



# UNI 11146:2005

## Pavimenti industriali di calcestruzzo

Progettazione | Costruzione |  
Collaudo

Certifico S.r.l. IT | Rev. 00 2019

## Premessa

Il Documento illustra la norma UNI 11146:2005, suddiviso in 2 parti, nella 1a viene inizialmente approfondito il tema della Planarità dei pavimenti (requisiti e metodi), d'interesse anche per il [D.Lgs. 81/2008](#), nella 2a parte Estratto norma con tutti gli altri aspetti trattati dalla stessa.

## Parte 1a

### Planarità pavimenti industriali: requisiti previsti da UNI 11146:2005

La planarità di un pavimento industriale interessa sia aspetti tecnici legati alla logistica e che aspetti di sicurezza e igiene.

La UNI 11146:200511146:2005 da indicazioni sull'azione, costruzione e collaudo di pavimenti industriali e indica, in particolare, per la planarità:

- Classificazione dei pavimenti industriali in base all'utilizzo
- Tolleranze sulla planarità
- Tolleranze sull'orizzontalità
- Classificazione dei pavimenti industriali di calcestruzzo in base alla resistenza all'abrasione
- Metodo di prova della planarità



Fig. 1. - Planarità pavimento industriale

### Pavimentazioni conformi

Le contestazioni in ambito edilizio, più della metà ha come oggetto del contendere una pavimentazione industriale in calcestruzzo.

Il motivo di tale situazione si può valutare analizzando le comuni modalità di progettazione e di realizzazione di queste opere, che fino alle recenti evoluzioni normative, non erano considerate strutture e realizzate unicamente sulla base di voci di capitolato, senza alcuna progettazione preliminare.

Nel 2009, attraverso l'entrata in vigore delle NTC2008 (ora NTC 2018), sono stati introdotti anche in Italia gli Stati Limite di Esercizio (SLE), che hanno ampliato il concetto di struttura definito dalla Legge n. 1086/1971. Ciò ha consentito di considerare le pavimentazioni industriali in calcestruzzo strutture a tutti gli effetti, e che quindi il progettista è tenuto a dimensionare.

Salvo aspetti contrattuali tra le parti, che comunque devono garantire il rispetto dei requisiti del [D.Lgs. 81/2008](#) (in relazione all'attività), può essere presa a "regola dell'arte", per la realizzazione di pavimenti industriali la norma:

### **UNI 11146:2005**

Pavimenti di calcestruzzo ad uso industriale Pavimenti di calcestruzzo ad uso industriale  
Criteri per la progettazione, la costruzione ed il collaudo.

## **D.Lgs. 81/2008 e Pavimentazioni**

Il [D.Lgs. 81/2008](#) all'Allegato IV riporta per i pavimenti i seguenti requisiti:

### [D.Lgs. 81/2008](#)

...

#### **Allegato IV**

...

1.3.1.4. avere le superfici dei pavimenti, delle pareti, dei soffitti tali da poter essere pulite e deterse per ottenere condizioni adeguate di igiene.

...

1.3.2. I pavimenti dei locali devono essere fissi, stabili ed antisdruciolevoli nonché esenti da protuberanze, cavità o piani inclinati pericolosi

1.3.3. Nelle parti dei locali dove abitualmente si versano sul pavimento sostanze putrescibili o liquidi, il pavimento deve avere superficie unita ed impermeabile e pendenza sufficiente per avviare rapidamente i liquidi verso i punti di raccolta e scarico.

1.3.4. Quando il pavimento dei posti di lavoro e di quelli di passaggio si mantiene bagnato, esso deve essere munito in permanenza di palchetti o di graticolato, se i lavoratori non sono forniti di idonee calzature impermeabili.

...

1.3.15.1. Le parti di pavimento contornanti i forni di qualsiasi specie devono essere costituite di materiali incombustibili. Sono, tuttavia, ammessi pavimenti di legno duro e stagionato nei casi in cui ciò, in relazione al tipo di forno ed alle condizioni di impianto, non costituisca pericolo.

...

1.3.16. I pavimenti e le pareti dei locali destinati alla lavorazione, alla manipolazione, all'utilizzazione ed alla conservazione di materie infiammabili, esplosivi, corrosive o infettanti, devono essere in condizioni tali da consentire una facile e completa asportazione delle materie.

...

1.4.9. I pavimenti degli ambienti di lavoro e dei luoghi destinati al passaggio non devono presentare buche o sporgenze pericolose e devono essere in condizioni tali da rendere sicuro il movimento ed il transito delle persone e dei mezzi di trasporto.

...

1.11.2.2. I refettori devono essere ben illuminati, aerati e riscaldati nella stagione fredda. Il pavimento non deve essere polveroso e le pareti devono essere intonacate ed imbiancate.

...

6.5.3. Le stalle devono avere pavimento impermeabile ed essere munite di fossetti di scolo per le deiezioni liquide, da raccogliersi in appositi bottini collocati fuori dalle stalle stesse secondo le norme consigliate dalla igiene.[/panel]

La planarità è lo stato di una superficie piana che non presenta irregolarità, sia convesse che concave. La planarità è indipendente dalla pendenza e dall'orizzontalità.

Il grado di planarità di una pavimentazione deve essere definito contrattualmente, anche ai fini della scelta del metodo costruttivo. Il valore che, da normativa UNI 11146:2005, viene richiesto ad una pavimentazione in calcestruzzo è pari a +/- 4 millimetri su 1 metro, +/-5 millimetri su 2 metri e +/-6 millimetri su 3 metri.

## 6.2 Orizzontalità

Quanto previsto nel presente punto è applicabile quando nel pavimento non siano previste pendenze per il deflusso dell'acqua. In tal caso si applica il punto 6.3.

Il pavimento industriale di calcestruzzo viene normalmente raccordato agli elementi circostanti già posizionati in quota e livello stabiliti (soglie, chiusini, basamenti, piani di scarico, ecc.) che costituiscono i raccordi del pavimento. In tali casi, l'orizzontalità non necessariamente risulta requisito applicabile.

I riferimenti dei piani quotati devono essere stabiliti progettualmente e marcati su pilastri e muri con tratti precisi ed indelebili a cura del committente. I riferimenti quotati devono essere verificati dalla direzione lavori.

In assenza di punti di raccordo, il progetto deve stabilire la quota di riferimento rispetto a caposaldi prefissati. (soglie, chiusini, basamenti, piani di scarico, ecc.).

Le tolleranze riferite alla quota di riferimento devono essere quelle definite nel prospetto 3.

Distanza tra i punti di controllo	≤10 m	≤25 m	≤50 m	≤100 m
Tolleranza	±15 mm	±20 mm	±25 mm	±35 mm

### Prospetto 3 Tolleranze sull'orizzontalità

## 6.3 Pendenza

Quanto previsto nel presente punto è applicabile quando non sia richiesto il soddisfacimento del requisito di orizzontalità (vedere punto 6.2).

**Per evitare ristagni d'acqua è necessario prevedere pendenze non minori di 15 mm/m.** Le pendenze per il deflusso delle acque verso i punti di raccolta, devono essere espresse in millimetri al metro e devono essere indicate dal progettista. Per rispettare tali pendenze, la quota di colmo deve essere determinata misurando la distanza tra il punto più lontano e il punto di raccolta delle acque. Il grado di planarità dei pavimenti in pendenza deve essere misurato con il metodo di controllo riportato nell'appendice A.

## 6.4 Imbarcamento (Curling)

L'imbarcamento (vedere punto 3.4) reale del pavimento deve rispettare i valori prefissati nel progetto.

## 6.5 Resistenza all'abrasione, all'usura e all'urto

I pavimenti di calcestruzzo ad uso industriale possono essere suddivisi, in base al tipo di trattamento superficiale previsto, in tre classi, come illustrato nel prospetto 4.

Classe	Condizioni di traffico più frequenti	Tipo di trattamento 1)
<b>A</b>	- Pedonale - Automezzi su pneumatici di massa totale ≤30 T - Carrelli elevatori su pneumatici	- Applicazione di strato di usura a basso spessore, di almeno 2 kg/m <sup>2</sup> con metodo "a spolvero" di prodotto premiscelato a base di cemento e di aggregati, aventi durezza non minore di 5*)
<b>B</b>	- Carrelli elevatori, con ruote piene, di massa totale ≤4,5 T - Transpallets con massa totale ≤0,5 T - Automezzi su pneumatici di massa totale >30 T	- Applicazione di strato di usura a basso spessore, di almeno 3 kg/m <sup>2</sup> , con metodo "a spolvero" di prodotto premiscelato a base di cemento e di aggregati, aventi durezza non minore di 6*). - Applicazione di strato di usura a basso spessore, di almeno 6 kg/m <sup>2</sup> , con metodo "a spolvero" di prodotto premiscelato a base di cemento e di aggregati metallici
<b>C</b>	- Carrelli elevatori, con ruote piene, di massa totale >4,5 T - Transpallets con massa totale >0,5 T	- Applicazione di strato di usura ad alto spessore, di almeno 15 kg/m <sup>2</sup> , con metodo "a pastina" di



Fig. 3. - Stesura staggiato CLS



Fig. 4. - Elicotteratura calcestruzzo



Fig. 5. - Stesura manuale resina



Fig. 6. - Stesura a staffa resina

...

### **Taglio di pavimenti industriali in calcestruzzo**

Il calcestruzzo si espande o si ritira seguendo le variazioni di umidità e temperatura.

I giunti di contrazione realizzati nelle pavimentazioni in calcestruzzo nelle prime ore seguenti il getto hanno lo scopo di creare sezioni meno resistenti nel calcestruzzo per governare la posizione dove le fessure risultanti dai cambiamenti dimensionali avranno luogo.

La loro profondità dovrebbe essere pari ad un quarto dello spessore della pavimentazione con un minimo di 2.5 cm.

Questi giunti possono essere realizzati con diverse tecnologie che condizionano la tempistica degli interventi.

## Appendice A

### Metodo di prova per la misura della planarità

Appoggiare al pavimento un regolo diritto e rigido di due metri di lunghezza, alle cui estremità sono applicati dei tasselli di legno da (50 × 50) mm, con spessore rispondente alla tolleranza concessa. Un terzo tassello delle stesse dimensioni deve essere inserito tra regolo e pavimento.

La figura A.1 illustra il procedimento e i possibili esiti della prova.

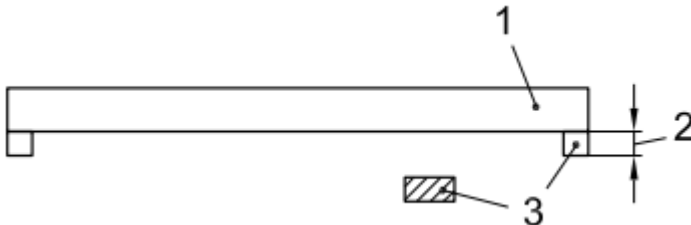
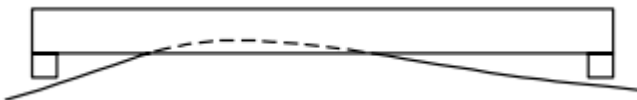
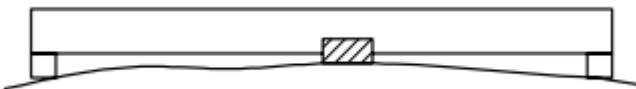


Figura A.1  
 Procedimento di prova per la misura della planarità  
 Legenda 1  
 Regolo 2  
 Spessore rispondente alla planarità richiesta  
 3 Tasselli

Appoggiando il regolo sul pavimento si avranno i seguenti casi:



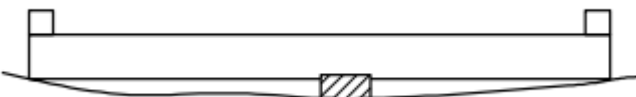
Caso 1 Il regolo tocca il pavimento: Planarità fuori tolleranza



Caso 2 Il regolo non tocca il pavimento e il tassello non passa sotto il regolo: Planarità entro tolleranza



Caso 3 Il regolo non tocca il pavimento e il tassello passa sotto il regolo: Capovolgere il regolo a regolo capovolto sono possibili i seguenti casi:



Caso 3A Il tassello non passa: Planarità entro tolleranza



Caso 3B Il tassello passa: Planarità fuori tolleranza

## Il metodo per verificare la planarità.

Esistono in commercio specifici strumenti computerizzati per "mappare" la planarità di un pavimento:

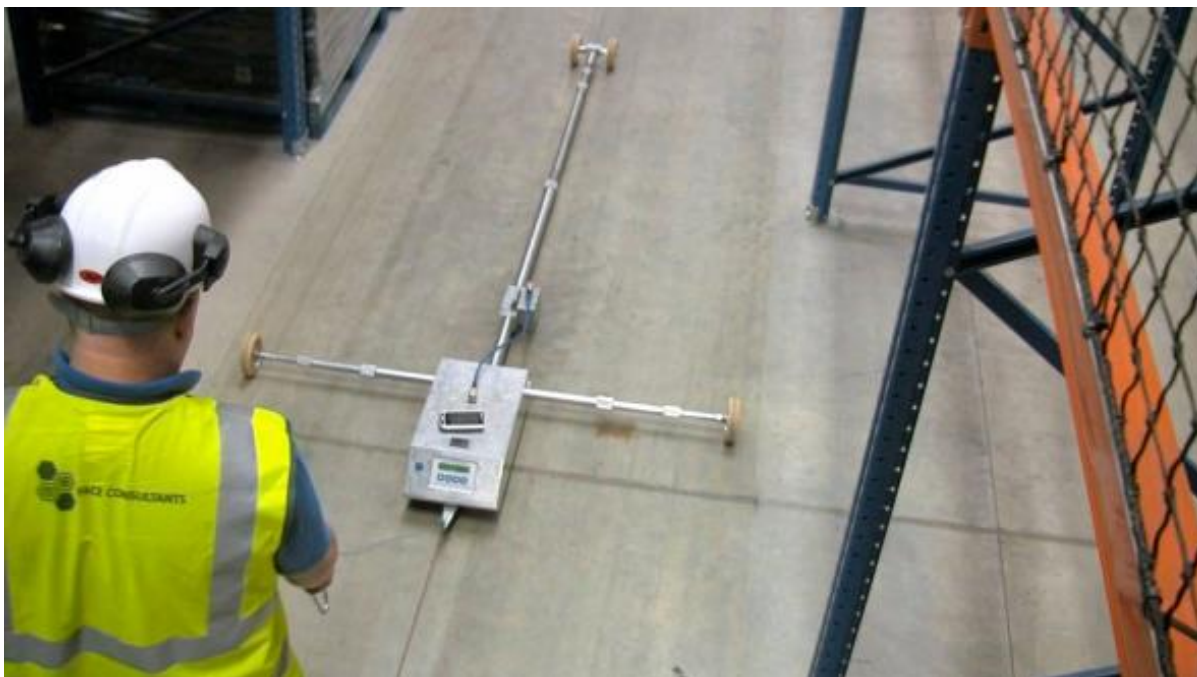


Fig. 7. - Misura di planarità

### Misurazione e criteri di accettabilità (condizioni)

UNI 11146:2005

#### 6.1.2 Metodo di misurazione

La planarità deve essere verificata utilizzando o il metodo descritto nell'appendice A o altri metodi che consentano una precisione uguale o maggiore. Allo scopo di verificare la corretta posa del pavimento industriale, le tolleranze richieste devono essere verificate entro e non oltre le 72 h successive al getto e lontano almeno 50 cm dai pozzetti, dai giunti di costruzione e dagli spiccati in elevazione.

#### 6.1.3 Criteri di accettazione

La pavimentazione è accettata alla verifica di due condizioni:

- almeno il 90% delle misurazioni preventivamente concordate deve essere conforme ai valori di riferimento;
- il 10% delle misurazioni preventivamente concordate non può comunque superare il valore di riferimento aumentato del 25% in ogni singola rilevazione.



La planarità è lo stato di una superficie piana che non presenta irregolarità, sia convesse che concave. La planarità è indipendente dalla pendenza e dall'orizzontalità.

#### 4 Tipologie costruttive

I pavimenti industriali di calcestruzzo sono suddivisi nelle seguenti tipologie.

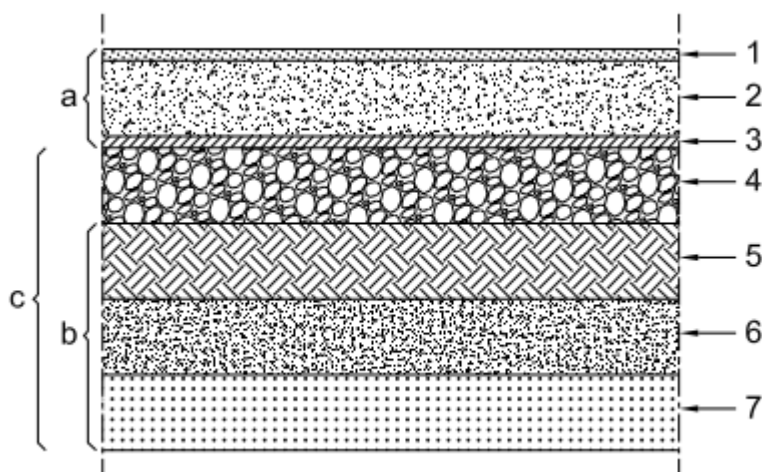
##### 4.1 Pavimento su terreno

Nella figura 1 è illustrata la sequenza tipica di strati che caratterizza i pavimenti di calcestruzzo realizzati su terreno.

##### Figura 1 Pavimento su terreno

Legenda

- 1 Strato di usura
- 2 Piastra di calcestruzzo
- 3 Strato di separazione\*)
- 4 Massicciata
- 5 Rilevato
- 6 Strato di bonifica
- 7 Suolo
- a Pavimento di calcestruzzo
- b Sottofondo



\*) Lo strato di separazione può essere composto da:

- barriere al vapore;
- barriere ai liquidi;
- barriere di scorrimento;
- ecc.

##### 4.2 Pavimento su soletta

Nella figura 2 è illustrata la sequenza tipica di strati che caratterizza i pavimenti di calcestruzzo realizzati su soletta

##### Figura 2 Pavimento su soletta

Legenda

- 1 Strato di usura
- 2 Piastra di calcestruzzo
- 3 Strato di separazione
- 4 Armatura integrativa (6)

## 5 Classificazione

I pavimenti di calcestruzzo ad uso industriale sono suddivisi nei tipi elencati nel prospetto 1, in base all'impiego previsto.

### Prospetto 1 Classificazione dei pavimenti industriali in base all'utilizzo

Tipo	Campi d'impiego prevalenti	Condizioni di carico più frequenti (7)
1	Uffici, marciapiedi, cantine, disimpegni	Statiche e dinamiche non comprese nei tipi successivi
2	Autorimesse, piazzali	Automezzi su pneumatici di massa totale $\leq 3,5$ t
3	- Magazzini e industria con uso occasionale di transpallets, presenza di scaffalature leggere - Piazzali autorimesse	- Carrelli elevatori con pneumatici di massa totale $\leq 2,5$ t - Scaffalature aventi carico massimo $\leq 0$ kN/appoggio - Automezzi su pneumatici di massa totale $\leq 13$ t
4	Magazzini grande distribuzione e industria con uso intensivo di carrelli elevatori, presenza di scaffalature	- Carrelli elevatori con pneumatici di massa totale $> 2,5$ t - Transpallet con massa totale $\leq 1$ t - Carrelli elevatori con ruote piene di massa totale $\leq 4,5$ t - Scaffalature aventi carico massimo $\leq 30$ kN/appoggio - Automezzi su pneumatici di massa totale $\leq 30$ t
5	Industria, scaffalature, moli e banchine portuali e carichi speciali, piazzali	- Transpallets con massa totale $> 1$ t - Carrelli elevatori con ruote piene di massa totale $> 4,5$ t - Scaffalature aventi carico massimo $> 30$ kN/appoggio - Automezzi su pneumatici di massa totale $> 30$ t

## 6 Requisiti

I pavimenti di calcestruzzo ad uso industriale devono soddisfare i seguenti principali requisiti.

(7) Al momento della pubblicazione della norma, è in vigore il D.M. LL.PP. del 09-01-96 in applicazione della legge 1086 del 05-11-71.

### 6.1 Planarità

#### 6.1.1 Generalità

Il grado di planarità di una pavimentazione deve essere definito progettualmente, anche ai fini della scelta del metodo costruttivo.

I limiti di accettazione della planarità sono definiti nel prospetto 2.

### Prospetto 2 Tolleranze sulla planarità\*)

Distanze tra i punti di controllo	1m	2m	4m
Tolleranza	$\pm 4$ mm	$\pm 5$ mm	$\pm 6$ mm
*) Scostamento di concavità o convessità rispetto al piano nominale determinato dal regolo utilizzato per la misurazione.			

*Nota Tolleranze più restrittive di quelle indicate, per esempio per magazzini destinati a stoccaggio con alte scaffalature ed impiego di carrelli elevatori a grande altezza, non sono contemplate nella presente norma e devono essere eventualmente specificate nel progetto.*

### 6.1.2 Metodo di misurazione

La planarità deve essere verificata utilizzando o il metodo descritto nell'appendice A o altri metodi che consentano una precisione uguale o maggiore.

Allo scopo di verificare la corretta posa del pavimento industriale, le tolleranze richieste devono essere verificate entro e non oltre le 72 h successive al getto e lontano almeno 50 cm dai pozzetti, dai giunti di costruzione e dagli spiccati in elevazione.

### 6.1.3 Criteri di accettazione

La pavimentazione è accettata alla verifica di due condizioni:

- almeno il 90% delle misurazioni preventivamente concordate deve essere conforme ai valori di riferimento;
- il 10% delle misurazioni preventivamente concordate non può comunque superare il valore di riferimento aumentato del 25% in ogni singola rilevazione.

## 6.2 Orizzontalità

Quanto previsto nel presente punto è applicabile quando nel pavimento non siano previste pendenze per il deflusso dell'acqua. In tal caso si applica il punto 6.3.

Il pavimento industriale di calcestruzzo viene normalmente raccordato agli elementi circo- stanti già posizionati in quota e livello stabiliti (soglie, chiusini, basamenti, piani di scarico, ecc.) che costituiscono i raccordi del pavimento. In tali casi, l'orizzontalità non necessariamente risulta requisito applicabile.

I riferimenti dei piani quotati devono essere stabiliti progettualmente e marcati su pilastri e muri con tratti precisi ed indelebili a cura del committente. I riferimenti quotati devono essere verificati dalla direzione lavori.

In assenza di punti di raccordo, il progetto deve stabilire la quota di riferimento rispetto a caposaldi prefissati. (soglie, chiusini, basamenti, piani di scarico, ecc.). Le tolleranze riferite alla quota di riferimento devono essere quelle definite nel prospetto 3.

### Prospetto 3 Tolleranze sull'orizzontalità

Distanza tra i punti di controllo	≤10m	≤25m	≤50m	≤100m
Tolleranza	±15mm	±20mm	±25mm	±35mm

## 6.3 Pendenza

Quanto previsto nel presente punto è applicabile quando non sia richiesto il soddisfacimento del requisito di orizzontalità (vedere punto 6.2).

Per evitare ristagni d'acqua è necessario prevedere pendenze non minori di 15 mm/m. Le pendenze per il deflusso delle acque verso i punti di raccolta, devono essere espresse in millimetri al metro e devono essere indicate dal progettista. Per rispettare tali pendenze, la quota di colmo deve essere determinata misurando la distanza tra il punto più lontano e il punto di raccolta delle acque. Il grado di planarità dei pavimenti in pendenza deve essere misurato con il metodo di controllo riportato nell'appendice A.

## 6.4 Imbarcamento (Curling)

L'imbarcamento (vedere punto 3.4) reale del pavimento deve rispettare i valori prefissati nel progetto.

## 6.5 Resistenza all'abrasione, all'usura e all'urto.

I pavimenti di calcestruzzo ad uso industriale possono essere suddivisi, in base al tipo di trattamento superficiale previsto, in tre classi, come illustrato nel prospetto 4.

### prospetto 4 Classificazione dei pavimenti industriali di calcestruzzo in base alla resistenza all'abrasione

Le analisi vengono svolte sulla base di modelli ideali sia della geometria che del comportamento della struttura. I modelli utilizzati devono essere adeguati al problema in esame.

Alcune schematizzazioni comunemente utilizzate per l'analisi sono:

- comportamento elastico;
- comportamento rigido-plastico;
- comportamento non lineare.

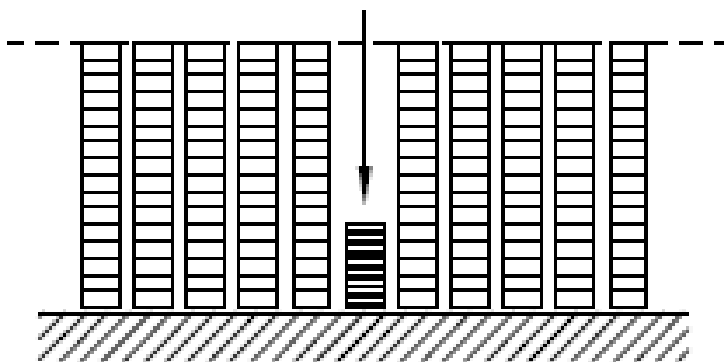
Nell'appendice informativa B si riportano alcune formule di calcolo relative a situazioni di carico elementari, basate sui modelli sopra indicati.

#### 8.4.1 Tipi di sottofondo

##### 8.4.1.1 Suolo alla Winkler

L'ipotesi di sottofondo alla Winkler presuppone che il terreno si comporti come un insieme di elementi elastici indipendenti tra loro e quindi il cedimento sia proporzionale allo sforzo applicato (vedere figura 7).

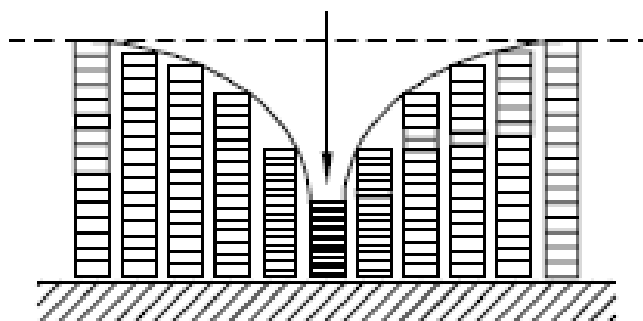
**figura 7 Deformazioni per sottofondo alla Winkler, caratterizzato dalla costante  $k$**



##### 8.4.1.2 Suolo alla Boussinesq

Tale schema, più aderente alla realtà fisica, tiene conto dell'interazione fra elementi contigui di terreno (semispazio elastico alla Boussinesq, vedere figura 8); pertanto il cedimento in un generico punto dipende dalla posizione mutua fra detto punto e quello di applicazione del carico.

**figura 8 Deformazioni per sottofondo alla Boussinesq, caratterizzato dal modulo elastico  $E_g$  e dal modulo di Poisson  $\mu_g$**



Entrambi i modelli del sottofondo presuppongono la linearità del legame costitutivo  $\sigma - \epsilon$  e la simmetria di comportamento a trazione e compressione, quindi la capacità del terreno di reagire anche in presenza di sollevamento della lastra.

Il valore della costante di sottofondo  $k$  o del modulo elastico  $E_g$  vengono desunti da prove specifiche sul terreno in situ (vedere anche UNI ENV 1997-3).

A titolo indicativo si rimanda al prospetto 7 per valori stimati dei moduli di sottofondo; il valore minimo di progetto per un pavimento industriale deve essere:

$$k_{min} = 0,03 \text{ N/mm}^3$$

### Prospetto 7 Valori indicativi delle caratteristiche elastiche dei sottofondi in funzione del tipo di terreno

Tipo di terreno	k (N/m <sup>3</sup> )	Eg (N/mm <sup>2</sup> )
Terreno di coltura	0,005 - 0,015	-
Riporto recente	0,010 - 0,020	-
Sabbia fine o leggermente costipata	0,015 - 0,03	6
Sabbia ben costipata	0,05 - 0,10	12
Sabbia molto ben costipata	0,10 - 0,15	24
Argilla (umida)	0,03 - 0,06	6
Argilla	0,08 - 0,10	12
Argilla mista a sabbia	0,08 - 0,10	12
Ghiaia frantumata e sabbia	0,10 - 0,15	12
Ghiaia frantumata grossolana	0,20 - 0,25	36
Ghiaia frantumata ben compattata	0,20 - 0,30	48
Lastre di polystirene	0,1 X massa volumica	
Lana di roccia	0,003 X massa volumica	
N.B. I valori di modulo sono relativi a lungo termine (10 anni). I valori a breve termine possono essere da 3 a 10 volt maggiori di quelli indicati.		

#### 8.4.1.3 Sottofondi stratificati

È possibile anche schematizzare sottofondi più complessi (per esempio terreni stratificati caratterizzati da diversi moduli Egi).

#### 8.4.1.4 Altri tipi di sottofondo

È possibile schematizzare terreni con caratteristiche non lineari, o che tengono conto della dissimmetria di comportamento a trazione e compressione del terreno stesso (problema di contatto unilatero e distacco della piastra).

In tali casi non esiste una soluzione in forma chiusa al problema dell'analisi numerica del sistema piastra terreno, ma si dovrà ricorrere ad algoritmi specifici (per esempio elementi finiti lineari e non), definendo il terreno sulla base di specifiche prove in situ e di laboratorio.

#### 8.4.2 Pavimenti su soletta

Contrariamente a quanto accade nel caso di piastra su terreno, il carico che agisce sulla piastra si trasmette al solaio che si inflette: ne consegue una deformazione flessionale indicata nella figura 9.

Le sollecitazioni dovute al carico sono quindi desumibili in base a considerazioni di conseguenza, tenendo adeguatamente in conto la possibilità di scorrimento o meno fra pavimento e sottofondo.

Le sollecitazioni dovute ad azioni indirette (ritiro, gradienti termici), ove significative, sono invece influenzate dalla deformabilità della soletta.

In via semplificativa ed a favore di sicurezza, la soletta può essere considerata infinitamente rigida.

Coefficiente di attrito $\mu$	Distanza fra i giunti (spessore pavimento)				
	10	20	30	50	>100
<0,5	0,05	0,15	0,25	0,5	1
1	0,1	0,3	0,5	1	1
2	0,2	0,6	1	1	1

#### B.2.4.2 Gradiente termico

Gradiente termico  $\Delta T$  variabile linearmente nello spessore  $h$  della piastra:

prospetto B 7 **Massima sollecitazione di trazione - Gradiente termico**

	Massima sollecitazione di trazione
Centro	$\sigma_{T,0} = \frac{E_c \cdot \alpha \cdot \Delta T}{1 + \phi}$
Lato	$\sigma_{T,l} = 0$
Angolo	$\sigma_{T,0} = \frac{E_c \cdot \alpha \cdot \Delta T}{1,5}$

dove:

$\alpha$  è il coefficiente di dilatazione termica lineare ( $10 \cdot 10^{-6}$ );

$\phi$  è il fattore di rilassamento.

### B.3 Comportamento rigido-plastico

Nell'ipotesi di comportamento plastico, il carico ultimo della pavimentazione può essere calcolato con la teoria delle linee di rottura (yield lines).

In questo caso viene calcolato il carico  $P_u$  compatibile con la rottura della piastra intesa come la formazione di fessure che portano alla formazione di un meccanismo di collasso.

Nell'ipotesi di fessura circonferenziale con centro nel punto di applicazione del carico (questo quindi deve essere puntiforme o applicato su un'area ristretta avente raggio di impronta  $a$ ), definito  $M_0 = M_a + M_b$  ove i momenti sono quelli ultimi della lastra di calcestruzzo armato (se non armata sono calcolate nel rispetto delle condizioni di plasticità di Rankine), il carico ultimo è riportato nel prospetto B.8.

**prospetto B 8 Carico ultimo  $P_u$**

Punto di applicazione del carico	Carico ultimo $P_u$
Centro	$P_u = \frac{2 \cdot \pi \cdot M_0}{1 - \left(\frac{a}{3 \cdot l}\right)^{0,6}}$
Lato	$P_u = 3,5 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot a}{l}\right) \cdot M_0$
Angolo	$P_u = 2 \cdot \left(1 + \frac{4 \cdot a}{l}\right) \cdot M_0$

### B.4 Comportamento non lineare

#### **B.4.1 Pavimentazioni con armatura tradizionale (rete o barre di armatura)**

Il comportamento non lineare della pavimentazione può essere studiato nell'ambito delle ipotesi previste nella UNI EN 1992-1-1.

#### **B.4.2 Pavimentazioni di calcestruzzo fibrorinforzato strutturale**

Poiché le fibre manifestano il loro contributo resistente solo dopo la fessurazione della matrice, il calcolo non lineare delle pavimentazioni di calcestruzzo fibrorinforzato strutturale si può basare sulla Meccanica della Frattura Non Lineare o sulla Meccanica del Danno.

**Fonte:**

UNI 11146:2005

<http://store.uni.com/catalogo/index.php/uni-11146-2005.html>