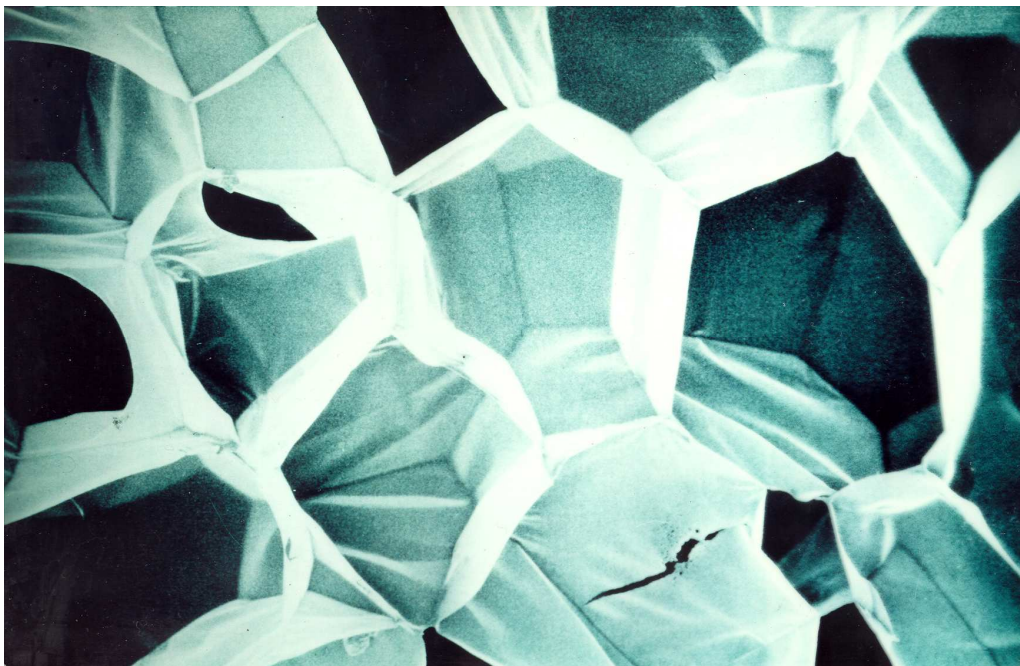


# EPS E DURATA PRESTAZIONALE

## Polistirene Espanso Sinterizzato



VOLUME 10



Via M. A. Colonna, 46 – 20149 Milano  
Tel + 39 02 33 60 65 29 – Fax + 39 02 33 60 66 04 – Numero verde: 800101303  
e-mail: [aipe@epsass.it](mailto:aipe@epsass.it) – [www.aipe.biz](http://www.aipe.biz)

---

# EPS E DURATA PRESTAZIONALE

## Polistirene Espanso Sinterizzato

*Testi a cura di AIPE – Marco Piana*

VOLUME 10



---

**Documentazione specifica sull'EPS**

**può essere ritrovata nel sito**

**dell'Associazione**

**[www.aipe.biz](http://www.aipe.biz)**

---

# SOMMARIO

**1. Introduzione di AIPE**

**Pag. 07**

**2. La durata prestazionale dell'EPS**

**Pag. 09**

**3. Valutazione della vita di manufatti**

**Pag. 25**

**in EPS destinati all'impiego in**

**opere di lunga durata**

**4. Presentazione di AIPE**

**Pag. 35**



---

# 1.

## AIPE

AIPE è impegnata da sempre a divulgare l'elevata qualità prestazionale dell'EPS.

Molte situazioni hanno indotto una lettura non corretta delle prestazioni, delle caratteristiche e della durata dell'EPS.

Gli studi riportati permettono invece di avere la reale certezza e assicurazione che l'EPS è un materiale durevole con caratteristiche che rimangono immutate almeno per 50 anni di vita in condizioni idonee di impiego.





---

## 2.

# LA DURATA PRESTAZIONALE DELL'EPS

### **Prestazioni a lungo termine, affidabilità in condizioni d'uso nel settore edile**

L' EPS si dimostra essere resistente all'invecchiamento. Tale affermazione è stata confermata da esperti indipendenti e da istituti scientifici nel corso di molti anni di osservazione in tutte le possibili applicazioni di questo materiale nel settore edile.

Qui di seguito vengono riportate le definizioni di numerosi termini utilizzati in questo ambito.

### **Invecchiamento**

Si dice che un materiale invecchia se le sue proprietà mutano in determinate condizioni ambientali nonostante le condizioni d'uso rientrino nei suoi limiti prestazionali. In questo caso particolare le aspettative relative alle prestazioni e alla vita utile del materiale riguardano in modo particolare il settore edile. Generalmente l'invecchiamento diviene evidente a causa di un cedimento meccanico o successiva decomposizione.

Le ragioni di questi mutamenti sono gli effetti delle condizioni ambientali, ad es. l'ossigeno atmosferico, l'acqua, il calore e la luce. La condizione che provoca maggiori effetti è la radiazione dell'estremità ultravioletta dello spettro. Molti materiali plastici possono infragilirsi in caso di esposizione alla radiazione ultravioletta qualora non siano stabilizzati o protetti da essa. Il metodo che viene normalmente utilizzato per proteggere l'isolamento è quello di rivestirlo con altri materiali, una volta installato.

L'invecchiamento e le sue conseguenze si devono distinguere dal danno o addirittura dalla distruzione di un materiale per uso improprio, es. superando i suoi limiti prestazionali. Un esempio è lavorare il materiale insieme ad altre sostanze che lo attaccano (vedi "limiti prestazionali").

---

## **Decomposizione**

Le sostanze organiche naturali es. gomma, legno, pelle e materiali tessili possono decomporsi quando vengono esposti all'umidità e all'ossigeno atmosferico. Comunque i materiali organici sintetici come i materiali plastici, non marciscono. La schiuma in EPS è imputrescibile.

## **Fatica**

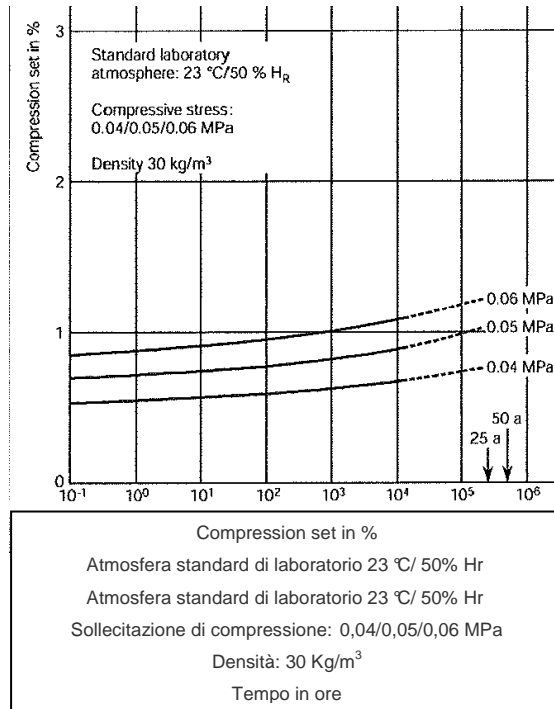
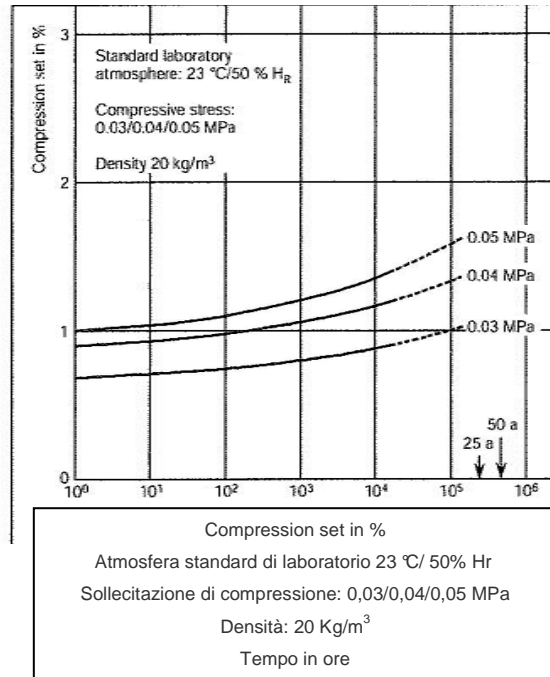
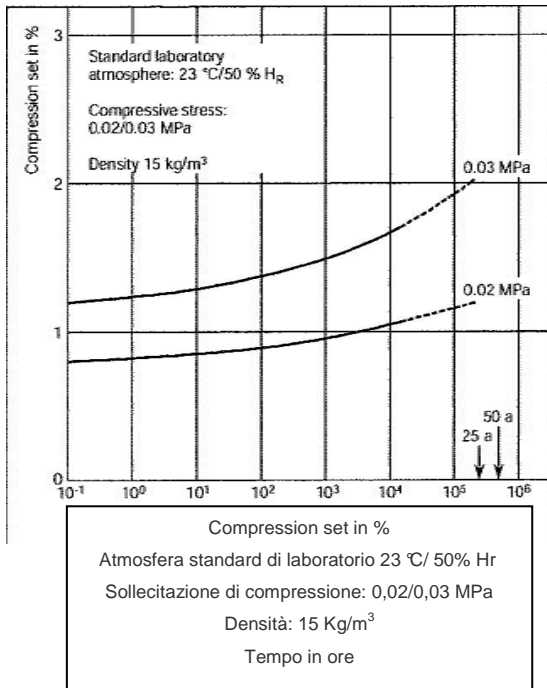
Si tratta del cedimento dei materiali sottoposti a ripetuti carichi ciclici. Nel caso in cui vengano applicate sollecitazioni ad alternanza rapida per lunghi periodi di tempo, si può avere un'idea della vita di un materiale in determinate condizioni. In alternativa si può prevedere un fattore di sicurezza adeguato a garantirne la durata prestazionale del prodotto.

Le prove sperimentali condotte in condizioni d'uso normali sui pannelli in EPS hanno rivelato che la fatica non si verifica nelle normali condizioni esistenti negli edifici, ad es. le sollecitazioni a cui è soggetto un isolamento acustico dai rumori del calpestio.

La norma europea "Isolamento termico per il settore edile" EN 13163 descrive un metodo per determinare la resistenza a compressione dei materiali isolanti. Può essere applicata per valutare i carichi ammissibili in pratica e/o per controllare le prestazioni a lungo termine di alcuni prodotti soggetti a carichi di compressione.

Il calcolo si basa sull'equazione di Findley. Quindi si può determinare il compression set in condizioni predefinite per una data durata di tempo, ma l'estrapolazione è consentita solo per un periodo di tempo che può raggiungere i 50 anni.

Grafici 1-3 curve di creep per polistirene espanso



---

## **Limiti prestazionali**

I limiti prestazionali di un materiale dipendono dalle sue proprietà chimico-fisiche. I fattori principali riguardano la sua resistenza ai carichi meccanici, calore e agenti chimici.

Il cemento, la calce, il gesso e la malta non hanno alcun effetto sull'EPS. Di conseguenza l'EPS può essere installato insieme a tutti gli altri tipi convenzionali di malta, intonaco e calcestruzzo che si trovano in edilizia.

L' EPS deve essere protetto dall'esposizione prolungata alle radiazioni solari. Gli spazi vuoti dietro a rivestimenti o in tetti piani ventilati, devono essere sigillati in modo da poter impedire l'accesso a topi o altri roditori.

L' EPS non deve essere esposto per lunghi periodi a temperature superiori ai 95 °C e non deve venire a contatto con alcuni prodotti che contengono solventi. Ad esempio viene attaccata da bitume freddo a base solvente, molti rivestimenti superficiali, diluenti per vernice e i loro vapori, conservanti per il legno oleosi e prodotti a base di catrame (ma non bituminosi). Un adesivo particolarmente adatto a molte applicazioni es. tetti e celle frigorifere è il bitume a caldo: richiede una breve esposizione a temperature oltre i 100 °C, ma questo non ha praticamente alcun effetto sulla stabilità dimensionale del materiale isolante.

## **Prova evidente della resistenza all'invecchiamento**

### **Esperimenti pratici eseguiti da BASF**

Spesso gli studi di laboratorio non consentono di giungere a una conclusione precisa definita come prestazione a lungo termine di materiali in condizioni d'uso che si manifestano simultaneamente ma che di frequente non possono essere simulate in laboratorio. Per questa ragione la BASF conduce da diversi anni esperimenti sulle prestazioni tecniche nelle reali condizioni sul campo.

In questo senso sono stati condotti numerosi studi sull'applicazione dell' EPS nel settore edile. I numerosi edifici con tetto piano nel sito produttivo di BASF hanno rappresentato la base iniziale per queste prove sull'isolamento termico. Nonostante le difficili condizioni di esposizione, l'isolamento di tutti questi tetti non ha generato alcuna ragione di insoddisfazione. Non si è verificato alcun caso in cui l' EPS non abbia dato i risultati sperati o mostrato gli effetti dell'invecchiamento.

## Relazione sull'isolamento dei tetti piani dopo 31 anni di utilizzo

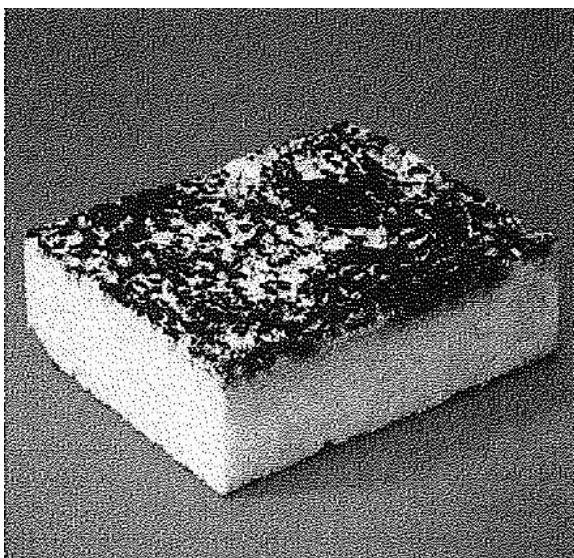
Una delle più vecchie applicazioni della schiuma in EPS negli edifici è l'isolamento termico di un tetto piano nell'edificio della fabbrica BASF di Aktiengesellschaft. I pannelli sono stati posati nel 1955 e sono stati smontati per l'ispezione il 20 giugno 1986 in presenza di uno specialista qualificato dietro richiesta della Industrieverband Hartschaum e.V. Heidelberg (associazione industriali tedeschi per gli espansi polimerici).

L'ispezione visiva ha rivelato che le giunture fra i singoli pannelli isolanti erano ancora saldamente fissate. Non è stato osservato alcun cambiamento irreversibile nelle dimensioni che potesse essere stato causato da restringimento o contrazione.

Allo stesso modo non sono stati rilevati segni di alcuna deformazione o imbozzamento che potessero essere stati causati dall'esposizione a calore. Il giudizio incondizionato espresso nel corso dell'esame visivo indica che i pannelli realizzati con l' EPS erano ancora in condizioni eccellenti.

*Fig. 1*

*Rimozione della copertura del tetto per ispezionare i pannelli in EPS installati 31 anni prima. Le giunture fra i pannelli erano ancora ben fissate.*



*Fig. 2*

*Campione prelevato dal tetto piano come mostrato nella fig.1. Non si rileva alcun cambiamento nell'EPS.*



Molti campioni dell'isolamento termico prelevati nel corso dell'ispezione furono inviati ad un istituto di ricerca a Monaco (Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München – Istituto di ricerca sull'isolamento termico) per determinare:

la conduttività termica

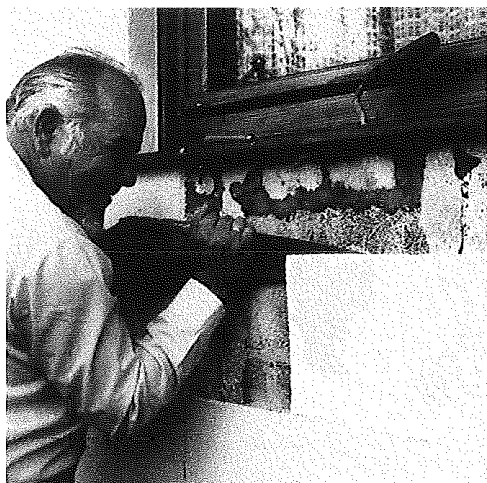
il contenuto di umidità.

## Risultati

La conduttività termica come determinata dal metodo DIN 52612 per un pannello con una densità di  $17,4 \text{ kg/m}^3$  era pari a  $0,0345 \text{ W/mk}$ . Questo dato si conforma alla norma tedesca sull'isolamento termico negli edifici (DIN 4108) in cui il valore calcolato è pari a  $0,04 \text{ W/mk}$ .

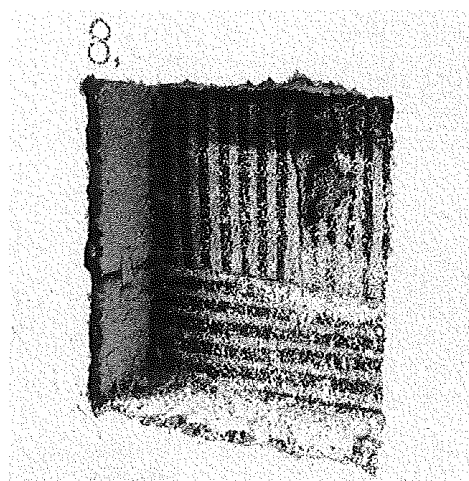
la frazione di volume dell'acqua in pannelli con una densità di  $20 \text{ kg/m}^3$  era pari a  $0,02\%$ .

I risultati di altre prove hanno anch'essi verificato che le prestazioni dei pannelli in EPS si presentavano assolutamente inalterate dopo 31 anni di servizio e ancora soddisfacevano i requisiti indicati nella norma tedesca su "Materie di resina espansa come materiale isolante per l'industria edilizia" (DIN 18164 parte 1).



*Fig. 3*

*Prelievo di un campione di EPS da un sistema di isolamento per esterno composto formato da EPS e una finitura testurizzata con rinforzo in tessuto*



*Fig. 4*

*Pannelli in EPS nel muro esterno di un magazzino di frutta*

*Durata dell'esposizione* 10 anni

*Densità*  $14,9 \text{ kg/m}^3$

*Contenuto di umidità*  $0,021 \text{ vol.-%}$

*Composizione del muro dall'interno all'esterno:*

*cemento malta intonaco* 1:3

*Schiuma in EPS* 100 mm

*Calcestruzzo normale* 400 mm

---

## Studi eseguiti da istituti di prova ufficialmente riconosciuti

L'esperienza pratica maturata sugli edifici nel sito produttivo BASF è stata integrata dai risultati di studi su numerosi altri edifici in cui erano stati installati pannelli in EPS molti anni prima. In ogni caso gli istituti di prova e i consulenti incaricati degli studi hanno verificato che la condizione dei pannelli in EPS non aveva subito alcun cambiamento rilevabile ne' aveva subito alcun deterioramento anche dopo più di 20 anni di uso. I pannelli erano ancora conformi ai requisiti della DIN 18164 parte 1 anche dopo questo lasso di tempo. Il contenuto di umidità dell'isolante in resina espansa in tutte le strutture testate in edifici residenziali e commerciali si è rivelato inferiore al valore considerato accettabile nella pratica, cioè 0,1% espresso in termini di volume.

Un ampio studio particolarmente interessante riguarda i sistemi di isolamento per esterno compositi contenenti pannelli in EPS. Sono state definite le prestazioni a lungo termine dell'isolamento termico in 93 edifici selezionati da una lista di produttori.

I criteri adottati per la selezione dei 93 edifici includono le condizioni a cui erano esposti i sistemi di isolamento e che derivano dall'ubicazione geografica, altitudine, tipo di edificio, e differenze di età. All'epoca dello studio, cioè 1974-76, l'età più frequente del sistema di isolamento per esterno composito era di 3-4 anni, ma alcuni avevano addirittura 16 anni. Quasi tutti gli edifici non presentavano danni. Sono stati rilevati danni specifici soltanto in 3 dei 93 edifici studiati. Comunque tali danni si possono ascrivere ad errori nella posa e non nel sistema di isolamento in se'. In tutti i casi i pannelli in EPS sono rimasti stabili a livello dimensionale, mantenendo totalmente le proprie funzioni. In alcuni dei campioni prelevati a caso il contenuto di umidità era molto basso, cioè meno dello 0,05 in volume.

Nel 1983 è stato condotto un ulteriore studio sugli stessi edifici da parte dello stesso istituto. Lo scopo era di ottenere ulteriori informazioni rispetto a quelle ottenute nelle prove precedenti sulle prestazioni di lungo periodo del sistema di isolamento per esterno composito contenente EPS.

È stato possibile determinare l'effetto di altri otto anni di esposizione all'esterno sul materiale isolante e lo strato protettivo di finitura testurizzata con rinforzo in tessuto.

Nella relazione dell'istituto si afferma che soltanto il 20% degli edifici analizzati era stato ristrutturato ma che questo tipo di intervento si limitava quasi esclusivamente al rinnovo dei rivestimenti della finitura testurizzata per ragioni estetiche. L'età media dei sistemi compositi prima dell'applicazione di un nuovo rivestimento sulla finitura testurizzata era di 11 anni.

---

Quindi possiamo dedurre che il lasso di tempo trascorso prima dei lavori di ristrutturazione sia paragonabile al rinnovo di intonaco minerale e vernice sia di 10-25 anni.

La relazione indica che il contenuto di umidità della lastra isolante in polistirene espanso era subcritico, cioè pari a 0,06 vol. -% al massimo. Quindi i risultati ottenuti dopo altri otto anni di esposizione confermano la valutazione fornita nel precedente studio secondo cui i sistemi di isolamento termico composito formati da pannelli in EPS e le finiture testurizzate rappresentano un mezzo pratico e affidabile per un'efficiente isolamento termico delle pareti esterne.

### **Esperienza pratica ottenuta con EPS in lavori di sterro e fondazioni**

Le caratteristiche dell' EPS a struttura cellulare chiusa sono una grande stabilità e durata, immunità all'umidità e agli organismi presenti nel suolo e neutralità biologica, cioè nessuna minaccia per l'acqua freatica. Tali caratteristiche sono state verificate in modo convincente dall'esperienza ottenuta nei lavori di sterro e fondazioni.

Fin dalla metà degli anni 60 l' EPS ha fornito eccellente protezione dal gelo nelle fondazioni, sistemi di condutture e opere di sottostruttura per strade e ferrovie (fig. 5). Le relative tecniche di costruzione rappresentano una pratica standard nei paesi scandinavi con inverni rigidi e intense gelate. L'esperienza maturata ha originato un nuovo metodo costruttivo sviluppato in Norvegia nel 1972 e da quel momento è stato adottato con successo in altri paesi.

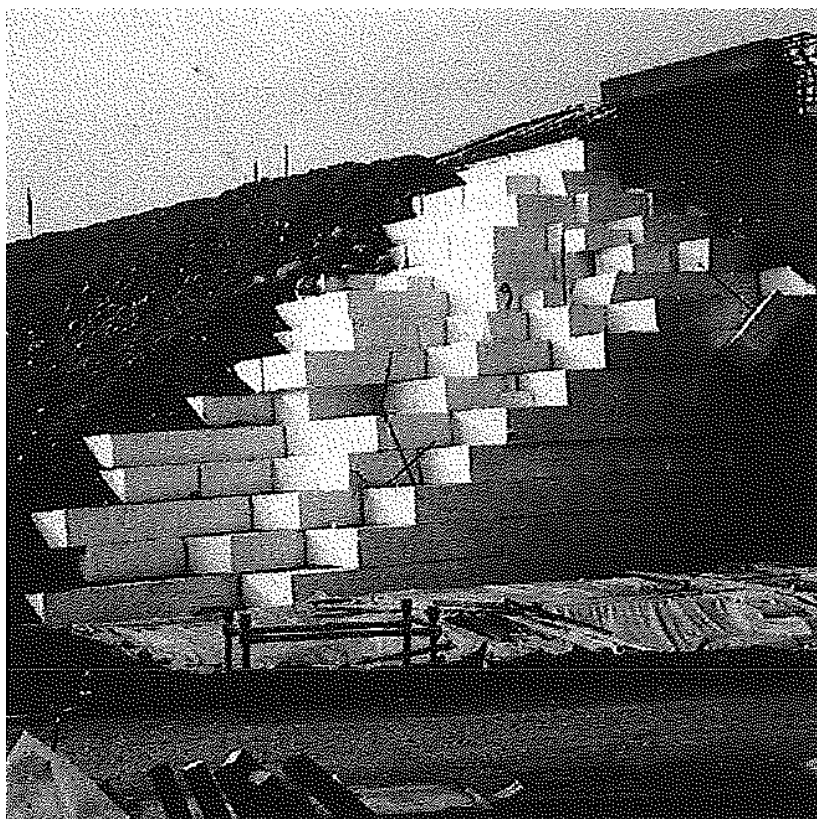
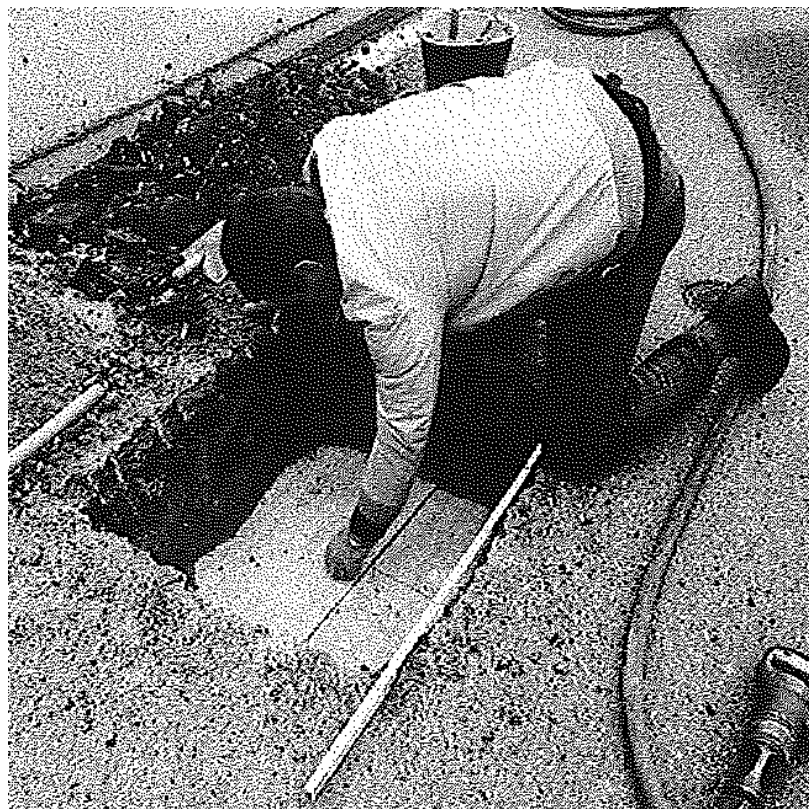
Le sottostrutture costituite da blocchi in EPS consentono una distribuzione uniforme dei carichi sotto strade rialzate e ponti in regioni caratterizzate da terreno con scarsa capacità portante (Fig. 6). L'altezza a cui vengono impilati i blocchi in EPS può arrivare fino a otto metri e la loro resistenza alla compressione complessiva consente una distribuzione uniforme della pressione su terreni paludosi. L'utilizzo di carichi leggeri di questo tipo impedisce l'avvallamento della sede stradale e la formazione di buche, soprattutto in zone di accesso critiche nelle strutture con fondazioni profonde es. ponti.

Tutti questi anni di esperienze positive rappresentano una fonte affidabile di informazioni sulla resistenza all'invecchiamento e le prestazioni a lungo termine dell' EPS ed hanno creato le basi su cui molti paesi hanno accettato e adottato questa tecnica per la costruzione stradale.



*Fig. 5*

*La lastra in EPS per la protezione dal gelo nella costruzione stradale. I campioni sono stati prelevati 11 anni dopo l'installazione. I pannelli realizzati in EPS erano nelle stesse condizioni in cui si trovavano al momento dell'installazione.*



*Fig. 6*

*I blocchi di EPS nella costruzione di strade rialzate e rampe di ponti in regioni con terreni con scarsa capacità portante (European Highway E 6, Ljungskile, Svezia).*

---

## Informazioni tecniche

### Proprietà/prove

#### L'invecchiamento dei materiali espansi

L'invecchiamento della plastica è definito come il cambiamento delle proprietà col passare del tempo. La causa può essere dovuta alla plastica stessa, es. sollecitazioni interne, processi di cristallizzazione ecc. ma può comunque essere attribuito a cause esterne a cui è esposta la plastica durante l'uso.

#### Effetti della temperatura

L' EPS di densità apparente normale è costituito da 1-5% di volume di polistirene, una materia termoplastica. Al di sotto del suo punto di rammollimento pari a 90-100 °C, tale materiale è amorfo. Anche a temperature estremamente basse, non subisce alcun cambiamento strutturale, cioè cristallizzazione. Per questa ragione non esistono temperature minime limite per l'applicazione dell' EPS a meno che si riscontri un limite di natura strutturale correlato alla contrazione di volume (coefficiente di espansione lineare  $6 \times 10^{-5}/K$ ) associata al raffreddamento.

Se l' EPS viene esposto ad elevate temperature, la temperatura massima limite per l'applicazione dipende dalla durata dell'esposizione e dal carico meccanico sulla plastica espansa. Quando non c'è carico meccanico l' EPS può essere esposto a temperature fino a circa 90°C. Col passare del tempo si osserva inizialmente una lieve contrazione lineare pari a circa lo 0,5% . Quando la plastica espansa è esposta a temperature superiori ai 100 °C inizialmente si osserva una marcata contrazione. Se la temperatura si eleva oltre i 300 °C il polistirene in fusione depolimerizza di nuovo. Le prove a lunga durata su pannelli a bassa infiammabilità realizzati in EPS hanno rivelato che non esiste alcun rischio di alterazione delle proprietà anche per gli autoestinguenti in condizioni di temperatura normale.

Questa osservazione è stata effettuata su campioni di 7 anni e ½.

#### Resistenza all'invecchiamento di pannelli in EPS a bassa infiammabilità

L'elevata efficacia degli additivi non propaganti la fiamma nell' EPS è stata verificata da test antincendio eseguiti dal centro tedesco ufficiale per la prova dei materiali. I risultati di prova dichiarano che l'autoestinguenza sui campioni di EPS è rimasta inalterata dopo 7,5 anni.

---

Il compendio dei risultati esposti nella tabella 5 del certificato dimostra che l' EPS in materiale plastico è conforme ai requisiti stabiliti per i materiali da costruzione a bassa combustione (bassa propagazione di fiamma).

### **Nota**

Le informazioni fornite in questa pubblicazione si basano sull'attuale conoscenza ed esperienza. Considerati i molteplici fattori che possono influenzare la lavorazione e l'applicazione di tale materiale, questi dati non esentano chi di dovere dalla responsabilità di eseguire le proprie prove ed esperimenti; ne' implicano alcuna assicurazione legalmente vincolante di determinate proprietà o idoneità ad uno scopo specifico. Coloro a cui forniamo il prodotto sono responsabili di garantire il rispetto di tutti i diritti di proprietà e le leggi esistenti in materia.

### **Effetti di acqua e vapore**

Il materiale di base dell' EPS, cioè il polistirene, assorbe solo lo 0,05% del peso di acqua. Poiché il polistirene è un idrocarburo puro, l'acqua non può apportare nessun cambiamento come l'idrolisi o il rigonfiamento, ne' l'EPS possiede dei componenti che possono essere estratti dall'acqua e la cui estrazione influenzi le proprietà della plastica espansa.

L' EPS con perle ben unite assorbe soltanto piccolissime quantità di acqua nelle prove di immersione, con un effetto trascurabile sulla galleggiabilità. Le quantità di acqua normalmente assorbita dall' EPS di varie densità col passare del tempo sono presentate nella Figura 7.

Nel caso in cui vi sia un gradiente di pressione continuo di vapore acqueo in una direzione e la temperatura della plastica espansa ricada al di sotto della temperatura di condensazione, il vapore acqueo potrà condensarsi e il risultato sarà un accumulo d'acqua nell' espanso fino al 30% del volume. Questo può avvenire quando l' espanso viene posato nella maniera scorretta o nel caso di corpi in plastica espansa che galleggiano sull'acqua. In tali casi la conduttività termica della plastica espansa aumenta. Si applica la seguente regola empirica: per ogni 1% di contenuto di acqua, le proprietà di isolamento termico si deteriorano del 3,8%. Comunque la capacità originale di isolamento termico della plastica espansa viene recuperata non appena il materiale si asciuga.

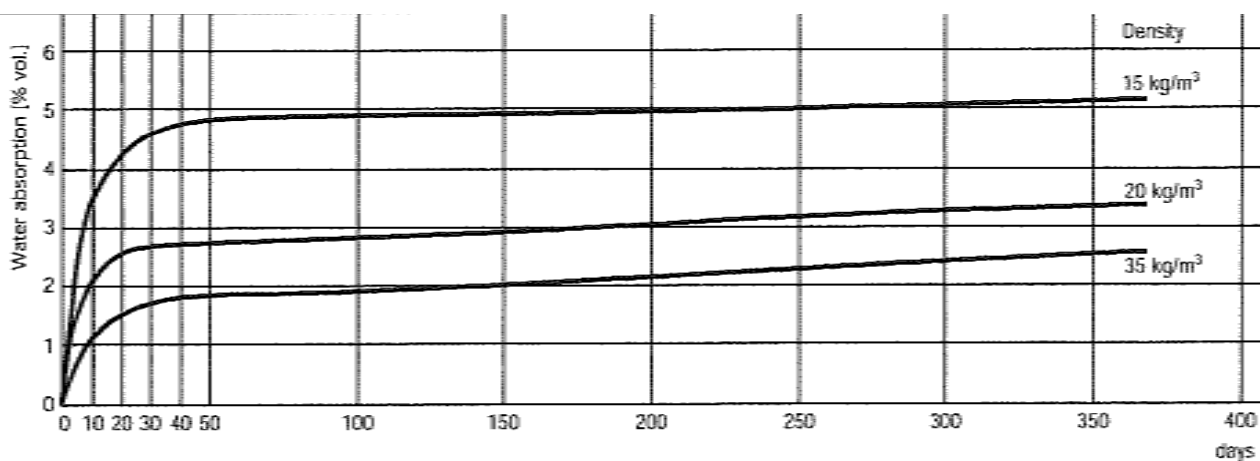


Fig. 7 Acqua assorbita dall'EPS espanso nella prova di immersione in acqua

### **L'effetto della luce**

A causa della elevata esposizione alla radiazione ultravioletta presente nella luce del sole, si ottiene come risultato, dopo alcune settimane, un ingiallimento della superficie dell' EPS. L'ingiallimento può essere accompagnato da un lieve infragilimento dello strato superiore della plastica espansa. Questo ingiallimento non ha alcun significato per la resistenza meccanica e termica dell' isolante, a causa della minima profondità di penetrazione.

### **L'effetto delle radiazioni**

L'esposizione prolungata alle radiazioni ad alta energia, ad es. gli ultravioletti ad onde corte, i raggi X e i raggi gamma, provoca un infragilimento della struttura dell'EPS. Il grado di infragilimento dipende dalla dose di radiazioni e dalla durata dell'esposizione. Gli effetti di varie fonti di radiazioni sulla tensione di compressione e la resistenza a flessione dell' EPS (esprese come percentuale di deterioramento rispetto alla schiuma non trattata) sono indicati nella tabella 1.

---

## **Microrganismi**

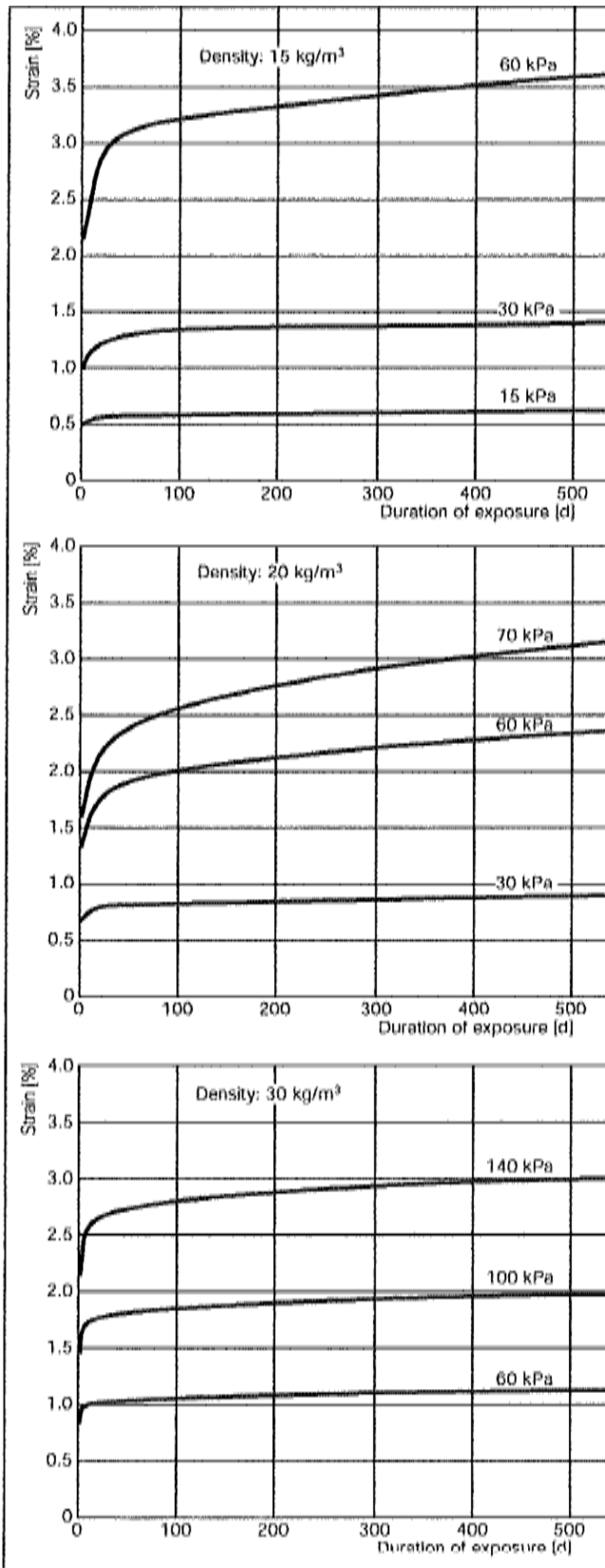
I microrganismi non hanno alcun effetto sull'EPS. Il materiale non offre loro un mezzo nutriente; non si deteriora e non marcisce. Anche se i microrganismi si insediano sulla schiuma quando è molto sporca e in condizioni particolari, agiscono puramente da supporto e non prendono assolutamente parte al processo biologico.

## **Effetti meccanici**

L' EPS è sottoposto a deformazione quando è soggetto a carico meccanico continuo, la misura dipende dalla quantità e dalla natura della sollecitazione applicata. In ogni caso sono necessarie alcune prove per determinare se il materiale sia sufficientemente forte per l'applicazione desiderata. Sono disponibili i risultati ottenuti nei test di lungo termine per il carico di compressione, che rappresenta la forma più importante di carico nella pratica (fig. 8).

I carichi per area di unità che le schiume espanse possono sopportare per periodi prolungati sono naturalmente inferiori rispetto ai valori ottenuti nelle prove di compressione a breve termine secondo la DIN 53421.





**Fig. 8**

*Tensione (%)*  
*Densità*  
*Durata dell'esposizione (d)*

Grafico di resistenza a compressione mostra la compressione subita dall' EPS con densità di 15, 20 e 30 kg al m<sup>3</sup> con carichi variabili

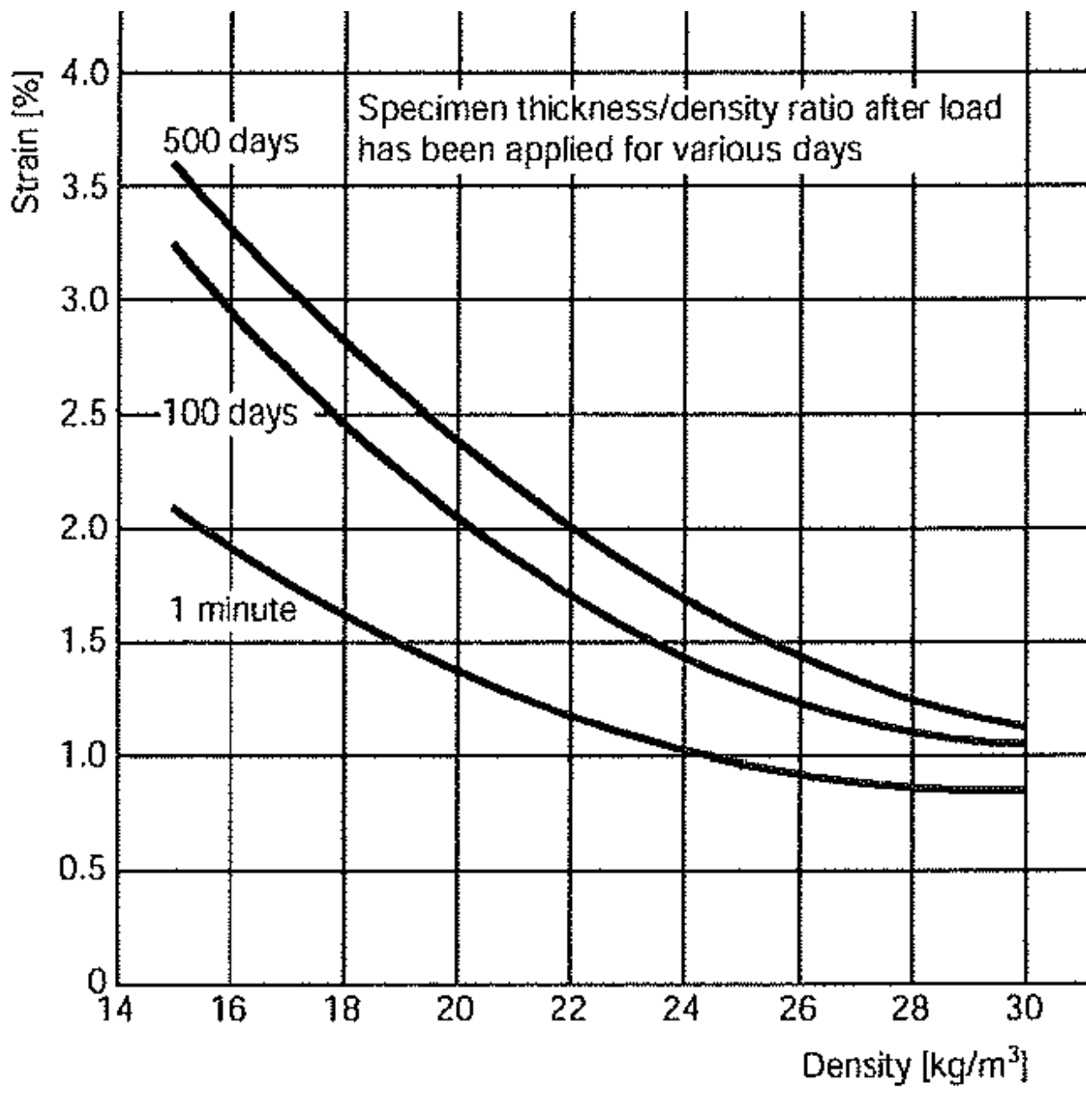


Fig. 9

Tensione

Spessore del provino /rapporto di densità dopo l'applicazione del carico per vari giorni

500 giorni

100 giorni

1 minuto

Densità (kg/m<sup>3</sup>)

Dipendenza della compressione dalla densità apparente dopo un certo numero di giorni

| Tipo di plastica espansa | Fonte di radiazioni | Dose di radiazioni kGy | Tasso di radiazioni Gy/s | Diminuzione della forza in %                  |                                  |
|--------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|---|----------------------------------|
|                          |                     |                        |                          | Sollecitazione di compressione (10% tensione) | Resistenza a Flessione DIN 53423 |
| EPS NORMALE              | Rontgen             | 340                    | 11,17                    | 10  | 20                               |
|                          | Co 60               | 2000                   | 0,55                     | 30  | 40                               |
|                          | Van de Graaf        | 2000                   | 41,7                     | 30  | 40                               |
| EPS AUTOESTINGEUNTE      | Rontgen             | 340                    | 11,17                    | 0   | 30                               |
|                          | Co 60               | 2000                   | 0,55                     | 30  | 60                               |
|                          | Van de Graaf        | 2000                   | 41,7                     | 50  | 70                               |

Tabella 1 – Effetto dell'esposizione a radiazioni su resistenza meccanica (misurata su EPS con densità che vanno da 15 a 25 kg/m<sup>3</sup>).  
L'unità della dose di energia è il Gray (Gy). 1 Gy = 1 J/kg

## **Riepilogo**

Questo studio dimostra che l' EPS è resistente all'invecchiamento. Praticamente l'unica minaccia si verifica quando sono conservati per lunghi periodi senza protezione o nel caso in cui vengano installati senza copertura. Raccomandiamo quindi che l'EPS sia conservato e installato in modo da essere protetto dalle condizioni climatiche avverse e danni meccanici.

## **Nota**

Le informazioni fornite in questa pubblicazione si basano sull'attuale conoscenza ed esperienza. Considerati i molteplici fattori che possono influenzare la lavorazione e l'applicazione di tale materiale, questi dati non esentano chi di dovere dalla responsabilità di eseguire le proprie prove ed esperimenti; ne' implicano alcuna assicurazione legalmente vincolante di determinate proprietà o idoneità ad uno scopo specifico. Coloro a cui forniamo il prodotto sono responsabili di garantire il rispetto di tutti i diritti di proprietà e le leggi esistenti in materia. Si ringrazia la società Basf per i dati e le fonti.



---

**3.**

**VALUTAZIONE DELLA VITA DI  
MANUFATTI IN EPS  
DESTINATI ALL'IMPIEGO IN OPERE  
DI LUNGA DURATA**

---

## **Contenuto**

- 1) Premessa
- 2) Determinazione dello scorrimento viscoso a compressione secondo la norma UNI EN 1606:2008
- 3) Valutazione delle deformazioni dei campioni di EPS dopo 10, 25 e 50 anni
- 4) Valutazione delle deformazioni di EPS esaminati (ed in esame)
- 5) Considerazioni conclusive

### **1) Premessa**

Il polistirene espanso da blocco EPS è estesamente utilizzato come isolante in edilizia ed in applicazioni di ingegneria civile come riempimento di terreni a bassa portanza in rilevati stradali e ferroviari. In tutte le applicazioni ed in particolare in queste ultime per i manufatti in EPS è importante e condizionante il loro comportamento meccanico nel tempo di vita in opera (normalmente alcuni decenni) e la permanenza nel tempo di vita della resistenza al carico statico continuo senza significative deformazioni.

Le caratteristiche generali e specifiche richieste agli EPS utilizzati come riempitivi di alleggerimento in opere civili e come isolamento di strade e ferrovie sono dettagliatamente definite nella norma UNI EN 14933:2008. In particolare la norma definisce i requisiti di deformazione limite dovuti a scorrimento viscoso a compressione dell'EPS sotto definiti carichi ad una data temperatura per tempi lunghi estrapolabili a quelli di vita in opera del manufatto. Su questa base, la determinazione di laboratorio, effettuata in accordo alla norma UNI-EN 1606:2008, dello scorrimento viscoso a compressione di un campione di EPS permette di stabilire, mediante l'elaborazione di una serie di dati sperimentali, il livello di carico statico che il corrispondente manufatto può sopportare nel periodo di vita mantenendo caratteristiche fisico-meccaniche e dimensionali sostanzialmente simili a quelle del campione iniziale ed adeguate ai requisiti dell'applicazione.

### **2) Determinazione dello scorrimento viscoso a compressione di campioni di EPS da blocco effettuata in accordo alla norma UNI-EN 1606:2008**

In accordo alla norma UNI-EN 1606:2008, lo scorrimento viscoso a compressione, detto anche creep, di un campione di EPS viene determinato misurando nel tempo la deformazione lineare di un provino sottoposto a sollecitazione costante di compressione in condizioni definite di temperatura e di umidità. La norma UNI EN 1606:2008 definisce la metodologia e la

---

successione dei vari stati di misura, l'apparecchiatura da utilizzare ed il trattamento dei dati, come in sintesi qui di seguito riportato.

– **Scopo e campo di applicazione**

La norma UNI EN 1606:2008, che si applica agli isolanti termici, specifica l'apparecchiatura e i procedimenti per determinare lo scorrimento viscoso (creep) a compressione di provini in varie condizioni di sollecitazione.

– **Termini e definizioni**

La sollecitazione a compressione  $\sigma_c$ , è il rapporto tra la forza di compressione e l'area iniziale della sezione trasversale del provino sottoposta a compressione.

La deformazione relativa  $\epsilon$ , è il rapporto della deformazione  $X$  del provino nella direzione del carico ed il suo spessore  $d_s$  pure misurato.

Lo scorrimento viscoso a compressione  $X_{ct}$ , è l'aumento della deformazione del provino sotto sollecitazione costante di compressione, in definite condizioni di temperatura ( $T$ ) e di umidità relativa (U.R.); specificatamente:

$$X_{ct} = X_t - X_0$$

dove:  $X_t$  è la deformazione al tempo  $t$  e  $X_0$  è la deformazione iniziale, dopo 60 secondi dall'applicazione del carico.

– **Apparecchiatura**

Il dispositivo di carico è costituito da 2 piastre piane, una della quali mobile, disposte in modo da comprimere il provino in direzione verticale. La misura delle deformazioni progressive del provino viene effettuata con un comparatore, posto a contatto con la piastra superiore; la precisione di misura della deformazione è di 0,01 mm.



– **Provini**

In accordo alla norma di prodotto UNI EN 13163, le dimensioni dei provini sono 50 x 50 x 50 mm; un minimo di n°2 provini sono necessari per avere un risultato di prova e questi provini devono essere condizionati per almeno 24 h in un ambiente alla temperatura di  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$  con umidità relativa di  $50\pm 5\%$ .

– **Scelta della sollecitazione – carico cui sottoporre i provini di EPS**

Le sollecitazioni  $\sigma_c$  scelte per la prova di creep sono basate sulla sollecitazione a compressione al 10% di deformazione  $\sigma_{10}$ , misurata secondo la norma EN 826. La norma UNI EN 1606:2008 indica come sollecitazioni  $\sigma_c$  cui sottoporre i provini quelle comprese tra il 15% e il 35% di  $\sigma_{10}$ , ma possono essere usati valori diversi di  $\sigma_c$  in funzione della tipologia di materiale e/o della sua applicazione.

– **Procedimento di prova**

La successione dei vari stadi nel procedimento di prova prevede: la misura degli spessori dei provini; l'applicazione del peso morto nel dispositivo di carico (piastre); l'applicazione della sollecitazione; la determinazione della deformazione iniziale  $X_0$  dopo 60 secondi

---

dall'applicazione del carico; la determinazione delle deformazioni progressive  $X_t$  ai vari tempi  $t$ .

– **Durata della prova**

La durata della prova sperimentale è quella specificata nella norma UNI EN 13163 e cioè: 122 giorni, 304 giorni e 608 giorni in funzione del tempo di estrapolazione richiesto rispettivamente di 10-25-50 anni. La durata dei tempi di prova può essere variata in funzione dei tempi di vita del manufatto.

**3) Valutazione delle deformazioni di campioni di EPS dopo 10, 25 e 50 anni**

– **Metodo di calcolo**

L'appendice A della norma UNI EN 1606 specifica il metodo di calcolo per la valutazione della deformazione dovuta a scorrimento viscoso degli isolanti termici a tempi lunghi.

Il metodo di calcolo consente un'estrapolazione massima fino a 30 volte il tempo di durata della prova.

– **Principio del metodo di calcolo**

Il metodo di calcolo è basato sulla funzione matematica-equazione di Findley:

$$X_t = X_0 + m \cdot t^b \quad (1)$$

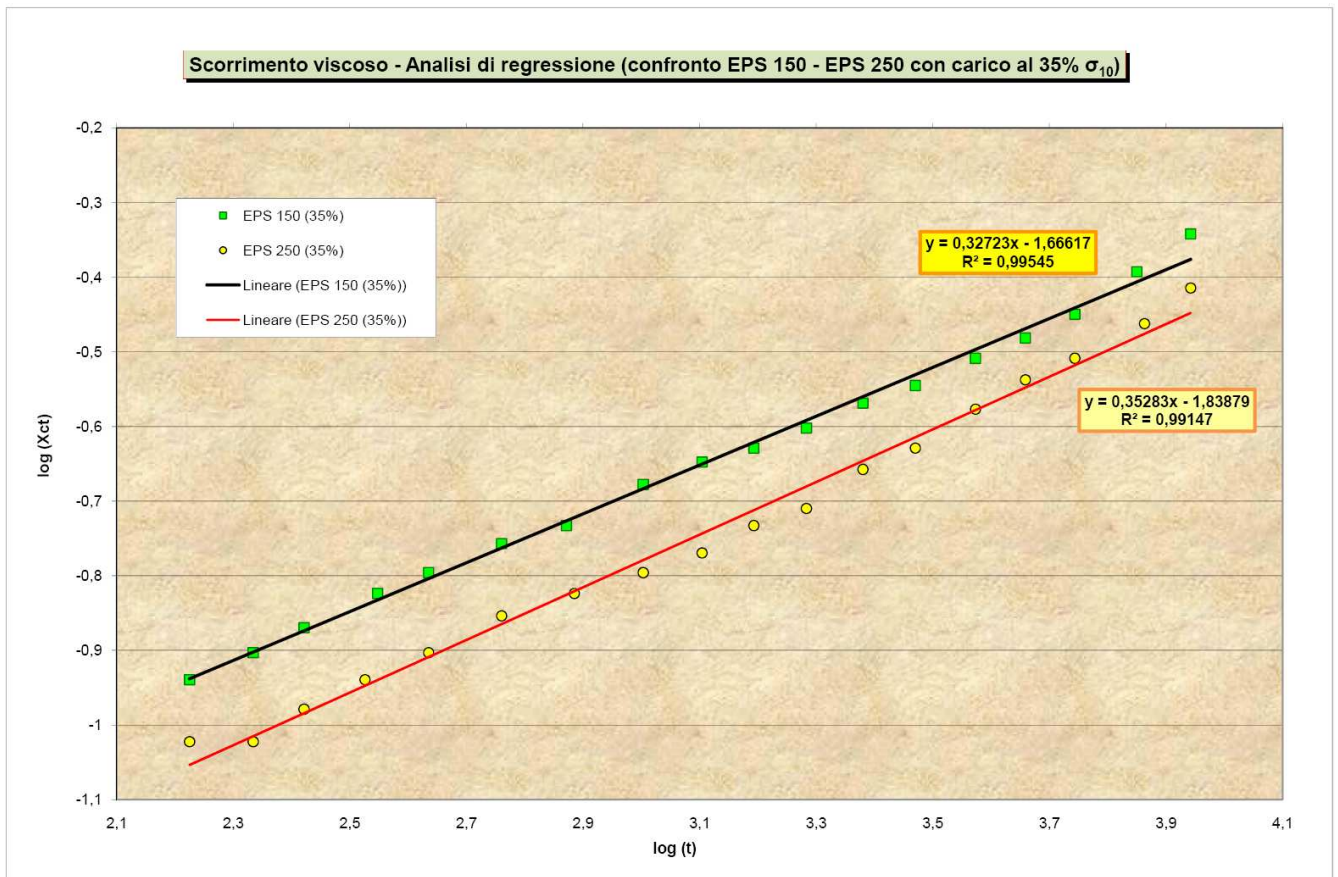
dove  $m$  e  $b$  sono costanti tipiche di ciascun materiale.

L'equazione può essere espressa in forma logaritmica così da permettere un'analisi di regressione lineare basata sulla deformazione misurata in funzione del tempo:

$$\log(X_t - X_0) = \log m + b \cdot \log t \quad (2)$$

Come già accennato, l'estrapolazione lineare dei dati sperimentali è ammessa fino a 30 volte il tempo di durata sperimentale della prova, purché il coefficiente ( $r$ ) di determinazione della retta basata sui dati sperimentali abbia valori  $r^2 \geq 0,9$ .

Esempi di rette di regressione su scala bi-logaritmica della deformazione di scorrimento viscoso  $X_{ct} = X_t - X_0$  in funzione del tempo sono riportate nella figura che segue



– **Calcolo della deformazione nel lungo periodo**

Una volta trovati i fattori m e b dall’analisi di regressione lineare, utilizzando l’equazione di Findley , si ricavano le deformazioni a lungo termine per ogni tempo t desiderato rispettando per il massimo il tempo di 30 volte la durata della prova. Le deformazioni relative  $\epsilon_t$  riferite allo spessore  $d_s$  del provino vengono calcolate mediante la relazione:

$$\epsilon_t = (X_t / d_s) \cdot 100$$

che esprime le deformazioni come percentuale rispetto allo spessore del provino.

– **Indicazioni applicative in accordo alla norma UNI EN 13163 -appendice D.2**

In accordo con i requisiti della norma UNI EN 13163, gli EPS adeguati alle applicazioni di lungo periodo sotto carico dovrebbero mostrare ,dai dati estrapolati come sopra definiti, una deformazione allo scorrimento viscoso a compressione dopo 50 anni  $\leq 2\%$ , se sottoposti a una sollecitazione a compressione continuativa pari al 30% di  $\sigma_{10}$ .



4) Valutazione delle deformazioni su lungo periodo di campioni di EPS esaminati (ed in parte ancora sotto esame che continua)

Risultati di deformazione di campioni di EPS 150

|                                     | 10 anni                     | 25 anni                     | 50 anni (ipotetico)         |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| $\sigma_c = 38 \text{ kPa (10 kg)}$ | $\varepsilon_t = 1,5 \%$    | $\varepsilon_t = 2 \%$      | $\varepsilon_t = 2,4 \%$    |
|                                     | $\varepsilon_{ct} = 1,3 \%$ | $\varepsilon_{ct} = 1,7 \%$ | $\varepsilon_{ct} = 2,2 \%$ |
|                                     | 10 anni                     | 19 anni                     | 50 anni (ipotetico)         |
| $\sigma_c = 53 \text{ kPa (14 kg)}$ | $\varepsilon_t = 2,3 \%$    | $\varepsilon_t = 2,6 \%$    | $\varepsilon_t = 3,4 \%$    |
|                                     | $\varepsilon_{ct} = 1,7 \%$ | $\varepsilon_{ct} = 2,1 \%$ | $\varepsilon_{ct} = 2,8 \%$ |

## Risultati di deformazione su campioni di EPS 250

|                                      | 10 anni                   | 25 anni                  | 50 anni (ipotetico)       |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| $\sigma_c = 88 \text{ kPa (22 kg)}$  | $\epsilon_t = 1,9 \%$     | $\epsilon_t = 2,5 \%$    | $\epsilon_t = 3,1 \%$     |
|                                      | $\epsilon_{ct} = 1,6 \%$  | $\epsilon_{ct} = 2,1 \%$ | $\epsilon_{ct} = 2,7 \%$  |
|                                      | 10 anni                   | 19 anni                  | 50 anni (ipotetico)       |
| $\sigma_c = 125 \text{ kPa (32 kg)}$ | $\epsilon_t = 6,6 \%$     | $\epsilon_t = 8,2 \%$    | $\epsilon_t = 11,7 \%$    |
|                                      | $\epsilon_{ct} = 5,8 \%$  | $\epsilon_{ct} = 7,4 \%$ | $\epsilon_{ct} = 10,7 \%$ |
|                                      | 10 anni                   |                          |                           |
| $\sigma_c = 163 \text{ kPa (42 kg)}$ | $\epsilon_t = 65,8 \%$    |                          |                           |
|                                      | $\epsilon_{ct} = 63,9 \%$ |                          |                           |

### NOTA

I carichi riportati nelle tabelle corrispondono ad una quantità ridotta del carico totale pari a

- 38 KPa pari a 25 % di 150 KPa
- 53 KPa pari a 35 % di 150 KPa
- 88 KPa pari a 35 % di 250 KPa
- 125 KPa pari a 50 % di 250 KPa
- 163 KPa pari a 65 % di 250 KPa

$\epsilon_t$  = deformazione totale in percentuale dopo il tempo t

$\epsilon_{ct}$  = deformazione in percentuale dopo il tempo t a cui è stata sottratta la deformazione iniziale rilevata dopo 60 sec di carico



---

## 5) Considerazioni conclusive

I risultati delle prove effettuate (ed ancora in corso per alcuni campioni) in I.I.P. S.r.l. su diversi campioni di EPS da blocco evidenziano nell'analisi di regressione delle deformazioni di scorrimento viscoso, in funzione del tempo su scala bi-logaritmica, un andamento lineare con un elevato coefficiente angolare delle corrispondenti rette, anche con carichi molto elevati. In termini generali, i risultati ottenuti indicano che:

- tutti i campioni esaminati si deformano, per tutti i carichi esaminati, in funzione del tempo in accordo all'equazione di Findley (su scala bi-logaritmica, deformazione lineare con il tempo), permettendo estrapolazioni del valore di deformazione dopo 5, 10, 25 e 50 anni;
- deformazioni finali inferiori al 2% nella direzione del carico applicato, dopo 50 anni, sono ottenibili solo se i campioni di EPS sono caricati con carichi inferiori al 30% del carico al 10% di deformazione;
- i campioni di EPS caricati con più del 50% del carico al 10% mostrano deformazioni più del 5% già a tempi bassi (inferiori ai 5 anni) e pur tuttavia mantengono per tempi significativi la struttura cellulare con le deformazioni misurate che seguono l'equazione di Findley;
- i campioni di EPS dopo essere stati sottoposti al test di creep, liberati dal carico al quale erano stati sottoposti, mostrano trascurabili recuperi elastici e pertanto la deformazione misurata appare sostanzialmente dovuta allo scorrimento viscoso del EPS da blocco.

A parte tutto questo, I.I.P. S.r.l. desidera precisare che i risultati riportati sono sicuramente validi con riferimento ai campioni di EPS su cui sono state fatte le misure. Come comportamento della deformazione in funzione del tempo e come carichi applicabili per avere deformazioni inferiori al 2% dopo lunghi tempi, essi sono probabilmente validi anche per altri EPS da blocco esistenti in commercio. Però indicazioni quantitative e garanzie di tempi di vita in opera sotto carico con deformazioni accettabili ed inferiori al 2% si possono ottenere e fornire solo a partire da misure dirette sullo specifico tipo di EPS messo in opera; questo perché la materia prima EPS utilizzata, le condizioni (tempi e temperature) adottate nella sua trasformazione in EPS e l'eventuale utilizzo di EPS di riciclo possono influenzare (e di fatto sembrano capaci di influenzare) il tipo e l'entità della deformazione nel tempo delle corrispondenti lastre sotto carico. In effetti, il valore della costante  $b$  dell'equazione di Findley risulta, per tutti i campioni di EPS da blocco esaminati ed in esame in I.I.P. S.r.l., molto simile e tipico del prodotto EPS .



---

## 4.

# PRESENTAZIONE DI AIPE

L'AIPE - Associazione Italiana Polistirene Espanso - è una associazione senza fini di lucro costituita nel 1984 al fine di promuovere e tutelare l'immagine del polistirene espanso sinterizzato (o EPS) di qualità e di svilupparne l'impiego.

Le aziende associate appartengono sia al settore della produzione delle lastre per isolamento termico che a quello della produzione di manufatti destinati ad edilizia e imballaggio.

Fanno parte dell'AIPE le aziende produttrici della materia prima, il polistirene espandibile, fra le quali figurano le più importanti industrie chimiche europee.

Un gruppo di soci è costituito da aziende fabbricanti attrezzature per la lavorazione del polistirene espanso sinterizzato e per la produzione di sistemi per edilizia.

L'AIPE, con la collaborazione delle aziende associate, ha creato una rete che provvede alla raccolta ed al riciclo di imballi e scarti in polistirene espanso.

A livello internazionale l'AIPE rappresenta l'Italia in seno ad EUMEPS, European Manufacturers of Expanded Polystyrene, associazione europea che raggruppa le associazioni nazionali dei produttori di EPS.

L'AIPE, che opera secondo il principio fondamentale della qualità dei prodotti, fornisce agli utilizzatori un'informazione seria ed obiettiva sulle caratteristiche e prestazioni dei semilavorati e manufatti in polistirene espanso sinterizzato di qualità.