

**EMAF****Scaffalature industriali**

Scaffalature Metalliche – Porta Pallet – Soppalchi – Cantilever – Drive In – Sistemi di Protezione

ingenio

SISTEMA INTEGRATO DI INFORMAZIONE PER L'INGEGNERE

Progettare il magazzino: dal sistema di scaffalature alla pavimentazione

Ing. Stefano Sesana

SCL Ingegneria Strutturale di Milano – www.scl-ingegneria.it sesana.s@scl-ingegneria.it

Segretario del WG1 della ERF (European Racking Federation)

Convener del CEN/TC 344 WG5 “Seismic design”

Sommario

La capacità di un magazzino di svolgere la propria funzione dipende non solo dalla progettazione del layout e dall'organizzazione operativa, ma anche dal fatto che l'insieme degli elementi che lo costituiscono si comporti secondo le prestazioni attese.

Ciò richiede una progettazione integrata dei diversi elementi, che tenga conto delle caratteristiche e delle prestazioni attese da ciascuno.

In questo contesto ha un ruolo chiave chi deve definire le specifiche tecniche, che deve coordinare le diverse esigenze e armonizzare le soluzioni; la Norma europea UNI EN 15629 per le scaffalature rappresenta al riguardo una valida linea guida.

In questo articolo vengono analizzati i fattori che, a partire dalla definizione dello scaffale e del sistema di movimentazione delle merci, influenzano il progetto del magazzino e in particolare della pavimentazione, portano alla costruzione della struttura idonea a sostenere il carico delle attività logistiche e le azioni trasmesse dalle scaffalature, con particolare attenzione ai requisiti espressi dalle Norme e Raccomandazioni tecniche sulle scaffalature.

Un insieme integrato di requisiti

La progettazione di un sistema di movimentazione e stoccaggio di merci in un magazzino è normalmente condizionata da diversi fattori tra loro interdipendenti, che possono essere individuati nelle caratteristiche dell'edificio ospitante, nel tipo di scaffalatura con le sue prestazioni attese, nel sistema di movimentazione delle merci e nella pavimentazione.

1



Sede operativa: via L. Galvani 12 - 35030 Caselle di Selvazzano Dentro (PD)

Sede legale: via Firenze 20 - 35020 Ponte San Nicolò (PD)

Tel 049 635949 Fax 049 8963057 P. IVA 03523170284

E- mail: info@emaf.it Sito: www.emaf.it

**EMAF****Scaffalature industriali**

Scaffalature Metalliche – Porta Pallet – Soppalchi – Cantilever – Drive In – Sistemi di Protezione

ingenia

SISTEMA INTEGRATO DI INFORMAZIONE PER L'INGEGNERE

Lo studio distributivo del magazzino deve, infatti, garantire un efficiente flusso delle merci, con adeguati spazi di manovra e accessibilità per i mezzi di movimentazione, e allo stesso tempo la sistemazione generale delle scaffalature (layout) deve conformarsi con la maglia strutturale dell'edificio ospitante. Il risultato economico e funzionale della realizzazione potrà quindi dipendere anche dal grado di integrazione tra i diversi ambiti già in fase di progettazione.

Le scaffalature in generale devono essere mantenute separate e indipendenti dalle strutture dell'edificio: scaffalature ed edificio sono infatti sistemi strutturali con caratteristiche di rigidità e deformabilità molto diverse, e il loro collegamento, ove presente, può produrre il trasferimento di azioni difficilmente quantificabili, ma comunque da considerare nei dimensionamenti strutturali.

Per questa ragione, gli scaffali vengono normalmente progettati per essere autostabili, e, salvo i casi in cui sono previsti a progetto dei collegamenti, le distanze e interspazi tra gli elementi dell'edificio e le scaffalature devono essere tali da garantire che non vi sia contatto per effetto degli spostamenti relativi; questi sono dovuti in condizioni operative alle azioni da movimentazione delle merci, alle imperfezioni di montaggio amplificate dagli effetti del 2° ordine e alle azioni esterne del sisma e del vento.

La pavimentazione costituisce il sistema fondale dello scaffale, che deve garantirne la stabilità sotto i carichi verticali e rispetto agli effetti ribaltanti prodotti dalle azioni orizzontali, in particolare quelle sismiche, per le quali devono inoltre essere garantite condizioni di ancoraggio adeguate. Se per installazioni di scaffali in edifici esistenti è spesso inevitabile che la pavimentazione costituisca un dato di progetto per lo scaffale e più in generale per il sistema logistico, è bene che nel nuovo magazzino il progetto strutturale della nuova pavimentazione sia svolto sulla base delle caratteristiche del sistema di scaffalature che sarà installato e del tipo di movimentazione previsto.

Oltre a garantire stabilità degli scaffali, la pavimentazione deve resistere alle azioni statiche e dinamiche prodotte dai mezzi di movimentazione, che nelle zone di maggior transito richiedono la valutazione dei fenomeni di fatica, limitando nel tempo il danneggiamento e la fessurazione, e garantendo un'adeguata resistenza all'usura.

Deformabilità, tolleranze di montaggio e interspazi degli scaffali devono inoltre essere compatibili con la tipologia dei mezzi di movimentazione utilizzati, per consentirne l'operatività e l'efficienza in condizioni di sicurezza; anche la planarità e la deformabilità della pavimentazione condizionano l'operatività in adiacenza o all'interno dello scaffale, e devono essere valutati in relazione al sistema di movimentazione.

2



Sede operativa: via L. Galvani 12 - 35030 Caselle di Selvazzano Dentro (PD)

Sede legale: via Firenze 20 - 35020 Ponte San Nicolò (PD)

Tel 049 635949 Fax 049 8963057 P. IVA 03523170284

E- mail: info@emaf.it Sito: www.emaf.it



Gli scaffali sono strutture normalmente poco robuste, e richiedono quindi di essere protetti dagli urti almeno nelle posizioni e nelle zone del magazzino a maggiore rischio.

La Normativa tecnica identifica tali posizioni nelle zone di estremità degli allineamenti di scaffali e all'incrocio tra corridoi, dove i carrelli cambiano direzione.

Su questo punto vale la pena sottolineare che i dispositivi di protezione possono essere dimensionati, secondo tale Normativa, per assorbire sollecitazioni relativamente modeste rispetto a quelle che l'Eurocodice 1 definisce per simulare urti prodotti dai carrelli; la stessa Normativa specifica tuttavia che tale deroga è ammissibile solo se sono rispettate ovunque nel magazzino le condizioni di operatività in sicurezza, consistenti in adeguata larghezza dei corridoi, protezioni installate almeno nelle posizioni previste, e personale adeguatamente addestrato e operante seguendo prassi di sicurezza.

Se l'efficienza logistica e la sicurezza devono guidare le scelte del sistema di stoccaggio e di movimentazione del magazzino, il costo globale della sua realizzazione si compone di diverse voci che si influenzano a vicenda, e che dovranno pertanto essere ottimizzate in un'ottica di reciproco bilanciamento.

Le condizioni sopra brevemente descritte mostrano come nella realtà il progetto efficiente e sicuro del magazzino richieda di considerare in modo armonico diversi ambiti specialistici, per ciascuno dei quali esistono riferimenti e indicazioni sufficientemente precisi nella normativa tecnica.

In questo contesto la Normativa di settore sulle scaffalature identifica nello "Specificatore" la figura tecnica di riferimento, che deve produrre le specifiche tecniche adeguate per l'integrazione dello scaffale nel contesto del magazzino, assicurando la corretta risoluzione delle problematiche alle diverse interfacce con le strutture del fabbricato, con i mezzi di movimentazione e la pavimentazione.

Nelle figure che seguono, sono indicate alcune situazioni problematiche relative a installazioni non conformi e non sicure che si riscontrano nella pratica, e le conseguenti azioni correttive che, come si può verificare, possono risultare onerose e invasive.

**EMAF****Scaffalature industriali**

Scaffalature Metalliche – Porta Pallet – Soppalchi – Cantilever – Drive In – Sistemi di Protezione

ingenio

SISTEMA INTEGRATO DI INFORMAZIONE PER L'INGEGNERE



Figura 1 – Spessoramento eccessivo sotto una
correggere l'eccessiva
non planarità della pavimentazione



Figura 2 – installazione di attacco di base di un piastra di base per
controvento in posizione eccessivamente
ravvicinata al bordo della pavimentazione



Figura 3 – Tassello installato su un giunto della
pavimentazione



Figura 4 – Scaffale in contatto con elemento
strutturale dell'edificio

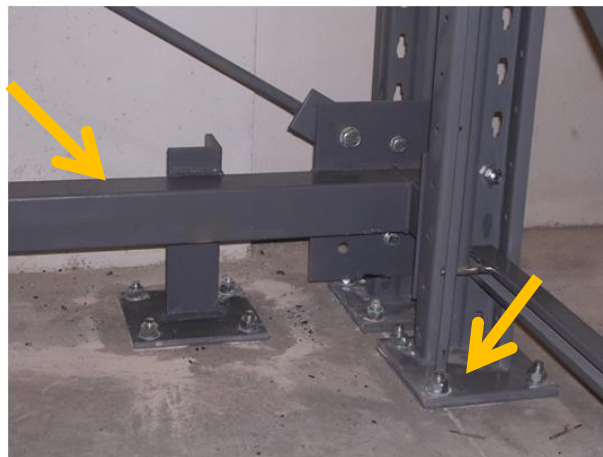


Figura 5 – Collegamento speciale alla pavimentazione
Figura 6 – Inserimento in opera di elementi aggiuntivi in corrispondenza di una discontinuità per compensare la perdita di capacità portante di ancoraggi installati su un giunto del pavimento



Figura 7 – Installazione di piastre per ancoraggio al fianco della platea di fondazione delle basi di uno scaffale eccessivamente vicine al bordo



I riferimenti tecnici e normativi

L'ambito delle normative e degli standard tecnici di settore per le scaffalature industriali affronta molti degli aspetti tecnici sopra identificati, ovviamente focalizzandosi sugli scaffali, proponendo comunque un valido riferimento tecnico per la progettazione coordinata del magazzino.

La Norma UNI EN 15629 "Specifiche dell'attrezzatura di immagazzinaggio" è il riferimento per lo "Specificatore", la figura che dovrebbe coordinare la corretta contestualizzazione delle scaffalature nella logistica del magazzino.

Va sottolineato che le norme e gli standard tecnici oggi disponibili non sono cogenti, in quanto non esplicitamente richiamati dalla legislazione italiana, ma rappresentano comunque lo stato dell'arte sull'argomento e pertanto la loro applicazione, seppur volontaria, rappresenta il miglior approccio disponibile.

Tutte le norme citate nella Tabella seguente sono state promosse e sviluppate dalle associazioni europee di produttori di scaffalature industriali, oggi federate nella ERF (European Racking Federation), inizialmente in ambito FEM (Federation Europeen de la Manutention), e successivamente ufficializzate a livello di norma europea attraverso il CEN, dove vengono sottoposte a un processo di validazione formale e sostanziale da parte della comunità scientifica, per essere poi recepite dagli organismi nazionali di unificazione (in Italia l'UNI).

Le Norme UNI e UNI EN sono quindi gerarchicamente prevalenti sulle norme FEM, che hanno valenza di raccomandazioni tecniche, ma che sono sicuramente da considerare per gli ambiti non sviluppati dalle norme EN; va anche sottolineato che in Italia l'UNI ha recepito ad oggi senza modifiche tutte le norme EN sulle scaffalature ad oggi prodotte.

Un argomento tuttora aperto riguardante il progetto delle pavimentazioni, che rischia di creare qualche problema di comprensione e confusione, è l'assenza di armonizzazione tra i requisiti sulle tolleranze di planarità e deformabilità espressi nella UNI EN 15620 "Tolleranze, deformazioni e Interspazi" rispetto ad altre normative normalmente utilizzate sullo stesso argomento, per il quale è auspicabile la convergenza verso un unico insieme coerente di prescrizioni, almeno per quanto riguarda l'ambito dei magazzini e delle scaffalature industriali.

**Principali riferimenti normativi e standard tecnici per le scaffalature**

UNI EN 15629 Specifiche dell'attrezzatura di immagazzinaggio

UNI EN 15620 Tolleranze, deformazioni e interspazi

UNI EN 15635 Utilizzo e manutenzione dell'attrezzatura di immagazzinaggio

UNI EN 15512 Scaffalature portapallet – Principi per la progettazione strutturale

FEM 10.2.06 Shelving design Code

FEM 10.2.07 Drive-in design Code FEM

10.2.09 Cantilever design Code

FEM 9.831 Calculation principles of storage and retrieval machines.

Tolerances, deformation and clearances in the high-bay warehouses FEM 9.841 / FEM

10.2.10 Rail dependent storage and retrieval systems – Interfaces

UNI/TS 11379:2010 Progettazione sotto carichi sismici delle scaffalature per lo stoccaggio statico di pallet FEM

10.2.08 v1.04 May 2008 Recommendations for the design of static steel pallet racking in seismic conditions

prEN16681 Steel static storage systems — Adjustable pallet racking systems — Principles for seismic design (documento in inchiesta pubblica)

Tabella 1 - Riferimenti normativi e standard tecnici per le scaffalature

Quali requisiti prestazionali per la pavimentazione richiesti dallo scaffale

Il primo requisito prestazionale richiesto alla pavimentazione è quello di essere un sicuro sistema fondale per lo scaffale: è quindi necessario identificare rispetto a quali azioni e con quali risposte.

Innanzitutto devono essere considerati i carichi verticali gravitazionali, costituiti quasi esclusivamente dal peso delle merci stivate (il peso della struttura dello scaffale è normalmente inferiore al 5% del totale e viene trascurato); questi carichi sono trasmessi alla pavimentazione in corrispondenza delle basi dei montanti, e la pavimentazione deve essere in grado di trasferirli e ridistribuirli sul sottofondo, con funzionamento a piastra, senza fessurazioni e danneggiamenti.

Vi sono poi i carichi derivanti dalle azioni orizzontali del vento (dove applicabile) e del sisma, che producono globalmente sullo scaffale un momento ribaltante, e localmente all'interfaccia con la pavimentazione in corrispondenza delle piastre di base, azioni verticali, dirette verso il basso o verso l'alto, azioni orizzontali taglianti e momenti flettenti.

7



Anche in questo caso la pavimentazione deve trasferire le azioni sul sottofondo, ma al contempo deve garantire l'ancoraggio e la stabilità globale al ribaltamento dello scaffale, chiamando maggiormente in causa il suo funzionamento globale a piastra.

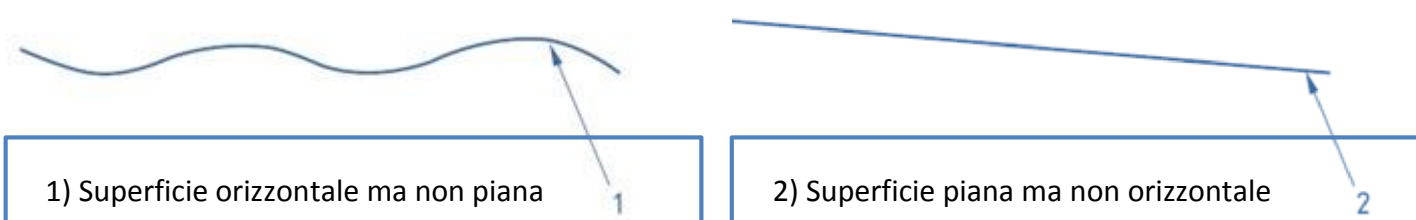
Localmente, all'interfaccia tra scaffale e pavimentazione (piastra di base), la pavimentazione deve quindi resistere al punzonamento, senza fessurarsi e danneggiarsi in condizioni di esercizio, e deve garantire l'ancoraggio per le diverse componenti dell'azione trasferita.

Il dimensionamento dell'ancoraggio a sua volta è determinato, oltre che dalla scelta del sistema, dai parametri costruttivi della lastra (spessore, classe del calcestruzzo, armatura o fibre utilizzate), e dalla distanza degli ancoraggi dai giunti o da altre discontinuità.

Un secondo aspetto riguarda le tolleranze di costruzione e le deformazioni del pavimento, le cui limitazioni hanno la funzione di consentire al sistema costituito dallo scaffale e dal sistema di movimentazione delle merci, normalmente il carrello a forche, di operare in sicurezza.

I parametri di riferimento per la pavimentazione sono in questo caso la planarità, l'orizzontalità e la deformabilità della piastra sotto carico; nella figura seguente vengono illustrati con un esempio i concetti di orizzontalità e planarità.

Figura 8 – Orizzontalità e planarità



L'estensione dello scaffale determina in genere la tolleranza di orizzontalità, mentre il tipo di scaffale e il movimento possibile per il carrello determinano la tolleranza di planarità.

Il tipo di movimento del carrello può essere libero (scaffali wide aisle, narrow aisle e open storage) o guidato (VNA – very narrow aisle).

Nel caso di movimento libero, la tolleranza sulla planarità è riferita alla sola pavimentazione, indipendentemente dalle dimensioni e dal tipo di carrello, prendendo come riferimento convenzionale una distanza tra due punti di 3 m, in modo di assicurare tolleranze adeguate

**EMAF****Scaffalature industriali**

Scaffalature Metalliche – Porta Pallet – Soppalchi – Cantilever – Drive In – Sistemi di Protezione

ingenio

SISTEMA INTEGRATO DI INFORMAZIONE PER L'INGEGNERE

all'interfaccia tra carrelli e scaffali; nelle zone a transito guidato (VNA) normalmente caratterizzate da interspazi molto ridotti, le tolleranze sono riferite anche alle dimensioni dei carrelli.

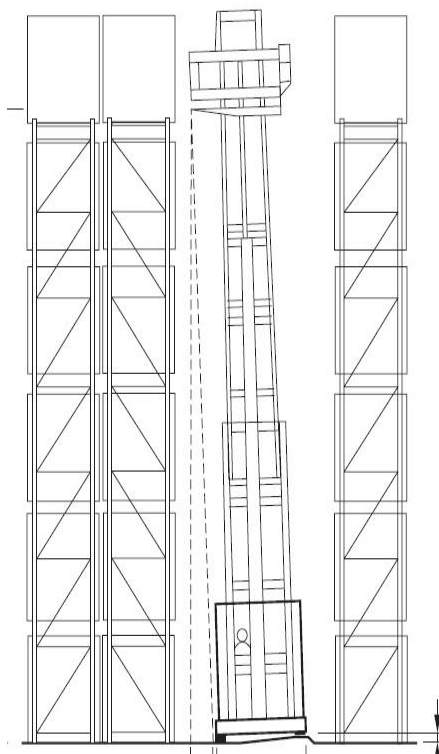


Figura 9 - Effetti della planarità della pavimentazione su scaffali APR (porta pallet) Fonte
UNI EN15620:2009

Più specificamente, la Norma EN15620 identifica 6 diverse classi di scaffalature in relazione al tipo di movimentazione delle merci, illustrate in Tabella 2.

Class	Aisle	MHE
100	VNA	Stackercrane with automatic control without fine positioning
200	VNA	Stackercrane with automatic or manual control and fine positioning
300 A	VNA	Truck "man up" or indirect visibility aid to guide the operator
300 B	VNA	Truck "man down" and no visibility aid
400 WA	Wide	Counter balanced FLT, make 90° turns for loading / unloading
400 NA	Narrow	Specialist type of FLT to operate in reduced width aisles

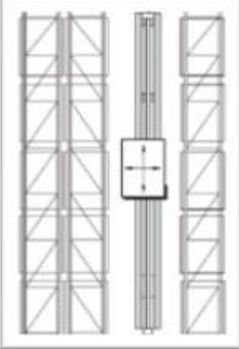
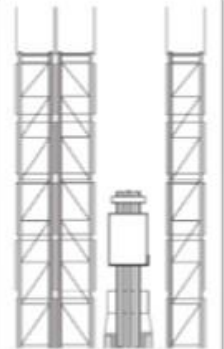
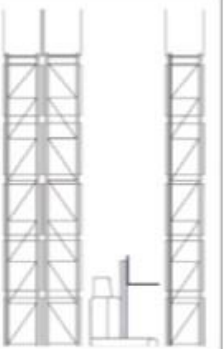
			
100/200	300 A/B	400 wide aisle	400 narrow aisle

Tabella 2 - Classi di scaffalatura – Fonte UNI EN 15620:2009

L'orizzontalità del pavimento, infine, serve a garantire che il carrello e lo scaffale abbiano lo stesso piano di riferimento, e che la verticalità degli scaffali sia ottenibile limitando l'uso di spessoramenti sotto le piastre di base.

Tolleranze di planarità e orizzontalità

Per scaffali porta pallet (classe 300 e 400), in cui il movimento dei carrelli è libero, la tolleranza di planarità E è definita su una base $X = 3$ m in funzione dell'altezza dello scaffale e della possibilità del carrello di regolare orizzontalmente la posizione del pallet in fase di approccio allo scaffale (side shift).



Figura 10 – Simbologia relativa alla tolleranza di planarità

I limiti indicati nella tabella seguente, tratti dalla UNI EN 15620:2009, riguardano principalmente i dislivelli locali nelle zone di sollevamento delle merci adiacenti agli scaffali, e possono essere ridotti in funzione del tipo di carrello, dell'altezza di sollevamento, e dei cedimenti previsti della pavimentazione, da includere nel progetto dello scaffale.

Classificazione	Altezza scaffale	E max
FM1 Carrello senza side shift	> 13 m	2.25 mm
FM2 Carrello senza side shift	Da 8 a 13 m	3.25 mm
FM3 Carrello senza side shift	Fino a 8 m	4.0 mm
FM4 Carrello con side shift	< 13 m	4.0 mm

Figura 11 – Planarità per scaffali classe 300 e 400 (tipo porta pallet)

Fonte UNI EN 15620:2009

La tolleranza di orizzontalità della pavimentazione è di ± 15 mm lungo lo sviluppo dello scaffale.



Per gli scaffali di classe 300A, in cui il posizionamento dei pallet avviene con l'operatore sollevato insieme al carico o è assistito attraverso un sistema video, le classi di tolleranza sono indicate dalla Norma UNI EN 15620:2009, e tengono conto anche delle dimensioni del carrello e degli interspazi.

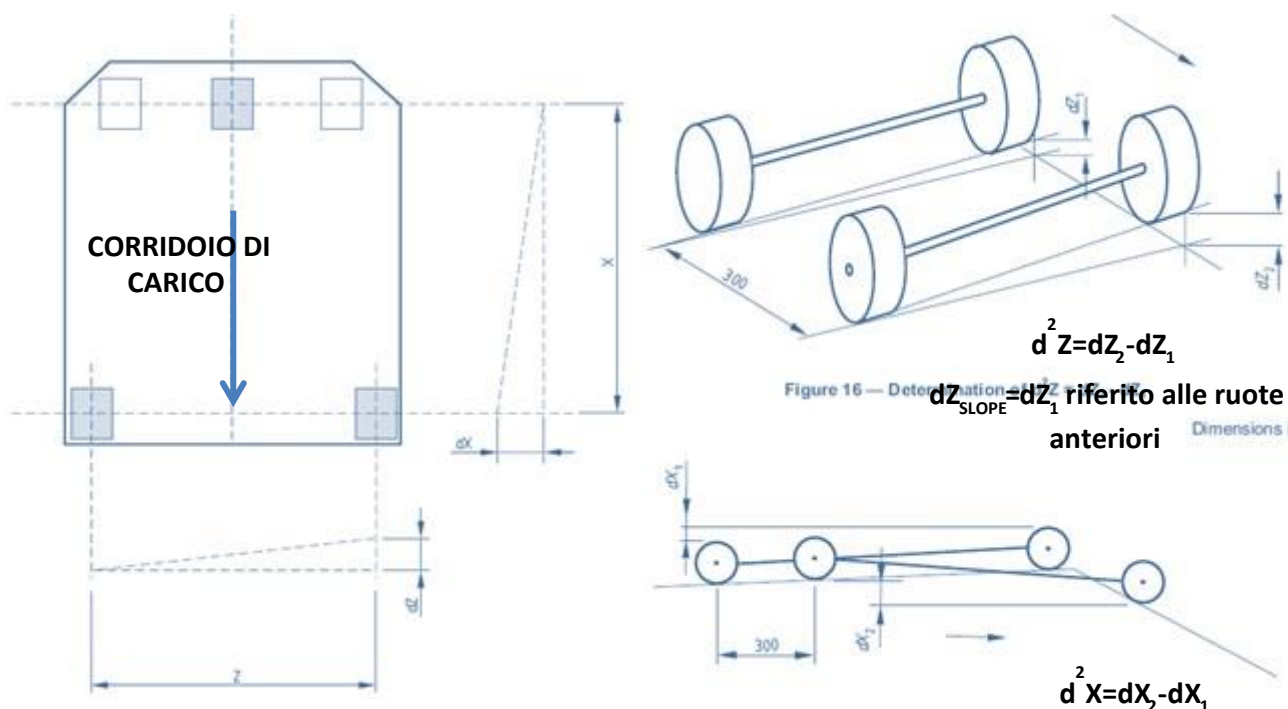


Figura 12 – Simbologia relativa alla tolleranza di planarità per scaffali classe 300

Fonte UNI EN 15620:2009

Table 5 — Classification and limiting values of Z_{SLOPE} and E_{SD}

Classification	Top beam level m	Z_{SLOPE} mm per m	E_{SD} mm
DM 1	Over 13	1,3	3,25
DM 2	8 to 13	2,0	3,25
DM 3	Up to 8	2,5	3,25

Table 6a — Limiting values of dZ and d^2Z

Classification	dZ	d^2Z
calculation	$Z \times Z_{SLOPE}$	$dZ \times 0,75$
DM 1	$Z \times 1,3$	$Z \times 1,0$
DM 2	$Z \times 2,0$	$Z \times 1,5$
DM 3	$Z \times 2,5$	$Z \times 1,9$

Table 6b — Limiting values of dX and d^2X

Classification	dX	d^2X
calculation	$2 \times 1,1 \times Z_{SLOPE}$	Fixed values
DM 1	2,9	1,5
DM 2	4,4	2,0
DM 3	5,5	2,5

Tabella 3 - Planarità per scaffali classe 300A (tipo VNA) Fonte
UNI EN 15620:2009

Per gli scaffali di Classe 300B, con l'operatore che resta a terra e senza ausilio al posizionamento dell'unità di carico, le tolleranze devono essere specificate caso per caso e comunque non devono essere superiori a quelle indicate per la classe 300A.

La tolleranza di orizzontalità della pavimentazione è sempre di ± 15 mm lungo sviluppo dello scaffale; va però sottolineato il fatto che le tolleranze di verticalità dello scaffale al montaggio devono essere comunque rispettate, indipendentemente da quelle della pavimentazione, in quanto queste condizionano sia l'accessibilità da parte dei mezzi di movimentazione che la deformabilità laterale dello scaffale sotto carico.

Negli scaffali automatici, dove le merci sono movimentate mediante traslo-elevatori (stacker cranes), sono prescritte tolleranze di orizzontalità e planarità in funzione della lunghezza dello scaffale: $\square 10$ mm fino a 50 m, $\square 15$ mm fino a 150 m e $\square 20$ mm oltre i 200 m.

Le deformazioni della pavimentazione (o platea di fondazione) devono essere incluse nel calcolo statico dello scaffale, tenendo conto sia del comportamento istantaneo, sotto carichi di breve durata, che differito, per effetto di carichi di lunga durata.

Una fondazione può essere considerata “quasi rigida”, quindi con deformabilità non significativa per il dimensionamento e la funzionalità dello scaffale, quando la rotazione di ciascun punto della platea è inferiore a 0.5 mrad e la deformazione verticale non eccede 1/2000 delle dimensioni dello scaffale. Appare evidente quindi come sia indispensabile che tali dati debbano essere definiti e condivisi in fase di progetto del sistema scaffale / pavimentazione.

Finora sono state descritte le tolleranze di costruzione sulla pavimentazione relative a scaffali tipo porta pallet o assimilabili.

Per gli scaffali tipo drive-in la norma FEM 10.2.07 richiede che la planarità del pavimento, insieme alla deformabilità del carrello, vengano considerate nella determinazione della geometria dello scaffale, per garantire adeguati interspazi per la movimentazione e condizioni di appoggio del pallet sulle guide.

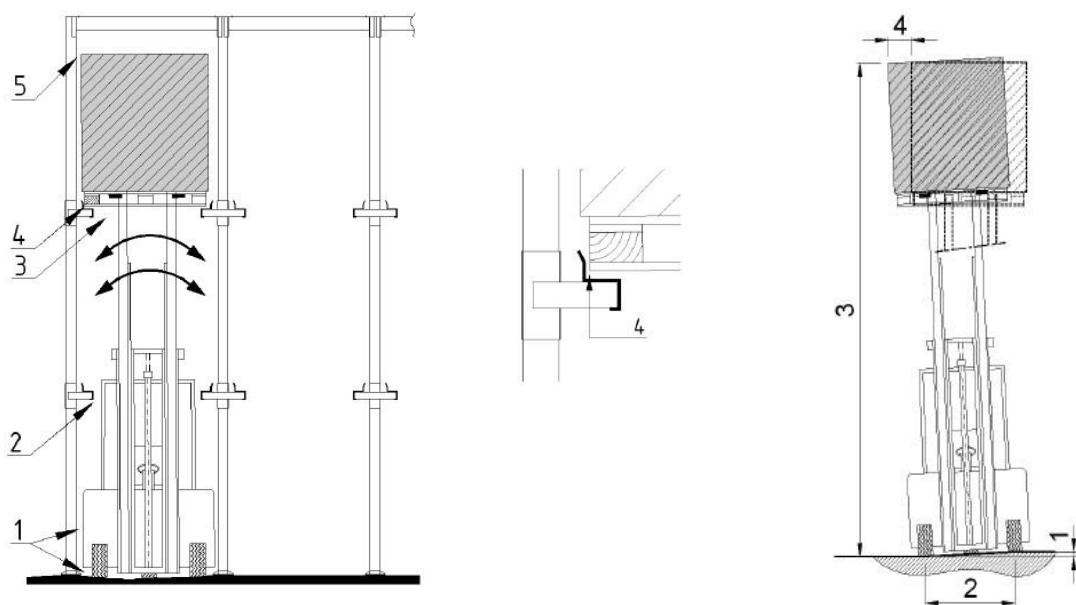


Figura 13 - Planarità della pavimentazione e deformabilità del carrello nel drive-in



Fonte FEM 10.2.07:2009

I dati di progetto per la pavimentazione

Per nuove realizzazioni, è opportuno che la pavimentazione non diventi un dato di progetto eccessivamente vincolante per quanto dovrà essere realizzato successivamente, anche se spesso questa viene costruita molto prima di conoscere in dettaglio l'organizzazione del magazzino e quali scaffali dovrà sostenere.

E' quindi auspicabile che questa venga progettata e dimensionata avendo una chiara visione dei carichi, della loro distribuzione, del tipo di movimentazione e dei mezzi che saranno utilizzati; in caso contrario, la sicurezza del magazzino, la sua efficienza logistica o entrambe rischieranno di essere condizionate o compromesse.

La distribuzione dei giunti e dei tagli a pavimento dovrà essere quanto più possibile compatibile con il layout delle piastre di base degli scaffali e con i loro ancoraggi, così come è necessario tenere conto del maggiore impegno a fatica nelle zone di maggior traffico dei mezzi di movimentazione. Le tolleranze di planarità e livello, dipendono a loro volta dal tipo di scaffale e di sistema di movimentazione utilizzato, e devono quindi essere preventivamente determinate.

Il progettista della pavimentazione dovrà quindi avere a disposizione le informazioni necessarie per il corretto dimensionamento e la corretta realizzazione, relative sia ai carichi che alle condizioni operative:

- Il tipo, la classe e l'altezza degli scaffali
- Il tipo di carrello o sistema di movimentazione
- Di conseguenza, le tolleranze di costruzione richieste
- La disposizione definitiva o attesa delle piastre di base degli scaffali
- I carichi trasmessi dagli scaffali, forniti preferibilmente in forma di valori caratteristici per ciascuna condizione di carico, inclusa la loro distribuzione e contemporaneità, per essere in seguito combinati dal progettista della pavimentazione.

**EMAF****Scaffalature industriali**

Scaffalature Metalliche – Porta Pallet – Soppalchi – Cantilever – Drive In – Sistemi di Protezione

ingenia

SISTEMA INTEGRATO DI INFORMAZIONE PER L'INGEGNERE



Figura 14 – Raddoppio di struttura di uno scaffale in corrispondenza di giunto del pavimento

Le informazioni riguardanti la pavimentazione, a loro volta necessarie per il progetto dello scaffale, sono, oltre alle caratteristiche costruttive della stessa, anche quelle deformative, che possono influenzare lo stato tensionale e deformativo dello scaffale e devono essere considerate nel suo progetto statico e funzionale.

Queste informazioni sono in genere significative per i magazzini automatici di grandi dimensioni, dove le tolleranze costruttive e i limiti di deformabilità dello scaffale condizionano il funzionamento del sistema, ma possono esserlo anche nei casi di scaffali installati su impalcati dove l'ipotesi di fondazione rigida per lo scaffale è difficilmente verificata.

Nella figura seguente sono riportati schematicamente due esempi tratti dalla UNI EN 15629:2009 dei possibili effetti della deformabilità del piano d'appoggio dello scaffale sul suo regime tensionale e deformativo.

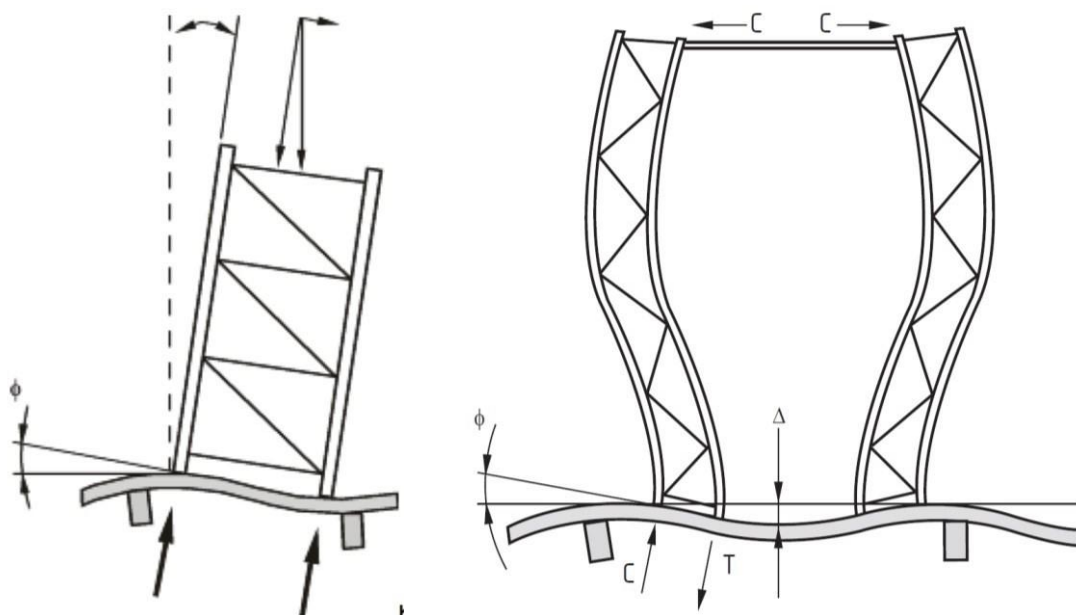


Figura 15 – Influenza della deformabilità del piano d'appoggio dello scaffale

Fonte UNI EN 15629:2009

La tipologia e le condizioni di ancoraggio dovrebbero infine essere definite contestualmente con il progettista dello scaffale, la cui responsabilità normalmente include il dimensionamento del sistema di fissaggio; è invece compito del progettista della pavimentazione indicare la presenza di zone in cui vi sono condizioni di calcestruzzo fessurato rilevanti per il dimensionamento degli ancoraggi.

Un'ultima annotazione riguarda il collegamento degli scaffali alla pavimentazione in condizioni sismiche, realizzato con tasselli post-installati.

E' infatti di recente pubblicazione (aprile 2013) l'Annex E dell'ETAG-001 "ASSESSMENT OF METAL ANCHORS UNDER SEISMIC ACTION", che fissa i requisiti prestazionali e certificativi per tasselli in zona sismica.

Le norme per la progettazione antisismica delle scaffalature UNI/TS 11379:2010 e FEM 10.2.08, antecedenti alla pubblicazione di questo Annex, indicano come unico requisito per gli ancoraggi con tasselli post installati il dimensionamento e certificazione degli stessi per condizioni di calcestruzzo fessurato.

La più recente prEN16681 richiama invece l'Annex E per il dimensionamento di detti ancoraggi. E' opportuno quindi, per la progettazione di questi componenti, riferirsi comunque all'Annex E

dell'ETAG-001, anche se nella situazione attuale vi è un numero limitato di prodotti certificati per la classe di prestazione superiore (C2), che normalmente interessa questo tipo di applicazione.