PRASSI DI RIFERIMENTO UNI/PdR 30:2017

Solai realizzati con casseri isolanti a rimanere di polistirene espanso (EPS)

Expanded polystyrene (EPS) blocks for floor systems insulation formwork

Il documento definisce i requisiti e i criteri prestazionali dei casseri realizzati con polistirene espanso (EPS), utilizzati per la realizzazione di solai da armare e gettare in opera.

Pubblicata il 10 marzo 2017

ICS 91.100.30

AIPE
Associazione Italiana Polistirene Espanso

UNI ENTE ITALIANO DI NORMAZIONE

© UNI
Via Sannio 2 – 20137 Milano
Telefono 02 700241
www.uni.com – uni@uni.com

Tutti i diritti sono riservati.

I contenuti possono essere riprodotti o diffusi (anche integralmente) a condizione che ne venga data comunicazione all’editore e sia citata la fonte.

Documento distribuito gratuitamente da UNI.

PREMESSA

La presente prassi di riferimento UNI/PdR 30:2017 non è una norma nazionale, ma è un documento pubblicato da UNI, come previsto dal Regolamento UE n.1025/2012, che raccoglie prescrizioni relative a prassi condivise all'interno del seguente soggetto firmatario di un accordo di collaborazione con UNI:

AIPE - Associazione Italiana Polistirene Espanso
Via M.A. Colonna, 46
20149 Milano

La presente prassi di riferimento è stata elaborata dal Tavolo "Solai con casseri isolanti in EPS", condotto da UNI, costituito dai seguenti esperti:

Marco Piana – Project Leader (AIPE)

Alessandro Jug (REXPOL Srl)

Domenico Sambataro (PONTAROLO ENGINEERING SpA)

Romeo Tonello (REXPOL Srl)

Alberto Zacchè (POLIESPANSO Srl)

La presente prassi di riferimento è stata ratificata dal Presidente dell'UNI l'8 marzo 2017.

Le prassi di riferimento, adottate esclusivamente in ambito nazionale, rientrano fra i "prodotti della normazione europea", come previsti dal Regolamento UE n.1025/2012, e sono documenti che introducono prescrizioni tecniche, elaborati sulla base di un rapido processo ristretto ai soli autori, sotto la conduzione operativa di UNI.

Le prassi di riferimento sono disponibili per un periodo non superiore a 5 anni, tempo massimo dalla loro pubblicazione entro il quale possono essere trasformate in un documento normativo (UNI, UNI/TS, UNI/TR) oppure devono essere ritirate.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione della presente prassi di riferimento, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione.

© UNI

SOMMARIO

INTRODUZIONE 4

1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE 5

2 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI 5

3 TERMINI E DEFINIZIONI 6

4 PRINCIPIO 7

5 REQUISITI 7

5.1 REQUISITI DELL'EPS 7
5.1.1 RESISTENZA A COMPRESSIONE 8
5.1.2 RESISTENZA A FLESSIONE 8
5.1.3 ASSORBIMENTO ALL'ACQUA 8
5.1.4 PERMEABILITÀ AL VAPORE D'ACQUEO 8
5.1.5 REAZIONE AL FUOCO 9
5.1.6 CONDUCIBILITÀ TERMICA E RESISTENZA TERMICA 9
5.1.7 SOSTANZE PERICOLOSE 9

5.2 REQUISITI DEL CASSERO DI EPS 9
5.2.1 DIMENSIONI E TOLLERANZE DIMENSIONALI 9
5.2.2 CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE 13
5.2.3 RESISTENZA AL FUOCO DEL SISTEMA SOLAIO 13
5.2.4 RESISTENZA MECCANICA 13
5.2.5 RESISTENZA TERMICA DEL SOLAIO 14
5.2.6 PROPRIETÀ ACUSTICHE 14
5.2.7 DURABILITÀ 14

6 METODI DI PROVA 15

6.1 DIMENSIONI DEL CASSERO DI EPS 15

6.2 CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE 15

6.3 RESISTENZA A COMPRESSIONE 15

6.4 RESISTENZA ALLA FLESSIONE 15

6.5 ASSORBIMENTO ALL'ACQUA 15

6.6 PERMEABILITÀ AL VAPORE D'ACQUEO 15

6.7 COMPORTAMENTO AL FUOCO 16
6.7.1 REAZIONE AL FUOCO DELL'EPS E DEL SISTEMA SOLAIO 16
6.7.2 RESISTENZA AL FUOCO DEL SISTEMA SOLAIO 16
6.8 PROPRIETÀ TERMICHE 17
6.8.1 CONDUCIBILITÀ TERMICA 17
6.8.2 RESISTENZA TERMICA DEL SOLAIO 17
6.9 RESISTENZA MECCANICA 17
6.9.1 AUTOPORTANZA 17
6.9.2 PEDONABILITÀ 20
6.9.3 RESISTENZA DELL'ALETTA/FONDELLO TRAVETTO 22
7 VERIFICA DELLA CONFORMITÀ ALLE PRESTAZIONI DICHIARATE 22
APPENDICE - COMPORTAMENTO AL FUOCO DEL SISTEMA SOLAIO ALLEGGERITO 26

INTRODUZIONE

Il documento rappresenta una linea guida per la caratterizzazione di elementi realizzati in EPS costituenti il cassero isolante a rimanere per la costruzione di solai orizzontali o inclinati, impiegati nel settore delle costruzioni.

Il solaio realizzato con casseri in EPS a rimanere è caratterizzato da un peso proprio inferiore a quello dei tradizionali solai e risulta essere facilmente maneggevole in cantiere durante la fase di costruzione dell'edificio.

Questo componente contribuisce a ottenere un edificio caratterizzato da un'elevata resistenza alle sollecitazioni meccaniche.

La presenza dell'EPS rende il solaio leggero offrendo al contempo una resistenza meccanica adeguata fornita da una rigidità strutturale elevata.

L'interazione tra gli elementi orizzontali così realizzati e gli elementi verticali permettono di creare un edificio che risponde adeguatamente alle sollecitazioni di origine sismica, in accordo alla legislazione nazionale vigente.

Questa tipologia di solai è anche impiegata nei sistemi costruttivi usualmente definiti con l'acronimo di SAAD - Sistemi Ad Armatura Diffusa.

Viene posto in opera su impalcato di sostegno provvisorio, accostando perfettamente i casseri in modo da eliminare qualsiasi ponte termico in corrispondenza delle nervature, ed integrati con getto in opera di calcestruzzo a formare i travetti e la soletta dello spessore indicato.

L'EPS viene utilizzato come componente che realizza al tempo stesso l'isolamento termico e il cassero che rimane in opera e che contiene il getto di calcestruzzo e la relativa armatura. L'elemento in EPS può essere di differenti dimensioni e geometrie ed incorporare anche elementi di materiali differenti.

Il manufatto costituente il cassero in EPS può presentare elementi di rinforzo longitudinali che contribuiscono a ottenere l'autoportanza del cassero. Questi elementi di irrigidimento sono spesso inseriti nel materiale isolante in posizione tale da offrire anche supporto per la finitura superficiale inferiore del solaio, prevedendo sistemi adeguati per realizzare la citata finitura.

Il solaio prevede l'utilizzo di armatura metallica e del getto di calcestruzzo per rispondere alle necessità del dimensionamento strutturale previsto dalla normativa vigente e di una finitura all'estradosso ed all'intradosso come completamento dell'opera.

1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente prassi di riferimento definisce i requisiti e i criteri prestazionali dei casseri, realizzati con polistirene espanso (EPS), utilizzati per la realizzazione di solai da armare e gettare in opera con strutture mono, bidirezionali e monolitica.

I casseri in EPS non collaborano con la resistenza strutturale del sistema solaio finito (casseri con nessuna caratteristica strutturale).

I casseri di EPS sono impiegati per realizzare sia i primi solai, i solai intermedi e i solai di copertura e contribuiscono a un elevato e continuo isolamento termico e acustico della struttura orizzontale completa e, quindi, del sistema edilizio.

NOTA La norma UNI EN 15037-4 non è applicabile ai solai oggetto della presente prassi di riferimento in quanto questi non sono appoggiati a travetti di calcestruzzo prefabbricati. La suddetta norma risulta, comunque, essere il riferimento normativo più esaustivo che permette di strutturare la presente UNI/PdR.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

La presente prassi di riferimento rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi e legislativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nel presente documento come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento.

UNI EN 826 Isolanti termici per edilizia - Determinazione del comportamento a compressione

UNI EN 1365-2 Prove di resistenza al fuoco per elementi portanti - Parte 2: Solai e coperture

UNI EN 1609 Isolanti termici per edilizia - Determinazione dell’assorbimento d’acqua per breve periodo per immersione parziale

UNI EN 1994-1-1 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

UNI EN ISO 10211 Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati

UNI EN ISO 11925-2 Prove di reazione al fuoco - Accendibilità dei prodotti sottoposti all'attacco diretto della fiamma - Parte 2: Prova con l'impiego di una singola fiamma

UNI EN 12089 Isolanti termici per edilizia - Determinazione del comportamento a flessione

UNI EN 12390-4 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione - Specifiche per macchine di prova

UNI EN 12667 Prestazione termica dei materiali e dei prodotti per edilizia - Determinazione della resistenza termica con il metodo della piastra calda con anello di guardia e con il metodo del termoflussimetro - Prodotti con alta e media resistenza termica

UN EN 13163 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso (EPS) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 13369 Regole comuni per prodotti prefabbricati di calcestruzzo

UNI EN 13501-1 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco

UNI EN 13501-2 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 2: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco, esclusi i sistemi di ventilazione

UNI EN 15037-4 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Solai a travetti e blocchi - Parte 4: Blocchi di polistirene espanso

UNI EN ISO 16000-1 Aria in ambienti confinati - Parte 1: Aspetti generali della strategia di campionamento

UNI EN ISO 16000-2 Aria in ambienti confinati - Parte 2: Strategia di campionamento per la formaldeide

UNI EN ISO 16000-5 Aria in ambienti confinati - Parte 5: Strategia di campionamento per i composti organici volatili (VOC)

UNI EN ISO 16000-9 Aria in ambienti confinati - Parte 9: Determinazione delle emissioni di composti organici volatili da prodotti da costruzione e da prodotti di finitura - Metodo in camera di prova di emissione

UNI EN ISO 16000-10 Aria in ambienti confinati - Parte 10: Determinazione delle emissioni di composti organici volatili da prodotti da costruzione e da prodotti di finitura - Metodo in cella di prova di emissione

UNI EN ISO 16000-11 Aria in ambienti confinati - Parte 11: Determinazione delle emissioni di composti organici volatili da prodotti da costruzione e da prodotti di finitura - Campionamento, conservazione dei campioni e preparazione dei provini

UNI EN ISO 16000-19 Aria in ambienti confinati - Parte 19: Strategie di campionamento di muffe

UNI EN ISO 16000-26 Aria in ambienti confinati - Parte 26: Strategia di campionamento per l'anidride carbonica (CO2)

CEN/TS 16516 Prodotti da costruzione - Valutazione del rilascio di sostanze pericolose - Determinazione delle emissioni in ambiente interno

3 TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini del presente documento valgono i termini e le definizioni seguenti:

3.1 aletta/fondello travetto: Elemento del cassero in EPS che permette di contenere il getto in calcestruzzo armato. Tale elemento può essere realizzato in due parti che appartengono a due casseri distinti posti adiacenti, oppure può essere compreso in ogni singolo cassero.

3.2 cassero isolante: Cassero in EPS a geometria variabile con prestazione di isolamento termico per la formazione di solai da armare e gettare in opera. Può prevedere la presenza di elementi di rinforzo e di elementi di supporto per finiture superficiali dell'intradosso.

3.3 elemento di rinforzo: Presenza di eventuali elementi posizionati all'interno del cassero in EPS per migliorarne la portanza.

3.4 EPS: Materiale plastico cellulare rigido, vergine e/o rigenerato, fabbricato per sinterizzazione di perle/granuli di polistirene espandibile o di uno dei suoi copolimeri, caratterizzato da una struttura a celle chiuse contenente aria.

3.5 SAAD: Sistemi ad armatura diffusa.

3.6 sistema solaio: Sistema composto da casseri in EPS, ferri di armatura, getto di calcestruzzo di completamento all'estradosso e finitura della superficie all'intradosso.

4 PRINCIPIO

La presente prassi di riferimento definisce i requisiti e i criteri prestazionali dei casseri, realizzati con polistirene espanso (EPS), utilizzati per la realizzazione di solai da armare e gettare in opera.

Nel documento sono identificati i requisiti del materiale, i requisiti del prodotto finito, e i metodi di prova relativi a requisiti definiti.

Il documento definisce, inoltre, i controlli che devono essere eseguiti per la verifica della conformità alle prestazioni dichiarate, in termini di prove identificative iniziali e controllo di produzione in fabbrica.

Completa il presente documento un'appendice relativa al comportamento al fuoco del sistema solaio alleggerito.

5 REQUISITI

5.1 REQUISITI DELL'EPS

Il materiale EPS utilizzato deve soddisfare i requisiti pertinenti specificati nella UNI EN 13163.

Se si utilizzano altri materiali combinati con l'EPS, deve essere dimostrata la loro idoneità.

La dimostrazione di idoneità può risultare da una norma europea che si riferisca specificamente all'utilizzo di questo materiale nei prodotti per edilizia; in assenza di una norma europea, può anche risultare, nelle stesse condizioni, da una norma internazionale ISO.

Qualora questo materiale non sia contemplato da una norma europea o internazionale, o si discosti dai requisiti di tali norme, la dimostrazione di idoneità può risultare da:

- norme o disposizioni nazionali pertinenti valide nel luogo di utilizzo del prodotto che si riferiscono specificamente all'utilizzo di questo materiale nei prodotti per edilizia;
- oppure un'approvazione tecnica europea specifica per l'utilizzo di questo materiale nei prodotti per edilizia.

5.1.1 RESISTENZA A COMPRESSIONE

I casseri in EPS devono soddisfare i requisiti indicati di seguito.

La classe minima deve essere CS(10)70 (resistenza a compressione $\sigma 10 \geq 70$ KPa per 10% di deformazione) in accordo alla UNI EN 13163.

La resistenza a compressione deve essere misurata secondo quanto definito al punto 6.3.

5.1.2 RESISTENZA A FLESSIONE

Il fabbricante deve dichiarare una resistenza a flessione misurata in conformità al punto 6.4.

5.1.3 ASSORBIMENTO ALL'ACQUA

L'assorbimento all'acqua dell'EPS con cui è realizzato il cassero isolante deve presentare valori ≤ 0,5 Kg/m^2 determinati in accordo alla UNI EN 1609 (immersione parziale per un periodo di 24 h) secondo il punto 6.5 della norma.

5.1.4 PERMEABILITÀ AL VAPORE D'ACQUEO

Per esprimere la traspirabilità di un materiale si ricorre normalmente a due grandezze, tra loro correlate, che permettono di caratterizzare la trasmissione del vapore acqueo:

- δ [Kg/s m Pa], permeabilità al v.a.: esprime la reale quantità di vapore che transita attraverso il materiale, ovvero la quantità di vapore in Kg che transita in un secondo attraverso un metro di spessore di materiale con la differenza di pressione di 1 Pascal;
- μ [-],fattore di resistenza alla diffusione del v.a.: tale parametro, adimensionale, esprime il rapporto tra lo spessore d'aria che offre la stessa resistenza al passaggio del v.a. e lo spessore del materiale in questione.

Il fabbricante deve dichiarare il fattore di resistenza alla diffusione del v.a. μ in accordo a quanto specificato nel punto 6.6.

5.1.5 REAZIONE AL FUOCO

Il fabbricante deve dichiarare una di reazione al fuoco in conformità alla UNI EN 13501-1 non inferiore alla Euroclasse E.

5.1.6 CONDUCIBILITÀ TERMICA E RESISTENZA TERMICA

Devono essere dichiarati il valore λD (conduttività termica) e calcolato il valore R (resistenza termica) sulla base della geometria del blocco (resistenza termica ponderata).

NOTA La conducibilità termica dell'EPS non cambia nel tempo.

5.1.7 SOSTANZE PERICOLOSE

In assenza di metodi di prova armonizzati a livello europeo, la verifica e la dichiarazione relative al rilascio/contenuto possono essere effettuate tenendo conto delle disposizioni nazionali nel luogo di utilizzo.

Regolamentazioni nazionali sulle sostanze pericolose possono richiedere la verifica e la dichiarazione relative al rilascio, e talvolta al contenuto, quando i prodotti da costruzione trattati dalla presente norma sono immessi sui rispettivi mercati.

La valutazione dell'emissione/rilascio di determinate sostanze può essere condotta in accordo alle norme della serie UNI EN ISO 16000 e in conformità alla CEN/TS 16516.

Una banca dati informativa relativa alle disposizioni europee e nazionali sulle sostanze pericolose è disponibile al sito http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/cp-ds/index_en.htm.

5.2 REQUISITI DEL CASSERO DI EPS

5.2.1 DIMENSIONI E TOLLERANZE DIMENSIONALI

S riportano, di seguito, alcuni esempi non limitativi di differenti tipologie di cassero di EPS .

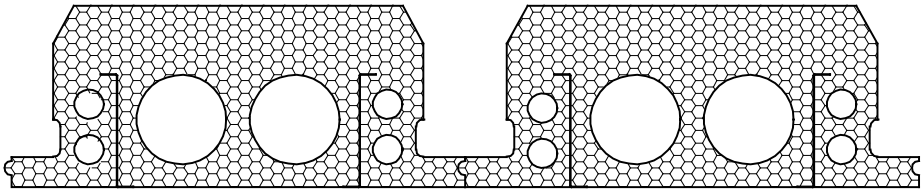

Figura 1 - Tipologia di cassero in cui l'aletta è realizzata dalle due parti inferiori di due blocchi distinti posti adiacenti

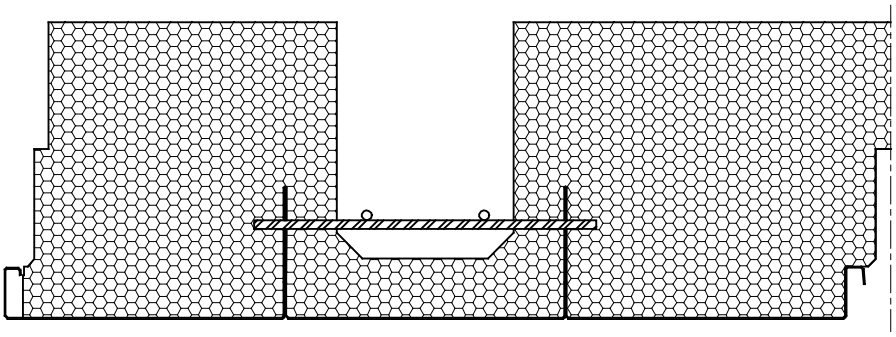

Figura 2 - Tipologia di cassero in cui l'aletta è compresa in ogni singolo blocco.

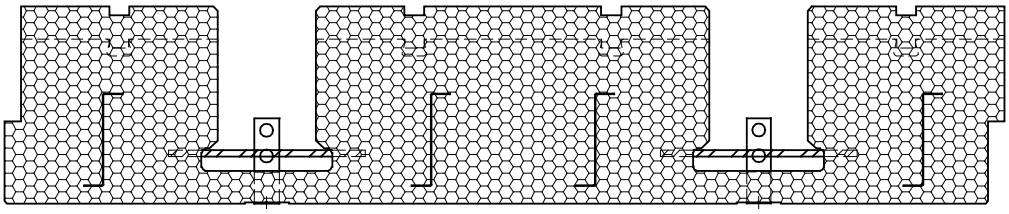

Figura 3 - Tipologia di cassero che prevede la formazione di due travetti

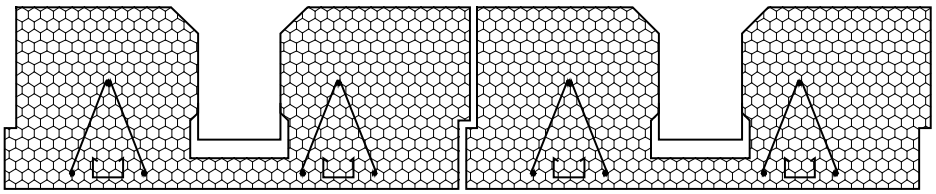

Figura 4 - Tipologia di cassero in cui l'aletta è compresa in ogni singolo blocco

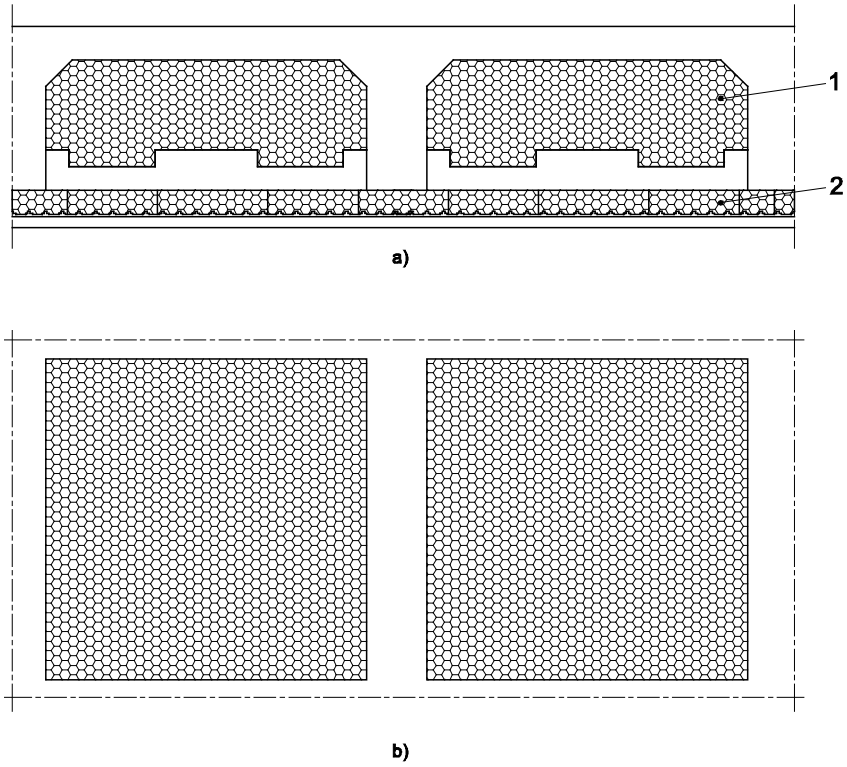

Figura 5 a (vista in pianta) e 5b (vista in sezione) - Tipologia di cassero in cui l'aletta è realizzata dalle due parti inferiori di due blocchi distinti posti adiacenti. Il blocco è composto da 2 parti: pignatta in EPS e fondello in EPS.

Legenda

1 Pignatta in EPS
2 Fondello in EPS

Di seguito, le figure 6a e 6b rappresentano le sezioni tipo del cassero di EPS allo scopo di identificare le dimensioni rilevanti ai fini del presente documento.

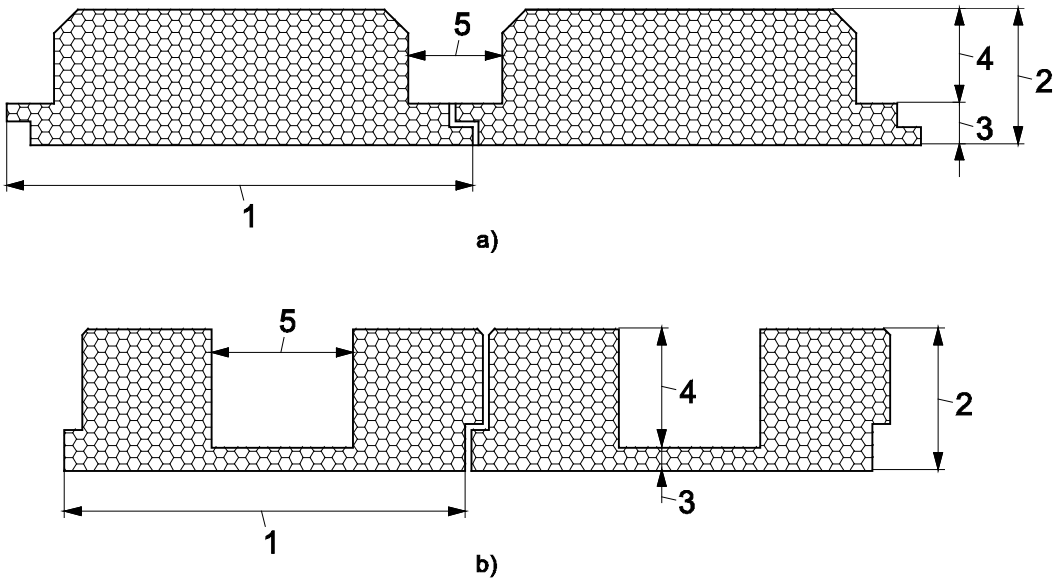

Figura 6 a) b) - Dimensioni del cassero di EPS

Legenda

1 Larghezza cassero l
2 Altezza cassero h
3 Spessore fondello sf
4 Altezza travetto ht
5 Larghezza travetto lt

Le tolleranze sulle dimensioni sono indicate nel prospetto 1.

Prospetto 1 - Tolleranze dimensionali

Dimensioni	Tolleranza*
1 - Larghezza cassero l	+/- 5 mm
2 - Altezza cassero h	+/- 5 mm
3 – Spessore fondello sf	+/- 4 mm
4 – Altezza travetto ht	+/- 5 mm
5 – Larghezza travetto lt	+/- 5 mm

* Il fabbricante può dichiarare tolleranze inferiori.

La dimensione della lunghezza del cassero è funzione della necessità del solaio realizzato.

Il cassero è realizzato con EPS ed eventuali rinforzi che presentano differenti caratteristiche relative alla tolleranza del prodotto finito.

La tolleranza massima sulla lunghezza totale del cassero è pari a 40 mm rispetto alla lunghezza nominale della parte in EPS. Si potrà verificare che il rinforzo ecceda dal cassero in EPS.

5.2.1.1 RETTILINEITÀ DEL BLOCCO IN SENSO LONGITUDINALE

I casseri accostati non devono prevedere la formazione di fessure tali da permettere la fuoriuscita del calcestruzzo.

Con riferimento alla forma dei casseri devono essere dichiarate le dimensioni nominali principali seguenti:

- larghezza del cassero l
- altezza del cassero h
- spessore del fondello sf
- altezza travetto ht
- larghezza travetto lt.

5.2.2 CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE

I casseri non devono avere difetti che possono essere dannosi per le loro prestazioni meccaniche e termiche.

Per il metodo di prova vedere il punto 6.2.

5.2.3 RESISTENZA AL FUOCO DEL SISTEMA SOLAIO

La classe di resistenza al fuoco del sistema solaio finito viene determinata in base alla destinazione d'uso dell'edificio in cui è impiegato e alle prestazioni richieste.

Il punto 6.7.2 fornisce informazioni utili per la valutazione e dichiarazione della resistenza al fuoco del sistema solaio finito.

5.2.4 RESISTENZA MECCANICA

Resistenza ai carichi agenti esterni:

a) autoportanza (peso distribuito – carico concentrato);
b) pedonabilità;
c) resistenza dell'aletta.

5.2.4.1 AUTOPORTANZA

L'autoportanza viene richiesta solo nel caso di solai non totalmente banchinati.

I pannelli autoportanti sono in grado di reggere i carichi di prima fase, cioè calcestruzzo fresco, ferri di armatura, operai, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 1994-1-1.

La prova avviene secondo quanto descritto al punto 6.9.1 e viene verificata la freccia di deformazione provocata dai carichi agenti definiti in base al reale utilizzo e alla distanza degli appoggi rompitratta.

5.2.4.2 PEDONABILITÀ

La pedonabilità è valutata tramite la resistenza a carichi concentrati P_{RK}

La resistenza minima a carichi concentrati P_{RK} non deve essere minore del valore di 1,5 KN (per il frattile 5%) e viene valutata in conformità alla prova descritta al punto 6.9.2 (prova di carico concentrato su blocco singolo).

5.2.4.3 RESISTENZA DELL'ALETTA/FONDELLO TRAVETTO

La resistenza dell'aletta/fondello travetto deve essere valutata mediante una prova di carico considerando un opportuno carico equivalente che simuli il carico che dovrà supportare in opera (getto di calcestruzzo e ferro d'armatura).

Il metodo di prova è specificato al punto 6.9.3 e si considera superata la prova quando non si raggiunge la rottura dell'aletta sottoposta al carico equivalente opportunamente determinato.

5.2.5 RESISTENZA TERMICA DEL SOLAIO

Per il calcolo della resistenza termica del solaio (valore R), deve essere utilizzato il valore λ equivalente. Un metodo è indicato nel punto 6.8. Può essere utilizzato un altro metodo, a condizione che i risultati siano equivalenti.

5.2.6 PROPRIETÀ ACUSTICHE

Le proprietà acustiche dipendono dal solaio finito (tipo di casseri, elementi applicati sulla faccia inferiore e/o superiore del solaio, ecc.).

Dove pertinente, dovrebbe essere applicato il punto 4.3.5 della UNI EN 13369:2004.

NOTA Per scopi di progettazione, e in assenza di risultati di misurazione, deve essere utilizzato Il metodo indicato nell'appendice L della UNI EN 15037-1:2008 (isolamento acustico dal rumore d'urto e aerotrasportato).

5.2.7 DURABILITÀ

La durabilità dei casseri deve essere coerente con i materiali utilizzati per la costruzione del solaio.

6 METODI DI PROVA

6.1 DIMENSIONI DEL CASSERO DI EPS

Le dimensioni devono soddisfare i requisiti e i valori dichiarati dal fabbricante, entro le tolleranze indicate al punto 5.2.1.

Le seguenti dimensioni nominali principali:

- larghezza del cassero l
- altezza del cassero h
- spessore del fondello sf
- altezza travetto ht
- larghezza travetto lt.

Le dimensioni devono essere verificate almeno una volta per ogni commessa.

6.2 CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE

L'aspetto superficiale dei blocchi deve essere ispezionato visivamente.

I prodotti difettosi devono essere scartati.

6.3 RESISTENZA A COMPRESSIONE

La resistenza a compressione dell'EPS deve essere determinata in accordo alla UNI EN 826.

6.4 RESISTENZA ALLA FLESSIONE

La resistenza a flessione dell'EPS deve essere determinata in accordo alla UNI EN 12089.

6.5 ASSORBIMENTO ALL'ACQUA

L'assorbimento all'acqua dell'EPS deve essere determinata in accordo alla UNI EN 1609 che valuta l'immersione parziale per breve periodo (24 h).

6.6 PERMEABILITÀ AL VAPORE D'ACQUEO

Il fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ dell'EPS deve essere determinato in accordo alla UNI EN 12086 oppure possono essere impiegati i valori tabulati come riportati specificati nella UNI EN 13163, di seguito riportati:

Prospetto 2 - Valori tabulati delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo dell'EPS

Resistenza alla compressione al 10% di deformazione dell'EPS σ_{10} [KPa]	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ [-]	Permeabilità al vapore acqueo δ [mg/h m Pa]
70	da 20 a 40	da 0,015 a 0,030
80	da 20 a 40	da 0,015 a 0,030
90	da 30 a 70	da 0,009 a 0,020
100	da 30 a 70	da 0,009 a 0,020
120	da 30 a 70	da 0,009 a 0,020
150	da 30 a 70	da 0,009 a 0,020

6.7 COMPORTAMENTO AL FUOCO

6.7.1 REAZIONE AL FUOCO DELL'EPS E DEL SISTEMA SOLAIO

La reazione al fuoco dell'EPS e del sistema solaio deve essere classificata in accordo alla UNI EN 13501-1 e sulla base dei metodi di prova in essa definiti.

6.7.2 RESISTENZA AL FUOCO DEL SISTEMA SOLAIO

La resistenza al fuoco del sistema solaio deve essere valutata e dichiarata conformemente alla normativa vigente, secondo quanto specificato nel Decreto 16 febbraio 2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione" e s.m.i.

L'Appendice A della presente prassi di riferimento specifica le tipologie di solaio che utilizzano casseri in EPS chiarendone i relativi comportamenti al fuoco.

La resistenza al fuoco deve essere classificata in accordo alla UNI EN 13501-2 sulla base dei risultati ottenuti dalle prove di resistenza al fuoco previste nella stessa.

6.8 PROPRIETÀ TERMICHE

6.8.1 CONDUCIBILITÀ TERMICA

La conducibilità termica λD deve essere misurata in conformità al punto 4.2.1 della UNI EN 13163 e UNI EN 12667.

6.8.2 RESISTENZA TERMICA DEL SOLAIO

La resistenza termica dei solai è determinata mediante calcolo. Il metodo utilizzato deve soddisfare i requisiti della EN ISO 10211.

6.9 RESISTENZA MECCANICA

6.9.1 AUTOPORTANZA

La valutazione e la verifica della capacità autoportante del cassero in EPS nelle condizioni di carico corrispondenti alle fasi di getto e relative azioni degli agenti esterni viene effettuata secondo il metodo di prova di seguito indicato.

La prova di carico corrispondente che viene eseguita ha lo scopo di verificare:

- l'inflessione permanente dovuta al peso proprio e relativa alla fase di getto;
- la capacità portante del cassero solaio nei confronti dei possibili carichi agenti sulla struttura durante il getto;
- il meccanismo di rottura, portando a collasso il cassero.

Il cassero di EPS viene posato su due appoggi a una distanza tale da simulare la condizione più sfavorevole in cui verrà a trovarsi in opera l'elemento.

A struttura scarica vengono posizionati 2 comparatori centesimali posizionati uno in mezzaria (M1) e uno sull'appoggio destro (M2).

La prima fase viene realizzata con un carico distribuito uniformemente su tutta la luce di carico (figura 7).

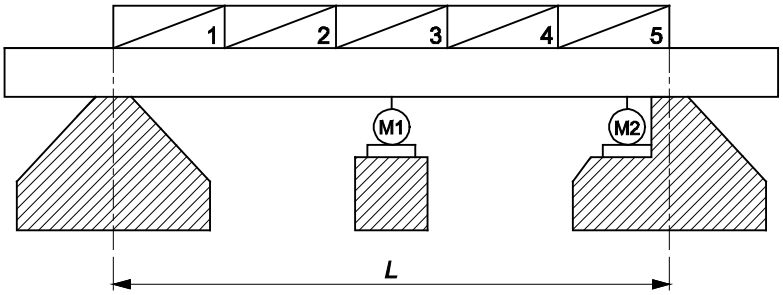

Figura 7 - Fase di carico permanente

Il carico simulato può essere rappresentato da sacchi di cemento, il cui peso totale viene determinato in base al fabbisogno di calcestruzzo necessario a simulare la fase in cui lo stesso verrà a trovarsi dopo il getto e quando questo non avrà ancora ultimato la reazione di presa.

Viene effettuata la misurazione del valore medio della deformazione in questa fase, che comparata alla freccia teorica calcolata, deve risultare inferiore.

Per verificare il comportamento del cassero soggetto ai normali carichi che si manifestano durante la stesura del calcestruzzo, i quali possono essere accumuli di cls, effetto di ristagno per l'incremento di altezza del cls a seguito della possibile inflessione degli elementi di rinforzo, peso degli addetti alla stesura del cls, indicazioni utili possono essere contenute nella norma UNI EN 1994-1-1.

Nella UNI EN 1994-1-1 viene stabilito: "I carichi in fase di costruzione rappresentano la massa degli operai e dei macchinari per il getto del calcestruzzo e tengono in considerazione qualsiasi impatto o vibrazione che possa manifestarsi durante la costruzione. Su ogni area di 3 x 3 m (o la lunghezza della campata, se minore), in aggiunta alla massa del calcestruzzo, il carico di costruzione caratteristico e la massa del cls in eccedenza sia preso pari complessivamente a 1,5 KN/m^2. Sulla rimanente area si raccomanda che sia aggiunto alla massa del calcestruzzo un carico caratteristico pari a 0,75 KN/m^2. Si raccomanda che tali carichi siano disposti in modo da ottenere il massimo momento flettente e/o di taglio".

Sulla base di quanto sopra indicato, per determinare l'autoportanza dei casseri in EPS, la prova deve, quindi, proseguire applicando un carico distribuito di 1,5 kN/m^2 per una lunghezza di 1,00 m al centro della campata tra gli appoggi (appoggi posizionati alla distanza massima prevista per i rompitratta provvisori) e un carico di 0,75 kN/m^2 sulle due parti rimanenti alle estremità dei casseri. Alla fine di questa fase di carico, deve essere rilevata la deformazione media dopo aver mantenuto il carico fino alla stabilizzazione dei due comparatori e calcolata la relativa freccia teorica.

Nella fase successiva si deve proseguire incrementando per step successivi il carico presente aumentando prima il carico alle due estremità della campata, fino a eguagliare il carico di 1,5 kN/m^2 presente nella zona centrale, e incrementando successivamente il carico in modo uniforme lungo tutto il cassero. Si deve, quindi, procedere registrando i valori delle corrispondenti deformazioni e proseguendo fino ad arrivare al collasso della struttura.

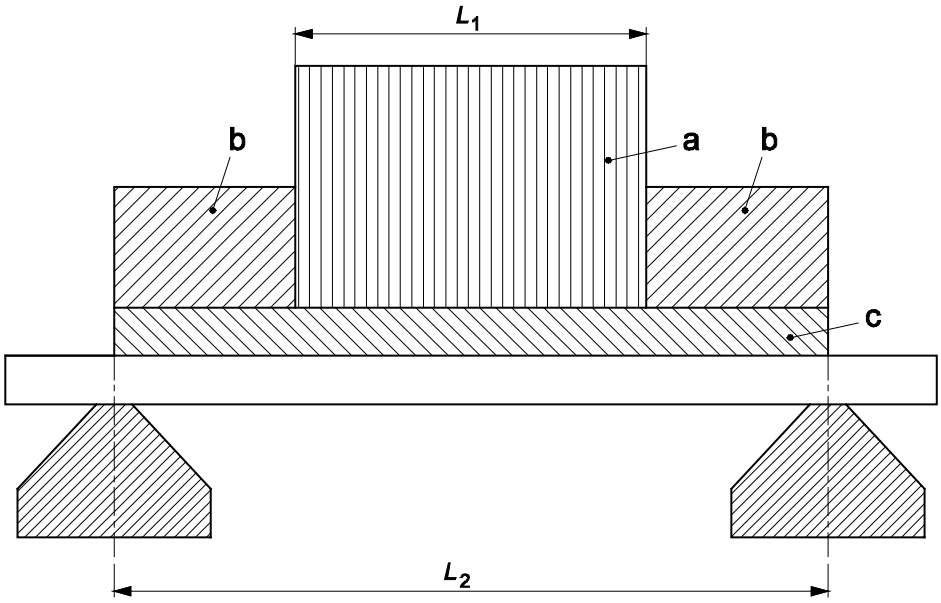

Figura 8 - Fase di carico accidentale

Legenda

(a) Concentrazione del carico di costruzione di1,5 kN/m^2
(b) Carico di costruzione distribuito di 0,75 kN/m^2
(c) Carico fisso

Viene rilevata la deformazione media dopo aver mantenuto il carico fino alla stabilizzazione dei 2 comparatori, calcolando la freccia teorica in questo caso.

Si prosegue con la fase di ricarica successiva registrando i valori di deformazioni corrispondenti a determinati step di carico, prima di arrivare al collasso della struttura.

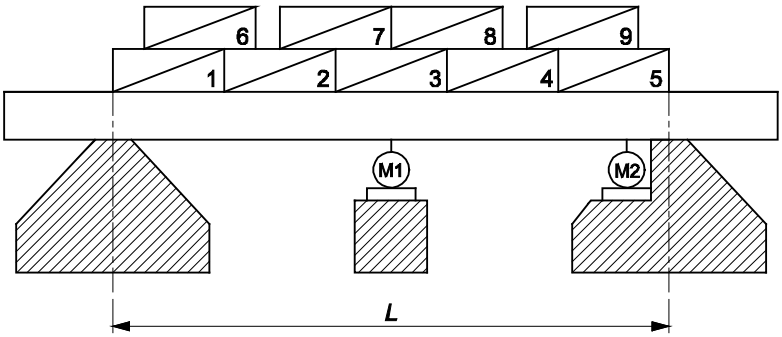

Figura 9 - Fase di collasso

Il collasso della struttura permette di verificare il meccanismo di cedimento degli eventuali elementi di rinforzo che dovrà essere documentato con un'idonea analisi strutturale.

I diversi step individuati e le fasi di caricamento per giungere a rottura devono essere documentati anche con esame visivo.

6.9.2 PEDONABILITÀ

6.9.2.1 MACCHINA DI PROVA

- Macchina di prova almeno di classe 3 per l'applicazione di forze, secondo la UNI EN 12390-4:2000;

- Telaio sufficientemente rigido da resistere alle forze applicate quando si carica il provino;

- Supporti: i due supporti che rappresentano i travetti. Un supporto deve essere fisso, l'altro regolabile. Se sono obbligatori supporti continui (casseforme) nelle regolamentazioni locali, possono essere utilizzati anch'essi.

NOTA I due supporti possono essere coperti con tessuto abrasivo (grana 40) o un sistema che raggiunga una ruvidità equivalente. Il tessuto abrasivo copre la lunghezza di portata effettiva e aderisce ai supporti. Può essere pulito e sostituito regolarmente, a discrezione del fabbricante.

Dispositivo dì applicazione del carico. Il dispositivo dì applicazione del carico deve consistere in un sollevatore (elettrico o idraulico), una piastra rigida dì applicazione del carico (per esempio dì legno o acciaio) dì 100 mm x 300 mm x 25 mm (figura 10), un giunto sferico e una cella dì carico.

L'utilizzo di un dispositivo dì applicazione del carico comprendente una piastra con sfere (figura 10) per ridurre l'effetto della resistenza orizzontale è specificato nel punto 6.2.2 della UNI EN 15037-4.

figura 15 **Piastra rigida di applicazione del carico**

Legenda

1 Posizione del giunto sferico

Dimensioni in millimetri

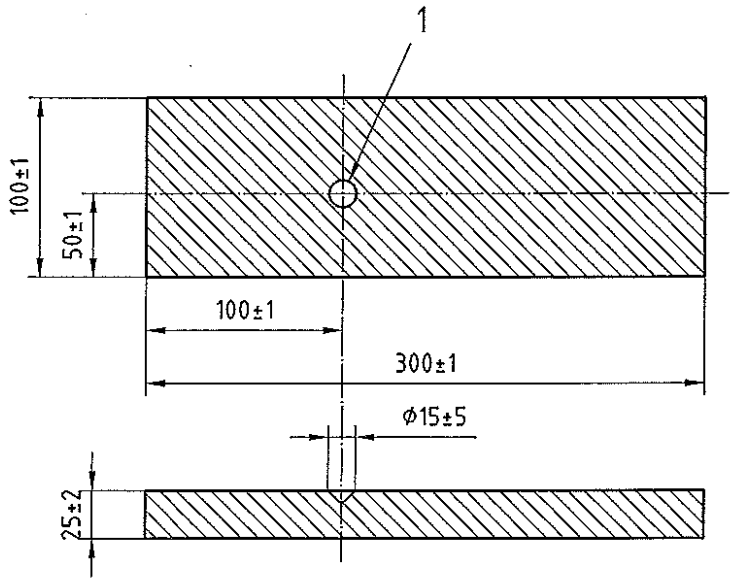

Figura 10 – Piastra rigida di applicazione del carico come da UNI EN15037-4

figura 16 **Esempio di piastra con sfere**

Legenda

a) Piastra con sfere poco prima dell'applicazione del carico

b) Piastra con sfere sotto carico

c)

d) Asse di sospensione

1 Connessione alla cella di carico

2 Superficie temprata delle piastre

3 Gruppo sfera Ø 8 mm e cuscinetto

4 Asse di sospensione

5 Rondella interdipendente con la piastra inferiore

6 Connessione del giunto sferico alla piastra rigida di applicazione del carico

Dimensioni in millimetri

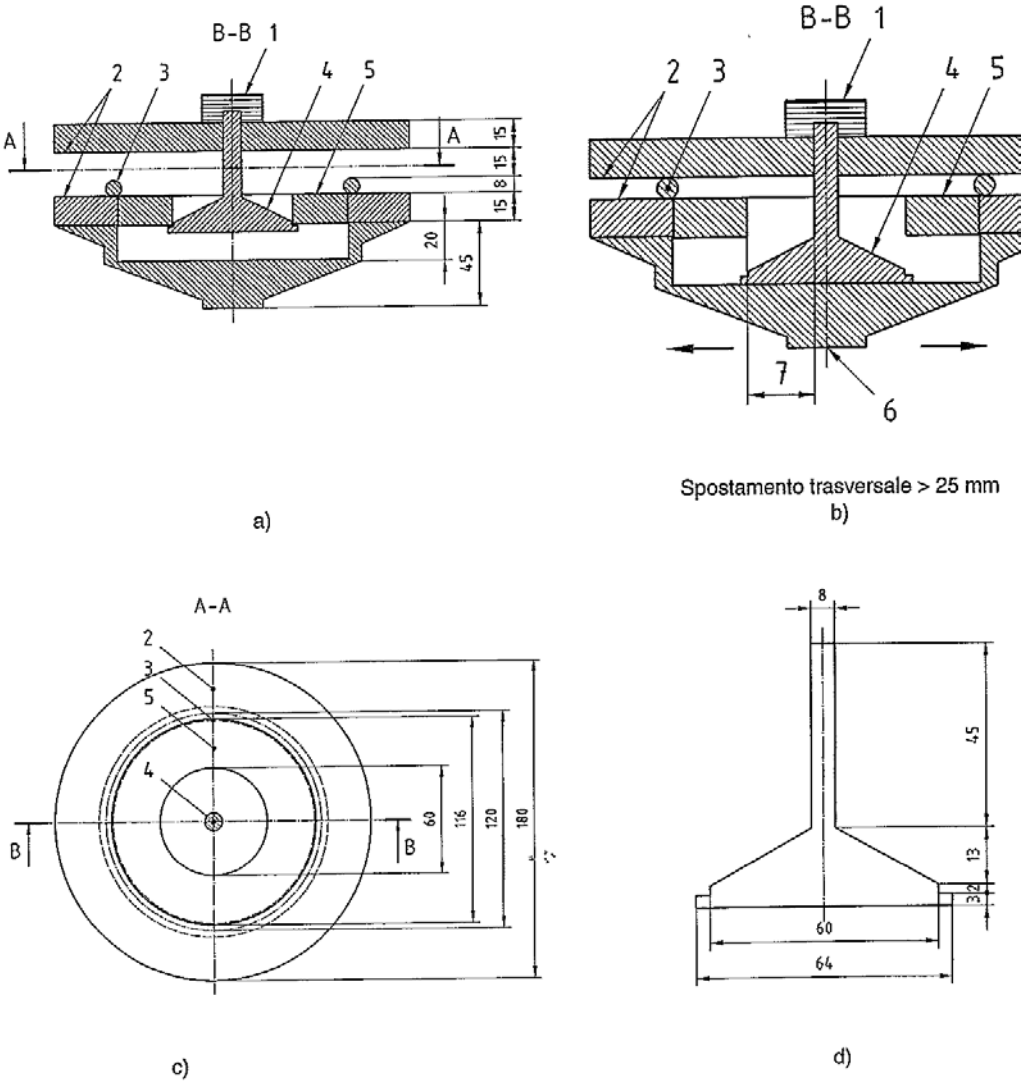

Figura 11 - Esempio di piastra con sfere come da UNI EN15037-4

Il gruppo cuscinetto per le sfere deve avere un diametro di almeno di 80 mm.

Poco prima di applicare il carico, l'asse della cella di carico deve essere allineato con l'asse del giunto sferico.

Durante l'applicazione del carico, la piastra con sfere deve consentire spostamenti trasversali della piastra rigida di applicazione del carico di almeno 25 mm in tutte le direzioni.

Taratura. I risultati di resistenza ottenuti dalla macchina di prova descritta nel punto 6.2.1 della UNI EN 15037-4 (con o senza la piastra con sfere) devono essere moltiplicati per un fattore di taratura predefinito C1 come segue:

- 0,95 quando le prove sono realizzate con una piastra con sfere in conformità al punto 5.2.1;

- 0,85 quando le prove sono realizzate senza la piastra con sfere.

Il valore garantito per P_{Rk} potrebbe essere maggiore della resistenza a carichi concentrati della classe e prova interessate (vedere figura 12).

prospetto 3 **Criteri di conformità per la determinazione della resistenza caratteristica a carichi concentrati dei blocchi di EPS**

Produzione	Numero di blocchi n	Criterio 1	Criterio 2
		$\overline{P}_n$ (kN)	P_i (kN)
All'inizio	5	$\geq 1{,}2\ P_{Rk}$	$\geq 0{,}8\ P_{Rk}$
Durante la produzione	≥15	$\geq P_{Rk} + 1{,}48\ \sigma$	$\geq 0{,}8\ P_{Rk}$

Legenda

n Numero di risultati singoli;

$\overline{P}_n$ Resistenza media di *n* risultati singoli ottenuti:
- con i provini costituenti il campione per la prova (all'inizio); oppure
- con i provini sottoposti a prova per tutto il periodo di movimento considerato (durante la produzione);

P_i Resistenza singola di ciascun blocco;

P_{Rk} Resistenza caratteristica a carichi concentrati in conformità al punto 4.3.3;

σ Scarto tipo determinato da almeno 35 risultati di prova durante un periodo di almeno tre mesi immediatamente precedenti il periodo in cui deve essere convalidata la conformità.

Figura 12 - Criteri di conformità per la determinazione della resistenza caratteristica a carichi concentrati dei blocchi di EPS come da UNI EN15037-4

6.9.3 RESISTENZA DELL'ALETTA/FONDELLO TRAVETTO

Il carico a cui sottoporre l'aletta per valutarne la resistenza considera un carico di prova equivalente che simuli il reale carico che dovrà supportare in opera (getto di calcestruzzo e ferro d'armatura).

7 VERIFICA DELLA CONFORMITÀ ALLE PRESTAZIONI DICHIARATE

La verifica della conformità alle prestazioni dichiarate permette di valutare la qualità dei casseri di EPS e viene verificata sulla base di:

- prove identificative iniziali effettuate da un laboratorio esterno qualificato (la cui validità rimane in vigore fino a quando non intervengono modifiche di varia natura che possano influenzare la prestazione che si dichiara), in accordo al prospetto 3;

- controllo di produzione in fabbrica, in accordo al prospetto 4.

Le prestazioni che devono essere dichiarate mediante una prova identificativa iniziale sono riportate di seguito nel prospetto 3.

Prospetto 3 - Prestazioni dichiarate con prove identificative iniziali

Caratteristica	
- Resistenza a compressione	Dichiarazione in accordo al piano di controllo e gestione qualità UNI EN 13163
- Resistenza a flessione	Dichiarazione in accordo al piano di controllo e gestione qualità UNI EN 13163
- Assorbimento acqua	Dichiarazione in accordo al piano di controllo e gestione qualità UNI EN 13163
- Permeabilità al vapore	Dichiarazione in accordo al piano di controllo e gestione qualità UNI EN 13163
- Reazione al fuoco	Dichiarazione in accordo al piano di controllo e gestione qualità UNI EN 13163
- Conducibilità termica	Dichiarazione in accordo al piano di controllo e gestione qualità UNI EN 13163
- Autoportanza	Laboratorio esterno qualificato
- Pedonabilità	Laboratorio esterno qualificato
- Resistenza dell’aletta/fondello travetto	Laboratorio esterno qualificato

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica prevede un piano di campionamento e la frequenza delle prove. I risultati del campionamento e delle prove devono essere registrati.

Il controllo durante la produzione verifica le caratteristiche elencate nel seguente prospetto 4.

Prospetto 4 - Caratteristiche per il controllo di produzione di fabbrica

Caratteristica	
- Dimensioni principali	Piano di controllo e gestione qualità
- Reazione al fuoco dell'EPS impiegato per produrre il cassero isolante	Piano di controllo e gestione qualità conforme a UNI EN 13163
- Resistenza a compressione	Piano di controllo e gestione qualità conforme a UNI EN 13163
- Resistenza a flessione	Piano di controllo e gestione qualità conforme a UNI EN 13163
- Idoneità degli eventuali rinforzi presenti nel cassero	Piano di controllo e gestione qualità

Le prove devono essere effettuate sui prodotti finiti (cassero di EPS) o su campioni ricavati opportunamente dal cassero in accordo a quanto specificato nella norma per determinare la prestazione.

Prospetto 5 - Sintesi delle prove per la verifica della conformità alle prestazioni dichiarate

	Prova identificativa iniziale (laboratorio esterno qualificato)	Controllo di produzione in fabbrica	Metodo di prova	Campioni su cui effettuare la prova	Frequenza minima di prova del controllo di produzione
Dimensioni principali		x	UNI EN 15037-4 punto 5.1	Prodotto finito/cassero di EPS	Per ogni commessa
Resistenza a compressione	x*	x	UNI EN 826	Ricavato	Secondo i protocolli di gestione della qualità del produttore
Resistenza a flessione	x*	x	UNI EN 12089	Ricavato	Secondo i protocolli di gestione della qualità del produttore
Assorbimento all'acqua	x*		UNI EN 1609	Ricavato	Non pertinente
Permeabilità al vapore acqueo	x*		UNI EN 12086 o valori tabulati	Ricavato	Non pertinente
Reazione al fuoco	x*	x	UNI EN 13501-1	Ricavato	Secondo i protocolli di gestione della qualità del produttore
Resistenza al fuoco	Vedere punto 6.7.2				
Conducibilità termica	x*		UNI EN 12667	Ricavato	Non pertinente
Autoportanza	x		Punto 6.9.1	Prodotto finito/cassero di EPS	Secondo i protocolli di gestione della qualità del produttore
Pedonabilità	x		Punto 6.9.2	Prodotto finito/cassero di EPS	Secondo i protocolli di gestione della qualità del produttore
Resistenza dell'aletta/fondello	x		Punto 6.9.3	Prodotto finito/cassero di EPS	Secondo i protocolli di gestione della qualità del produttore
Idoneità elementi di rinforzo (se presenti)		x	Fabbricante	Elemento di rinforzo	Secondo i protocolli di gestione della qualità del produttore

* La conformità alla UNI EN 13163 che include la caratteristica in oggetto soddisfa il requisito.

APPENDICE - COMPORTAMENTO AL FUOCO DEL SISTEMA SOLAIO ALLEGGERITO

Le tipologie di solaio presenti sul mercato che utilizzano casseri in EPS possono essere suddivise in due macro gruppi:

- solaio con cartella inferiore in calcestruzzo armato;
- solaio senza cartella inferiore in calcestruzzo armato.

I sistemi oggetto della presente UNI/PdR appartengono al secondo gruppo.

NOTA Gli sfoghi per le eventuali sovrappressioni sono previsti solo nel caso il solaio sia realizzato con una cartella inferiore in calcestruzzo armato di 4-5 cm di spessore.

Nel caso in cui il solaio non presenti tale cartella, gli sfoghi per le sovrappressioni non sono necessari.

I solai realizzati con i sistemi SAAD oggetto della presente prassi di riferimento non presentano cartelle inferiori in calcestruzzo armato e per tal motivo non necessitano tale accorgimento costruttivo, così come precisato nella nota del Ministero degli Interni (Prot. N° P599/4122 sott.55) del 26 luglio 2006.

ENTE ITALIANO
DI NORMAZIONE

Membro italiano ISO e CEN
www.uni.com
www.youtube.com/normeUNI
www.twitter.com/normeUNI
www.twitter.com/formazioneUNI

Sede di Milano
Via Sannio, 2 - 20137 Milano
tel +39 02700241, Fax +39 0270024375, uni@uni.com

Sede di Roma
Via del Collegio Capranica, 4 - 00186 Roma
tel +39 0669923074, Fax +39 066991604, uni.roma@uni.com