



---

# Isolamento acustico di Facciate e Comfort ambientale

## Le prestazioni dei componenti con l'impiego dell'EPS

2° Convegno 19/04/2023

**Ing. Marco Piana – AIPE**

## CHI È AIPE

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

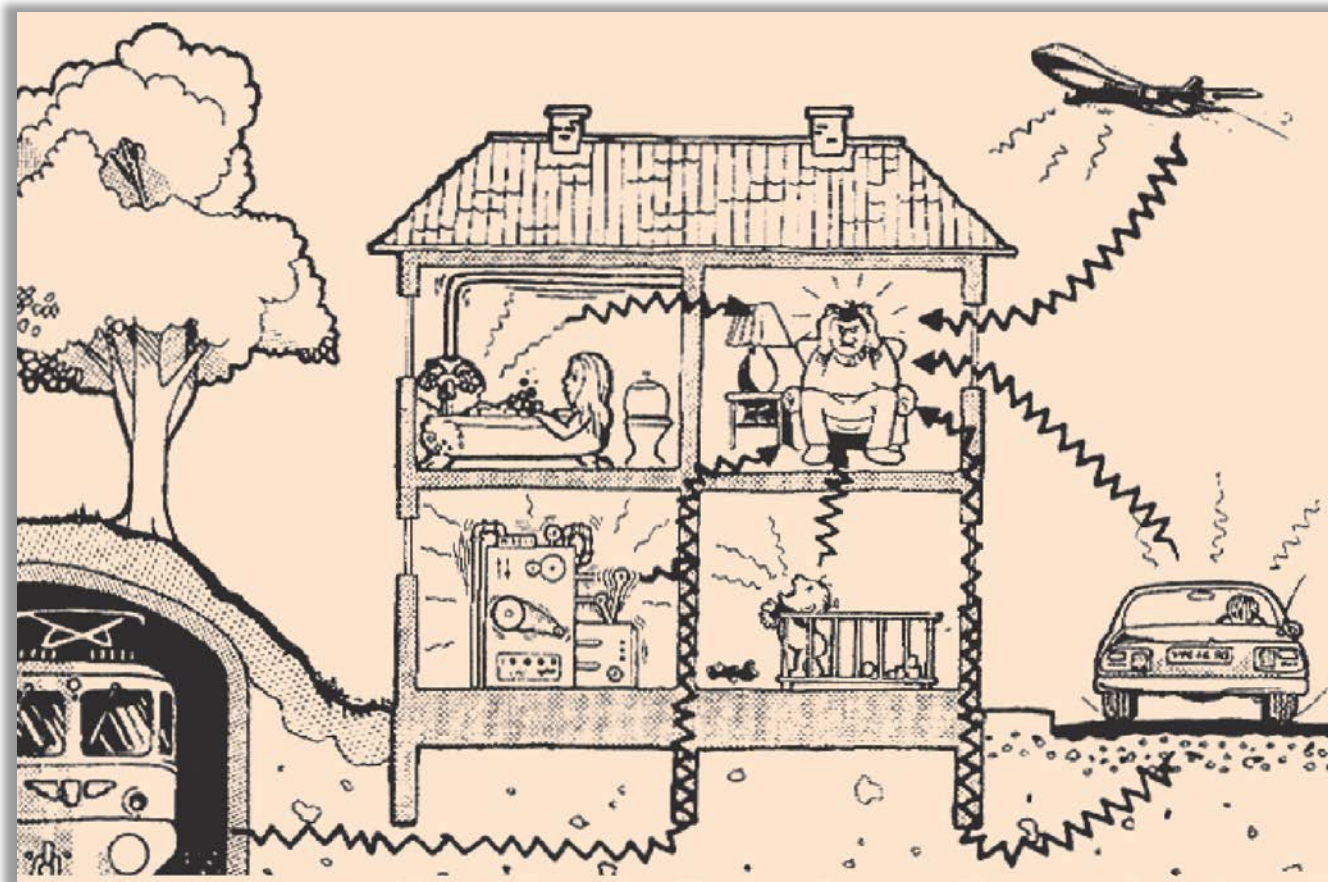
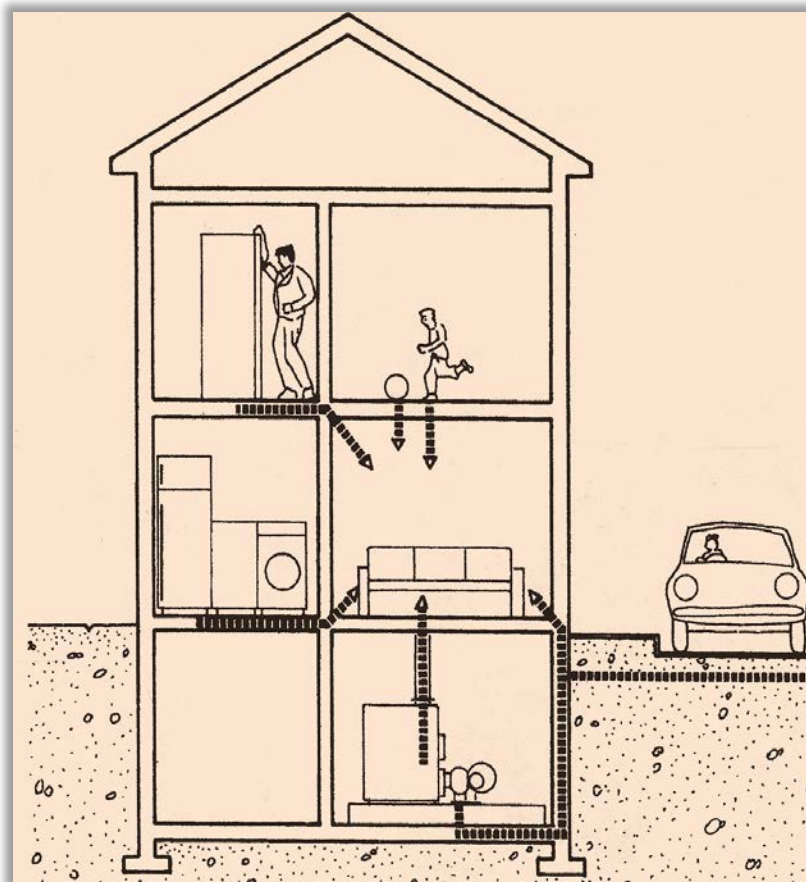
Le aziende associate appartengono sia al settore della produzione delle lastre per isolamento termico che a quello della produzione di manufatti destinati all'edilizia ed all'imballaggio. Fanno parte di AIPE le aziende produttrici della materia prima, il polistirene espandibile, fra le quali figurano le più importanti industrie chimiche europee. Un gruppo di Soci è costituito dalle aziende fabbricanti attrezzature per la lavorazione del polistirene espanso sinterizzato e per la produzione di sistemi per l'edilizia.

A livello internazionale l'Associazione rappresenta l'Italia in seno a EUMEPS, l'organizzazione europea che raggruppa le associazioni nazionali dei produttori di EPS.

L'Associazione inoltre opera a stretto contatto con Enti e Istituzioni finalizzando la propria attività alla redazione di norme e protocolli nei settori edilizia, imballaggio ed economia circolare.

Collabora attivamente alla promozione della raccolta e riciclo dell'EPS in sinergia con ANIT, COREPLA e con CORTEXA in qualità di partner tecnico per veicolare, diffondere e condividere la cultura dell'isolamento a cappotto di qualità. Sostiene e promuove la ricerca di nuovi progetti di riciclo a livello nazionale ed europeo e partecipa ad ICESP, la piattaforma italiana dei principali attori dell'economia circolare ed è coinvolta in circuiti virtuosi di alcune tipologie di manufatti, tra cui le cassette per il pesce e gli imballaggi in EPS.

# L'EPS e l'isolamento acustico



1. Caratteristiche acustiche dell'EPS
2. La normativa per l'EPS
3. Il sistema a cappotto
4. Le verifiche sperimentali di AIPE per la rigidità dinamica

## 1. Caratteristiche acustiche dell'EPS

Isolare pareti e solai con EPS è possibile, utilizzando materiali e componenti che permettono di evidenziare il buon comportamento dell'EPS.

Il normale EPS possiede una rigidità dinamica che, secondo la massa volumica e lo spessore, si colloca fra 40 e 200 MN/m<sup>3</sup>. Questo materiale è peraltro il punto di partenza per ottenere un isolante con una rigidità dinamica inferiore (10-50 MN/m<sup>3</sup>), pur mantenendo tutte le altre caratteristiche, con la peculiarità di evidenziare un valore di rigidità dinamica tale da assorbire le onde causate da rumori trasmessi per via aerea o per impatto.

La riduzione della rigidità dinamica può avvenire sia con la tecnologia della compressione impulsiva sia durante il processo di sinterizzazione.

## L'EPS e l'isolamento acustico

La rigidità dinamica rappresenta il parametro più significativo per caratterizzare l'EPS dal punto di vista acustico.

La verifica della rigidità dinamica consiste nel porre un campione di EPS aventi dimensioni di 200 x 200 mm e di spessore pari a quello reale da esaminare, applicarvi sopra una piastra di acciaio di spessore tale da esercitare una pressione di 2,5 kPa, che simula la massa galleggiante.

Le caratteristiche fisico – chimiche delle lastre con rigidità dinamica bassa, che in gergo si definiscono elasticizzate, non risultano alterate rispetto a quelle con più elevata rigidità. In particolare la conduttività termica avrà ancora il valore che compete alle lastre di EPS normale della stessa massa volumica.

## 2. La normativa per l'EPS

La norma europea di riferimento per l'EPS è la EN 13163 che per il settore "acustica" prevede alcune specifiche caratteristiche.

I prodotti sono divisi in classi:

EPS S utilizzato solo per applicazioni destinate a non supportare carico  
EPS T con specifiche proprietà di isolamento acustico.

## Classificazione di EPS con proprietà acustiche

### RIGIDITÀ DINAMICA

La rigidità dinamica  $S'$  è data dalla somma:

- della rigidità dinamica  $S'G$  della struttura solida dell'espanso
- e di quella  $S'L$  dell'aria racchiusa nelle sue celle

$$S' = S'G + S'L \text{ [MN/m}^3\text{]}$$



## L'EPS e l'isolamento acustico

La rigidità dinamica dipende dallo spessore di un prodotto

Se il prodotto possiede differenti livelli di rigidità dinamica a spessori differenti è sufficiente controllare la rigidità dinamica allo spessore che in combinazione con la rigidità dinamica dà il più basso valore di modulo di elasticità dinamica,  $E_{dyn}$ .

$$E_{dyn} \approx s' \times \text{spessore dB}$$

Se viene soddisfatto il requisito della più rigorosa combinazione di spessore e rigidità dinamica, tutte le altre combinazioni per lo stesso prodotto sono parimenti soddisfatte.

Una relazione fra i 3 parametri è la seguente:

<b>dB</b>	<b>s'</b>	<b><math>E_{dyn}</math></b>
20 mm	20 MN/m <sup>3</sup>	400 kN/m <sup>2</sup>
30 mm	15 MN/m <sup>3</sup>	450 kN/m <sup>2</sup>
35 mm	10 MN/m <sup>3</sup>	350 kN/m <sup>2</sup>

## L'EPS e l'isolamento acustico

I prodotti della classe EPS T presentano specifiche proprietà di isolamento acustico:

<b>Tipo</b>	<b>Comprimibilità</b>	<b>Rigidità dinamica</b>
EPS T	Livello da prospetto della norma	Livello da prospetto della norma

# L'EPS e l'isolamento acustico

## EPS T secondo UNI EN 13163

### LIVELLI DI COMPRIMIBILITÀ

**Spessore *dI*:** determinato in accordo con la EN 12431 sotto un carico di 250 Pa

**Spessore *dB*:** deve essere determinato in accordo con la EN 12431

Livello	Carico applicato sullo strato di rivestimento (kPa)	Requisito (mm)	Tolleranza (mm)
CP5	≤ 2,0	≤ 5,0	≤ 2 per $dL < 35$ ≤ 3 per $dL \geq 35$
CP4	≤ 3,0	≤ 4,0	
CP3	≤ 4,0	≤ 3,0	≤ 1 per $dL < 35$ ≤ 2 per $dL \geq 35$
CP2	≤ 5,0	≤ 2,0	

## Classi per le tolleranze sullo spessore

Classe	Tolleranze	
TC(1)	- 5 % oppure - 1 mm	+ 15% oppure + 3 mm
TC (0)	0	+ 10% oppure + 2 mm per $dL < 35$ mm + 15% oppure + 3 mm per $dL \geq 35$ mm

## Livelli di rigidità dinamica

Determinata in accordo con la EN 29052-1 senza precarico.

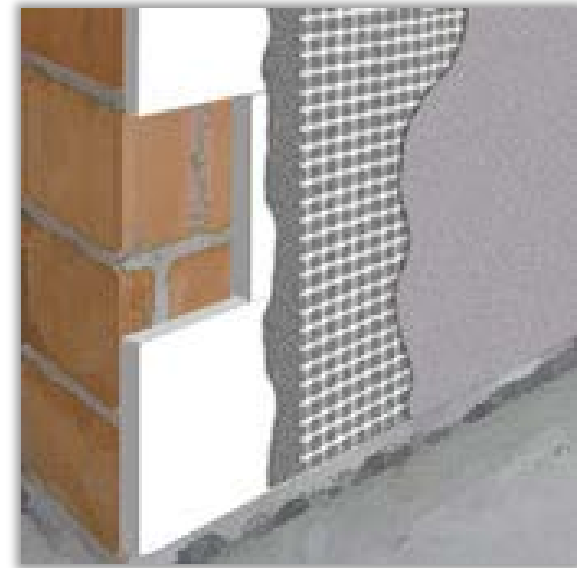
Livello	Requisito MN/m <sup>3</sup>
SD 50	≤ 50
SD 40	≤ 40
SD 30	≤ 30
SD 20	≤ 20
SD 15	≤ 15
SD 10	≤ 10
SD 7	≤ 7
SD 5	≤ 5

## 3. Il sistema a «CAPPOTTO»

Il sistema di isolamento termico dall'esterno viene definito a livello europeo con la sigla **ETICS** (External Thermal Insulation Composite System – Sistemi compositi di isolamento termico per l'esterno).

Il sistema a cappotto è costituito dai seguenti elementi essenziali:

1. Collante - adesivo
2. Isolante termico
3. Rasatura
4. Armatura in fibra di vetro
5. Rivestimento esterno
6. Accessori – angolari, profili, tasselli, ecc.



## Il funzionamento acustico del sistema

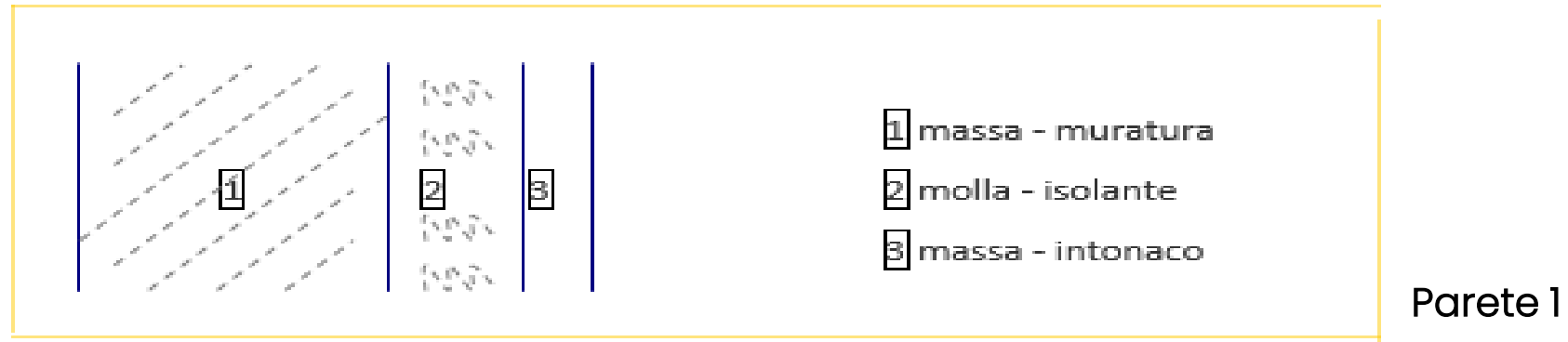
Il cappotto permette di realizzare un sistema molto particolare di isolamento se analizzato dal punto di vista acustico.

Il sistema è composto da **3 elementi distinti**:

1. **la muratura di supporto** considerata rigida e continua, normalmente di massa molto più elevata degli altri due strati
2. **l'isolante** che funge da elemento "molla", ovvero rappresenta il materiale che deve assorbire l'onda d'urto del rumore
3. **l'intonaco esterno** che rappresenta l'elemento di rivestimento «a pelle»; inoltre l'intonaco viene armato con rete e può essere realizzato con spessori da 3 mm fino a 20÷30 mm. L'intonaco quindi funge da elemento rigido ripartitore dell'energia meccanica che l'onda sonora provoca sulla superficie di impatto.

## L'EPS e l'isolamento acustico

L'intero sistema quindi può essere inteso come composto da massa-molla-massa che permette di assorbire più o meno energia sonora in base ai parametri della molla, del rivestimento esterno e dei mutui fissaggi dei differenti strati.

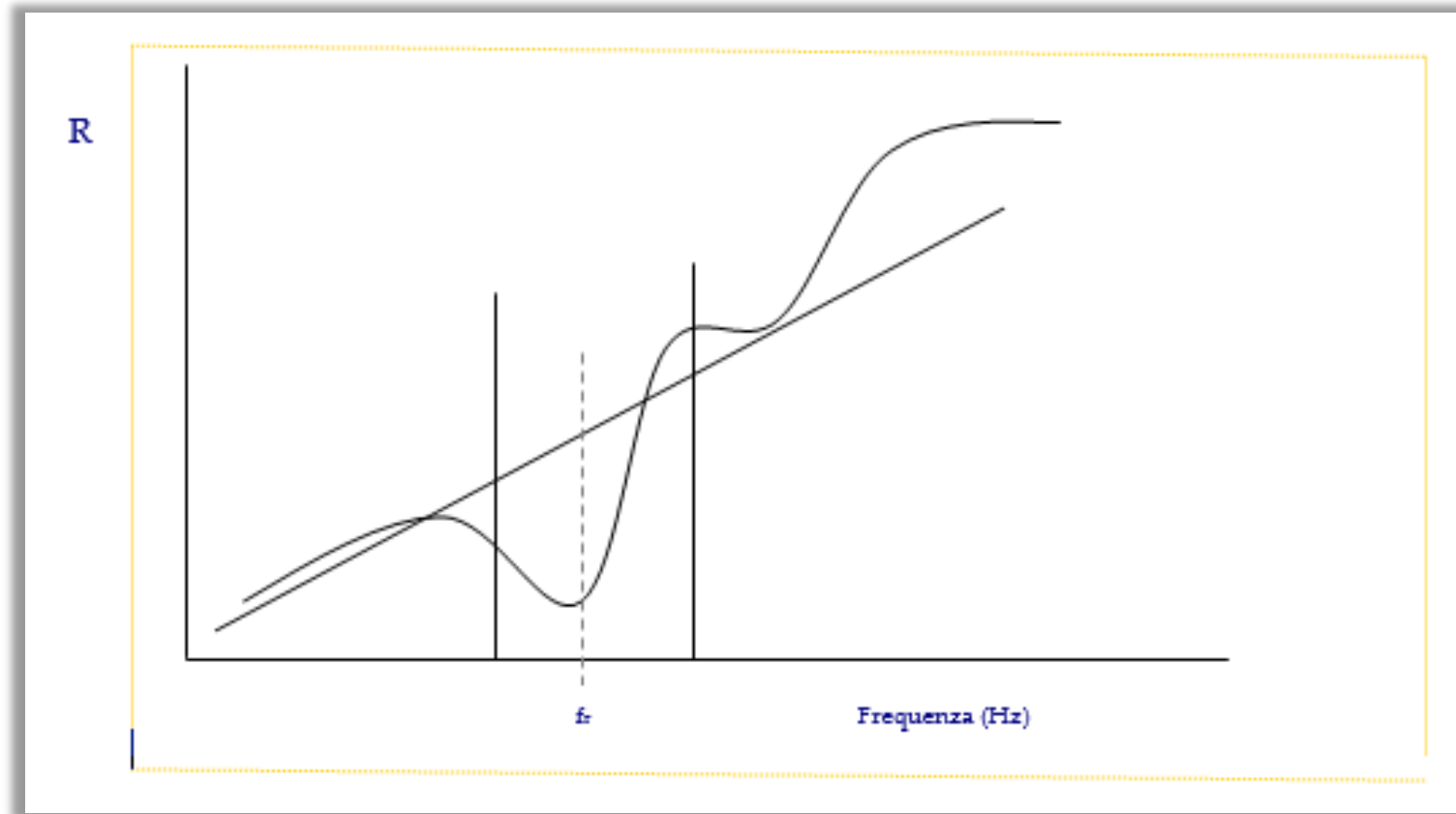


Il **sistema massa, molla, massa**, funziona molto bene se l'onda ovvero il rumore presenta frequenze lontane dalla frequenza di risonanza in cui il sistema perde in modo significativo l'isolamento acustico.



## L'EPS e l'isolamento acustico

Il seguente grafico riporta un tipico esempio di comportamento di parete come illustrato in precedenza



$f_r$  = Frequenza di risonanza  
 $R$  = Isolamento acustico

Nel grafico si identificano 3 zone distinte del comportamento della parete:

1. Prima della  $f_r$  - l'azione viene effettuata dalla parte del suono composta dalle basse frequenze.

Le masse 1 e 3 oscillano normalmente in fase.

La parete si comporta come una massa totale pari alla somma delle due masse, ovvero si segue la cosiddetta legge della massa: aumento di 6 dB dell'isolamento al raddoppio della frequenza. (In altre parole è l'inclinazione della retta del grafico).

È ovvio che la massa 1 è di gran lunga più elevata della 3, a livello indicativo di riferimento la 1 vale 200 Kg/m<sup>2</sup>, la 3 ne vale 10 Kg/m<sup>2</sup>.

Ma vi sono casi estremi in cui la parete 1 arriva a 400 Kg/m<sup>2</sup> e la 3 a 30 Kg/m<sup>2</sup>.

Nei casi comuni il vero isolamento acustico è rappresentato dalle parete 1 (presentata nella slide nr.15) dato che offre una massa molto più elevata.

2. Intorno di  $f_r$  – Nelle frequenze dell'intorno di  $f_r$  (frequenza di risonanza) avviene un fenomeno molto interessante. Le due pareti di massa 1 e 3 proprio perché fra di loro esiste un mezzo elastico vibrano in controfase. Lo stesso effetto avviene anche nei vetri doppi.

Controfase significa che le due pareti mentre vibrano si spostano in senso opposto ad un ventre, mentre dell'onda su di 1 corrisponde una cresta in 2. Questo effetto determina un'amplificazione dell'onda incidente e delle oscillazioni delle pareti, provocando un "buco" di isolamento acustico (minimo della curva).

La  $f_r$  dipende dalle masse e dall'elasticità della molla che le divide. Quindi nell'intorno della  $f_r$  si ha una netta diminuzione del potere fonoisolante della parete proprio come se ci fosse un buco da cui passi quell'intervallo di frequenze ben determinato.

3. **Oltre la  $f_r$**  – Le frequenze aumentano e permettono solo alle masse più piccole di vibrare.

La massa 1 è troppo elevata e non può vibrare con frequenze elevate e quindi solo il rivestimento con massa 3 interviene in questa zona del rumore incidente.

In questa zona ciò che crea il miglioramento dell'isolamento acustico è il rivestimento a cappotto che vibra, assorbe l'energia dell'onda d'urto e ne smorza gli effetti.

Il rivestimento vibra meglio se è "attaccato" ad una molla (l'isolante) che ne permette tale vibrazione.

## L'EPS e l'isolamento acustico

L'obiettivo è creare un sistema che abbia la  $f_r$  più bassa possibile in modo che il "buco" di risonanza esca dalla zona di influenza del campo sensibile.

Più la  $f_r$  è bassa, meglio è. E questo si ottiene mediante le caratteristiche dei tre componenti il sistema.

## L'EPS e l'isolamento acustico

L'elemento "molla" è rappresentato dal materiale isolante posto fra due elementi rigidi.

La molla è fondamentale per il funzionamento del sistema e la sua caratteristica più importante è senza alcun dubbio la **rigidità dinamica**.

Nel caso di un sistema a cappotto la frequenza di risonanza  $f_r$  si calcola in modo semplificato con la relazione:

$$f_r = 160 \sqrt{s' \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)}$$

$s'$  = rigidità dinamica dell'isolante (MN/m<sup>3</sup>)

$m_1$  = massa parete di supporto

$m_2$  = massa superficiale rivestimento esterno (Kg/m<sup>2</sup>)

## L'EPS e l'isolamento acustico

La  $f_r$  come detto in precedenza, deve presentare un valore basso e per ottenere ciò due sono le vie:

- Isolanti con  $S'$  di valore basso
- Rivestimenti esterni con massa superficiale alta

La  $s'$  dell'isolante determina la  $f_r$  con i seguenti riferimenti orientativi:

$s' \approx 100$  crea  $f_r \sim 1000$  Hz

$s' \approx 10$  crea  $f_r \sim 100$  Hz

## L'EPS e l'isolamento acustico

Il tipo di fissaggio adottato e di incollaggio degli strati del cappotto influenza in modo determinante il comportamento acustico finale.

Ad esempio le lastre di isolante possono essere incollate oppure incollate + tassellate.

Inoltre l'incollaggio e la tassellatura possono essere eseguiti in molti modi. Un'elevata superficie di incollaggio ed un elevato numero di tasselli provoca un aumento di  $f_r$  e quindi peggiora il comportamento generale del sistema.

Deve essere quindi definito in modo preciso e mediante verifiche sperimentali (per via analitica è praticamente impossibile) la % di incollaggio del pannello di isolante al muro ed il numero di tasselli ottimale.

Per i motivi sopra riportati non è ideale incollare su tutta la superficie la lastra di isolante ed in modo analogo porre tasselli in numero superiore a quello meccanicamente necessario.



## 4. Le verifiche sperimentali di AIPE per la rigidità dinamica

AIPE a supporto di quanto riportato in precedenza ha condotto con il contributo delle aziende associate un programma di prove e verifiche in laboratorio al fine di fornire alcuni valori reali di riferimento per i progettisti che intendano affrontare **l'isolamento acustico di elementi di facciata e di solai utilizzando l'EPS.**

Sono state condotte **prove sperimentali presso laboratori accreditati** ottenendo risultati molto indicativi in merito al parametro Rigidità Dinamica.

## Rigidità Dinamica

METODO DI PROVA secondo UNI EN 29052

$$s'_t = (2\pi f_r)^2 m'_t \quad [N/m^3]$$

$m'_t$  [kg/m<sup>2</sup>): massa totale per unità di superficie

$f_r$  [Hz): frequenza di risonanza (del modulo della funzione di trasferimento tra il segnale di vibrazione e quello di eccitazione)

## Parametri determinanti

$d_L$  (mm): provino caricato con una pressione di 250 Pa ( $\sim 25 \text{ Kg/m}^2$ ) per  $(125 \pm 5)$ s

$d_F$  (mm): provino caricato con una pressione di 2000 Pa ( $\sim 200 \text{ Kg/m}^2$ ) per  $(120 \pm 5)$ s

$d_B$  (mm): provino caricato inizialmente con una pressione di 50000 Pa ( $\sim 5100 \text{ Kg/m}^2$ ), dopo  $(125 \pm 5)$ s il carico viene rimosso, lo spessore  $d_B$  è determinato dopo  $(125 \pm 5)$ s di applicazione del carico di 2 KPa

$d_F$  e  $d_B$  sono determinati sugli stessi provini impiegati per determinare  $d_L$

## L'EPS e l'isolamento acustico

La tabella seguente riporta i dati caratteristici tabellati dei tipi di EPS corrispondenti agli spessori utilizzati:

Spessore senza carico $d_L$ mm	Spessore sotto carico $d_B$ mm	Rigidità dinamica MN/m <sup>3</sup>
17	15	30
22	20	20
27	25	15
33	30	15
38	35	10
44	40	10

## Spessore - Comprimibilità

Nome prodotto	Spessore dichiarato (mm)	Massa per unità di superficie (Kg/m <sup>2</sup> )	Massa volumica apparente (g) (Kg/m <sup>3</sup> )	d <sub>L</sub> (mm)	d <sub>F</sub> (mm)	d <sub>B</sub> (mm)	CP (mm)
S2	22	0,61	27,7	22,3	22,2	22,2	0,1
S3	22	0,85	38,6	23,0	22,8	22,6	0,4
S4	53	2,13	40,2	53,9	53,6	53,0	0,9
S6	20	0,51	25,5	20,2	19,9	19,5	0,7
S9	5	0,17	34,0	5,2	5,1	5,0	0,2
S10	60	1,54	25,7	61,2	60,9	58,7	2,5
S11	60	1,27	21,2	60,4	60,3	60,2	0,2

CP, comprimibilità;  $CP = d_L - d_B$

d<sub>L</sub>, d<sub>F</sub>, d<sub>G</sub>: valori medi relativi a 10 differenti provini con medesimo materiale esaminato

# L'EPS e l'isolamento acustico

Rigidità dinamica

Nome prodotto	Spessore sotto carico (mm)	Massa per unità di superficie del campione (Kg/m <sup>2</sup> )	f <sub>r</sub> (Hz)	S' <sub>t</sub> (MN/m <sup>3</sup> )
R1	30,7	0,81	84	56
R2	22,2	0,61	168	223
R3	22,5	0,85	75	44
R4	53,4	2,13	46	17
R5	44,7	1,14	66	34
R6	19,7	0,51	112	99
R7	31,9	0,78	39	12
R8	21,4	0,36	39	12
R9	5	0,17	182	262
R10	60,6	1,54	38	11
R11	60,1	1,27	114	103

## Verifiche sperimentali – Conclusioni

L'EPS T può essere utilizzato sia in parete verticale (ad esempio per la realizzazione di sistemi a cappotto) che per solai.

I valori riportati in precedenza relativi allo spessore, comprimibilità e rigidità dinamica sono indicativi e non sono riferiti a tutti i prodotti che si trovano nel mercato.

Per un utilizzo specifico dei parametri si dovrà procedere con una verifica sperimentale degli stessi relativamente al materiale da impiegare, in quanto i processi di trasformazione e post-produzione possono influenzare notevolmente i parametri esaminati ed esposti nella presente relazione.

## CONTATTI

Ing. Marco Piana

[aipe@epsass.it](mailto:aipe@epsass.it)

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

Tel: 02 33606529



Associazione Italiana Polistirene Espanso

**Grazie per l'attenzione**