



ISOLAMENTO ACUSTICO:
un nuovo punto di vista

Versione 4.0

Sintesi delle ricerche
e dei test di laboratorio effettuati presso il
Laboratorio Istituto Giordano - Bellaria

a cura:

Divisione Ricerca e Sviluppo
STIFERITE Spa
dott. Fabio Raggiotto

Novembre 2022

stiferite[®]
l'isolante termico

Sommario

ISOLARE ACUSTICAMENTE - Perché, quanto e come	3
Legge quadro 447/1995 e DPCM 5/12/1997	3
Il comfort acustico nei Criteri Ambientali Minimi (CAM).....	4
L'importanza del lavoro di squadra.....	5
Affrontare i problemi acustici con le giuste conoscenze	5
Calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w di una partizione interna	6
Calcolo dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$	8
Calcolo dell'indice di valutazione del livello di rumore di calpestio $L'_{n,w}$	9
SCEGLIERE L'ISOLANTE GIUSTO per risparmiare e vivere meglio	10
Prestazioni acustiche di elementi edilizi isolati con pannelli STIFERITE	11
Isolamento acustico delle strutture verticali realizzate in muratura.....	12
Isolamento acustico delle facciate di copertura - Aspetti innovativi	18
Aspetti innovativi	18
Isolamento acustico dei pavimenti	33
I pannelli STIFERITE utilizzati per le valutazioni e le sperimentazioni.....	36

ISOLARE ACUSTICAMENTE Perché, quanto e come

Legge quadro 447/1995 e DPCM 5/12/1997

La progettazione e costruzione di edifici che difendano i loro occupanti dal rumore, garantendo comfort abitativo e tutela della salute, è un'esigenza fondamentale, riconosciuta, a livello europeo, anche dal Regolamento Europeo Prodotti da Costruzione 305/2011 (CPR) che comprende la protezione contro il rumore nei sette requisiti fondamentali che le opere edilizie debbono garantire.

Sul territorio nazionale, il tema del benessere acustico all'interno degli edifici è stato regolamentato con l'emanazione della **Legge Quadro 447 del 1995**, in tema di protezione dei cittadini dall'inquinamento da rumore.

I limiti prestazionali sono stati fissati dal **DPCM "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" del 5 dicembre 1997** che rappresenta ancora oggi una importante guida normativa che ha contribuito a migliorare le prestazioni acustiche degli edifici.

Il contesto legislativo comunitario non è ancora sufficientemente definito¹ e in questa fase transitoria è quindi necessario, per qualsiasi valutazione di prestazioni acustiche, fare ancora riferimento ai contenuti del DPCM.

Il DPCM, in vigore dal 20 febbraio 1998, ha gli scopi di:

- ridurre l'esposizione al rumore
- determinare le qualità acustiche delle sorgenti sonore interne
- stabilire i limiti dei requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera

Esso definisce le sorgenti acustiche suddividendole a seconda del rumore in:

- Impianti a funzionamento discontinuo, quali ascensori, scarichi idraulici, servizi igienici e bagni
- Impianti a funzionamento continuo (impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento).

1

La legge comunitaria 2008, n. 88 del 7/07/2009, prevede il riordino complessivo della materia e una nuova definizione dei criteri per la progettazione, esecuzione e ristrutturazione delle costruzioni edilizie e dei requisiti acustici passivi degli edifici nel rispetto dell'impianto normativo comunitario definito dalla direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo. Prevede inoltre che nelle more dell'emanazione dei nuovi criteri e requisiti la legge 26 ottobre 1995, n. 447, non trovi applicazione nei rapporti tra privati sorti successivamente alla data di entrata in vigore della Legge 2008.

La successiva Legge 2009, che in parte modificava la n. 88, è stata dichiarata incostituzionale.

Si sottolinea che nessuno dei provvedimenti comunitari ha abrogato il DPCM 5/12/1997 che quindi è tuttora in vigore, sia pure in un contesto giuridico confuso per quanto riguarda i rapporti tra privati instaurati dopo il 2009.

Il DPCM classifica gli edifici in 7 categorie (Tab.1):

Tab.1	
Categoria	Descrizione
A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
B	Edifici adibiti ad uffici o assimilabili
C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
D	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura o assimilabili
E	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli o assimilabili
F	Edifici adibiti ad ricreative o di culto o assimilabili
G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

e definisce le grandezze di riferimento per il calcolo e la misura dei requisiti acustici passivi:

R'_w

Indice di potere fonoisolante apparente di partizione tra unità immobiliari adiacenti.

Definisce la capacità delle partizioni, orizzontali e verticali, di abbattere il rumore. Con il termine "apparente" si intende "misurato in opera". Il decreto prende in considerazione il valore limite R'_w , indicato dal pedice w , che è un valore unico ottenuto dai valori alle varie frequenze secondo una procedura matematica definita nelle norme ISO 717, Parti 1 e 2.

$D_{2m,nT,w}$

Indice dell'isolamento acustico di facciata, normalizzato rispetto al tempo di riverbero.

Definisce la capacità delle facciate di ridurre il rumore proveniente dall'esterno. Il pedice $2m$ indica che la misura viene effettuata a 2 metri dalla facciata; il pedice nT indica che il risultato viene normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente.

$L'_{n,w}$

Indice del livello di rumore di calpestio dei solai, normalizzato rispetto all'assorbimento acustico

Definisce la capacità dei solai di abbattere il rumore di calpestio proveniente dai piani soprastanti. Il pedice n indica che la misura è normalizzata rispetto all'area equivalente di assorbimento acustico.

L_{A,S, max}

Livello massimo di pressione sonora, ponderato A e misurato con costante di tempo sonoro slow degli impianti a funzionamento discontinuo

L_{A, eq}

Livello equivalente massimo di pressione sonora, ponderato A, degli impianti a funzionamento continuo

La tabella seguente riporta i valori limite delle grandezze definite e previste per gli edifici abitativi in opera:

Tab. 2					
categorie	R' _w	D _{2m,nT,w}	L' _{n,w}	L _{A,S, max}	L _{A, eq}
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35

Il comfort acustico nei Criteri Ambientali Minimi (CAM)

L'articolo 34 del Codice degli appalti (D.Lgs. 56/2017) rende obbligatoria, per tutti gli appalti pubblici, l'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi definiti per una molteplicità di prodotti e servizi da specifici decreti del Ministero dell'Ambiente. Negli interventi edilizi disciplinati dal Codice dei Contratti pubblici si applicano i CAM Edilizia "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi" definiti dal nuovo DM 23 giugno 2022, in vigore dal 4 dicembre 2012, che ha sostituito il DM 11 ottobre 2017.

Il punto 2.4.11 "Prestazioni e comfort acustici" determina i requisiti acustici richiesti in caso di nuovi edifici e ristrutturazione totale degli elementi edilizi di separazione tra interno e esterno o tra unità immobiliari differenti o la realizzazione di nuove partizioni o di nuovi impianti:

- i singoli elementi tecnici dell'edificio, partizioni orizzontali e verticali, facciate, impianti tecnici, definiti dalla norma UNI 11367 corrispondono almeno a quelli della classe II del prospetto 1 (v. Tab. 3)
- I singoli elementi tecnici di ospedali e case di cura soddisfano il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma UNI 11367 (v. Tab. 4) e rispettano, inoltre, i valori carat-

Tab. 3 Prospetto 1 della norma UNI 11367

Classe	a) Isolamento acustico normalizzato di facciata D _{2m,nT,w} [dB]	b) Potere fonoisolante apparente di divisori fra ambienti di differenti unità immobiliari R' _w [dB]	c) Livello sonoro di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L' _{nw} [dB]	d) Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo L _{Aeq,nT} [dB]	e) Livello sonoro massimo immesso da impianti a funzionamento discontinuo L _{ASmax,nT} [dB]
I	≥43	≥56	≤53	≤25	≤30
II	≥40	≥53	≤58	≤28	≤33
III	≥37	≥50	≤63	≤32	≤37
IV	≥32	≥45	≤68	≤37	≤42

Tab. 4 Prospetto A.1 Appendice A della norma UNI 11367

Descrittore	Prestazione di base	Prestazione superiore
Isolamento acustico normalizzato di facciata, D _{2m,nT,w} (dB)	38	43
Potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, R' _w (dB)	50	56
Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L' _{nw} (dB)	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L _{ic} in ambienti diversi da quello di installazione, dB(A)	32	28
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L _{id} in ambienti diversi da quello di installazione, dB(A)	39	34
Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, D _{nT,w} (dB)	50	55
Isolamento acustico normalizzato di partizioni i fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, D _{nT,w} (dB)	45	50
Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, L' _{nw} (dB)	63	53

Tab. 5 Prospetto B.1 Appendice B della norma UNI 11367

Livello prestazionale	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi $D_{nT,w}$ (dB)	
	Ospedali e scuole	Altre destinazioni d'uso
Prestazione ottima	≥ 34	≥ 40
Prestazione buona	≥ 30	≥ 36
Prestazione di base	≥ 27	≥ 32
Prestazione modesta	≥ 23	≥ 28

terizzati come “prestazione buona” nel prospetto B.1 dell'Appendice B di tale norma (v. Tab. 5).

- Le scuole soddisfano almeno i valori di riferimento di requisiti acustici passivi e comfort acustico interno indicati nella UNI 11532-2. La norma prevede il raggiungimento della prestazione superiore del prospetto A.1 e buona del prospetto B.1 della UNI 11367. Prevede inoltre valori di riferimento per i descrittori relativi alla chiarezza del discorso (C50 e STI - Speech Transmission Index).
- Gli ambienti interni, ad esclusione delle scuole, rispettano i valori indicati nell'appendice C della UNI 11367 (relativa ai descrittori C50 e STI).

Il decreto CAM precisa che qualora i requisiti fissati dalle norme UNI citate differiscano da quelli previsti dal DPCM 5/12/1997 debbano essere adottate le prescrizioni più restrittive.

Per altri interventi su edifici esistenti va assicurato il miglioramento dei requisiti acustici passivi a meno che:

- l'elemento tecnico su cui si interviene rispetti già le prescrizioni sopra indicate,
- sussistano vincoli, divieti o insormontabili ostacoli tecnici che ne impediscano il miglioramento. Anche in questi casi va comunque assicurato il mantenimento dei requisiti acustici preesistenti.

L'importanza del lavoro di squadra

La realizzazione di un edificio avente buone proprietà acustiche, può essere ottenuta solo quando progettazione ed imprese di costruzione operano in gruppo con l'obiettivo di definire:

- Il grado di protezione acustica necessario
- Le caratteristiche delle sorgenti esterne ed interne
- Il calcolo delle grandezze fisiche, mediante il supporto di banche dati e di certificazioni di elementi e di strutture
- Il collaudo finale

Affrontare i problemi acustici con le giuste conoscenze

Le norme armonizzate europee per calcolare i requisiti acustici passivi R'_w , $D_{2m,n,T,w}$ e $L'_{n,w}$ sono le UNI EN ISO 12354 “Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti”

- Parte 1 - Isolamento del rumore per via aerea tra ambienti
- Parte 2 - Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
- Parte 3 - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea

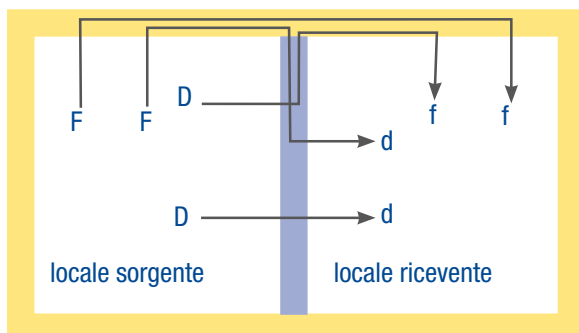
Ciascuna norma propone un modello di calcolo dettagliato ed uno semplificato.

UNI ha sviluppato le norme UNI 11175, Parti 1 e 2 pubblicate nel 2021, con lo scopo di contestualizzare i modelli di calcolo delle norme internazionali rispetto alle realtà costruttive italiane.

I principali metodi di calcolo, di seguito riportati, sono tratti da UNI 11175-1

Calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w di una partizione interna

Tale indice definisce la capacità delle partizioni, verticali ed orizzontali, di abbattere il rumore. Esso, pertanto, tiene conto non solo delle proprietà fonoisolanti intrinseche degli elementi, ma anche di tutti i possibili percorsi di trasmissione sonora laterale.



Legenda:

D indica l'elemento divisorio lato locale sorgente;

d indica l'elemento divisorio lato locale ricevente

F indica l'elemento laterale lato locale sorgente;

f indica l'elemento laterale lato locale ricevente

I percorsi di trasmissione sonora sono, normalmente, 13, di cui 1 diretto attraverso il divisorio in esame e 12 trasmissioni laterali.

R'_w per edifici realizzati in laterizio e cemento è calcolato con le seguenti relazioni matematiche:

$$R'_w = - \left(10 \log \left(10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{Fd,w}/10} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{j=1}^m 10^{-D_{n,j,w}/10} \right) \right)$$

$$R_{Dd,w} = R_{s,w} + \Delta R_{Dd,w}$$

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w} + R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + \left(10 \log \frac{S_s}{l_0 l_{ij}} \right)$$

$R_{Dd,w}$: Indice di valutazione del potere fonoisolante del percorso diretto [dB]

$R_{ij,w}$: Indice di valutazione del potere fonoisolante del percorso i-j [dB]

$D_{n,j,w}$: Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di un piccolo elemento o un percorso di trasmissione di rumore aereo tra gli ambienti [dB]

n: numero di lati dell'elemento divisorio

m: numero di elementi o percorsi di trasmissione aerea

A_0 : area di assorbimento equivalente di riferimento pari a 10 m²

$R_{s,w}$: Indice di valutazione del potere fonoisolante della partizione di separazione [dB]

$R_{i,w}$ ed $R_{j,w}$: Indice di valutazione del potere fonoisolante delle strutture "i" e "j" prive di elementi di rivestimento (controsoffitti, contropareti, pavimenti galleggianti) [dB]

ΔR_w : Incremento dell'indice di valutazione del potere fono isolante dovuto all'apposizione di strati di rivestimento lungo il percorso (controsoffitti, contropareti, pavimenti galleggianti) [dB]

K_{ij} : Indice di riduzione delle vibrazioni del percorso i-j [dB]

S_s : Superficie della partizione divisoria [m²]

l_0 : Lunghezza di riferimento pari a 1 m [m]

l_{ij} : Lunghezza del giunto tra le strutture i-j [m]

La capacità di abbattere i rumori di una singola struttura è valutabile dal potere fonoisolante R_w che può essere determinato da:

- **DATI DI LABORATORIO**
È necessario disporre dei rapporti di prova conformi alle norme tecniche di riferimento (ad es. UNI EN ISO 10140 che ha sostituito le UNI EN ISO 140-3:2006 e UNI EN ISO 717-1:1997) che devono essere attentamente valutati allo scopo di prevedere le eventuali difformità di cantiere, come, ad esempio, il periodo di stagionatura, la corretta messa in opera dei materiali e la presenza degli impianti.
- **RELAZIONI MATEMATICHE**
È possibile applicare alcuni algoritmi matematici che, in genere, sono funzione della massa frontale della struttura m' (kg/m²). Esistono, in particolare, molte formule sviluppate dai laboratori europei, ciascuna adatta a descrivere una precisa struttura (v. tab 3).

Osservando le formule elencate, si evince come l'impiego dei pannelli isolanti sia preso in considerazione solo in termini di spessore e non certamente in base alle proprietà acustiche dei medesimi. Ciò si deve ragionevolmente attribuire al ruolo primario del concetto di "massa isolante". In tal senso il peso dei materiali isolanti, sempre limitato, anche nel caso di materiali considerati "pesanti" all'interno della famiglia degli isolanti, non modifica sensibilmente la massa complessiva delle strutture di facciata in muratura.

Tab.3		
Formula	Validità	Provenienza
$R_w = 16.9 \log(m') + 3.6$	Pareti monostrato in laterizio alleggerito Porzioni per $m' > 100 \text{ kg/m}^2$	Italia
$R_w = 16 \log(m') + 7$	Pareti monostrato in laterizio Porzioni per $80 < m' < 400 \text{ kg/m}^2$	Italia
$R_w = 26 \log(m') - 11$	Pareti monostrato in blocchi di argilla espansa Porzioni per $m' > 100 \text{ kg/m}^2$	Italia
$R_w = 37.5 \log(m') - 42$	Pareti monostrato in laterizio Porzioni per $m' > 150 \text{ kg/m}^2$	UNI EN ISO 12354 - 1
$R_w = 20 \log(m')$	Pareti monostrato in laterizio Porzioni per $50 < m' < 400 \text{ kg/m}^2$	Italia
$R_w = 15.4 \log(m') + 8$	Pareti monostrato in laterizio Porzioni per $100 < m' < 700 \text{ kg/m}^2$	Italia
$R_w = 21.6 \log(m') - 2.3$	Pareti monostrato Porzioni per $m' > 100 \text{ kg/m}^2$	Gran Bretagna
$R_w = 40 \log(m') - 45$	Pareti monostrato Porzioni per $m' > 150 \text{ kg/m}^2$	Francia
$R_w = 13.3 \log(m') + 12$	Pareti monostrato Porzioni per $m' < 150 \text{ kg/m}^2$	Francia
$R_w = 32.4 \log(m') - 26$	Pareti monostrato Porzioni per $m' > 150 \text{ kg/m}^2$	Austria
$R_w = 32.1 \log(m') - 28.5$	Pareti monostrato Porzioni per $m' > 150 \text{ kg/m}^2$	Germania
$R_w = 16 \log(m') + 10$	Pareti doppie in laterizio con intercapedini > 5 cm riempita	Italia
$R_w = 26 \log(m') - 11$	Pareti doppie in blocchi di argilla espansa, intercapedine vuota Porzioni per $115 < m' < 400 \text{ kg/m}^2$	Italia
$R_w = 23 \log(m') - 8$	Solai in laterocemento Solai con $250 < m' < 500 \text{ kg/m}^2$	Italia

Calcolo dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$

Tale indice caratterizza la capacità della facciata di abbattere il rumore proveniente da una sorgente esterna posta a distanza di 2 metri dalla facciata.

Esso dipende dal potere fonoisolante, dalla forma esterna della facciata e dalle dimensioni della camera in esame ed è calcolato

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \log \left(\frac{V}{6T_0 S_{tot}} \right)$$

R'_w È l'indice del potere fonoisolante apparente della facciata, calcolato sulla base dei valori di potere fonoisolante dei singoli elementi che la costituiscono (pareti, serramenti, giunti) e sulla base dei valori di isolamento acustico dei piccoli elementi presenti su di essa (ad es. cassonetti e bocchette di aerazione con superficie < 1 m²) [dB]

ΔL_{fs} È il termine correttivo delle caratteristiche di facciata [dB]

V È il volume interno del locale considerato [m³]

T_0 È il tempo di riverberazione di riferimento pari a 0.5 s

S_{tot} È la superficie di facciata vista dall'interno [m²]

$$R'_w = -10 \log \left(\sum_{j=1}^n \frac{S_j}{S_{tot}} 10^{\frac{-R_{wj}}{10}} + \frac{A_0}{S_{tot}} \sum_{i=1}^p 10^{\frac{-D_{n,e,wi}}{10}} + \frac{l_0}{S_{tot}} \sum_{k=1}^m l_{s,k} 10^{\frac{-R_{s,wk}}{10}} \right) - K$$

R_{wj} È l'indice del potere fonoisolante dell'elemento j-esimo costituente la facciata [dB]

S_j È la superficie dell'elemento j-esimo costituente la facciata visto dall'interno del locale [dB]

A_0 Sono le unità di assorbimento di riferimento, pari a 10 m²

$D_{n,e,wi}$ È l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato del piccolo elemento i-esimo [dB].
Può essere determinato da misure di laboratorio.

$R_{s,wk}$ È l'indice di valutazione del potere fonoisolante della fessura o del giunto k, in decibel (dB)

l_0 È la lunghezza di riferimento pari a 1 m

$l_{s,k}$ È la lunghezza dell'elemento k in metri

K È la correzione relativa al contributo della trasmissione laterale. Esso è generalmente trascurabile.
A favore di sicurezza viene posto pari a 2 dB nei casi che comportano la presenza di connessioni rigide ed alte richieste di isolamento di facciata.

Calcolo dell'indice di valutazione del livello di rumore di calpestio $L'_{n,w}$

Tale indice caratterizza il rumore percepito nell'ambiente disturbato una volta che un generatore di rumore da calpestio viene attivato sul solaio dell'ambiente emittente. Esso è da considerarsi un valore massimo; pertanto, più basso risulta, maggiore è la capacità del solaio di smorzare il rumore.

I percorsi di trasmissione sonora per ambienti sovrapposti sono normalmente 5, di cui 1 diretto attraverso il solaio e 4 lungo le pareti laterali. Per edifici realizzati in laterizio e cemento valgono le seguenti relazioni matematiche:

$$L'_{n,w} = \left(10 \log \left(10^{L_{n,d,w}/10} + \sum_{j=1}^n 10^{L_{n,ij,w}/10} \right) \right)$$

Dove:

$L_{n,d,w}$ è il livello di rumore del percorso diretto [dB]
 $L_{n,ij,w}$ sono i livelli di rumore dei percorsi laterali [dB]

$$L_{n,d,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w - \Delta L_{d,w}$$

$$L_{n,ij,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + \frac{R_{i,w} - R_{j,w}}{2} - \Delta R_{j,w} - K_{ij} - \left(10 \log \frac{S_i}{l_0 l_{ij}} \right)$$

Dove:

$L_{n,eq,0,w}$ è il livello di rumore da calpestio proprio del "solaio portante" privo di rivestimenti anticalpestio.
 ΔL_w è la riduzione di livello da calpestio di un sistema di rivestimento (ad es. massetto galleggiante)
 $\Delta L_{d,w}$ è la riduzione di livello da calpestio data da un controsoffitto misurata in laboratorio

Per gli altri elementi delle formule valgono le definizioni riportate in precedenza.



SCEGLIERE L'ISOLANTE GIUSTO per risparmiare e vivere meglio

Nella scelta dell'isolante è importante verificare l'efficienza, la sicurezza nell'impiego e la sua durata nel tempo.

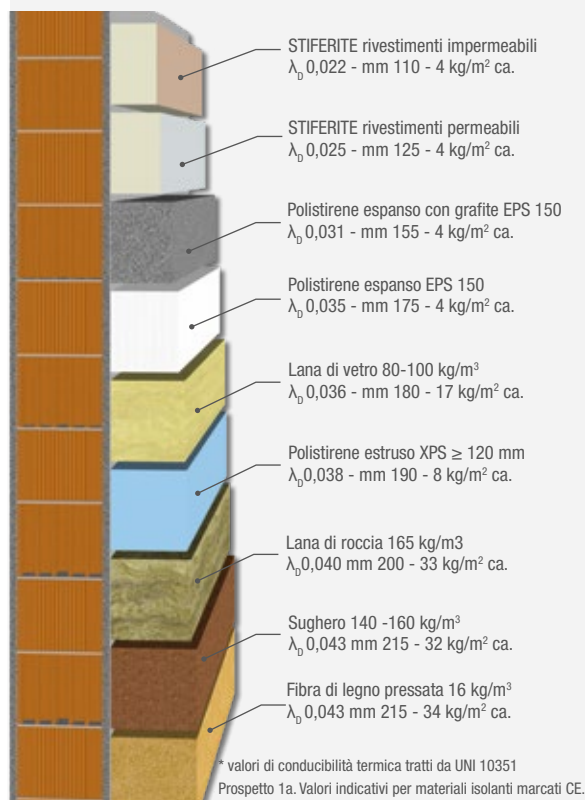
I pannelli STIFERITE in schiuma polyiso sono, a parità di spessore, gli isolanti termici più efficaci, sono disponibili in una gamma completa per soddisfare le diverse esigenze applicative e, da oltre 50 anni, garantiscono sicurezza e risparmio energetico.

Utilizzare i pannelli STIFERITE significa ottenere elevate prestazioni di isolamento termico con masse e spessori di molto inferiori a quelli previsti da materiali meno performanti.

Un vantaggio che si traduce in maggiore spazio abitativo, minori costi di trasporto e messa in opera, minori quantitativi di risorse e materiali impiegati per realizzare i nostri edifici, limitando così il loro impatto ambientale in fase di realizzazione, di esercizio e di dismissione.

Le ricerche ed analisi di laboratorio, condotte su strutture edilizie mediamente leggere hanno consentito di evidenziare come gli isolanti termici STIFERITE possano essere performanti, anche per la protezione acustica, in funzione della stratigrafia considerata (tab. 6)

Confronto tra gli spessori e le masse di diversi materiali isolanti, necessari ad ottenere una trasmittanza termica $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$



Prestazioni acustiche di elementi edilizi isolati con pannelli STIFERITE

Tab.6

RISULTATI DEI TEST DI LABORATORIO

Tipologia di struttura

VALORI DI FONOIOLAMENTO

Parete in muratura con intercapedine tipo A	R_w 54
Parete in muratura con intercapedine tipo B	R_w 54
Parete in muratura con intercapedine tipo C	R_w 53
Parete in muratura con intercapedine tipo D	R_w 48
Parete in muratura con soluzione a cappotto tipo A	R_w 52
Parete in muratura con soluzione a cappotto tipo B	R_w 56
Parete in muratura con soluzione a cappotto tipo C	R_w 51
Parete in muratura con isolamento facciata a secco	R_w 57
Parete in muratura con contro parete di cartongesso	R_w 52
Copertura leggera di legno tipo A	R_w 40
Copertura leggera di legno tipo B	R_w 37
Copertura leggera di legno tipo C	R_w 38
Copertura leggera di legno tipo D	R_w 41
Copertura leggera di legno tipo E	R_w 35
Copertura leggera di legno tipo F	R_w 37
Copertura leggera di legno tipo G	R_w 47
Copertura leggera di legno tipo H	R_w 37
Copertura leggera di legno tipo I	R_w 38
Copertura leggera di legno tipo L	R_w 38
Copertura leggera di legno tipo M	R_w 44
Copertura leggera di legno tipo N	R_w 43

MISURAZIONE DEL RUMORE GENERATO DA PIOGGIA BATTENTE

Copertura leggera di legno tipo O	$L_1 = 64,5$ dB
-----------------------------------	-----------------

ATTENUAZIONE DEL LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO

Solaio tipo A	ΔL_w 18
---------------	-----------------

Isolamento acustico delle strutture verticali realizzate in muratura

Le stratigrafie esaminate rappresentano, tra le soluzioni in muratura, quelle più “leggere” e quindi, secondo quanto descritto in precedenza, offrono i valori di isolamento acustico R_w minori che si possano determinare.

L'impiego, infatti, di laterizi con spessori e pesi maggiori a parità di spessore di materiale isolante consentirà di aumentare la capacità acustica dell'intera stratigrafia.

Nella composizione della stratigrafia sarà sempre opportuno, per evitare fenomeni di risonanza, non realizzare pareti in doppia muratura costituite da elementi in laterizio aventi il medesimo spessore.

Per garantire una buona prestazione dell'isolamento acustico della facciata si consiglia inoltre di riempire sempre i giunti orizzontali e verticali dei laterizi con malta cementizia. Ciò non è peraltro possibile con l'impiego di laterizi ad incastro che, nonostante il vantaggio dovuto alla superiore massa superficiale, potrebbero comportare un importante decremento delle prestazioni acustiche qualora la posa in opera non sia realizzata a regola d'arte in corrispondenza dell'incastro che costituisce un punto critico.



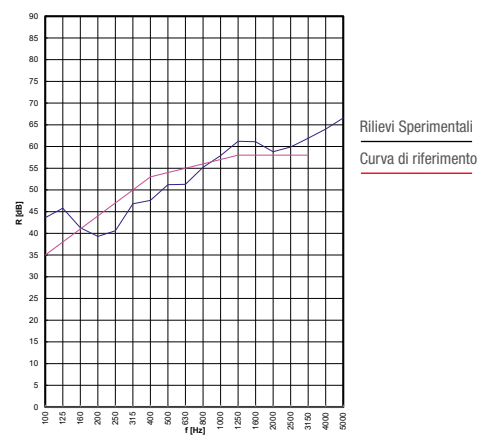
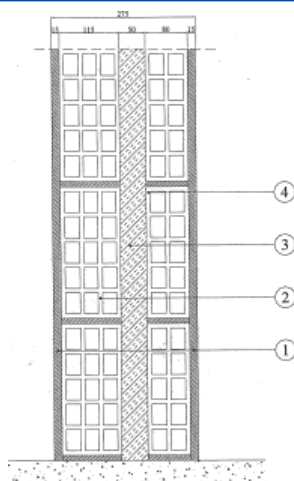
Si consiglia un'attenta analisi dei certificati di prova allo scopo di verificare se i campioni di laboratorio siano stati preparati in conformità alle più recenti linee guida. Queste infatti impongono la maturazione del campione prima dell'esecuzione del test allo scopo di eliminare la “massa umida” che offre un contributo, ovviamente solo temporaneo, alla prestazione acustica.

Si rammenta che per alcuni anni, i certificati di laboratorio sono stati ottenuti senza far asciugare i campioni dall'acqua contenuta nella malta e ciò ha portato ad una sovrastima dei risultati.

PARETE IN MURATURA TIPO A

POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 54$



Doppia parete costituita da:

1. Strato di intonaco tradizionale a base di malta cementizio, spessore nominale 15 mm, asciugata prima di eseguire la misura
2. Muratura, spessore nominale 115 mm, realizzata con blocchi in laterizio tipo "25 x 25 x 12", provvisti di n. 15 fori passanti disposti su n. 3 file longitudinali, posati con asse dei fori orizzontale e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia
3. Pannello sandwich in schiuma polyiso espansa senza CFC o HCFC rivestito su entrambe le facce con velo vetro saturato denominato **STIFERITE CLASS S, spessore nominale 50 mm**
4. Muratura, spessore nominale 80 mm, realizzata con blocchi in laterizio tipo "25 x 25 x 8", provvisti di n. 10 fori passanti disposti su n. 2 file longitudinali, posati con asse dei fori orizzontale e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia

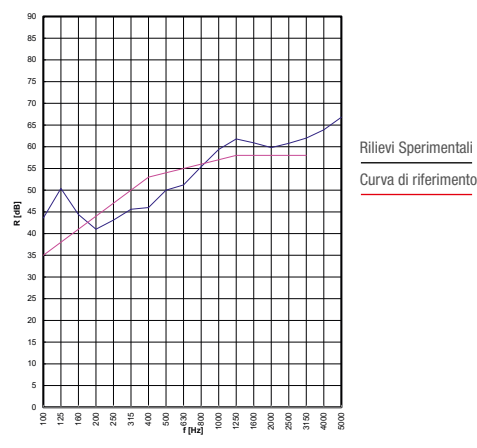
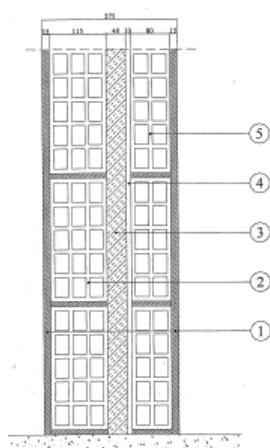
INDICE DI VALUTAZIONE $R_{w(0,1)} = 54,6 \text{ dB}$

Termini correttivi $C = -1 \text{ dB}$; $C_{tr} = -5 \text{ dB}$

PARETE IN MURATURA TIPO B

POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 54$



Doppia parete costituita da:

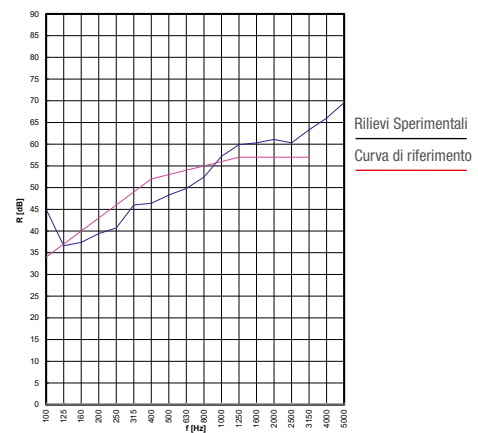
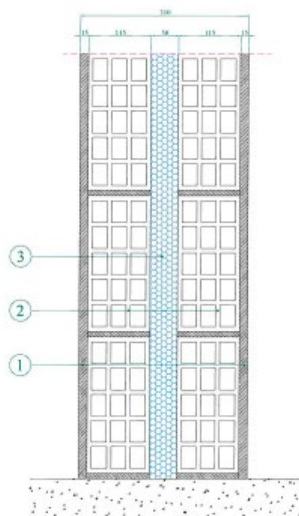
1. Strato di intonaco tradizionale a base di malta cementizio, spessore nominale 15 mm, asciugata prima di eseguire la misura
2. Muratura, spessore nominale 115 mm, realizzata con blocchi in laterizio tipo "25 x 25 x 12", provvisti di n. 15 fori passanti disposti su n. 3 file longitudinali, posati con asse dei fori orizzontale e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia
3. Pannello sandwich in schiuma polyiso espansa senza CFC o HCFC rivestito su entrambe le facce con foglio gas impermeabile denominato **STIFERITE GT, spessore nominale 40 mm**
4. Intercapedine d'aria, spessore nominale 10 mm
5. Muratura, spessore nominale 80 mm, realizzata con blocchi in laterizio tipo "25 x 25 x 8", provvisti di n. 10 fori passanti disposti su n. 2 file longitudinali, posati con asse dei fori orizzontale e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia

INDICE DI VALUTAZIONE $R_{w(0,1)} = 54,7 \text{ dB}$

Termini correttivi $C = -1 \text{ dB}$; $C_{tr} = -4 \text{ dB}$

PARETE IN MURATURA TIPO C
POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 53$



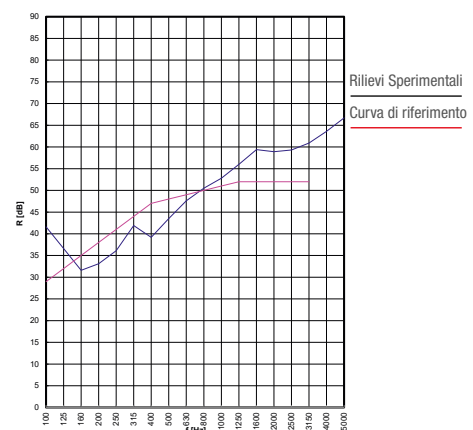
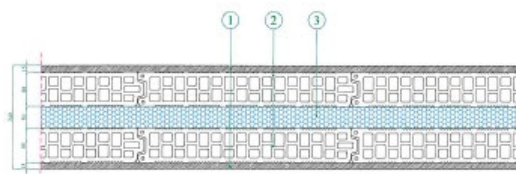
Doppia parete costituita da:

1. Strato di intonaco tradizionale a base di malta cementizio, spessore nominale 15 mm, asciugata prima di eseguire la misura
2. Muratura, spessore nominale 115 mm, realizzata con blocchi in laterizio tipo "25 x 25 x 12", provvisti di n. 15 fori passanti disposti su n. 3 file longitudinali, posati con asse dei fori orizzontale e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia
3. Pannello sandwich in schiuma polyiso espansa senza CFC o HCFC rivestito su entrambe le facce con foglio gas impermeabile denominato **STIFERITE GT, spessore nominale 50 mm**

INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 53,0$ dB
Termini correttivi $C = -2$ dB; $C_{tr} = -5$ dB

PARETE IN MURATURA TIPO D
POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 48$



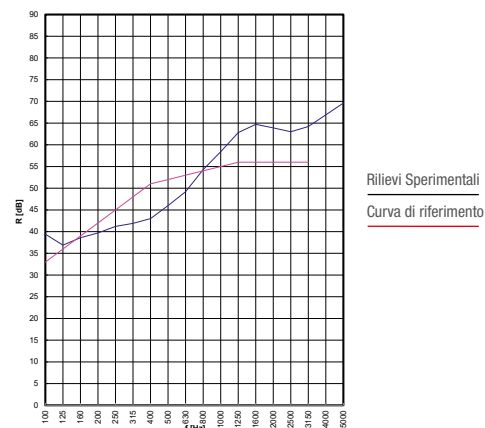
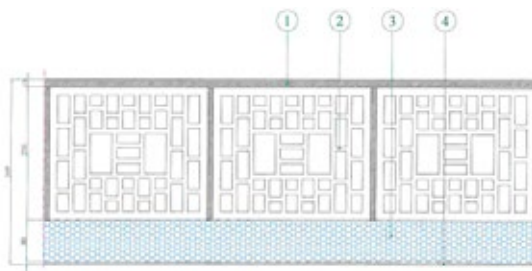
Doppia parete costituita da:

1. Strato di intonaco tradizionale a base di malta cementizio, spessore nominale 15 mm, asciugata prima di eseguire la misura
2. Muratura, spessore nominale 80 mm, realizzata con blocchi in laterizio tipo "50 x 25 x 8" provvisti di 35 fori e bordi sagomati per incastro maschio/femmina, posati con asse dei fori verticali e legati con giunti orizzontali in malta cementizia, densità media 1920 kg/m³
3. Pannello sandwich in schiuma polyiso espansa senza CFC o HCFC rivestito su entrambe le facce con foglio gas impermeabile denominato **STIFERITE GT, spessore nominale 50 mm**

INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 48,4$ dB
Termini correttivi $C = -1$ dB; $C_{tr} = -5$ dB

PARETE IN MURATURA CON SOLUZIONE A CAPPOTTO TIPO A
POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 52$



Parete in muratura con soluzione a cappotto costituita da:

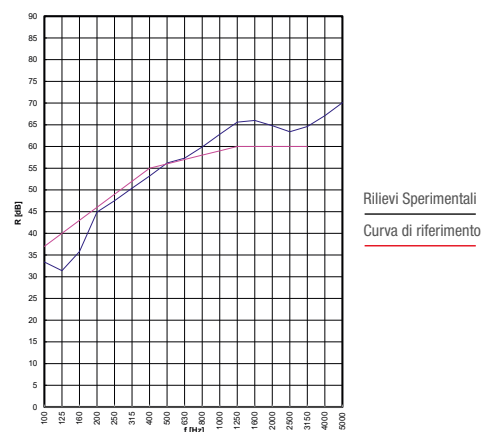
1. Strato di intonaco tradizionale a base di malta cementizia, spessore nominale 15 mm, asciugata prima di eseguire la misura
2. Muratura realizzata con blocchi in laterizio tipo "25 x 30 x 19", spessore rilevato 250 mm, legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia
3. Pannello sandwich in schiuma polyiso espansa senza CFC o HCFC rivestito su entrambe le facce con velo vetro saturato denominato **STIFERITE CLASS SK, spessore nominale 80 mm**
4. Rasatura armata realizzata con intonaco sottile, massa superficiale rilevata 4.0 kg/m³ e spessore rilevato 4 mm, composto da malta adesiva monocomponente con interposta rete di armatura in fibra di vetro, massa superficiale rilevata 160 g/m²

INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 52,2$ dB

Termini correttivi $C = -1$ dB; $C_{tr} = -5$ dB

PARETE IN MURATURA CON SOLUZIONE A CAPPOTTO TIPO B
POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 56$



Parete in muratura con soluzione a cappotto costituita da:

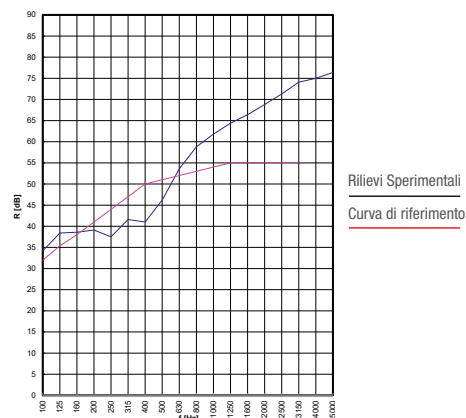
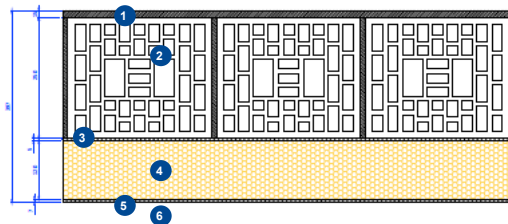
1. Strato di intonaco tradizionale a base di malta cementizia, spessore nominale 15 mm, asciugata prima di eseguire la misura
2. Muratura realizzata con blocchi in laterizio tipo "25 x 30 x 19", spessore rilevato 250 mm, legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia
3. Strato in lana di roccia, spessore rilevato 40 mm e densità nominale 115 kg/m³ del pannello CLASS SR
4. Strato in poliuretano espanso rigido, spessore rilevato 60 mm e densità 35 kg/m³ rivestito su entrambe le facce con velo vetro saturato del pannello denominato **STIFERITE CLASS SK, spessore nominale 60 mm**
5. Rasatura armata realizzata con intonaco sottile, massa superficiale rilevata 4.0 kg/m³ e spessore rilevato 4 mm, composto da malta adesiva monocomponente con interposta rete di armatura in fibra di vetro, massa superficiale rilevata 160 g/m²

INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 56,7$ dB

Termini correttivi $C = -3$ dB; $C_{tr} = -9$ dB

PARETE IN MURATURA CON SOLUZIONE A CAPPOTTO TIPO C
POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 51$



Parete in muratura con soluzione a cappotto costituita da:

1. strato d'intonaco a base di malta cementizia, densità rilevata 1900 kg/m^3 e spessore nominale 15 mm;
2. muratura, spessore nominale 250 mm, realizzata con blocchi da costruzione in laterizio a setti rettilinei ed allineati, dimensioni nominali $250 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 190 \text{ mm}$, posti in opera a fori verticali, montati sullo spessore di 250 mm con giunti verticali ed orizzontali continui in malta cementizia;
3. incollaggio realizzato mediante colla rasante minerale distribuita per cordolo perimetrale e punto centrale, per il 40 % della superficie del pannello, massa superficiale rilevata $6,0 \text{ kg/m}^2$ e spessore rilevato 5 mm;
4. pannello sandwich in schiuma polyiso espansa senza CFC o HCFC rivestito su entrambe le facce con velo vetro saturato denominato **STIFERITE CLASS SK, spessore nominale 120 mm**; fissaggio dei pannelli isolanti mediante tassello a vite, posto agli angoli e nella parte centrale dei pannelli, pari a 4,2 tasselli a metro quadrato,
5. rasatura armata realizzata con intonaco sottile massa superficiale rilevata $6,0 \text{ kg/m}^2$ e spessore rilevato 5 mm, composto da malta adesiva monocomponente con interposta rete di armatura in fibra di vetro, massa superficiale rilevata 160 g/m^2 ;
6. finitura in rivestimenti a spessore di finitura di granulometria 1,5 mm;

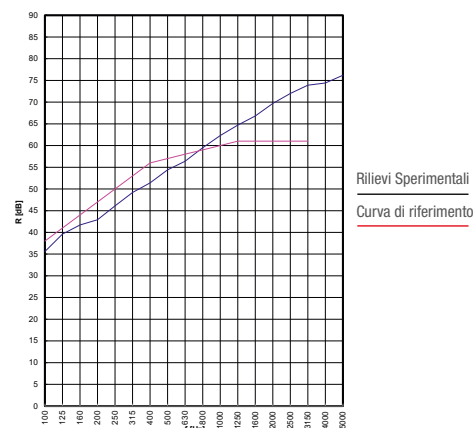
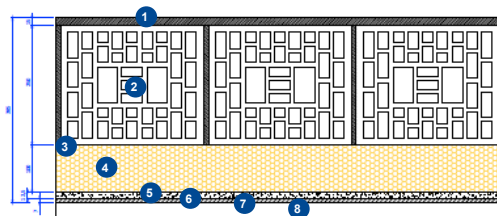
INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 51,8 \text{ dB}$

Termini correttivi $C = -1 \text{ dB}$; $C_{tr} = -5 \text{ dB}$

PARETE IN MURATURA CON ISOLAMENTO FACCIATA A SECCO (STIFERITE WallEvo)

POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 57$



Parete in muratura con isolamento di facciata a secco costituita da:

1. strato d'intonaco a base di malta cementizia, densità rilevata 1920 kg/m^3 e spessore nominale 15 mm ;
2. muratura, spessore nominale 250 mm , realizzata con blocchi da costruzione in laterizio a setti rettilinei ed allineati, dimensioni nominali $250 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 190 \text{ mm}$, posti in opera a fori verticali, montati sullo spessore di 250 mm con giunti verticali ed orizzontali continui in malta cementizia.
3. fissaggio dei pannelli isolanti mediante un singolo tassello a percussione per lastra;
4. pannello sandwich in schiuma polyiso espansa senza CFC o HCFC rivestito su entrambe le facce con GT power insulation facer denominato **STIFERITE GT**, spessore nominale 100 mm ;
5. profili metallici, $50 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm}$, inseriti all'interno dell'isolante e fissati mediante n. 3 tasselli per profilo, passo dei profili 500 mm ;
6. lastra per rivestimento esterno, spessore nominale $12,5 \text{ mm}$, costituita da un cuore in gesso additivato resistente all'acqua ed idrorepellente, fissata ai profili mediante viti;
7. rasatura armata realizzata sui giunti e sulla superficie con intonaco sottile, massa superficiale rilevata $6,0 \text{ kg/m}^2$ e spessore rilevato 5 mm , composto da malta adesiva monocomponente con interposta rete di armatura in fibra di vetro, massa superficiale rilevata 160 g/m^2 ;
8. finitura in rivestimenti a spessore di finitura, tipo 622 Putz K 15, di granulometria $1,5 \text{ mm}$.

INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 57,5 \text{ dB}$

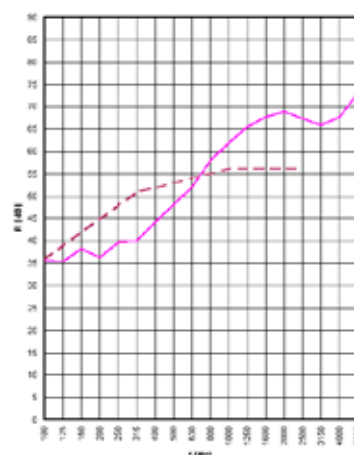
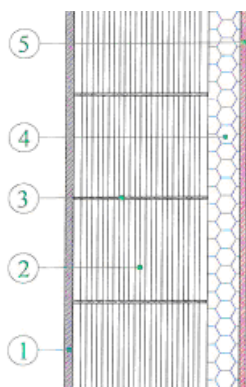
Termini correttivi $C = -1 \text{ dB}$; $C_{tr} = -6 \text{ dB}$

La parete in muratura è stata testata anche prima dell'applicazione del sistema isolante, sono stati riscontrati i seguenti valori: $R_w = 53 \text{ dB}$, Termini Correttivi $C = -1 \text{ dB}$, $C_{tr} = -5 \text{ dB}$

PARETE IN MURATURA CON CONTRO PARETE DI CARTONGESSO

POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 52$



Parete in muratura con contro parete di cartongesso costituita da:

1. Strato di intonaco tradizionale a base di malta cementizio, densità rilevata 1920 kg/m^3 , spessore nominale 15 mm , asciugata prima di eseguire la misura
2. Blocco da costruzione in laterizio a setti rettilinei ed allineati, spessore nominale 250 mm
3. Giunti continui in malta cementizia
4. Pannello "STIFERITE RP": Strato strato in poliuretano espanso rigido con rivestimenti multistrato, a conducibilità dichiarata $0,022 \text{ W/mK}$, spessore rilevato 60 mm e densità 35 kg/m^3 accoppiato a
5. lastra di gesso rivestito, spessore nominale $12,5 \text{ mm}$

INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 52,0 \text{ dB}$

Termini correttivi $C = -2 \text{ dB}$; $C_{tr} = -6 \text{ dB}$

Isolamento acustico delle facciate di copertura Aspetti innovativi

L'esperienza STIFERITE, volta ad una costante attività di ricerca, ha permesso di sviluppare interessanti considerazioni sull'isolamento acustico delle coperture.

Come per le facciate in muratura, la capacità isolante di una copertura pesante è funzione della massa. Il raggiungimento dei limiti normativi è altresì facile, quando si realizzano coperture pesanti costituite da solai in cemento o CLS. Il solaio pesante rende, infatti, la struttura sufficientemente rigida da impedire eventuali fenomeni di vibrazione della medesima che causerebbero perdita delle prestazioni fonoisolanti.

Raggiungere un elevato isolamento acustico di strutture leggere è, invece, un serio problema. I dati di laboratorio, utili allo scopo di individuare modelli di calcolo predittivi, sono, infatti, in numero molto ridotto e spesso realizzati su camere porta campione verticali. Questo ultimo aspetto non si può ritenere secondario come evidenziato dall'articolo "Prestazioni dei tetti di legno: dai materiali al sistema posato in opera", pubblicata dall'ITC e avvalorata dall'Asso-

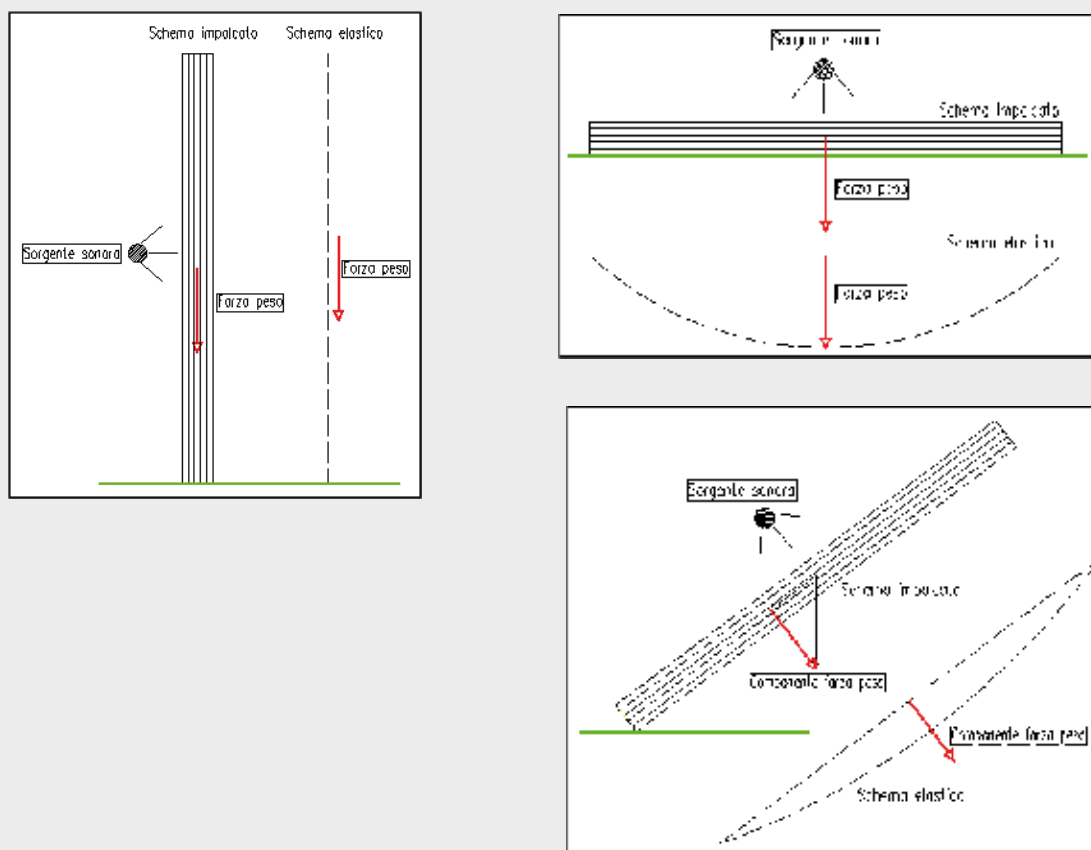
ciazione Italiana di Acustica, 36 Convegno Nazionale Torino, 10-12 giugno 2009.

Nell'articolo si evidenzia come tutte le stratigrafie di tetto, considerate, presentino comportamenti particolarmente differenti se valutati in laboratorio su porta campioni verticali piuttosto che in celle esterne inclinate.

Nella cella esterna, infatti, subentra una componente di forza peso che contribuisce negativamente determinando una perdita di isolamento acustico alle frequenze medio basse (Fig. 1). Va, inoltre, considerato come l'impiego del laterizio (coppi e tegole) determini un ulteriore peggioramento alle medio frequenze. In particolare, indipendentemente dalla densità superficiale, massiva o leggera, il posizionamento del laterizio determina un peggioramento dell'isolamento acustico della falda.

La forza peso, inoltre, non viene considerata nei test di laboratorio su porta campione verticale e ciò rappresenta la quasi totalità dei dati di laboratorio disponibili sul mercato. Questo peggioramento è tanto più accentuato quanto più si utilizzano coperture in laterizio pesanti.

Fig. 1
Differente incidenza della forza peso a seconda di come viene preparato il campione



Attraverso l'attività di ricerca presso i più rinomati laboratori di acustica, **STIFERITE ha verificato quanto sostenuto dall'articolo dell'ITC – AIA, riscontrando come i dati di laboratorio, ottenuti su stratigrafie verticali siano migliorativi di 4 – 7 dB, rispetto ai medesimi ottenuti sempre in laboratorio, ma su celle orizzontali** che rappresentano la peggiore condizione per la componente dovuta alla forza peso rispetto alle coperture inclinate.

L'esperienza dei tecnici STIFERITE ha, inoltre, evidenziato come efficienti valori di isolamento acustico di coperture leggere di legno siano facilmente raggiungibili operando delle scelte progettuali mirate alla riduzione delle proprietà elastiche e, quindi, vibrazionali delle strutture di legno medesime (assito e travi).

Tali interventi progettuali possono così essere sintetizzati:

- Scegliere tipologie di legno meno elastiche
- Impiegare travi possibilmente di dimensioni superiori alla norma, ad esempio, 14 x 16 cm, e progettate allo scopo di eliminare condizioni che possano incrementare fenomeni vibrazionali
- Combinare sopra all'assito materiali isolanti aventi densità differenti. Lo spessore di ciascun isolante dovrà essere suddiviso in frazioni allo scopo di essere posati intrecciati e di aumentare ulteriormente la rigidità della struttura
- Quando possibile separare i laterizi (coppi e tegole) dalla struttura sotto stante usando materiali elastici, come ad esempio, mediante l'impiego di membrane bituminose impermeabili, combinati a tavolati, ad esempio di OSB/3 che fungono da strato separatore fra gli strati superiori e il pacchetto massivo sottostante

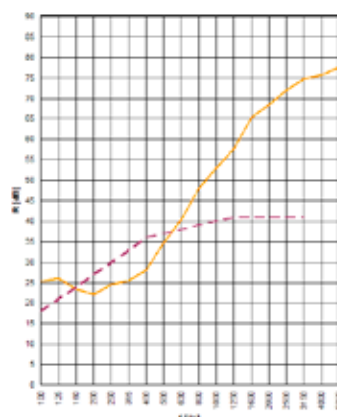
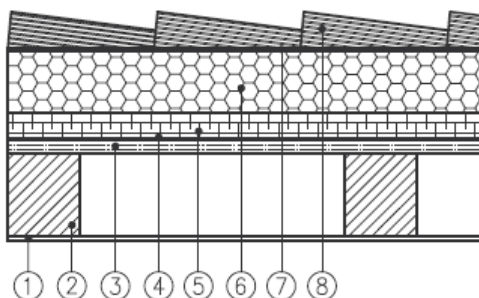
I test STIFERITE hanno, inoltre, evidenziato come **l'impiego di materiali fonoassorbenti di natura fibrosa comprometta in modo significativo la qualità dell'isolamento acustico di coperture leggere.**

È probabile che, nonostante la relativamente elevata massa superficiale di suddetti pannelli, la limitata rigidità strutturale rappresenti l'incapacità dei medesimi a contrastare l'elevata elasticità della struttura di legno.

Simili considerazioni valgono anche per stratigrafie preparate utilizzando materiali elastici privi di rigidità strutturale, come mediante l'impiego di materassini di gomma.

I test eseguiti su coperture metalliche su struttura lignea hanno dimostrato un buon comportamento acustico anche rispetto al rumore generato da pioggia battente (prove eseguite secondo le norme UNI EN ISO 10140-1:2016 e UNI EN ISO 10140-5:2014).



COPERTURA LEGGERA DI LEGNO TIPO A
POTERE FONOISOLANTE
 $R_w = 40$

NB

Prova eseguita su porta campione orizzontale

Copertura leggera di legno costituita da:

1. Strato resiliente di Polietilene espanso a celle chiuso, spessore nominale 10 mm, densità 30 kg/m^3 , posto lungo il perimetro per appoggio e desolidalizzazione della struttura sotto descritta
2. n. 6 traversi in legno massello di abete, posti ad interasse costante pari a circa 60 cm, densità nominale 450 kg/m^3 e sezione nominale d'ingombro $140 \times 160 \text{ mm}$;
3. assito realizzato mediante l'accostamento di perline in legno d'abete, densità nominale 450 kg/m^3 e sezione nominale d'ingombro $140 \times 25 \text{ mm}$, munite di bordi sagomati per l'incastro del tipo maschio/femmina;
4. strato di barriera al vapore realizzato mediante la posa di membrana bituminosa biadesiva flessibile con strato di alluminio, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1000 mm;
 - lunghezza nominale = 7500 mm;
 - spessore nominale = 3 mm;
 - massa superficiale nominale = 2 kg/m^2 ;
5. primo strato di materiale isolante, spessore nominale 50 mm, realizzato mediante la posa di pannelli in fibra di legno legati con cemento, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 500 mm;
 - lunghezza nominale = 2000 mm;
 - spessore nominale = 50 mm;
 - densità nominale = 390 kg/m^3 ;
6. secondo strato di materiale isolante, spessore nominale 120 mm, realizzato mediante la posa di pannelli sandwich costituiti da un componente isolante in schiuma polistirolo espansa, senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito sulla faccia superiore con velo vetro bitumato accoppiato a PPE denominati **STIFERITE CLASS B** aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - **spessore nominale = 120 mm;**
 - densità nominale = 44 kg/m^3 ;
7. strato di impermeabilizzazione realizzato mediante l'accostamento di membrana bituminosa ardesiata grigia flessibile avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1000 mm;
 - lunghezza nominale = 3000 mm;
 - spessore nominale = 4 mm;
 - massa superficiale nominale = $5,5 \text{ kg/m}^2$;
 - i rotoli presentano una fascia non ardesiata per la sovrapposizione di larghezza nominale 80 mm;
8. strato di finitura realizzato mediante la posa di coppi avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 150 mm;
 - lunghezza nominale = 450 mm;
 - massa superficiale nominale = 56 kg/m^2 ;
 - luce tra la listellatura $60 \times 40 \text{ mm}$

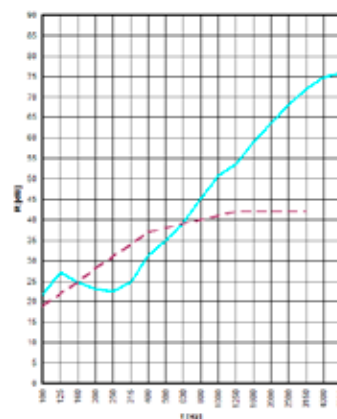
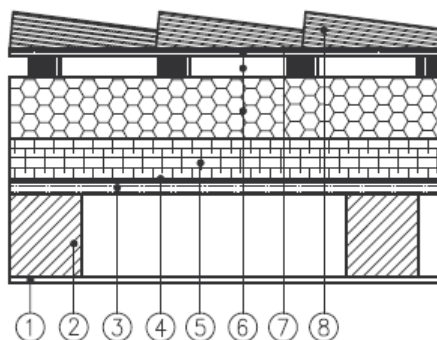
INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 40,1 \text{ dB}$

 Termini correttivi $C = -1 \text{ dB}$; $C_{tr} = -5 \text{ dB}$

COPERTURA LEGGERA DI LEGNO TIPO C

POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 38$



NB

Prova eseguita su porta campione orizzontale

Copertura leggera di legno costituita da:

1. Strato resiliente di Polietilene espanso a celle chiuso, spessore nominale 10 mm, densità 30 kg/m³, posto lungo il perimetro per appoggio e desolidificazione della struttura sotto descritta
2. n. 6 traversi in legno massello di abete, posti ad interasse costante pari a circa 60 cm, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 160 mm;
3. assito realizzato mediante l'accostamento di perline in legno d'abete, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 25 mm, munite di bordi sagomati per l'incastro del tipo maschio/femmina;
4. strato di barriera al vapore realizzato mediante la posa di membrana bituminosa biadesiva flessibile con strato di alluminio, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1000 mm;
 - lunghezza nominale = 7500 mm;
 - spessore nominale = 3 mm;
 - massa superficiale nominale = 2 kg/m²;
5. primo strato di materiale isolante, spessore nominale 8 mm, realizzato mediante la posa di pannelli in fibra di lana di roccia, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - spessore nominale = 80 mm;
 - densità nominale = 160 kg/m³;
6. secondo strato di materiale composito di spessore nominale 172 mm, costituito da:
 - uno strato di materiale isolante, spessore nominale 120 mm, costituito da pannelli sandwich di un componente isolante in schiuma polyiso espansa, senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con un rivestimento impermeabile Polytwinn®, denominati **STIFERITE GTC**, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - **spessore nominale = 120 mm;**
 - densità nominale = 36 kg/m³;
 - uno strato di ventilazione, comprensivo di tappi (aventi forma ottagonale) per il sostegno dei pannelli sovrastanti in OSB/3, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - spessore nominale = 40 mm;
 - strato di chiusura dell'intercapedine d'aria realizzato mediante pannelli a scaglie di legno orientate OSB/3 (oriented strand board), aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1220 mm;
 - lunghezza nominale = 2440 mm;
 - spessore nominale = 12 mm;
 - massa superficiale nominale = 11,4 kg/m²;
7. strato di impermeabilizzazione realizzato mediante l'accostamento di membrana bituminosa ardesiata grigia flessibile avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1000 mm;
 - lunghezza nominale = 3000 mm;
 - spessore nominale = 4 mm;
 - massa superficiale nominale = 5,5 kg/m²;
 - i rotoli presentano una fascia non ardesiata per la sovrapposizione di larghezza nominale 80 mm;
8. strato di finitura realizzato mediante la posa di tegole avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 240 mm;
 - lunghezza nominale = 400 mm;
 - massa superficiale nominale = 39 kg/m²

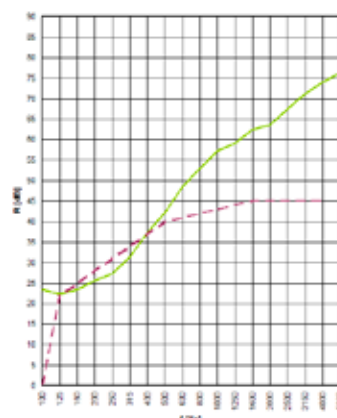
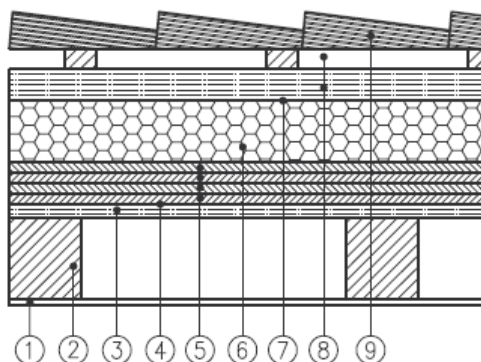
INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 38,0$ dB

Termini correttivi $C = -2$ dB; $C_{tr} = -6$ dB

COPERTURA LEGGERA DI LEGNO TIPO D

POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 41,7$



NB

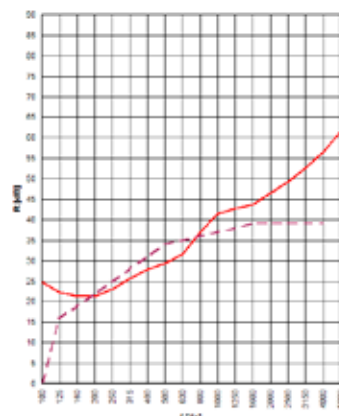
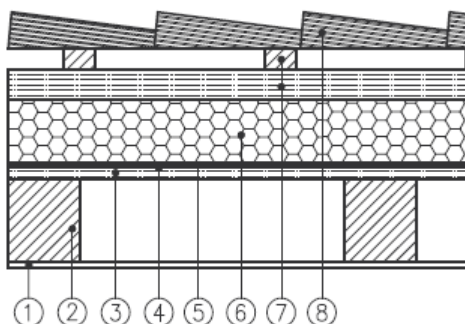
Prova eseguita su porta campione orizzontale

Copertura leggera di legno costituita da:

1. Strato resiliente di Polietilene espanso a celle chiuso, spessore nominale 10 mm, densità 30 kg/m³, posto lungo il perimetro per appoggio e desolalizzazione della struttura sotto descritta
2. n. 6 traversi in legno massello di abete, posti ad interasse costante pari a circa 60 cm, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 160 mm;
3. assito realizzato mediante l'accostamento di perline in legno d'abete, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 25 mm, munite di bordi sagomati per l'incastro del tipo maschio/femmina;
4. strato di barriera al vapore realizzato mediante la posa di telo freno al vapore, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1500 mm;
 - lunghezza nominale = 50000 mm;
 - spessore nominale = 0.5 mm;
 - massa superficiale nominale = 0.140 kg/m²;
5. primo strato di materiale isolante, spessore nominale totale 80 mm, realizzato mediante la sovrapposizione di n. 4 strati di pannelli in fibra di legno, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - spessore nominale = 20 mm;
 - densità nominale = 180 kg/m³;
6. secondo strato di materiale isolante, spessore nominale 120 mm, realizzato mediante la posa di pannelli sandwich costituiti da un componente isolante in schiuma polyiso espansa, senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con velo vetro saturato, denominati **STIFERITE CLASS S**, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - **spessore nominale = 120 mm;**
 - densità nominale = 35 kg/m³;
7. strato di barriera al vapore realizzato mediante la posa di telo traspirante, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1500 mm;
 - lunghezza nominale = 50000 mm;
 - spessore nominale = 0.7 mm;
 - massa superficiale nominale = 0.180 kg/m²;
8. doppio strato di listelli in legno massello d'abete, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 40 × 60 mm;
9. strato di finitura realizzato mediante la posa di tegole avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 240 mm;
 - lunghezza nominale = 400 mm;
 - massa superficiale nominale = 39 kg/m²

INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 41,7$ dB

Termini correttivi C = -2 dB; Ctr = -6 dB

COPERTURA LEGGERA DI LEGNO TIPO E
POTERE FONOISOLANTE
 $R_w = 35$

NB

Prova eseguita su porta campione orizzontale

Copertura leggera di legno costituita da:

1. Strato resiliente di Polietilene espanso a celle chiuso, spessore nominale 10 mm, densità 30 kg/m^3 , posto lungo il perimetro per appoggio e desolalizzazione della struttura sotto descritta
2. n. 6 traversi in legno massello di abete, posti ad interasse costante pari a circa 60 cm, densità nominale 450 kg/m^3 e sezione nominale d'ingombro $140 \times 160 \text{ mm}$;
3. assito realizzato mediante l'accostamento di perline in legno d'abete, densità nominale 450 kg/m^3 e sezione nominale d'ingombro $140 \times 25 \text{ mm}$, munite di bordi sagomati per l'incastro del tipo maschio/femmina;
4. strato di barriera al vapore realizzato mediante la posa di telo freno al vapore, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1500 mm;
 - lunghezza nominale = 50000 mm;
 - spessore nominale = 0.5 mm;
 - massa superficiale nominale = 0.140 kg/m^2 ;
5. strato di materiale isolante fonoassorbente, spessore nominale totale 9 mm, realizzato mediante la sovrapposizione di n.3 strati di rotoli di materassini di gomma, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1000 mm;
 - lunghezza nominale = 20000 mm;
 - spessore nominale = 3 mm;
 - densità nominale = 950 kg/m^3 ;
6. strato di materiale isolante, spessore nominale 120 mm, realizzato mediante la posa di pannelli sandwich, sigillati mediante nastro di alluminio/butile, costituiti da un componente isolante in schiuma polyiso espansa, senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con alluminio di spessore $40 \mu\text{m}$, denominati **STIFERITE Ai4**, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - **spessore nominale = 120 mm**;
 - densità nominale = 40 kg/m^3 ;
7. doppio strato di listelli in legno massello d'abete, densità nominale 450 kg/m^3 e sezione nominale d'ingombro $40 \times 60 \text{ mm}$;
8. strato di finitura realizzato mediante la posa di tegole avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 240 mm;
 - lunghezza nominale = 400 mm;
 - massa superficiale nominale = 39 kg/m^2

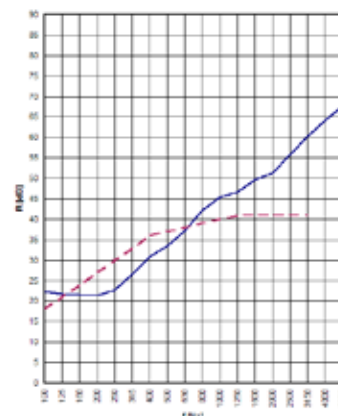
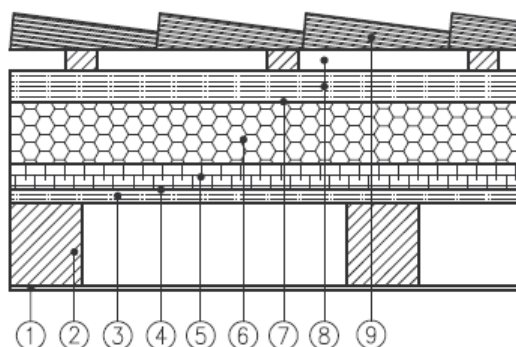
INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 35,1 \text{ dB}$

 Termini correttivi $C = -1 \text{ dB}$; $C_{tr} = -5 \text{ dB}$

COPERTURA LEGGERA DI LEGNO TIPO F

POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 37$



NB

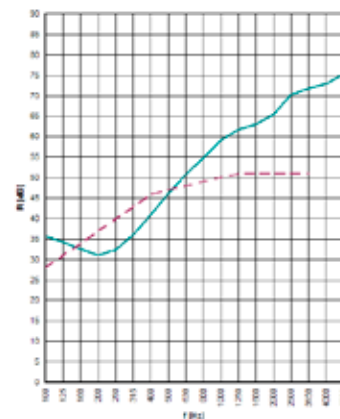
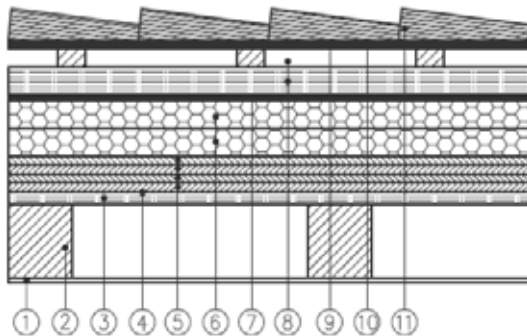
Prova eseguita su porta campione orizzontale

Copertura leggera di legno costituita da:

1. Strato resiliente di Polietilene espanso a celle chiuso, spessore nominale 10 mm, densità 30 kg/m³, posto lungo il perimetro per appoggio e desolalizzazione della struttura sotto descritta
2. n. 6 traversi in legno massello di abete, posti ad interasse costante pari a circa 60 cm, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 160 mm;
3. assito realizzato mediante l'accostamento di perline in legno d'abete, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 25 mm, munite di bordi sagomati per l'incastro del tipo maschio/femmina;
4. strato di barriera al vapore realizzato mediante la posa di telo freno al vapore, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1500 mm;
 - lunghezza nominale = 50000 mm;
 - spessore nominale = 0.5 mm;
 - massa superficiale nominale = 0.140 kg/m²;
5. primo strato di materiale isolante, spessore nominale totale 50 mm, realizzato mediante la posa di pannelli in perlite espansa, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - spessore nominale = 50 mm;
 - densità nominale = 180 kg/m³;
6. secondo strato di materiale isolante, spessore nominale 120 mm, realizzato mediante la posa di pannelli sandwich costituiti da un componente isolante in schiuma polyiso espansa, senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con velo vetro saturato, denominati **STIFERITE CLASS S**, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - **spessore nominale = 120 mm;**
 - densità nominale = 35 kg/m³;
7. strato di telo traspirante realizzato mediante la posa di telo traspirante, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1500 mm;
 - lunghezza nominale = 50000 mm;
 - spessore nominale = 0.7 mm;
 - massa superficiale nominale = 0.180 kg/m²;
8. doppio strato di listelli in legno massello d'abete, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 40 × 60 mm;
9. strato di finitura realizzato mediante la posa di tegole avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 240 mm;
 - lunghezza nominale = 400 mm;
 - massa superficiale nominale = 39 kg/m²

INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 37,0$ dB

Termini correttivi $C = -2$ dB; $C_{tr} = -6$ dB

COPERTURA LEGGERA DI LEGNO TIPO G
POTERE FONOISOLANTE
 $R_w = 47$

NB

Prova eseguita su porta campione orizzontale

Copertura leggera di legno costituita da:

1. Strato resiliente di Polietilene espanso a celle chiuso, spessore nominale 10 mm, densità 30 kg/m³, posto lungo il perimetro per appoggio e desolalizzazione della struttura sotto descritta
2. n. 6 traversi in legno massello di abete, posti ad interasse costante pari a circa 60 cm, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 160 mm;
3. assito realizzato mediante l'accostamento di perline in legno d'abete, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 25 mm, munite di bordi sagomati per l'incastro del tipo maschio/femmina;
4. strato di barriera al vapore realizzato mediante la posa di telo freno al vapore, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1500 mm;
 - lunghezza nominale = 50000 mm;
 - spessore nominale = 0.5 mm;
 - massa superficiale nominale = 0.140 kg/m²;
5. primo strato di materiale isolante, spessore nominale totale 80 mm, realizzato mediante la sovrapposizione di n.4 strati di pannelli in perlite espansa, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - spessore nominale = 20 mm;
 - densità nominale = 180 kg/m³;
6. secondo strato di materiale isolante, spessore nominale 120 mm, realizzato mediante la sovrapposizione di n.2 strati di pannelli sandwich costituiti da un componente isolante in schiuma polyiso espansa, senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con rivestimento impermeabile Duotwin®, denominati **STIFERITE GT**, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - **spessore nominale = 60 mm;**
 - densità nominale = 36 kg/m³;
7. strato di pannelli a scaglie di legno orientate OSB/3 (oriented strand board), aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1220 mm;
 - lunghezza nominale = 2440 mm;
 - spessore nominale = 15 mm;
 - massa superficiale nominale = 11,4 kg/m²
8. doppio strato di listelli in legno massello d'abete, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 40 × 60 mm;
9. strato di chiusura dell'intercapedine d'aria realizzato mediante pannelli a scaglie di legno orientate OSB/3 (oriented strand board), aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1220 mm;
 - lunghezza nominale = 2440 mm;
 - spessore nominale = 15 mm;
 - massa superficiale nominale = 11,4 kg/m²
10. strato di impermeabilizzazione realizzato mediante l'accostamento di membrana bituminosa ardesiata grigia flessibile avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1000 mm;
 - lunghezza nominale = 3000 mm;
 - spessore nominale = 4 mm;
 - massa superficiale nominale = 5,5 kg/m²;
 - i rotoli presentano una fascia non ardesiata per la sovrapposizione di larghezza nominale 80 mm;
11. strato di finitura realizzato mediante la posa di tegole avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 240 mm;
 - lunghezza nominale = 400 mm;
 - massa superficiale nominale = 39 kg/m²

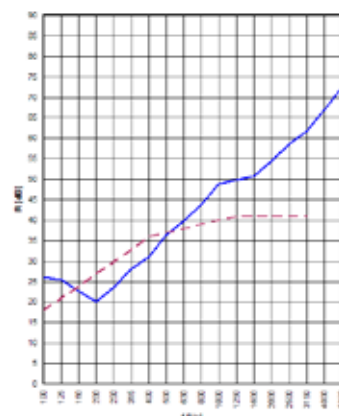
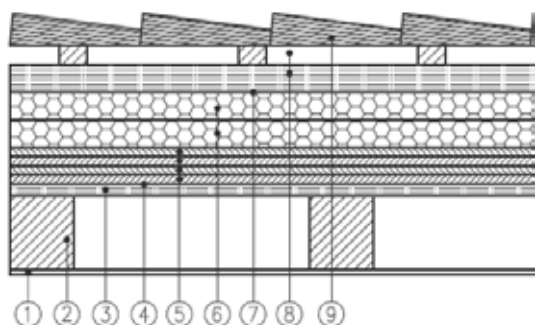
INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 47,6$ dB

 Termini correttivi $C = -1$ dB; $C_v = -5$ dB

COPERTURA LEGGERA DI LEGNO TIPO H

POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 37$



NB

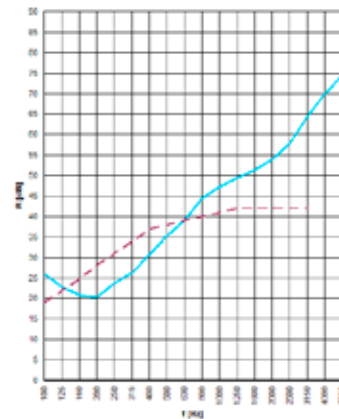
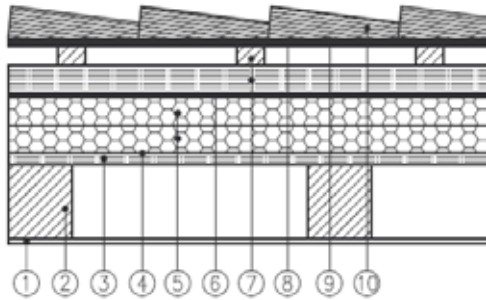
Prova eseguita su porta campione orizzontale

Copertura leggera di legno costituita da:

1. Strato resiliente di Polietilene espanso a celle chiuso, spessore nominale 10 mm, densità 30 kg/m³, posto lungo il perimetro per appoggio e desolalizzazione della struttura sotto descritta
2. n. 6 traversi in legno massello di abete, posti ad interasse costante pari a circa 60 cm, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 160 mm;
3. assito realizzato mediante l'accostamento di perline in legno d'abete, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 25 mm, munite di bordi sagomati per l'incastro del tipo maschio/femmina;
4. strato di barriera al vapore realizzato mediante la posa di telo freno al vapore, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1500 mm;
 - lunghezza nominale = 50000 mm;
 - spessore nominale = 0.5 mm;
 - massa superficiale nominale = 0.140 kg/m²;
5. primo strato di materiale isolante, spessore nominale totale 80 mm, realizzato mediante la sovrapposizione di n.4 strati di pannelli in perlite espansa, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - spessore nominale = 20 mm;
 - densità nominale = 180 kg/m³;
6. secondo strato di materiale isolante, spessore nominale 120 mm, realizzato mediante la sovrapposizione di n.2 strati di pannelli sandwich costituiti da un componente isolante in schiuma polyiso espansa, senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con rivestimento impermeabile Duotwin®, denominati **STIFERITE GT**, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - **spessore nominale = 60 mm;**
 - densità nominale = 36 kg/m³;
7. strato di barriera al vapore realizzato mediante la posa di telo freno al vapore, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1500 mm;
 - lunghezza nominale = 50000 mm;
 - spessore nominale = 0.7 mm;
 - massa superficiale nominale = 0.180 kg/m²;
8. doppio strato di listelli in legno massello d'abete, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 40 × 60 mm;
9. strato di finitura realizzato mediante la posa di tegole avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 240 mm;
 - lunghezza nominale = 400 mm;
 - massa superficiale nominale = 39 kg/m²

INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 37,3$ dB

Termini correttivi $C = -2$ dB; $C_{tr} = -6$ dB

COPERTURA LEGGERA DI LEGNO TIPO I
POTERE FONOISOLANTE
 $R_w = 38$

NB

Prova eseguita su porta campione orizzontale

Copertura leggera di legno costituita da:

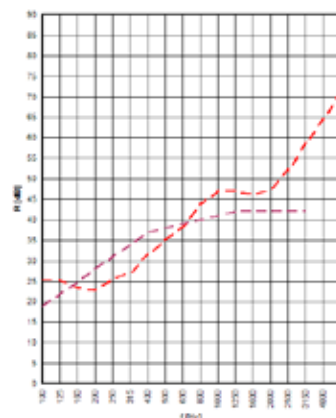
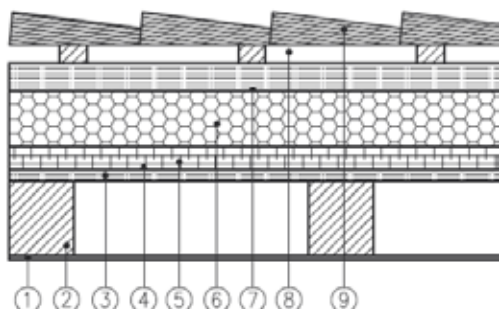
1. Strato resiliente di Polietilene espanso a celle chiuso, spessore nominale 10 mm, densità 30 kg/m^3 , posto lungo il perimetro per appoggio e desolalizzazione della struttura sotto descritta
2. n. 6 traversi in legno massello di abete, posti ad interasse costante pari a circa 60 cm, densità nominale 450 kg/m^3 e sezione nominale d'ingombro $140 \times 160 \text{ mm}$;
3. assito realizzato mediante l'accostamento di perline in legno d'abete, densità nominale 450 kg/m^3 e sezione nominale d'ingombro $140 \times 25 \text{ mm}$, munite di bordi sagomati per l'incastro del tipo maschio/femmina;
4. strato di barriera al vapore realizzato mediante la posa di telo freno al vapore, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1500 mm;
 - lunghezza nominale = 50000 mm;
 - spessore nominale = 0.5 mm;
 - massa superficiale nominale = 0.140 kg/m^2 ;
 - densità nominale = 180 kg/m^3 ;
5. primo strato di materiale isolante, spessore nominale 120 mm, realizzato mediante la sovrapposizione di n.2 strati di pannelli sandwich costituiti da un componente isolante in schiuma polyiso espansa, senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con rivestimento impermeabile Duotwin®, denominati **STIFERITE GT**, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - **spessore nominale = 60 mm;**
 - densità nominale = 36 kg/m^3 ;
6. strato di pannelli a scaglie di legno orientate OSB/3 (oriented strand board), aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1220 mm;
 - lunghezza nominale = 2440 mm;
 - spessore nominale = 15 mm;
 - massa superficiale nominale = $11,4 \text{ kg/m}^2$
7. doppio strato di listelli in legno massello d'abete, densità nominale 450 kg/m^3 e sezione nominale d'ingombro $40 \times 60 \text{ mm}$;
8. strato di chiusura dell'intercapedine d'aria realizzato mediante pannelli a scaglie di legno orientate OSB/3 (oriented strand board), aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1220 mm;
 - lunghezza nominale = 2440 mm;
 - spessore nominale = 15 mm;
 - massa superficiale nominale = $11,4 \text{ kg/m}^2$
9. strato di impermeabilizzazione realizzato mediante l'accostamento di membrana bituminosa ardesiata grigia flessibile avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1000 mm;
 - lunghezza nominale = 3000 mm;
 - spessore nominale = 4 mm;
 - massa superficiale nominale = $5,5 \text{ kg/m}^2$;
 - i rotoli presentano una fascia non ardesiata per la sovrapposizione di larghezza nominale 80 mm;
10. strato di finitura realizzato mediante la posa di tegole avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 240 mm;
 - lunghezza nominale = 400 mm;
 - massa superficiale nominale = 39 kg/m^2

INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 38,1 \text{ dB}$
Termini correttivi $C = -2 \text{ dB}$; $C_{tr} = -6 \text{ dB}$

COPERTURA LEGGERA DI LEGNO TIPO L

POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 38$



NB

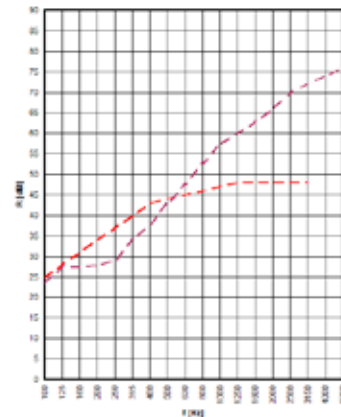
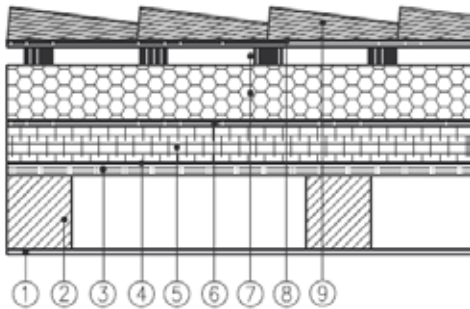
Prova eseguita su porta campione orizzontale

Copertura leggera di legno costituita da:

1. Strato resiliente di Polietilene espanso a celle chiuso, spessore nominale 10 mm, densità 30 kg/m³, posto lungo il perimetro per appoggio e desolalizzazione della struttura sotto descritta
2. n. 6 traversi in legno massello di abete, posti ad interasse costante pari a circa 60 cm, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 160 mm;
3. assito realizzato mediante l'accostamento di perline in legno d'abete, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 25 mm, munite di bordi sagomati per l'incastro del tipo maschio/femmina;
4. strato di barriera al vapore realizzato mediante la posa di membrana bituminosa biadesiva flessibile con strato di alluminio, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1000 mm;
 - lunghezza nominale = 7500 mm;
 - spessore nominale = 3 mm;
 - massa superficiale nominale = 2 kg/m²;
5. primo strato di materiale isolante, spessore nominale 50 mm, realizzato mediante la posa di pannelli in fibra di legno legati con cemento, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 500 mm;
 - lunghezza nominale = 2000 mm;
 - spessore nominale = 50 mm;
 - densità nominale = 390 kg/m³;
6. secondo strato di materiale isolante, spessore nominale 120 mm, realizzato mediante la posa di pannelli sandwich costituiti da un componente isolante in schiuma polyiso espansa, senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con velo vetro saturato, denominati **STIFERITE CLASS S**, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - **spessore nominale = 120 mm;**
 - densità nominale = 35 kg/m³;
7. strato di telo traspirante al vapore realizzato mediante la posa di telo traspirante, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1500 mm;
 - lunghezza nominale = 50000 mm;
 - spessore nominale = 0.7 mm;
 - massa superficiale nominale = 0.180 kg/m²;
8. doppio strato di listelli in legno massello d'abete, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 40 × 60 mm;
9. strato di finitura realizzato mediante la posa di tegole avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 240 mm;
 - lunghezza nominale = 400 mm;
 - massa superficiale nominale = 39 kg/m²

INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 38,5$ dB

Termini correttivi $C = -1$ dB; $C_v = -5$ dB

COPERTURA LEGGERA DI LEGNO TIPO M
POTERE FONOISOLANTE
 $R_w = 44$

NB

Prova eseguita su porta campione orizzontale

Copertura leggera di legno costituita da:

1. Strato resiliente di Polietilene espanso a celle chiuso, spessore nominale 10 mm, densità 30 kg/m^3 , posto lungo il perimetro per appoggio e desolidificazione della struttura sotto descritta
2. n. 6 traversi in legno massello di abete, posti ad interasse costante pari a circa 60 cm, densità nominale 450 kg/m^3 e sezione nominale d'ingombro $140 \times 160 \text{ mm}$;
3. assito realizzato mediante l'accostamento di perline in legno d'abete, densità nominale 450 kg/m^3 e sezione nominale d'ingombro $140 \times 25 \text{ mm}$, munite di bordi sagomati per l'incastro del tipo maschio/femmina;
4. strato di barriera al vapore realizzato mediante la posa di membrana bituminosa biadesiva flessibile con strato di alluminio, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1000 mm;
 - lunghezza nominale = 7500 mm;
 - spessore nominale = 3 mm;
 - massa superficiale nominale = 2 kg/m^2 ;
5. primo strato di materiale isolante, spessore nominale 50 mm, realizzato mediante la posa di pannelli in fibra di legno legati con cemento, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 500 mm;
 - lunghezza nominale = 2000 mm;
 - spessore nominale = 50 mm;
 - densità nominale = 390 kg/m^3 ;
6. strato pannelli a scaglie di legno orientate OSB/3 (oriented strand board), aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1220 mm;
 - lunghezza nominale = 2440 mm;
 - spessore nominale = 15 mm;
 - massa superficiale nominale = $11,4 \text{ kg/m}^2$;
7. secondo strato di materiale composito di spessore nominale 172 mm, costituito da:
 - a) uno strato di materiale isolante, spessore nominale 120 mm, costituito da pannelli sandwich di un componente isolante in schiuma polyiso espansa, senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con un rivestimento impermeabile Polytwint®, denominati **STIFERITE GTC**, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - **spessore nominale = 120 mm**;
 - densità nominale = 36 kg/m^3 ;
 - b) uno strato di ventilazione, comprensivo di tappi, aventi forma ottagonale, per il sostegno dei pannelli sovrastanti in OSB/3, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - spessore nominale = 40 mm;
 - c) strato di chiusura dell'intercapedine d'aria realizzato mediante pannelli a scaglie di legno orientate OSB/3 (oriented strand board), aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1220 mm;
 - lunghezza nominale = 2440 mm;
 - spessore nominale = 12 mm;
 - massa superficiale nominale = $11,4 \text{ kg/m}^2$;
8. strato di impermeabilizzazione realizzato mediante l'accostamento di membrana bituminosa ardesiata grigia flessibile avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1000 mm;
 - lunghezza nominale = 3000 mm;
 - spessore nominale = 4 mm;
 - massa superficiale nominale = $5,5 \text{ kg/m}^2$;
 - i rotoli presentano una fascia non ardesiata per la sovrapposizione di larghezza nominale 80 mm;
9. strato di finitura realizzato mediante la posa di tegole avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 240 mm;
 - lunghezza nominale = 400 mm;
 - massa superficiale nominale = 39 kg/m^2

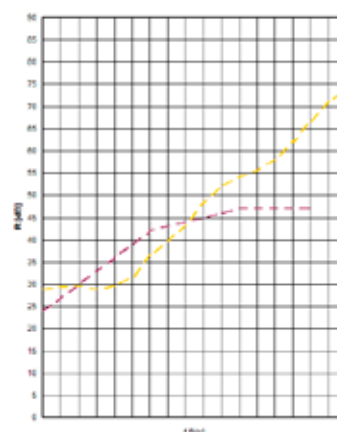
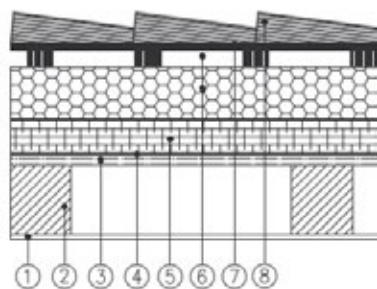
INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 44,0 \text{ dB}$

 Termini correttivi $C = -2 \text{ dB}$; $C_w = -6 \text{ dB}$

COPERTURA LEGGERA DI LEGNO TIPO N

POTERE FONOISOLANTE

$R_w = 43$



NB

Prova eseguita su porta campione orizzontale

Copertura leggera di legno costituita da:

1. Strato resiliente di Polietilene espanso a celle chiuse, spessore nominale 10 mm, densità 30 kg/m³, posto lungo il perimetro per appoggio e desolalizzazzione della struttura sotto descritta
2. n. 6 traversi in legno massello di abete, posti ad interasse costante pari a circa 60 cm, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 160 mm;
3. assito realizzato mediante l'accostamento di perline in legno d'abete, densità nominale 450 kg/m³ e sezione nominale d'ingombro 140 × 25 mm, munite di bordi sagomati per l'incastro del tipo maschio/femmina;
4. strato di barriera al vapore realizzato mediante la posa di membrana bituminosa biadesiva flessibile con strato di alluminio, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1000 mm;
 - lunghezza nominale = 7500 mm;
 - spessore nominale = 3 mm;
 - massa superficiale nominale = 2 kg/m²;
 - i rotoli presentano una fascia non ardesiata per la sovrapposizione, larghezza nominale di sovrapposizione 80 mm;
5. primo strato di materiale isolante, spessore nominale 50 mm, realizzato mediante la posa di pannelli in fibra di legno legati con cemento, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 500 mm;
 - lunghezza nominale = 2000 mm;
 - spessore nominale = 50 mm;
 - densità nominale = 390 kg/m³;
6. secondo strato di materiale composito di spessore nominale 172 mm, costituito da:
 - uno strato di materiale isolante, spessore nominale 120 mm, costituito da pannelli sandwich di un componente isolante in schiuma polyiso espansa, senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con un rivestimento impermeabile Polytwin®, denominati **STIFERITE GTC**, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - **spessore nominale = 120 mm;**
 - densità nominale = 36 kg/m³;
 - uno strato di ventilazione, comprensivo di tappi, aventi forma ottagonale, per il sostegno dei pannelli sovrastanti in OSB/3, avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - spessore nominale = 40 mm;
 - strato di chiusura dell'intercapedine d'aria realizzato mediante pannelli a scaglie di legno orientate OSB/3 oriented strand board), aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1220 mm;
 - lunghezza nominale = 2440 mm;
 - spessore nominale = 12 mm;
 - massa superficiale nominale = 11,4 kg/m²;
7. strato di impermeabilizzazione realizzato mediante l'accostamento di membrana bituminosa ardesiata grigia flessibile avente le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 1000 mm;
 - lunghezza nominale = 3000 mm;
 - spessore nominale = 4 mm;
 - massa superficiale nominale = 5,5 kg/m²;
 - i rotoli presentano una fascia non ardesiata per la sovrapposizione, larghezza nominale di sovrapposizione 80 mm;
8. strato di finitura realizzato mediante la posa di tegole, aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 240 mm;
 - lunghezza nominale = 400 mm;
 - massa superficiale nominale = 39 kg/m².

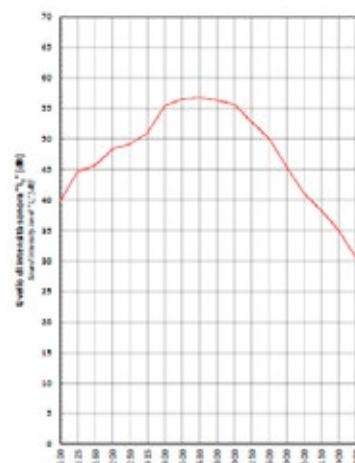
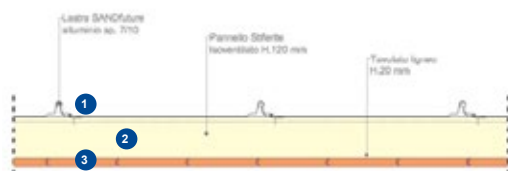
INDICE DI VALUTAZIONE $R_w(0,1) = 43,5$ dB

Termini correttivi $C = -1$ dB; $C_v = -5$ dB

COPERTURA LEGGERA DI LEGNO TIPO O

MISURAZIONE DEL RUMORE GENERATO DA PIOGGIA BATTENTE

$L_1 = 64,5$ dB



Copertura leggera di legno costituita da:

1. strato di lamiera esterne di copertura in alluminio denominato "SANDfuture", passo nominale tra le greche 575 mm e spessore nominale 0,7 mm; ciascuna lamiera è fissata all'isolante mediante viti con specifici accessori e una all'altra con sormonto ed incastro;
2. strato di pannelli isolanti denominato **ISOVENTILATO**, dimensioni nominali 1200 mm × 2400 mm, **spessore nominale 120 mm** e densità nominale 43 kg/m³, in schiuma polyiso espansa rigida (PIR), con rivestimenti in fibra minerale saturata, munito di due listelli di OSB sotto il rivestimento superiore e lungo l'intero pannello per il fissaggio della copertura; ciascun pannello è stato fissato allo strato sottostante in perline di legno mediante elementi di fissaggio meccanico ad avvitamento idoneo per applicazioni in copertura, nella quantità di n. 4 tasselli per m²;
3. strato di perline in legno di abete, spessore rilevato 18 mm e larghezza nominale 145 mm ciascuna, con innesto maschio/femmina e fissate mediante viti alle travi di sostegno.

Livello di intensità sonora globale $L_1 = (64,5 \pm 0,6)$ dB

Livello di intensità sonora globale ponderato A $L_{1A} = (62,7 \pm 0,4)$ dB(A)

NOTA:

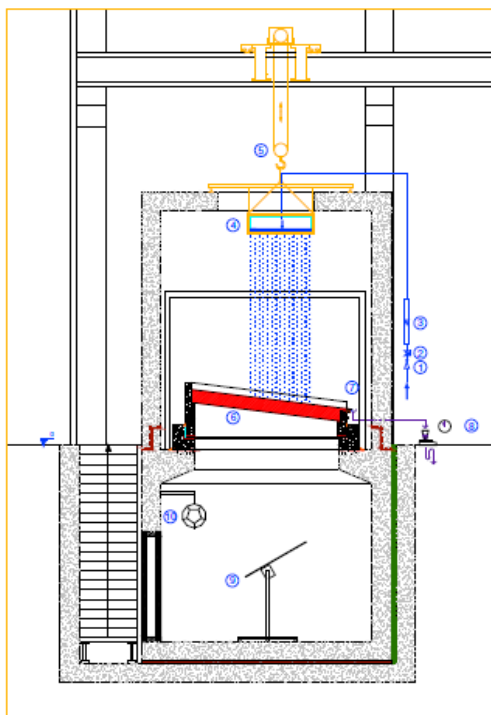
La copertura è stata testata anche in una configurazione priva dello strato isolante con la lamiera fissata direttamente sul tavolato in legno.

Sono stati riscontrati i valori:

$L_1 = (66,7 \pm 0,3)$ dB

$L_{1A} = (65,3 \pm 0,3)$ dB(A)

DISEGNO DELL'ALLESTIMENTO DI PROVA
DRAWING OF TEST ARRANGEMENT



Isolamento acustico dei pavimenti

L'isolamento acustico delle pavimentazioni differisce significativamente dall'isolamento acustico dal rumore aereo. Nel caso delle pavimentazioni, infatti, l'onda sonora ha origine direttamente sulla superficie della struttura ed è provocata dall'urto di un corpo sulla medesima superficie, come ad esempio il rumore di calpestio oppure la centrifuga della lavatrice o lo spostamento di una sedia. La sua propagazione, inoltre, coinvolge direttamente i solai e le pareti generando un'amplificazione che può addirittura raggiungere notevoli distanze.

L'isolamento acustico può essere realizzato mediante la desolidarizzazione del massetto dal solaio, realizzando così una struttura pavimento – galleggiante che si avvale delle proprietà isolanti descritte dal modello massa – molla – massa.

Trattandosi di una struttura orizzontale, i materiali utilizzati devono essere a cellula chiusa, per evitare collassi, e devono avere delle proprietà elastiche, riacquistando la loro posizione iniziale una volta terminata la sollecitazione a schiacciamento.

In genere, un parametro utile per identificare la bontà di un materiale destinato alla realizzazione di un pavimento galleggiante è la rigidità dinamica (s' in MN/m^3). Essa è una caratteristica propria di ciascun materiale e dipende dalla capacità di attenuare la trasmissione di vibrazioni generate da un urto impattivo. In genere quanto più è bassa la rigidità dinamica di un materiale, tanto più esso ha proprietà fono isolanti i rumori impattivi.

La rigidità dinamica può essere correlata all'indice di attenuazione del livello di rumore di calpestio ΔL_w , se si usano dei diagrammi empirici di fisica tecnica che combinano i valori di rigidità dinamica dei materiali con la tipologia e la massa superficiale, espressa in kg/m^2 , del solaio considerato.

Nella tabella 7 sono, ad esempio, riportati i valori di rigidità dinamica dei pannelli Stiferite Class Sk e GT. Combinando i valori del pannello GT 20 e 30 mm con una tipologia di solaio, ad esempio realizzato in malta di cemento o solfato di calcio, e la massa superficiale del medesimo, ad esempio 100 kg/m^2 , si determinano dei valori di ΔL_w , rispettivamente, pari a 18 e 21 dB.

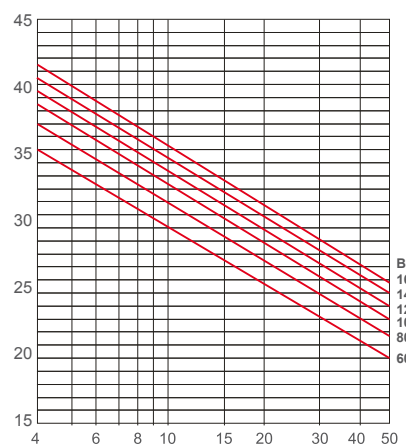
Dal diagramma si evince anche che ricorrere a masse elevate mediante l'impiego di massetti e solai più pesanti, a parità di materiali elastici utilizzati, consente di aumentare l'attenuazione del rumore impattivo.

Questo tipo di calcolo non è sicuramente il più accurato, ma può essere utile ad un progettista per orientarsi nella scelta del materiale isolante migliore e della tipologia e peso del massetto da realizzare.

Indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio per pavimenti galleggianti in malta di cemento o solfato di calcio.

Legenda:

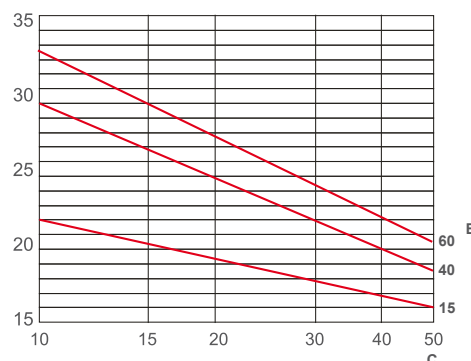
- A indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora ΔL_w in dB
- B Massa per unità di area del pavimento galleggiante in kgm^{-2}
- C Rigidità dinamica per unità di area, s' , dello strato resiliente, in MNm^{-3}



Indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio per pavimenti galleggianti in asfalto o per pavimenti a secco.

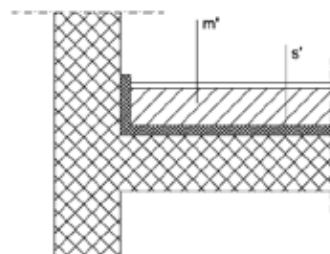
Legenda:

- A indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora ΔL_w in dB
- B Massa per unità di area del pavimento galleggiante in kgm^2
- C Rigidità dinamica per unità di area, s' , dello strato resiliente, in MNm^3



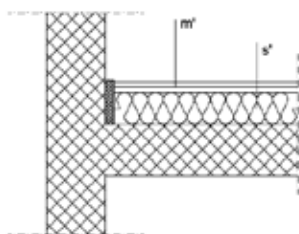
Per i massetti galleggianti (in cls, sabbia e cemento, ecc.) e per i massetti a secco, l'indice ΔL_w può essere ricavato analiticamente con le seguenti relazioni:

Massetti galleggianti



$$\Delta L_w = (13 \log(m')) - (14,2 \log(s')) + 20,8$$

Massetti a secco



$$\Delta L_w = ((-0,21m') - 5,45) \log(s') + (0,46m') + 23,8$$

Dove:

s'

è la rigidità dinamica [MN/m³] dello strato resiliente interposto, ottenuta secondo prove di laboratorio conformi alla UNI EN 29052-1:1993

m'

è la massa superficiale [kg/m²] di ciò che sta al di sopra dello strato resiliente

Nel caso siano presenti due o più strati resilienti sovrapposti, la rigidità dinamica complessiva si può determinare con la relazione:

$$s'_{tot} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{s'_i} \right)^{-1}$$

In alternativa, l'indice di attenuazione del livello di rumore di calpestio può essere misurato attraverso test di laboratorio che devono essere realizzati su superfici di almeno 10 m², come previste dalle norme tecniche di riferimento, utilizzando tipologie di massetti definite dal Committente. Nel test eseguito da STIFERITE si è adottata la tipologia di massetto più comune sul mercato avente 5 cm di spessore e massa superficiale pari a 100 kg/m².

Il test riportato evidenzia le caratteristiche del pannello isolante termico di poliuretano espanso rigido Stiferite GT di spessore 20 mm.

Tab.7
VALORI DI RIGIDITÀ DINAMICA DEI PANNELLI STIFERITE
GT e Class SK

TIPO	Spessore nominale [mm]	s'_t Rigidità dinamica [MN/m ³]
STIFERITE GT	20	257
	40	108
	60	22
	80	9
	100	16
	120	10
	140	10
STIFERITE Class SK	20	305
	40	32
	60	53
	80	49
	100	27
	120	24
	140	18
	160	16
	200	13

Per quanto riguarda, la qualità e l'attendibilità dei valori di certificazione, si consiglia sempre un'attenta analisi dei documenti forniti allo scopo di verificare se i campioni di laboratorio siano stati preparati in conformità alle norme tecniche di riferimento.

Queste infatti impongono la realizzazione di una pavimentazione di dimensioni di almeno 10 m² con un massetto con caratteristiche definite dal committente, ed impongono la maturazione del medesimo allo scopo di eliminare l'acqua residua, misurando così un campione simile ad una pavimentazione reale.

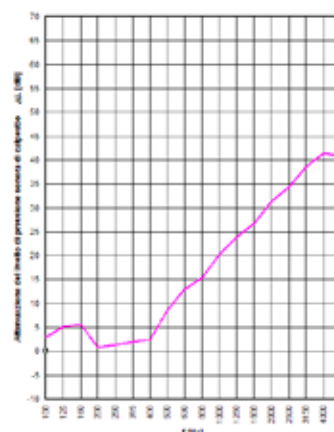
Ciò significa che il massetto di prova deve essere realizzato direttamente sul campione da testare. Molte certificazioni disponibili sul mercato sono, invece, realizzate su stratigrafie prefabbricate, di piccole dimensioni 1-3 m², ottenute posando sui campioni dei massetti talvolta anche aventi massa superficiale differente dal valore prestabilito.

Ciò non si può ritenere trascurabile perché potrebbe alterare significativamente i risultati di laboratorio che non risulterebbero più predittivi del comportamento reale di una pavimentazione.

SOLAIO TIPO A

ATTENUAZIONE DEL LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO

$\Delta L_w = 18$



NB

Solaio maturato 28 giorni prima di eseguire la misura

Solaio costituito da:

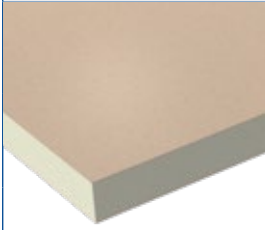
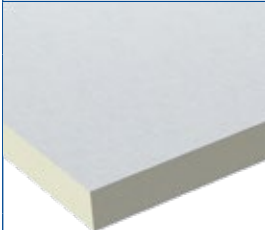
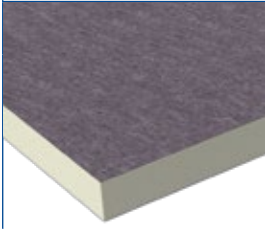
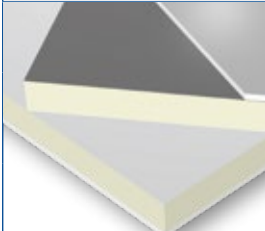
1. solaio di prova in cemento armato della camera ricevente
2. strato di materiale isolante, spessore nominale 20 mm, realizzato mediante la posa di pannelli sandwich di un componente isolante in schiuma polyiso espansa, senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con un rivestimento impermeabile Duotwin®, denominati "STIFERITE GT", aventi le seguenti caratteristiche fisiche:
 - larghezza nominale = 600 mm;
 - lunghezza nominale = 1200 mm;
 - spessore nominale = 20 mm;
 - densità nominale = 36 kg/m³;
3. massetto in calcestruzzo, avente le seguenti caratteristiche:
 - larghezza nominale = 3600 mm;
 - lunghezza nominale = 300 mm;
 - spessore nominale = 50 mm;
 - massa superficiale = 100 kg/m²

INDICE DI VALUTAZIONE $\Delta L_w = 18$ dB

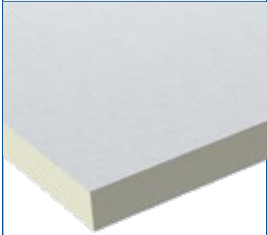
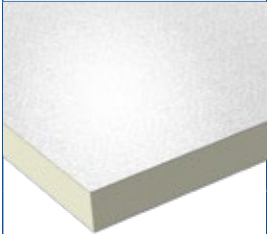
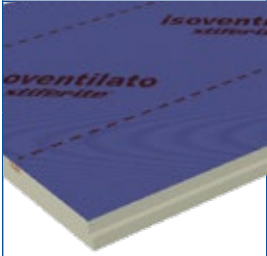
Termini correttivi $CI_{\Delta} = -10$ dB; $CI_r = 0$ dB

I pannelli STIFERITE utilizzati per le valutazioni e le sperimentazioni

Descrizione - Prestazioni isolanti - Massa Volumica

GT 	Pannello sandwich costituito da un componente isolante in schiuma polyiso, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con lo speciale rivestimento Gas Tight triplo strato. Conducibilità Termica Dichiarata: λ_D 0,022 W/mK Massa Volumica - Valore medio comprensivo dei rivestimenti: 36 kg/m³ ± 1,5
Class SK 	Pannello sandwich costituito da un componente isolante in schiuma polyiso, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con velo vetro saturato. Specifico per applicazioni a cappotto Conducibilità Termica Dichiarata: λ_D 0,028 W/mK spessori da 20 a 70 mm λ_D 0,026 W/mK spessori da 80 a 110 mm λ_D 0,025 W/mK spessori da 120 a 200 mm Massa Volumica - Valore medio comprensivo dei rivestimenti: 35 kg/m³ ± 1,5
Class B 	Pannello sandwich costituito da un componente isolante in schiuma polyiso, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, con rivestimenti di velo vetro bitumato accoppiato PP, idoneo alla sfiammatura, e velo vetro minerale saturato. Conducibilità Termica Dichiarata: λ_D 0,028 W/mK spessori da 20 a 70 mm λ_D 0,026 W/mK spessori da 80 a 110 mm λ_D 0,025 W/mK spessori da 120 a 200 mm Massa Volumica - Valore medio comprensivo dei rivestimenti: 44 kg/m³ ± 1,5
RP 	Pannello isolante in schiuma polyiso accoppiato a lastre in cartongesso di spessore 13 mm a bordi assottigliati Schermo al vapore integrato sul lato caldo, fattore di resistenza al vapore $\mu > 89900$ Rivestimento gas tight triplo strato adatto alla posa mediante incollaggio Conducibilità Termica Dichiarata della schiuma polyiso: λ_D 0,022 W/mK Massa Volumica - Valore medio comprensivo dei rivestimenti: Pannello poliuretano 34 kg/m³ ± 1,5 Lastra cartongesso 737 kg/m³ ± 30

Descrizione - Prestazioni isolanti - Massa Volumica

Class S 	Pannello sandwich costituito da un componente isolante in schiuma polyiso, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con velo vetro saturato. Conducibilità Termica Dichiarata: λ_D 0,028 W/mK spessori da 20 a 70 mm λ_D 0,026 W/mK spessori da 80 a 110 mm λ_D 0,025 W/mK spessori da 120 a 200 mm Massa Volumica - Valore medio comprensivo dei rivestimenti: 35 kg/m³ ± 1,5
Al6 	Pannello sandwich costituito da un componente isolante in schiuma polyiso, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con alluminio goffrato da 60 µm. Conducibilità Termica Dichiarata: λ_D 0,022 W/mK Massa Volumica - Valore medio comprensivo dei rivestimenti: 40 kg/m³ ± 1,5
Isoventilato 	Pannello sandwich costituito da un componente isolante in schiuma polyiso, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito sulla faccia inferiore con fibra minerale saturata e su quella superiore con rivestimento Laminglass, permeabile al vapore e impermeabile all'acqua. All'interno della schiuma sono inglobati dei listelli in legno OSB3 che corrono lungo l'intera lunghezza del pannello. Fornito con battentatura laterale sui lati lunghi. Conducibilità Termica Dichiarata: λ_D 0,028 W/mK spessori da 20 a 70 mm λ_D 0,026 W/mK spessori da 80 a 110 mm λ_D 0,025 W/mK spessori da 120 a 140 mm Massa Volumica - Valore medio comprensivo dei rivestimenti: 43 kg/m³ ± 1,5



Stiferite SpA a socio unico
Viale della Navigazione Interna, 54/5 - 35129 Padova (I)
Tel. +39 049 8997911 - Fax +39 049 774727
www.stiferite.com

Numero Verde 800-840012



Certificazioni Aziendali
ISO 9001 - Sistema Qualità
ISO 45001 - Salute e sicurezza dei lavoratori
ISO 14001 - Sistema di gestione ambientale