^2$

Nella valutazione dei carichi trasmessi dai carrelli elevatori è stata considerata la scheda tecnica di un carrello per il sollevamento dei container con massime prestazioni in termini di portata.

Per evitare di sovradimensionare la pavimentazione, in considerazione che il massimo carico sul carrello verrà raggiunto solo in condizioni all'aperto, il carico di progetto su ogni ruota è stato ridotto del 25%.

Autocarro a 5 assi

massimo carico autocarro:	44000 kg
massa limite CdS art.62	
• asse con ruote gemellate:	$P_{r,gem} = 80000 \text{ N/ruota}$
impronta di carico rettangolare (tab 5.1.IX D.M. 2008) :	320 mm
	540 mm
	$A = 172800 \text{ mm}^2$
• asse con ruote singole:	$P_{r,sing} = 45000 \text{ N/ruota}$
impronta di carico rettangolare (tab 5.1.IX D.M. 2008) :	320 mm
	270 mm
	$A = 86400 \text{ mm}^2$

Attrito. Considerando come barriera a vapore un duplice foglio in polietilene è ipotizzabile un coefficiente $p = 0,7$ (UNI UN 11146 prospetto B).

Portanza del sottofondo. Si ipotizza un sottofondo con un coefficient di Winker $K = 0,10 \text{ N/mm}^3$.

Spessore pavimentazione: 20 cm (spessore medio)

Resistenza del calcestruzzo. Ai fini della durabilità ipotizziamo un calcestruzzo di classe di resistenza C32/40 N/mm², compatibile con la classe ambientale XC4 con rapporto $a/c < 0,50$ (UNI EN 206:2014) – “Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido”. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l’acqua non comprese nella classe XC2”.

Armatura prevista:

Armatura formata da una rete elettrosaldata $\Phi 6$ passo $15 * 15$.

Armature diffusa nel calcestruzzo fibro-rinforzato di 1,5 Kg/m³ di fibre sintetiche strutturali Mapefibre ST 42.

Ritiro. È essenziale contenere il ritiro del calcestruzzo e di conseguenza il ritiro della soletta, per consentire l’eliminazione dei giunti di contrazione. Ritiro del calcestruzzo $< 600 \mu\text{m/m}$.

I dati ipotizzati e quelli forniti ci consentono di formulare le seguenti ipotesi di dimensionamento della soletta.

DIMENSIONAMENTO DEI GIUNTI

Piastra. La piastra rappresenta la lavorazione giornaliera o un sottomultiplo di essa, avrà dimensione superficie non superiori a 800 m². I riquadri che si vengono così a formare tra i giunti di costruzione avranno forma regolare ed il rapporto dei lati, a e b , deve rispettare la condizione $a/b \leq 1,5$. Le piastre contigue sono accostate da giunti di costruzione di 20 mm di ampiezza e solidarizzate, per impedire traslazioni

differenziate in senso verticale, con barrotti di lunghezza 1 metro e diametro Φ 18 mm, distanziati tra loro di 500 mm. I riquadri che si vengono così a formare tra i giunti di costruzione devono avere la forma più regolare possibile ed il rapporto dei lati, a e b, deve rispettare la condizione: $a/b < 1,5$.

Giunti di costruzione

È un giunto che suddivide la pavimentazione in moduli di cui è prevista la realizzazione in tempi diversi. Estesi in tutto lo spessore, sono organizzati in modo da trasmettere parte del carico presente su una piastra alle piastre adiacenti attraverso l'inserimento di barrotti ripartitori. È opportuno che tali giunti coincidano con i giunti di isolamento e/o dilatazione.

Barrotti ripartitori

Per ciò che concerne i barrotti ripartitori si consiglia di adottare almeno barrotti Φ 20 di almeno 100 cm di lunghezza e posti ad interasse di almeno 40 cm. Per la messa in opera si raccomanda di attenersi alle indicazioni di messa in opera previste al paragrafo 9.3.2 del CODICE DI BUONA PRATICA – CONPAVIPER.

Giunti di dilatazione

È utile far coincidere il giunto di dilatazione al giunto di costruzione. L'ampiezza del giunto viene indicativamente calcolata con la seguente formula:

$$e = \alpha \cdot \Delta T \cdot L$$

dove:

e è l'ampiezza dei giunti, espresso in millimetrici;

L è la distanza tra i giunti di dilatazione, espresso in millimetri; assumiamo in questo caso $L = 30$ m.

ΔT è il gradiente termico, espresso in gradi Celsius (differenza di temperature fra estradosso ed intradosso della piastra);

A è il coefficiente di dilatazione termica lineare del calcestruzzo, espresso in $1/^\circ\text{C}$ $1,0 \times 10^{-5}$

$$E = 0,00001 \times 20 \times 30000 = 6 \text{ mm}$$

Si sceglie per il giunto un'ampiezza di 7 mm.

Giunti di isolamento

In tutti gli spaccati verticali si disporranno dei materassini deformabili per la realizzazione di giunti di isolamento in adiacenza a tutte le strutture della pavimentazione. L'altezza dell'isolamento deve essere superiore allo spessore del getto ed interessare tutta la sezione dello stesso.

Per evitare possibili inneschi fessurativi si isoleranno i pilastri con la seguente modalità:

- si dispongono intorno ad eventuali pilastri, delle casseforme quadrangolari o circolari lungo il perimetro del giunto che si vuole realizzare;
- si esegue il getto del pavimento escludendo le parti interne ai casseri sopra descritti;
- il giorno successivo si rimuovono i casseri e sulla superficie del getto si applica il materiale deformabile, quindi si gettano le parti interne.

Giunti di contrazione o controllo

Il dimensionamento di eventuali giunti di controllo, da dover effettuare in alcune zone per esigenze progettuali, diverse da quelle analizzate nel presente documento, è individuato dalla formula seguente.

$$L = 18h + 100 = 460 \text{ cm}$$

In via precauzionale è consigliabile l'esecuzione dei tagli con dimensioni non superiori a $L = 450 \times 450$ cm. Tale ampiezza è comunque indicativa e va applicata tenendo presente la geometria dell'area da

pavimentare, rispettando e facendo attenzione alle discontinuità presenti (giunti di isolamento) e provvedendo a mettere in atto, in funzione delle condizioni climatiche, i necessari accorgimenti per la stagionatura protetta previsti in par. 12 (uso di additive, uso di teli, nebulizzazione della superficie ecc.). Comunque, i riquadri che si vengono a formare devono avere la forma più rettangolare possibile ed il rapporto dei lati, a e b, deve rispettare la condizione: $a/b < 1,2$. La profondità p dei tagli deve risultare almeno pari a $\frac{1}{4}$ dello spessore, quindi in questo caso $p > 5$ cm.

Sigillatura

Riempimento temporaneo del giunto con profilo in preformato in PVC. Sigillatura definitiva del giunto di costruzione e dei tagli di contrazione con Mapeflex PU 45, sigillante poliuretanico mono-componente, previo inserimento di fondo in etafoam (dopo almeno 28 gg dal getto).

Caratteristica dei materiali

Calcestruzzo

Calcestruzzo fibro-rinforzato a ritiro controllato C32/40 – XC4

Il calcestruzzo deve essere conforme alla UNI EN 206 e UNI 11104. In accordo alle Norme Tecniche di Attuazione (D.M. 14/01/08) il calcestruzzo dovrà essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di controllo della produzione (FPC) effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida del Calcestruzzo Preconfezionato certificate da un organismo terzo indipendente autorizzato.

Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206:2014)

- Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)
- Classi di esposizione ambientale: XC4
- Classe di resistenza S4 se con stesura meccanizzata (vibrofinitrice), S5 con stesura manuale.
- Ritiro idraulico del calcestruzzo minore di 500 $\mu\text{m/m}$.
- Rapporto a/c max: 0.50

Componenti

- Tipo di cemento: Cem I o Cem II con dosaggio massimo di cemento: 340Kg/m³
- Additivo super-fluidificante-impermeabilizzante-Dynamon Floor dosaggio 0,8-1,1% su q.le di cemento per M.C.
- Fibre sintetiche strutturali Mapefibre ST 42 1,5 Kg/m.c.
- Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volume complessivo di calcestruzzo superiori a 1500 m³) ed aria intrappolata: max 2,5 %
- Diametro massimo dell'aggregato: >30 mm
- Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4
- Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1% (oppure 0.5 l/m²/h)

N.B. Si raccomanda una verifica della curva granulometrica, che per l'utilizzo delle fibre, deve contenere un adeguato volume di pasta cementizia. La verifica del quantitativo di pasta cementizia, in funzione del volume di fibre immesso può essere effettuata riducendo la percentuale dell'aggregato grosso in funzione del volume delle fibre immesse ed il diametro equivalente della fibra utilizzata.

Acciaio B450C

L'acciaio per armatura lenta è di tipo ad aderenza migliorata, con le seguenti proprietà meccaniche:

- Peso per unità di volume: 78500 N/m³

- Resistenza caratteristica a rottura:
- Resistenza caratteristica a snervamento:
- Coefficiente di sicurezza:
- Resistenza di calcolo :

$$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$$

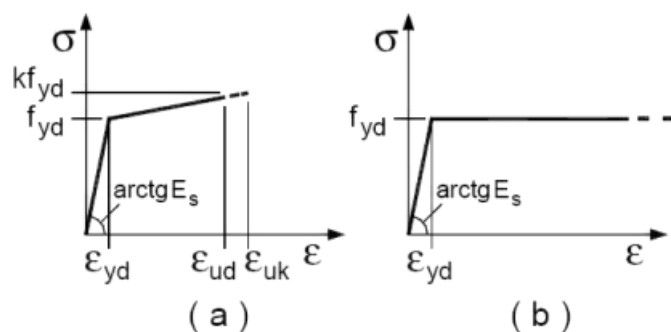
$$f_{yk} = 440 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 382,6 \text{ N/mm}^2$$

- Modulo di elasticità: $E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di dilatazione termica: $\alpha_{aT} = 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.3 del D.M. 14 gennaio 2008; in particolare, è stato adottato il modello elastico perfettamente plastico descritto in (b).



$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 382,6 \text{ N/mm}^2$$

Fibre

Le fibre impiegate per il rinforzo del calcestruzzo sono fibre metalliche fabbricate da nastro di acciaio a basso tenore di carbonio, del tipo FIBRAG STEEL: F-DUE 44/45 MT o equivalenti, con le seguenti proprietà meccaniche:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Processo di produzione: • Forma: • Materiale: • Diametro equivalente: • Resistenza a trazione: • Dosaggio: • Resistenza a trazione per flessione allo SLE • Coefficiente di sicurezza: • Resistenza di calcolo: • Resistenza a trazione per flessione allo SLU • Coefficiente di sicurezza: • Resistenza di calcolo: | <p>Tipologia B – lamiera tagliata
rettilinea</p> <p>Basso tenore di carbonio $c < 0,20$ tipo 1</p> <p>$d_f = 0,98 \text{ mm}$</p> <p>$R_m = 1100 \text{ N/mm}^2$</p> <p>$25 \text{ kg/m}^3$</p> <p>$f_{R1,k \text{ CMOD1}} = 4,492 \text{ N/mm}^2$</p> <p>$F_{S1} = 1$</p> <p>$f_{R1,d} = 4,492 \text{ N/mm}^2$</p> <p>$f_{R3,k \text{ CMOD3}} = 3,527 \text{ N/mm}^2$</p> <p>$F_{S3} = 1,2$</p> <p>$f_{R3,d} = 2,939 \text{ N/mm}^2$</p> |
|---|--|

Strato di finitura

In accordo alla UNI EN 11146 parte 6.5 prospetto 4, lo strato superficiale di finitura fine ed antiscivolo, dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- una resistenza all'abrasione di Classe **AR1** e quindi compost da strato di usura di almeno 3 Kg/m^2 , realizzato con metodo "Spolvero". Il prodotto corazzante composto da premiscelato a base di cemento e di aggregati quarziferi, avrà caratteristiche conformemente alla EN 13813 designato C50 A6.

La classificazione **AR** (Abrasion Resistance) indica l'abrasione della superficie del campione di prodotto sottoposto a prova, secondo il metodo BCA, espresso come profondità massima di materiale asportato in millimetri. La UNI EN 13892-4 indica le seguenti quattro classi di abrasione:

- $AR 4 = 0.40 \text{ mm}$
- $AR 2 = 0.20 \text{ mm}$

- AR 1 = 0.10 mm
- AR 0.5 = 0.05 mm

Le classi AR 2 e AR 1 sono generalmente le più indicate nelle pavimentazioni industriali di magazzini e produzioni di tipo standard.

Tabella 2.2. Classificazione delle pavimentazioni industriali di calcestruzzo in base alla resistenza all'abrasione, AR secondo UNI EN 13813:2001

Classe	Tipologie di carico più frequenti
AR 4 -	Pedonale – occasionale uso di automezzi su pneumatici di peso totale < 300 KN – Carrelli elevatori su pneumatici
AR 2 -	Carrelli elevatori con ruote piene, di peso totale < 45 KN – Transpallets con peso totale < 10 KN – Automezzi su pneumatici di peso totale > 300 KN – Carrelli elevator con ruote dure, nylon o neoprene
AR 1 -	Carrelli elevator, con ruote piene, di peso totale > 45 KN – Transpallets con peso totale > 10 KN – Automezzi di peso totale > 300 KN – Ruote in acciaio, nylon e neoprene con forte abrasione – Presenza di materiali abrasivi sulla pavimentazione – Sollecitazioni da urto
AR 0.5 -	Abrasione molto severa – Caduta di oggetti molto pesanti – Usi speciali, diversi dai precedenti

Nota: nell'impossibilità di conoscere con certezza l'effettiva intensità del traffico è consigliabile adottare la classe superiore a quella di riferimento.

Fasi esecutive dell'opera

Si consiglia di procedere cronologicamente nel rispetto delle seguenti fasi operative:

- livellamento del sottofondo;
- verifica con prova di carico portanza sottofondo;
- stesura doppio strato desolidarizzante con teli di plastica o strato di tessuto geotessile e tessuto in polietilene;
- isolamento delle strutture verticali con fasce di polietilene espanso a cellule chiuse;
- pilasti, muri perimetrali e spiccati verticali di ogni tipo necessitano di opportuno isolamento;
- cassetatura di isolamento pilastri e predisposizione di armature integrative;
- fornitura a piè d'opera del calcestruzzo;
- stesura con screen laser o manual;
- applicazione dello strato di usura.

La stagionatura deve iniziare il più presto possibile, dopo la fase di lisciatura meccanica, ad evitare il ritiro plastico. La protezione e manutenzione del getto avrà durata minima 7 giorni.

La stagionatura e la maturazione delle strutture deve essere effettuata mediante ricoprimento delle superfici con geotessile, TNT, bagnato regolarmente ogni 24 ore o mediante ricoprimento con teli di politene dopo idonea bagnatura delle superfici o mediante applicazione di un agente di curing conforme alla UNI 8656 (MAPECURE CA della Mapei).

Esecuzione di giunti (ove presenti). (da 18 a 24 ore dopo ultimazione getto)

Sigillatura dei giunti

Eventuale trattamento di indurimento superficiale con silicato di sodio (dopo 14 giorni)

Messa in esercizio della pavimentazione (28 gg)

Norme di riferimento

- Norme tecniche per le Costruzioni - D. M. 14/01/2008 e Circolare esplicativa n. 617/09;
- CNR-DT 204/2006 – Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di strutture in calcestruzzo fibrorinforzato;
- CNR-DT 211/2014 – Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di strutture in calcestruzzo;
- UNI EN 1992-1-1:2005 – Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo;
- UNI EN 1994-1-1:2005 – Eurocodice 4: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo;
- UNI EN 11146:2005 – Pavimenti di calcestruzzo ad uso industriale – Criteri per la progettazione, la costruzione ed il collaudo.