

ALADIN

MANUALE TECNICO

**rothoblaas**

Solutions for Building Technology

INDICE

ALADIN	4
SCELTA DEL PRODOTTO E DETERMINAZIONE DI K_{ij}	6
ALADIN EXTRA SOFT	8
ALADIN SOFT	10
IL MODELLO CEN (EN ISO 12354)	12
DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI RIDUZIONE DELLE VIBRAZIONI K_{ij} DI STRUTTURE IN LEGNO	13
IL METODO SEMPLIFICATO	14
IL PROGETTO FLANKSOUND	16
CONFIGURAZIONE DI MISURA	17
GIUNTO A L.	18
GIUNTO A L.	19
GIUNTO A L.	20
MISURE IN SITU	21
MISURAZIONE IN CANTIERE SOLAIO IN X-LAM	22
MISURAZIONE IN CANTIERE SOLAIO IN X-LAM	23
INTERAZIONE ACUSTICA E MECCANICA	24
RESISTENZA A TAGLIO E TRAZIONE TITAN + ALADIN CERTIFICATA IN ETA	26
ALADIN CONSIGLI DI POSA	27

ALADIN

PROFILO RESILIENTE PER L'ISOLAMENTO ACUSTICO

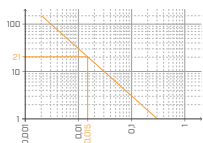
CODICI E DIMENSIONI

CODICE	versione	B [mm]	L [m]	s [mm]	pz.
ALADIN115	EXTRA SOFT	115	50	7	1
ALADIN95	SOFT	95	50	5	1



CONFRONTO PRODOTTI

		carico acustico [N/mm ²]			
		0			1
ALADIN EXTRA SOFT	0,035	0,157			
ALADIN SOFT	0,189	0,316			



Antivibrante

ALADIN attenua le vibrazioni grazie alla sua capacità di assorbire e dissipare l'energia del sistema

pag. 7



FLANKSOUND PROJECT

K_{ij} misurato secondo ISO EN 10848

pag. 16



Misure in situ

efficacia verificata attraverso la misura dei requisiti acustici passivi in edifici realizzati

pag. 21



Interazione statica a acustica

Dati sperimentali sulla prestazione statica di una connessione legno-acciaio con ALADIN interposto

pag. 24



SCELTA DEL PRODOTTO E DETERMINAZIONE DI K_{ij}

PROGETTAZIONE DEL PROFILO CORRETTO IN FUNZIONE DEL CARICO

I profili resilienti devono essere caricati correttamente per riuscire ad isolare le frequenze medio basse delle vibrazioni trasmesse per via strutturale: di seguito le indicazioni su come procedere con la valutazione del prodotto.

Si consiglia di sommare il valore del carico permanente al 50% del valore caratteristico del carico accidentale.

$$Q_{\text{lineare}} = q_{gk} + 0,5 q_{vk}$$

È inoltre necessario ragionare sulle condizioni d'esercizio e non sulle condizioni di stato limite ultimo. Questo perché si deve isolare acusticamente l'edificio nelle condizioni di carico quotidiane e non durante un evento sismico o altri carichi con fini di dimensionamento strutturale.

SCELTA DEL PRODOTTO



La scelta del prodotto può essere fatta anche mediante le tabelle d'impiego (vedi per esempio la tabella seguente, relativa al prodotto ALADIN EXTRA SOFT).

TABELLA D'IMPIEGO⁽¹⁾

CODICE	B [mm]	carico per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [kN/m]		compressione per ottimizzazione acustica ⁽²⁾ [N/mm ²]		abbassamento [mm]	
		da	a	da	a	da	a
ALADIN115	115	4	18				
	57,5 (divided)	2	9	0,035	0,157	0,7	2



Per eseguire la corretta valutazione del prodotto con MyProject è sufficiente seguire le istruzioni fornite passo-passo dal software.



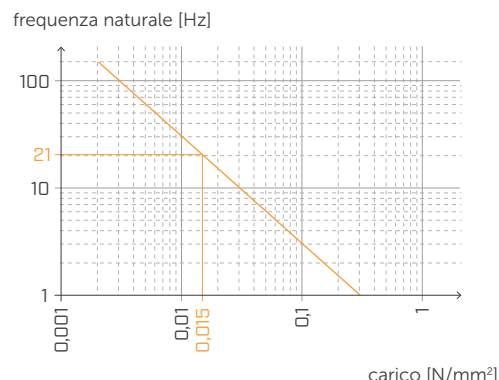
Nota: Viene valutato il comportamento statico del materiale in compressione, considerando che le deformazioni dovute ai carichi sono statiche. Questo perché un edificio non presenta fenomeni rilevanti di spostamento, né deformazioni dinamiche.

Rothoblaas ha scelto di definire un range di carico che garantisca buone prestazioni acustiche ed eviti eccessive deformazioni e movimenti differenziali nei materiali, rivestimenti finali dell'edificio compresi. È comunque possibile utilizzare i profili con carichi al di fuori del range indicato, qualora vengano valutate la frequenza di risonanza del sistema e la deformazione del profilo allo stato limite ultimo.

■ DETERMINAZIONE DELLA PRESTAZIONE

Individuati i carichi, si deve capire quale sia la frequenza di progetto, ovvero la frequenza eccitante dell'elemento sulla quale voglio isolare la struttura. Di seguito si riporta un esempio per rendere più semplice e fruibile la spiegazione.

Supponiamo ci sia un carico di $0,015 \text{ N/mm}^2$ che agisce sul profilo. In questo caso si è preso il prodotto ALADIN EXTRA SOFT, poiché il carico non è particolarmente elevato. Dalla lettura del grafico si evince che il profilo presenta una frequenza di risonanza intorno ai 21 Hz.

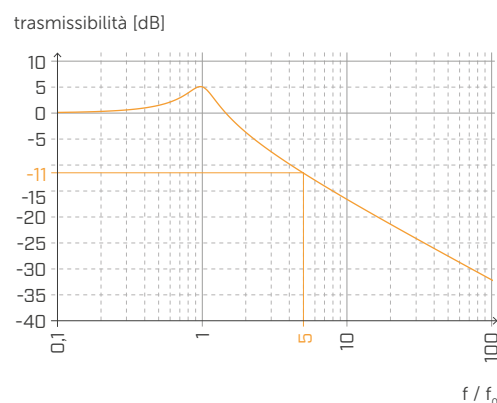


A questo punto si può calcolare la trasmissibilità del prodotto in queste condizioni di carico riferendosi alla frequenza di progetto di 100 Hz.

$$\text{trasmissibilità} = f/f_0 = 5$$

Quindi si ricorre al grafico della trasmissibilità posizionando il valore 5 da calcolo sull'asse delle ascisse e si interseca la curva della trasmissibilità. Ne risulta che la trasmissibilità del materiale è negativa, ovvero che il materiale riesce ad isolare -11 dB circa.

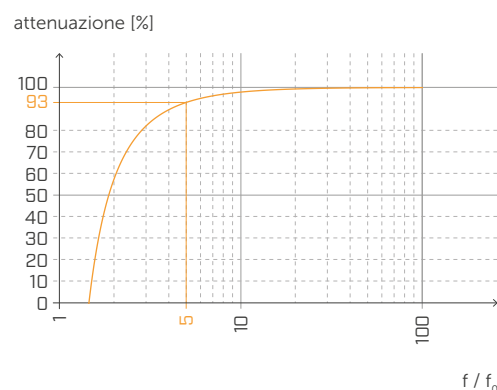
LA TRASMISSIBILITÀ È POSITIVA QUANDO IL MATERIALE TRASMETTE E DIVENTA NEGATIVA QUANDO IL PROFILO INIZIA AD ISOLARE. Quindi questo valore si deve leggere come se il prodotto, così caricato, isolasse 11 dB ad una frequenza di riferimento di 100 Hz.



La stessa cosa si può fare usando il grafico dell'attenuazione; si ottiene la percentuale di vibrazioni attenuate alla frequenza di progetto iniziale. Anche l'attenuazione viene calcolata con le condizioni di carico riferite alla frequenza di progetto di 100 Hz.

$$\text{attenuazione} = f/f_0 = 5$$

Si ricorre al grafico posizionando il valore calcolato di 5 sull'asse delle ascisse e si interseca la curva dell'attenuazione. Ne risulta che l'attenuazione del materiale è ottimale, ovvero che il materiale riesce ad isolare più del 93% della trasmissione.



Sostanzialmente con questi due diversi input si raggiunge lo stesso risultato, ma nel caso venga impostata la deformazione, si parte da una performance meccanica e non acustica.

Alla luce di queste considerazioni, Rothoblaas consiglia di partire sempre dalla frequenza di progetto e dai carichi in gioco per poter ottimizzare il materiale in funzione alle condizioni reali.

ALADIN EXTRA SOFT

TABELLA D'IMPIEGO

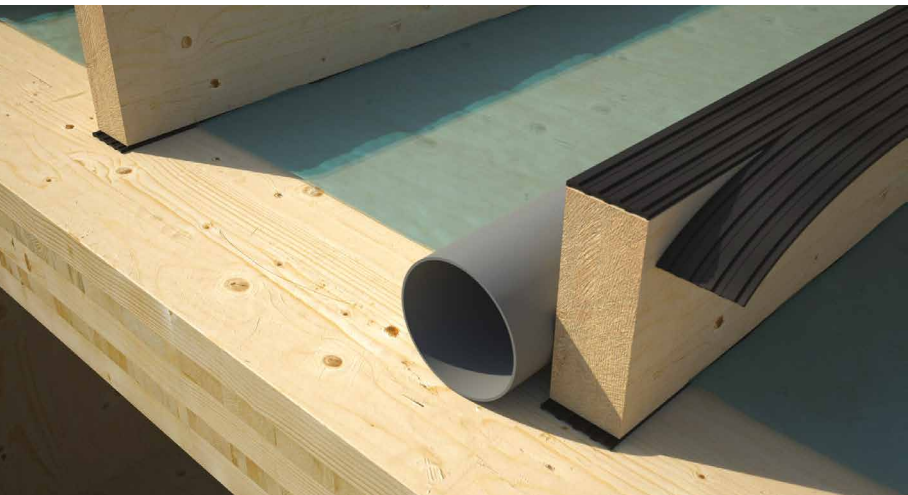
CODICE	B [mm]	carico per ottimizzazione acustica ⁽¹⁾ [kN/m]		compressione per ottimizzazione acustica ⁽¹⁾ [N/mm²]		abbassamento [mm]	
		da	a	da	a	da	a
ALADIN115	115	4	18	0,035	0,157	0,7	2
	57,5 (divided)	2	9				

⁽¹⁾I profili resilienti devono essere caricati correttamente per riuscire ad isolare le frequenze medio basse delle vibrazioni trasmesse per via strutturale. Si consiglia di valutare il carico in funzione alle condizioni di esercizio perché si deve isolare acusticamente l'edificio nelle condizioni di carico quotidiane (sommare il valore del carico permanente al 50% del valore caratteristico del carico accidentale $Q_{lineare} = q_{gk} + 0,5 q_{vk}$).

DATI TECNICI

Proprietà	normativa	valore
Miglioramento acustico $\Delta L'_{nT,w}$	ISO 10848	4 dB
Rigidità dinamica s' (condizione ermetica) ⁽²⁾	UNI 29052	76 MN/m³
Rigidità dinamica s' (condizione non ermetica) ⁽²⁾	UNI 29052	23 MN/m³
Densità	ASTM D 297	0,50 g/cm³
Compression set 50% (22h, 23°C)	EN ISO 815	≤ 25%
Compression set 50% (22h, 40°C)	EN ISO 815	≤ 35%
Assorbimento d'acqua 48h	-	3%
Reazione al fuoco	EN 13501-1	classe E
Temperatura massima di utilizzo	-	100°C

⁽²⁾La norma prevede la misura con carichi compresi tra 0,4 e 4 kPa e non con il carico d'esercizio del prodotto. Non viene calcolato il contributo dell'aria perché il prodotto è infinitamente impermeabile all'aria (valori estremamente alti di resistività al flusso).



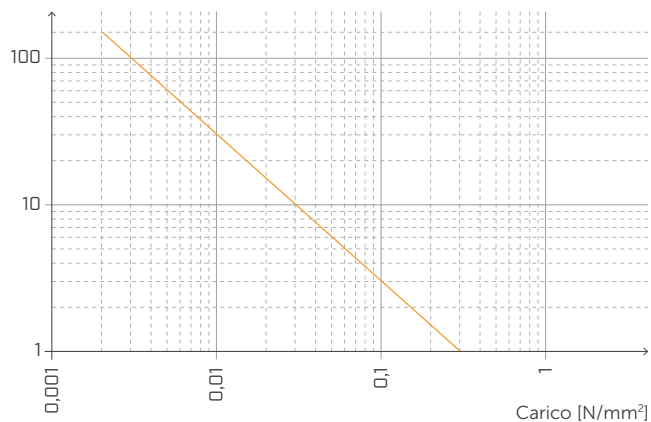
PERFORMANTE

Assorbimento fino a 4 dB secondo EN ISO 140-7, grazie alla composizione innovativa della mescola; spessore d'impiego ridotto.



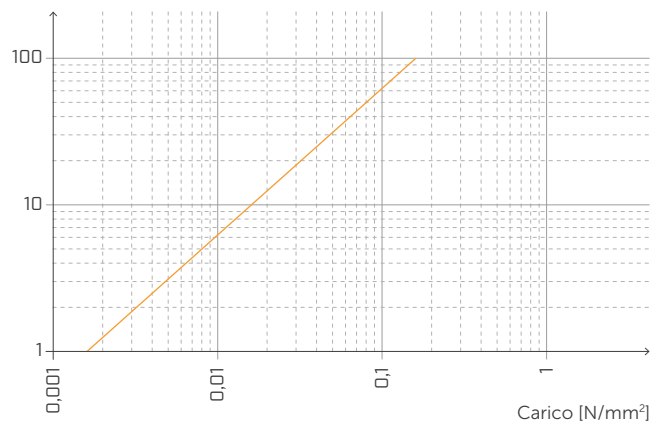
FREQUENZA NATURALE E CARICO

Frequenza naturale [Hz]



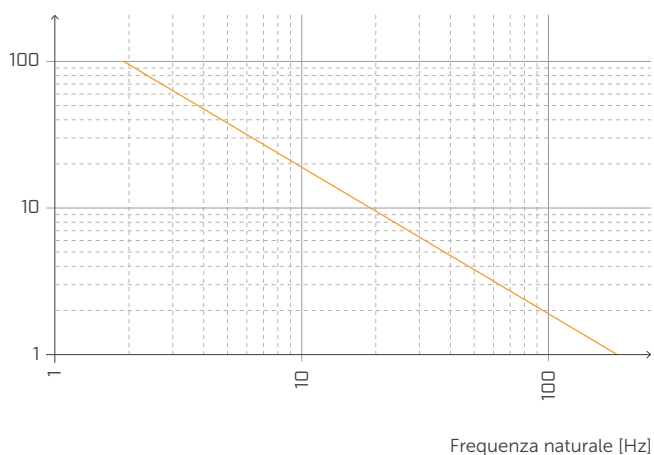
DEFORMAZIONE E CARICO

Deformazione [%]



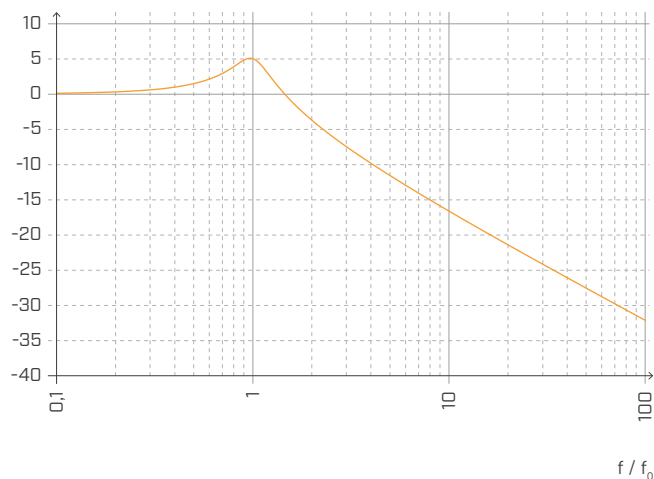
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE

Deformazione [%]



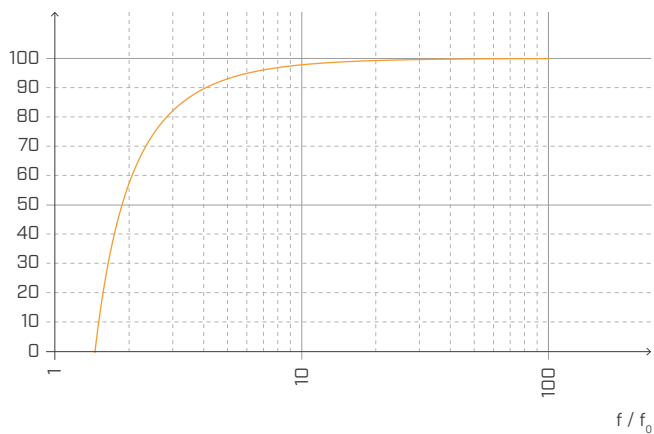
TRASMISSIBILITÀ

Trasmissibilità [dB]



ATTENUAZIONE

Attenuazione [%]



Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 20$ Hz.

ALADIN SOFT

TABELLA D'IMPIEGO

CODICE	B [mm]	carico per ottimizzazione acustica ⁽¹⁾ [kN/m]		compressione per ottimizzazione acustica ⁽¹⁾ [N/mm ²]		abbassamento [mm]	
		da	a	da	a	da	a
ALADIN95	95	18	30	0,189	0,316	0,5	1,5
	47,5 (divided)	9	15				

⁽¹⁾ I profili resilienti devono essere caricati correttamente per riuscire ad isolare le frequenze medio basse delle vibrazioni trasmesse per via strutturale. Si consiglia di valutare il carico in funzione alle condizioni di esercizio perché si deve isolare acusticamente l'edificio nelle condizioni di carico quotidiane (sommare il valore del carico permanente al 50% del valore caratteristico del carico accidentale $Q_{lineare} = q_{gk} + 0,5 q_{vk}$).

DATI TECNICI

Proprietà	normativa	valore
Miglioramento acustico $\Delta L'_{nT,w}$	ISO 10848	3 dB
Rigidità dinamica s' (condizione ermetica) ⁽²⁾	UNI 29052	221 MN/m ³
Rigidità dinamica s' (condizione non ermetica) ⁽²⁾	UNI 29052	115 MN/m ³
Densità	ASTM D 297	1,1 g/cm ³
Compression set 50% (22h, 70°C)	EN ISO 815	50%
Resistenza a trazione	EN ISO 37	≥ 9 N/mm ²
Allungamento a rottura	EN ISO 37	$\geq 500\%$
Assorbimento d'acqua 48h	-	< 1%
Reazione al fuoco	EN 13501-1	classe E
Temperatura massima di utilizzo	-	100°C

⁽²⁾ La norma prevede la misura con carichi compresi tra 0,4 e 4 kPa e non con il carico d'esercizio del prodotto. Non viene calcolato il contributo dell'aria perché il prodotto è infinitamente impermeabile all'aria (valori estremamente alti di resistività al flusso).



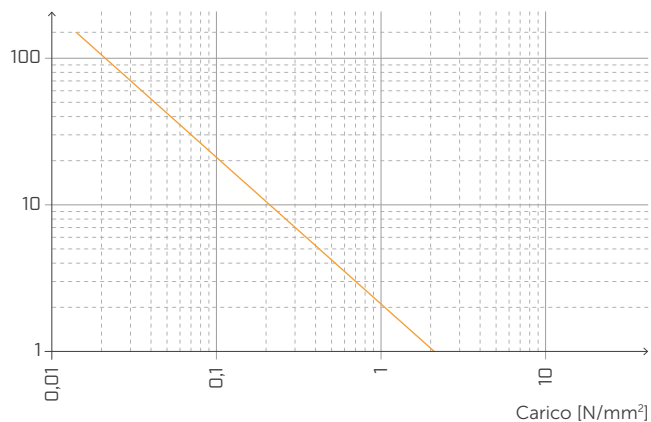
AFFIDABILE

Mescola in EPDM estrusa per ottimizzare l'assorbimento acustico. Inoltre, offre un'elevata stabilità chimica e non contiene VOC.



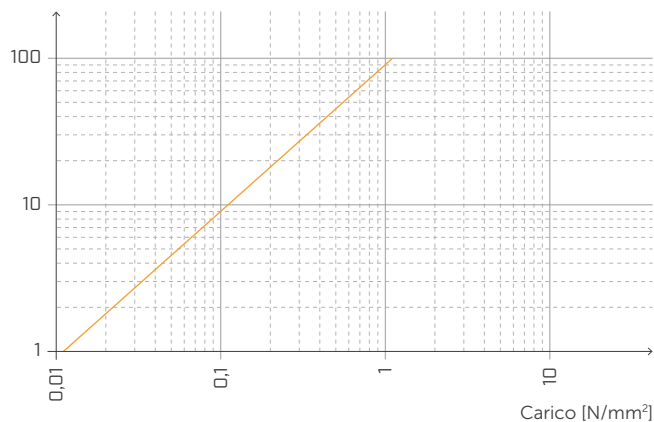
FREQUENZA NATURALE E CARICO

Frequenza naturale [Hz]



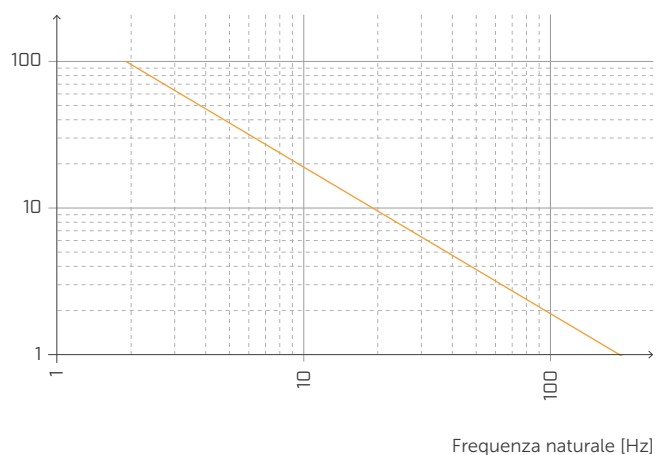
DEFORMAZIONE E CARICO

Deformazione [%]



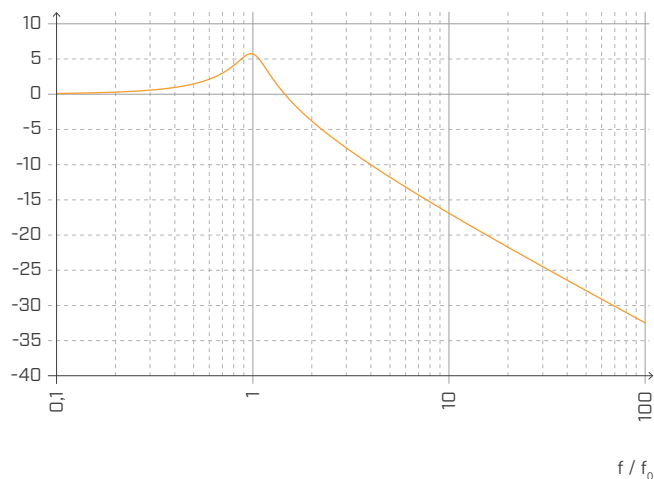
DEFORMAZIONE E FREQUENZA NATURALE

Deformazione [%]



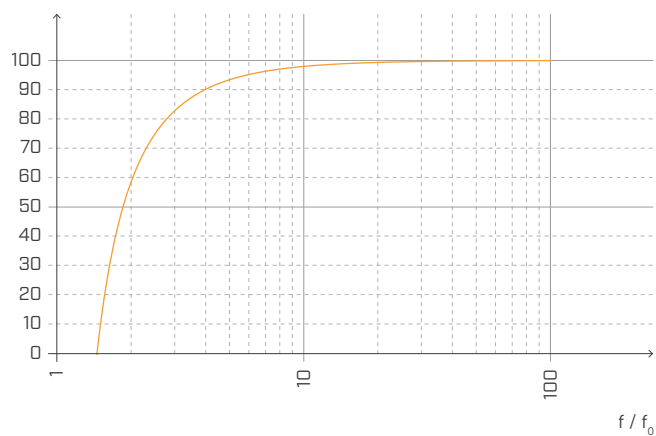
TRASMISSIBILITÀ

Trasmissibilità [dB]



ATTENUAZIONE

Attenuazione [%]



Normalizzata rispetto alla frequenza di risonanza con $f = 20$ Hz.

IL MODELLO CEN (EN ISO 12354)

Il modello CEN proposto dalla serie delle EN ISO 12354 rappresenta uno strumento per stimare in maniera previsionale la prestazione acustica di una partizione a partire dalle caratteristiche degli elementi costruttivi che la caratterizzano. La serie EN ISO 12354 è stata ampliata per dare informazioni specifiche in merito alle tipologie a telaio e in X-LAM.



EN ISO 12354-1:2017

Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.



EN ISO 12354-2:2017

Isolamento acustico al calpestio fra ambienti.

POTERE FONOISOLANTE APPARENTE

Le norme EN ISO 12354 propongono due metodi per calcolare la prestazione acustica di una partizione: il metodo dettagliato ed il metodo semplificato.

Secondo il metodo semplificato, trascurando presenza di piccoli elementi tecnici e percorsi di trasmissione aerea $D_{n,j,w}$, il potere fonoisolante apparente R'_w può essere calcolato come una somma logaritmica della componente della trasmissione diretta $R_{Dd,w}$ e quelli di trasmissione laterale $R_{ij,w}$.

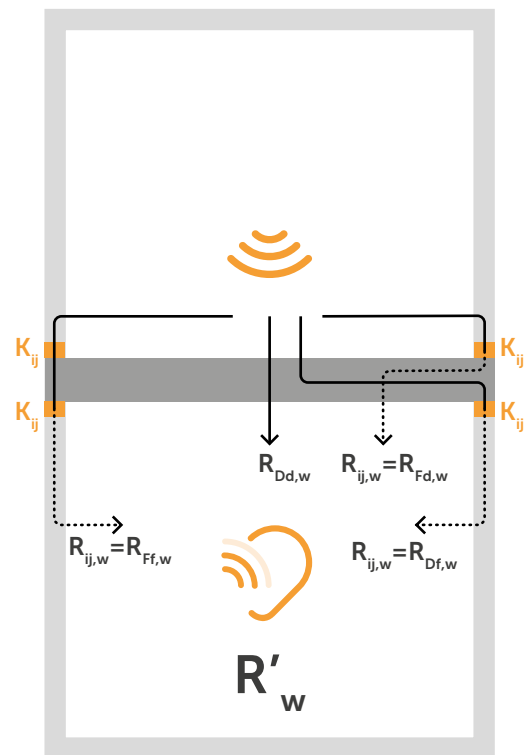
$$R'_w = -10 \log \left[10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{i,j=1}^n 10^{-\frac{R_{ij,w}}{10}} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{j=1}^n 10^{-\frac{D_{n,j,w}}{10}} \right] (dB)$$

Gli indici di valutazione del potere fonoisolante per i percorsi di trasmissione laterale $R_{ij,w}$ possono essere stimati come:

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

dove:

- $R_{i,w}$ e $R_{j,w}$ sono gli indici di valutazione del potere fonoisolante degli elementi di fiancheggiamento i e j rispettivamente;
- ΔR_i , ΔR_j sono incrementi di potere fonoisolante dovuti alla posa di rivestimenti per l'elemento i nell'ambiente sorgente e/o l'elemento j nell'ambiente ricevente;
- K_{ij} indice di riduzione delle vibrazioni attraverso il giunto
- S è l'area dell'elemento di separazione e l_{ij} è la lunghezza del giunto fra la parete di separazione e gli elementi di fiancheggiamento i e j, essendo l_0 una lunghezza di riferimento di 1 m.



Fra i parametri di input che sono richiesti nell'utilizzo del modello, i valori di potere fonoisolante possono essere facilmente reperiti da misure effettuate presso laboratori accreditati o dai produttori di elementi costruttivi; inoltre molti database open-access forniscono dati su soluzioni costruttive consolidate. I ΔR_w possono essere stimati da una schematizzazione dell'insieme parete-rivestimento in termini di sistema massa-molla-massa (EN ISO 12354 Appendice D).

Il parametro più critico da stimare è l'**INDICE DI RIDUZIONE DELLE VIBRAZIONI** K_{ij} . Questa quantità rappresenta l'energia vibrazionale dissipata dal giunto ed è legata all'accoppiamento strutturale degli elementi; alti valori di K_{ij} generano la migliore prestazione del giunto. La normativa EN ISO 12354 fornisce stime previsionali per giunti standard a T o a X per strutture in X-LAM, riportati sulla destra, ma sono ancora pochi i dati sperimentali disponibili. Per questo Rothoblaas ha investito in diverse campagne di misure per fornire dati utilizzabili con questo modello di calcolo.

ASTM & K_{ij}

Le norme ASTM attualmente non prevedono un modello previsionale per la valutazione della trasmissione laterale, pertanto si utilizzano gli standard ISO 12354 e ISO 10848 e si "traducono" nella metrica ASTM.

$$STC_{ij} = \frac{STC_i}{2} + \frac{STC_j}{2} + K_{ij} + \max(\Delta STC_i, \Delta STC_j) + \frac{\min(\Delta STC_i, \Delta STC_j)}{2} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 l_{ij}}$$

DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI RIDUZIONE DELLE VIBRAZIONI K_{ij} DI STRUTTURE IN LEGNO

INTERPOSIZIONE DI STRATI RESILIENTI COME XYLOFON, PIANO, CORK E ALADIN

Anche per questa fase di progettazione è possibile avvalersi del software MyProject oppure seguire uno dei seguenti metodi estrapolati da standard validi a livello internazionale.

METODO 1 SECONDO EN ISO 12354:2017 PER STRUTTURE OMOGENEE

Finora si è considerata questa formulazione anche per le strutture leggere in legno, quindi considerando le connessioni fra gli elementi sempre rigide e omogenee fra loro. Per le strutture in X-LAM questa è sicuramente un'approssimazione.

K_{ij} dipende dalla forma del giunto e dalla tipologia di elementi che lo compongono, in particolar modo la massa superficiale di questi. Nel caso di giunti a T o a X si possono usare le espressioni riportate di fianco.

Per entrambi i casi:

$$K_{ij} = K_{ijrigid} + \Delta L$$

se il percorso della trasmissione laterale attraversa un giunto

$$K_{ij} = K_{ijrigid} + 2\Delta L$$

se il percorso della trasmissione laterale attraversa due giunti

$$M = 10 \log(m_{i\perp}/mi)$$

dove:

$m_{i\perp}$ è la massa di uno degli elementi, quello posizionato in perpendicolare rispetto all'altro.

Quindi questo valore di riduzione delle vibrazioni trasmesse si ricava:

$$\Delta Lw = 10 \log(1/ft)$$

per carichi maggiori di 750 kN/m² sullo strato resiliente con $\Delta L_{min} = 5$ dB

$$f_t = ((G/t_i)(\sqrt{\rho_1 \rho_2}))^{1,5}$$

dove:

G è il modulo di Young tangenziale (MN/m²)

t_i è lo spessore del materiale resiliente (m)

ρ_1 e ρ_2 sono rispettivamente la densità degli elementi connessi 1 e 2

METODO 2 F.3 EMPIRICAL DATA FOR JUNCTIONS CHARACTERIZED BY K_{ij} ISO 12354-1:2017

Gli elementi costruttivi in X-LAM sono elementi per i quali il tempo di riverberazione strutturale è, nella maggior parte dei casi, principalmente determinato dagli elementi di connessione.

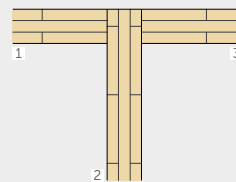
Nel caso di strutture in X-LAM debolmente vincolate tra loro, il contributo della trasmissione laterale può essere determinata in funzione delle seguenti relazioni, valide se $0,5 < (m_1/m_2) < 2$.

METODO 1 - CALCOLO $K_{ijrigid}$

Soluzione 1 - GIUNTO "T"

$$K_{13} = 5,7 + 14,1 M + 5,7 M^2 \text{ dB}$$

$$K_{12} = 5,7 + 5,7 M^2 = K_{23} \text{ dB}$$

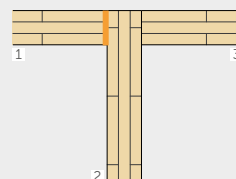


Soluzione 2 - GIUNTO "T"

con interposizione strato resiliente

$$K_{23} = 5,7 + 14,1 M + 5,7 M^2 \text{ dB}$$

$$K_{12} = 5,7 + 5,7 M^2 = K_{23} \text{ dB}$$



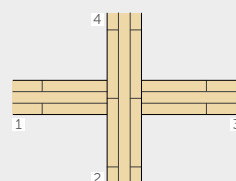
Soluzione 3 - GIUNTO "X"

$$K_{13} = 8,7 + 17,1 M + 5,7 M^2 \text{ dB}$$

$$K_{12} = 8,7 + 5,7 M^2 = K_{23} \text{ dB}$$

$$K_{24} = 3,7 + 14,1 M + 5,7 M^2 \text{ dB}$$

$$0 \leq K_{24} \leq -4 \text{ dB}$$



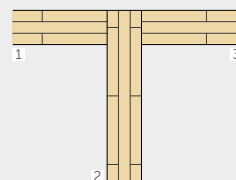
METODO 2 - CALCOLO $K_{ijrigid}$

Soluzione 1 - GIUNTO "T"

$$K_{13} = 22 + 3,3 \log(f/f_k)$$

$$f_k = 500 \text{ Hz}$$

$$K_{23} = 15 + 3,3 \log(f/f_k)$$



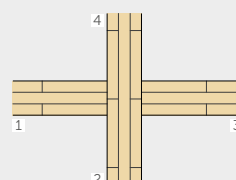
Soluzione 1 - GIUNTO "X"

$$K_{13} = 10 - 3,3 \log(f/f_k) + 10 M$$

$$K_{24} = 23 - 3,3 \log(f/f_k)$$

$$f_k = 500 \text{ Hz}$$

$$K_{14} = 18 - 3,3 \log(f/f_k)$$



IL METODO SEMPLIFICATO

ESEMPIO DI CALCOLO SECONDO LA NORMA EN ISO 12354

DATI IN INGRESSO

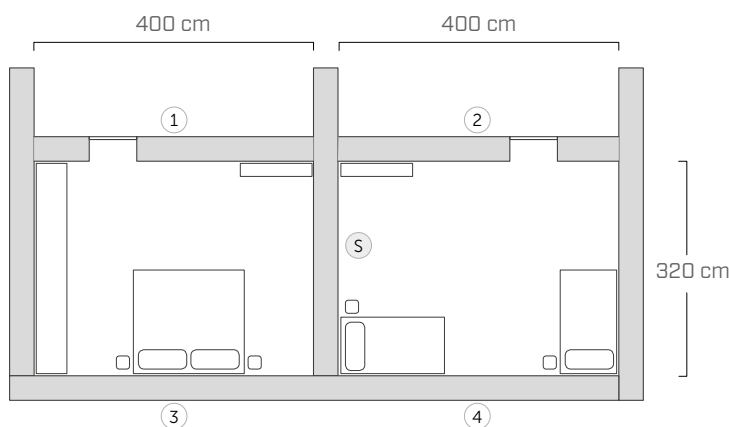
Come anticipato, la serie delle norme EN ISO 12354 fornisce due metodi per il calcolo della prestazione di una partizione: il metodo dettagliato ed il metodo semplificato.

Per quanto concerne l'isolamento aereo, il metodo di calcolo semplificato stima il potere fonoisolante apparente come valore unico sulla base delle prestazioni acustiche degli elementi coinvolti nel giunto. A seguire, si riporta un esempio di calcolo del potere fonoisolante apparente fra due stanze adiacenti.

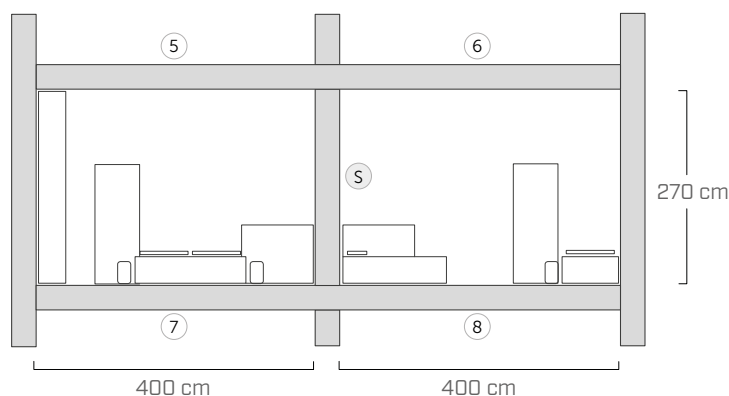
Per determinare la prestazione acustica di una partizione a partire dalla prestazione dei suoi componenti, occorre conoscere per ogni elemento del giunto:

- la geometria della partizione (S)
- le proprietà acustiche della partizione (R_w)
- l'accoppiamento fra elementi strutturali (K_{ij})
- le caratteristiche delle stratigrafie della partizione

PIANTA



SEZIONE



CARATTERISTICHE DELLE PARTIZIONI

PARETE DI SEPARAZIONE (S)

25 mm	cartongesso
50 mm	lana minerale
75 mm	X-LAM
50 mm	lana minerale
25 mm	cartongesso

PARETI INTERNE (1)

12,5 mm	gessofibra
78 mm	X-LAM
12,5 mm	gessofibra

PARETI INTERNE (2)

75 mm	X-LAM
50 mm	lana minerale
25 mm	cartongesso

PARETI ESTERNE (3) (4)

6 mm	intonaco
60 mm	pannello in fibra di legno
160 mm	lana minerale
90 mm	X-LAM
70 mm	listelli in abete
50 mm	lana minerale
15 mm	cartongesso
25 mm	cartongesso

SOLAI (5) (6) (7) (8)

70 mm	massetto cementizio
0,2 mm	membrana in PE
30 mm	anticalpestio
50 mm	sottofondo (sciolto)
140 mm	X-LAM
60 mm	lana minerale
15 mm	cartongesso

I dati sulla caratterizzazione acustica delle partizioni sono stati presi da DataHolz.

www.dataholz.com

CALCOLO DELLE COMPONENTI DI TRASMISSIONE DIRETTA E LATERALE

Il potere fonoisolante apparente è dato dal contributo della componente diretta e dei percorsi di trasmissione laterale calcolati secondo la seguente equazione:

$$R'_w = -10 \log \left[10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{i,j=1}^n 10^{-\frac{R_{ij,w}}{10}} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{j=1}^n 10^{-\frac{D_{n,j,w}}{10}} \right] (dB)$$

Considerando solo i percorsi di trasmissione del primo ordine, per ogni combinazione di partizioni i-j ci sono tre percorsi di trasmissione laterale, per un totale di 12 R_{ij} calcolati secondo l'equazione:

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

DETERMINAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE

Il metodo semplificato ha il vantaggio indiscusso di fornire uno strumento semplice e veloce per stimare l'isolamento acustico in opera.

D'altra parte la sua applicazione risulta piuttosto critica per le strutture in X-LAM in quanto lo smorzamento attraverso i giunti è fortemente influenzato dalla caratterizzazione dell'assemblaggio e meriterebbe una modellazione dedicata. Inoltre, i pannelli in X-LAM forniscono bassi valori di isolamento alle basse frequenze, quindi l'uso di valori unici può restituire risultati poco rappresentativi della prestazione degli elementi in bassa frequenza. Pertanto per un'analisi previsionale accurata si consiglia di utilizzare il metodo dettagliato.

Nell'esempio riportato, l'isolamento acustico per sola trasmissione diretta fornisce un R_w di 53 dB, mentre considerando i contributi della trasmissione laterale, R'_w scende a 51 dB.

$$R'_w = 51 \text{ dB} \quad R_w = 53 \text{ dB}$$

CARATTERISTICHE ACUSTICHE DELLE PARTIZIONI

Percorso di trasmissione	S [m²]	R_w [dB]	m' [kg/m²]
S	8,64	53	69
1	10,8	38	68
2	10,8	49	57
3	10,8	55	94
4	10,8	55	94
5	12,8	63	268
6	12,8	63	268
7	12,8	63	268
8	12,8	63	268

CALCOLO DI R_{ij}

Percorso di trasmissione	R_{ij} [dB]	Percorso di trasmissione	R_{ij} [dB]
1-S	60	S-6	83
3-S	68	S-8	75
5-S	83	1-2	64
7-S	75	3-4	77
S-2	66	5-6	75
S-4	68	7-8	75

CARATTERIZZAZIONE DEI GIUNTI

GIUNTO 1-2-S

Giunto a X
dettaglio 12

GIUNTO 3-4-S

Giunto a T,
dettaglio 5

GIUNTO 5-6-S

Giunto a X con profilo resiliente
dettaglio 43

GIUNTO 7-8-S

Giunto a X con profilo resiliente
dettaglio 43

Scarica tutta la documentazione relativa al progetto dal sito www.rothoblaas.it

IL PROGETTO FLANKSOUND

MISURAZIONI SPERIMENTALI DEL K_{ij} PER GIUNTI IN X-LAM

Rothoblaas ha finanziato una ricerca finalizzata alla misurazione dell'indice di riduzione delle vibrazioni K_{ij} per una varietà di giunti fra pannelli in X-LAM, con il doppio obiettivo di fornire dati sperimentali specifici per la progettazione acustica di edifici in X-LAM e di contribuire allo sviluppo dei metodi di calcolo.

Nella campagna di misurazione sono stati testati giunti a L, T e X.

I pannelli in X-LAM sono stati forniti da sette diversi produttori: i differenti processi di produzione li distinguono ad esempio per numero e spessore delle tavole, incollaggio laterale delle lamelle, presenza di tagli anti-ritiro nell'anima. Sono stati testati differenti tipi di viti e connettori, così come diverse strisce resilienti nel giunto parete-solaio.

Le misurazioni sono state effettuate all'interno del magazzino della sede Rothoblaas in Cortaccia (BZ).

Le misurazioni dell'indice di riduzione delle vibrazioni sono state condotte in osservanza della EN ISO 10848.



K_{ij} per diversi tipi di giunto

- 7 differenti produttori di X-LAM
- giunti orizzontali e verticali a L, T, X
- influenza del tipo e del numero di viti
- influenza del tipo e del numero di angolari
- influenza del tipo e del numero di hold down
- utilizzo di strisce resilienti



FISSAGGIO

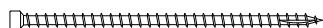
HBS

vite a testa svasata



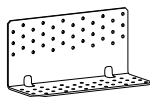
VGZ

connettore tutto filetto
a testa cilindrica



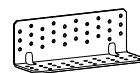
TITAN N

angolare per forze di taglio su
pareti piene



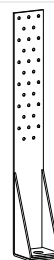
TITAN F

angolare per forze di taglio su
pareti a telaio



WHT

angolare per forze
di trazione



ACUSTICA

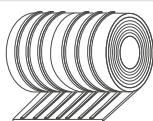
XYLOFON

profilo resiliente
ad alte prestazioni



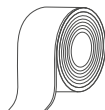
ALADIN

profilo resiliente



CONSTRUCTION SEALING

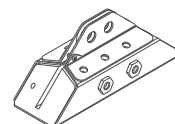
profilo di tenuta all'aria



X-RAD

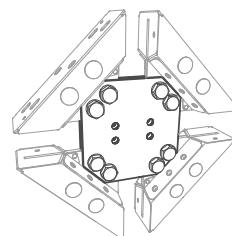
X-ONE

connettore universale
per pannelli in X-LAM



X-PLATE

gamma completa
di piastre di collegamento



CONFIGURAZIONE DI MISURA

LA CATENA DI MISURA: STRUMENTAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

L'indice di riduzione delle vibrazioni K_{ij} si valuta come:

$$K_{ij} = \frac{D_{v,ij} + D_{v,ji}}{2} + 10 \log \frac{l_{ij}}{\sqrt{a_i a_j}} \text{ (dB)}$$

dove:

$D_{v,ij}$ ($D_{v,ji}$) è la differenza di velocità di vibrazione fra gli elementi i e j (j e i) quando l'elemento i (j) è eccitato (dB)

l_{ij} è la lunghezza del giunto comune fra gli elementi i e j

a sono le lunghezze di assorbimento equivalente degli elementi i e j

$$a = \frac{2.2\pi^2 S}{c_0 T_s} \sqrt{\frac{f_{ref}}{f}} \text{ (m)}$$

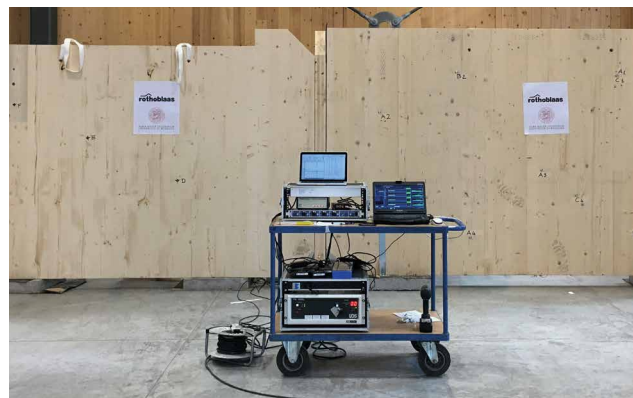
S è la superficie del pannello

f è la frequenza

T_s è il tempo di riverberazione strutturale

La sorgente utilizzata è uno shaker elettrodinamico con forza di picco sinusoidale di 200 N, montato su un basamento inerziale e avvitato ai pannelli in X-LAM attraverso una piastra.

I livelli di velocità di vibrazione sono stati misurati eccitando i pannelli con un rumore rosa filtrato a 30 Hz, che ha permesso l'acquisizione dei dati a partire da 50 Hz. I tempi di riverberazione strutturale sono stati calcolati dalle risposte impulsive, acquisite utilizzando segnali ESS. Gli accelerometri sono stati fissati ai pannelli con magneti: questi venivano fissati su occhielli avvitati ai pannelli con viti lunghe almeno metà dello spessore dei pannelli, per rendere l'apparato di misura solidale fino allo strato centrale del pannello. Gli indici di riduzione delle vibrazioni sono riportati in bande di terzi d'ottava da 100 a 3150 Hz insieme al valore mediato nell'intervallo 200-1250 Hz.



A. Speranza, L. Barbaresi, F. Morandi, " **Experimental analysis of flanking transmission of different connection systems for CLT panels** " in Proceedings of the World Conference on Timber Engineering 2016, Vienna, August 2016.

L. Barbaresi, F. Morandi, M. Garai, A. Speranza, " **Experimental measurements of flanking transmission in CLT structures** " in Proceedings of the International Congress on Acoustics 2016, Buenos Aires, September 2016.

L. Barbaresi, F. Morandi, M. Garai, A. Speranza, " **Experimental analysis of flanking transmission in CLT structures** " of Meetings on Acoustics (POMA), a serial publication of the Acoustical Society of America - POMA-D-17-00015.

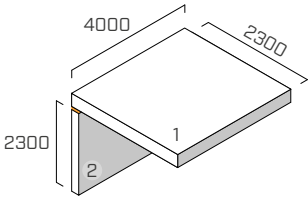
L. Barbaresi, F. Morandi, J. Belcari, A. Zucchelli, Alice Speranza, " **Optimising the mechanical characterisation of a resilient interlayer for the use in timber construction** " in Proceedings of the International congress on sound and vibration 2017, London, July 2017.

GIUNTO A L

EN ISO 10848-1/4

STRUTTURA

solaio: X-LAM 5 strati (s: 160 mm) (2,3 m x 4,0 m)
 parete inferiore: X-LAM 5 strati (s: 100 mm) (4,0 m x 2,3 m)



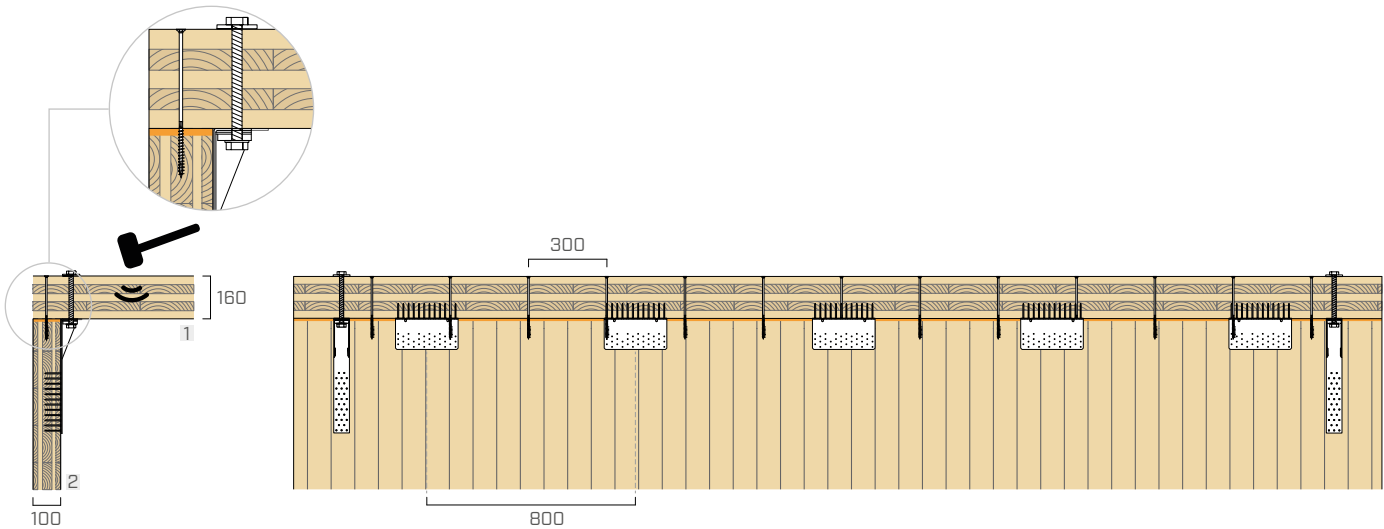
SISTEMA DI FISSAGGIO

13 viti a filetto parziale **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), passo 300 mm
 5 angolari **TITAN** (TTN240), passo 800 mm
 schema di fissaggio: chiodatura totale 72 viti 5 x 50
 2 hold down **WHT** (WHT440)

PROFILO RESILIENTE

ALADIN SOFT

posizione: tra la parete inferiore e il solaio.
dimensioni: larghezza = 95 mm spessore = 6 mm lunghezza = 4,0 m
area di contatto: striscia continua (stessa larghezza della parete)
carico applicato [kN/m]: peso proprio della struttura



f [Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
K ₁₂ [dB]	8,7	14,4	8,7	10,0	10,7	9,5	6,1	9,8	9,4	14,1	16,1	18,1	18,1	17,8	21,3	19,1

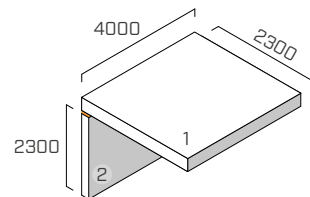
$$\overline{K_{12}} = 11,5 \text{ dB}$$

GIUNTO A L

EN ISO 10848-1/4

STRUTTURA

solaio: X-LAM 5 strati (s: 160 mm) (2,3 m x 4,0 m)
parete inferiore: X-LAM 5 strati (s: 100 mm) (4,0 m x 2,3 m)



SISTEMA DI FISSAGGIO

13 viti a filetto parziale **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), passo 300 mm
5 angolari **TITAN** (TTN240), passo 800 mm
schema di fissaggio: chiodatura totale 72 viti 5 x 50
2 hold down **WHT** (WHT440)

PROFILO RESILIENTE

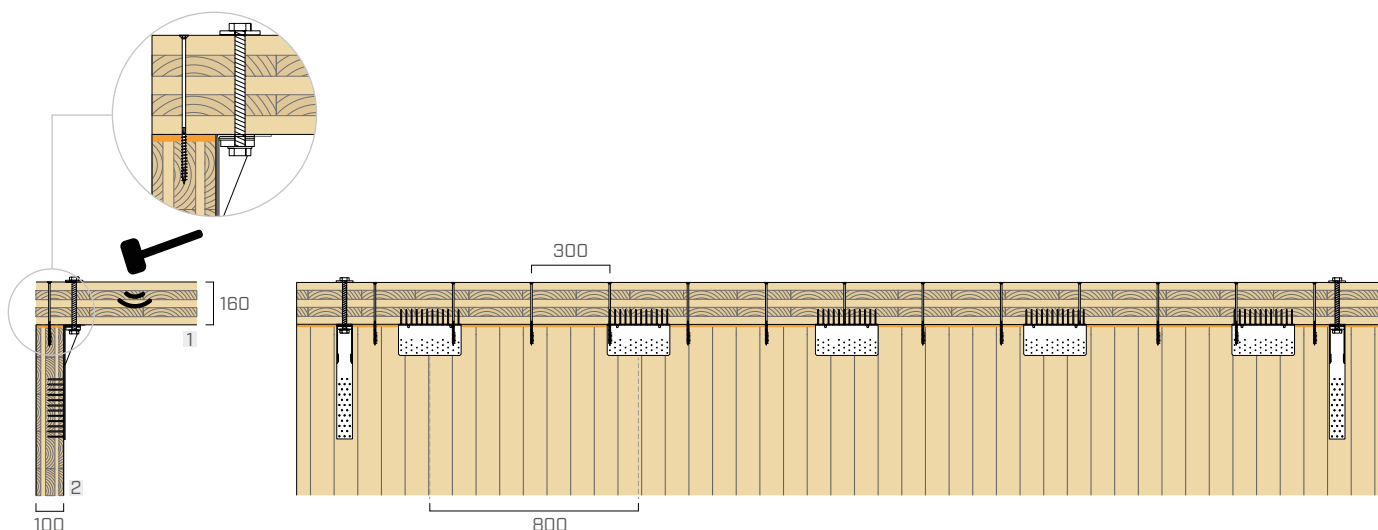
ALADIN SOFT

posizione: tra la parete inferiore e il solaio.

dimensioni: larghezza = 95 mm spessore = 6 mm lunghezza = 4,0 m

area di contatto: striscia continua (stessa larghezza della parete)

carico applicato [kN/m]: 2



f [Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
K_{12} [dB]	9,5	13,6	8,7	11,8	9,0	10,1	7,2	8,7	10,4	14,2	17,0	16,5	18,4	20,0	23,1	19,7

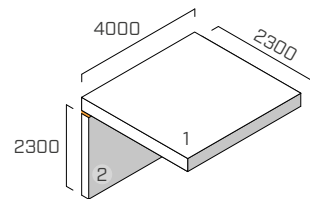
$$\overline{K_{12}} = 11,7 \text{ dB}$$

GIUNTO A L

EN ISO 10848-1/4

STRUTTURA

solaio: X-LAM 5 strati (s: 160 mm) (2,3 m x 4,0 m)
parete inferiore: X-LAM 5 strati (s: 100 mm) (4,0 m x 2,3 m)



SISTEMA DI FISSAGGIO

13 viti a filetto parziale **HBS** Ø8 x 240 mm (HBS8240), passo 300 mm
5 angolari **TITAN** (TTN240), con profilo resiliente **ALADIN**, passo 800 mm
schema di fissaggio: chiodatura totale 72 viti 5 x 50
2 hold down **WHT** (WHT440)

PROFILO RESILIENTE

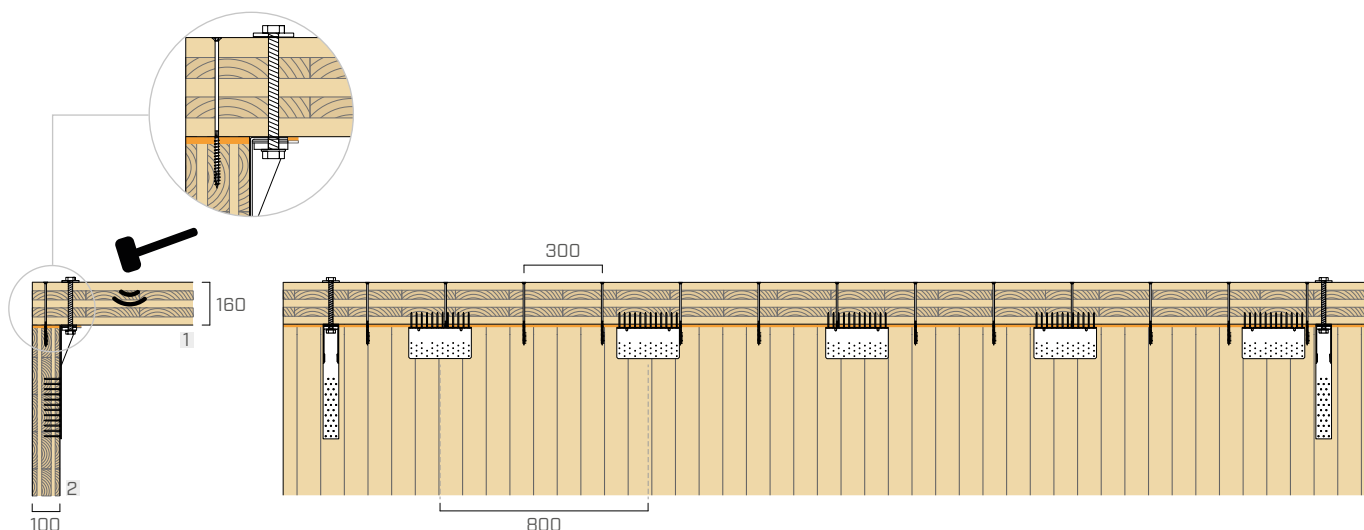
ALADIN SOFT

posizione: tra la parete inferiore e il solaio.

dimensioni: larghezza = 95 mm spessore = 6 mm lunghezza = 4,0 m

area di contatto: striscia continua (stessa larghezza della parete)

carico applicato [kN/m]: peso proprio della struttura



f [Hz]	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
K ₁₂ [dB]	9,7	15,3	9,0	11,2	9,2	9,3	6,6	10,6	9,7	14,0	16,3	15,8	16,7	17,8	22,1	21,8

$$\overline{K_{12}} = 11,4 \text{ dB}$$

MISURE IN SITU

L'efficacia di ALADIN è stata verificata anche attraverso la misura dei requisiti acustici passivi in edifici realizzati. ALADIN è stato impiegato in edifici residenziali, strutture ricettive, campus universitari, scuole, centri di salute ed edifici multipiano ad uso misto. Le prestazioni ottenute non hanno deluso le aspettative e ALADIN si è mostrato un ottimo alleato per la riduzione della trasmissione laterale.

CAMPUS UNIVERSITARIO

Victoria [AU]

descrizione	studentato universitario con 150 posti letto
tipo di struttura	pannelli in X-LAM
luogo	Victoria (Australia)
prodotti	ALADIN, XYLOFON



EDIFICIO MULTIPIANO

Toronto [CA]

descrizione	edificio di 6 piani ad uso residenziale
tipo di struttura	pannelli in X-LAM
luogo	Toronto (Canada)
prodotti	ALADIN, XYLOFON

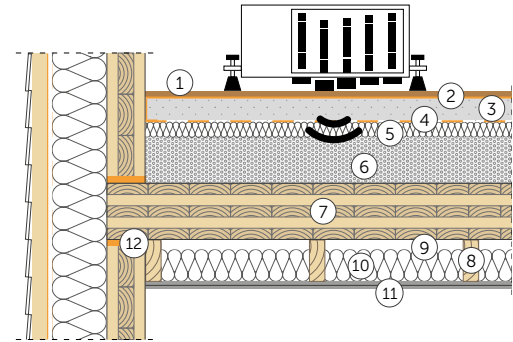


MISURAZIONE IN CANTIERE | SOLAIO IN X-LAM

MISURA DELL'INDICE DI VALUTAZIONE DELLA RIDUZIONE DEL LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO
NORMATIVE DI RIFERIMENTO ISO 140-7

SOLAIO

Superficie = 31 m²
Volume stanza ricevente = 75 m³



- ① Pavimento in legno (spessore: 15 mm)
- ② **SILENT STEP** (spessore: 2 mm)
- ③ Massetto cemento (spessore: 70 mm)
- ④ **BARRIER 100**
- ⑤ Isolante in lana minerale (spessore: 30 mm) $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$
- ⑥ Riempimento di ghiaia (spessore: 80 mm) (1600 kg/m³)
- ⑦ X-LAM (spessore: 146 mm)
- ⑧ Listello in legno massiccio (spessore: 150 mm base: 50 mm)
- ⑨ Camera d'aria
- ⑩ Isolante in lana minerale a bassa densità (spessore: 120 mm)
- ⑪ Pannello in cartongesso x2 (spessore: 25 mm)
- ⑫ **ALADIN EXTRA SOFT**

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO



f [Hz]	L'NT,w [dB]
50	-
63	-
80	-
100	44,6
125	40,6
160	41,4
200	40,6
250	37,7
315	33,6
400	35,1
500	35,2
630	32,2
800	27,6
1000	24,7
1250	22,2
1600	18,3
2000	13,2
2500	8,0
3150	7,3
4000	-
5000	-

senza ALADIN EXTRA SOFT

$L'_{nT,w,0} (C_l) = 38 (1) \text{ dB}$
 $NIS_{ASTM} = 73$

con ALADIN EXTRA SOFT

$L'_{nT,w,ALADIN} (C_l) = \mathbf{34 (0) \text{ dB}}$
 $NIS_{ASTM} = 75$

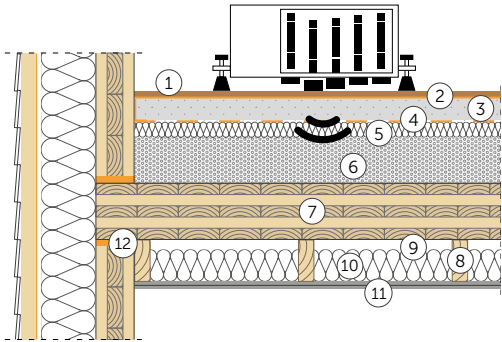
MISURAZIONE IN CANTIERE | SOLAIO IN X-LAM

MISURA DELL'INDICE DI VALUTAZIONE DELLA RIDUZIONE DEL LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO
NORMATIVE DI RIFERIMENTO ISO 140-7

SOLAIO

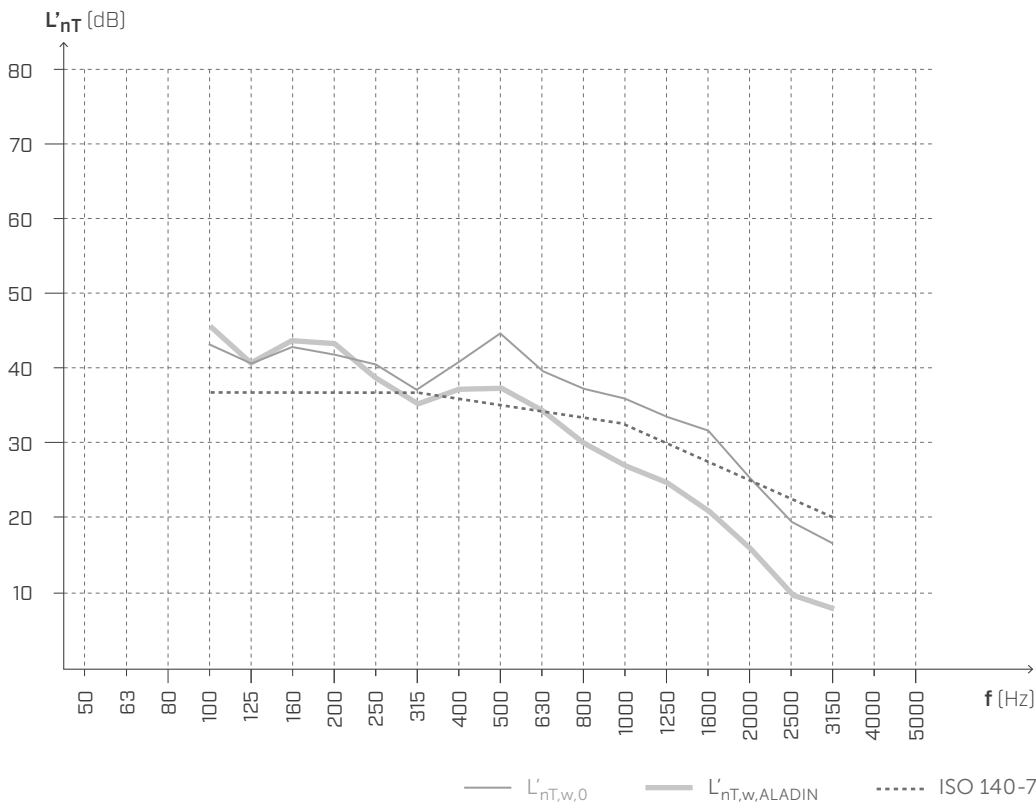
Superficie = 31 m²

Volume stanza ricevente = 75 m³



- ① Pavimento in legno (spessore: 15 mm)
- ② **SILENT STEP** (spessore: 2 mm)
- ③ Massetto cemento (spessore: 70 mm)
- ④ **BARRIER 100**
- ⑤ Isolante in lana minerale (spessore: 30 mm) $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$
- ⑥ Riempimento di ghiaia (spessore: 80 mm) (1600 kg/m³)
- ⑦ X-LAM (spessore: 146 mm)
- ⑧ Listello in legno massiccio (spessore: 150 mm base: 50 mm)
- ⑨ Camera d'aria
- ⑩ Isolante in lana minerale a bassa densità (spessore: 120 mm)
- ⑪ Pannello in cartongesso x2 (spessore: 25 mm)
- ⑫ **ALADIN SOFT**

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA DI CALPESTIO



f [Hz]	L'nT,w [dB]
50	-
63	-
80	-
100	45,7
125	40,7
160	43,8
200	43,3
250	38,8
315	35,3
400	37,3
500	37,4
630	34,4
800	30,1
1000	27,0
1250	24,8
1600	20,9
2000	16,0
2500	9,8
3150	7,9
4000	-
5000	-

senza ALADIN EXTRA SOFT

$L'_{nT,w,0} (C_l) = 38 (1) \text{ DB}$

NISRASTM = 73

con ALADIN EXTRA SOFT

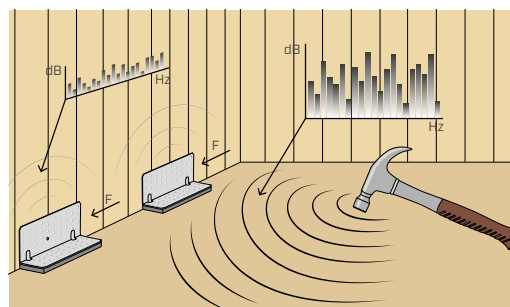
$L'_{nT,w,ALADIN} (C_l) = \mathbf{35 (0) \text{ dB}}$

NISRASTM = 74

INTERAZIONE ACUSTICA E MECCANICA

COMPORTAMENTO ACUSTICO - MECCANICO TITAN + ALADIN

Il sistema TITAN + ALADIN è stato sottoposto ad una serie di prove che hanno permesso di comprenderne il comportamento acustico e meccanico. Le campagne sperimentali condotte nell'ambito del progetto Seismic-Rev ed in collaborazione con molteplici Istituti di ricerca, hanno mostrato come le caratteristiche del profilo resiliente influenzino la prestazione meccanica della connessione. Dal punto di vista acustico, con il progetto Flanksound, è stato dimostrato che la capacità di smorzamento delle vibrazioni attraverso il giunto è fortemente influenzata da tipo e numero di connessioni.



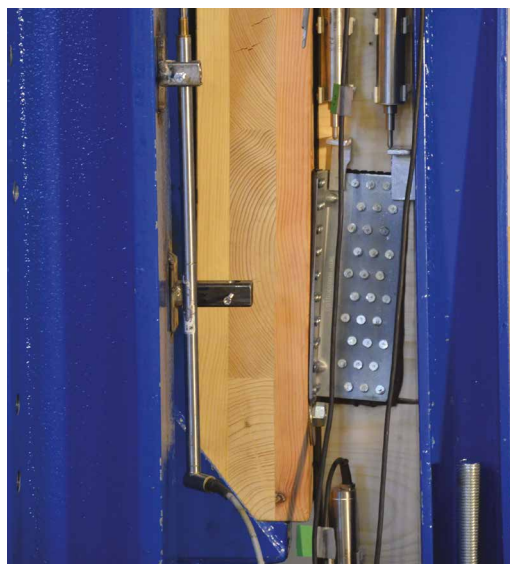
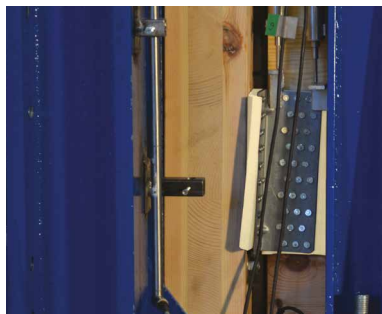
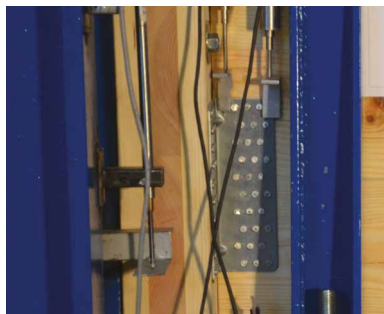
INDAGINI SPERIMENTALI: COMPORTAMENTO MECCANICO

All'interno del progetto Seismic-Rev, in collaborazione con l'Università degli Studi di Trento e l'Istituto per la BioEconomia (IBE - San Michele all'Adige), si è avviato un progetto di indagine per la valutazione del comportamento meccanico degli angolari TITAN utilizzati in accoppiamento a diversi profili fonoisolanti.

PRIMA FASE DI LABORATORIO

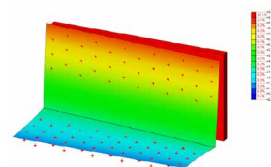
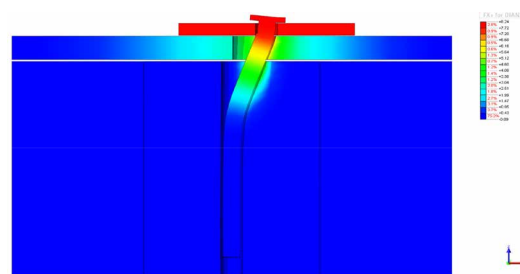
Nella prima fase sperimentale sono state effettuate prove monotone a taglio svolte tramite procedure di carico lineare in controllo di spostamento, volte a valutare la variazione della resistenza ultima e della rigidità offerte dalla connessione TTF200 con chiodi LBA Ø4 x 60 mm.

Campioni di prova:
pannelli X-LAM
angolare TITAN TTF200



MODELLAZIONE NUMERICA

I risultati della campagna di indagine preliminare hanno evidenziato l'importanza di condurre analisi più accurate dell'influenza dei profili acustici sul comportamento meccanico degli angolari metallici TTF200 e TTN240 in termini di resistenza e rigidità globali. Per tale ragione si è deciso di condurre ulteriori valutazioni mediante modellazioni numeriche agli elementi finiti, partendo dal comportamento del singolo chiodo. Nel caso in esame si è analizzata l'influenza di tre differenti profili resilienti: XYLOFON 35 (6 mm), ALADIN SOFT (5 mm) ed ALADIN EXTRA SOFT (7 mm).



Deformazione Tx [mm]
per spostamento indotto 8 mm

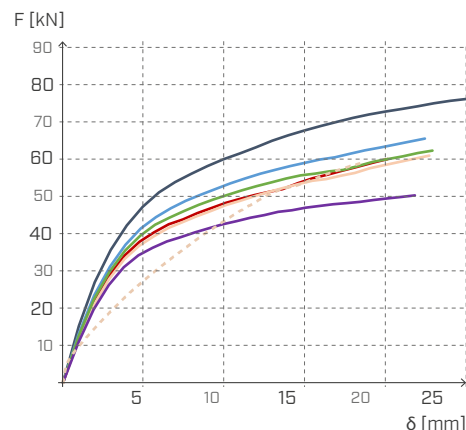
VARIAZIONE DELLA RESISTENZA MECCANICA A TAGLIO IN FUNZIONE DEL PROFILO FONOIISOLANTE

Il confronto dei risultati tra le differenti configurazioni analizzate viene riportato in termini di variazione della forza a 15 mm di spostamento ($F_{15\text{ mm}}$) e della rigidezza elastica a 5 mm ($K_{5\text{ mm}}$).

TITAN TTF200

configurazioni	sp	$F_{15\text{ mm}}$	$\Delta F_{15\text{ mm}}$	$K_{5\text{ mm}}$	$\Delta K_{5\text{ mm}}$
	[mm]	[kN]		[kN/mm]	
TTF200	-	68,4	-	9,55	-
TTF200 + ALADIN SOFT red.*	3	59,0	-14 %	8,58	-10 %
TTF200 + ALADIN EXTRA SOFT red.*	4	56,4	-18 %	8,25	-14 %
TTF200 + ALADIN SOFT	5	55,0	-20 %	7,98	-16 %
TTF200 + XYLOFON PLATE	6	54,3	-21 %	7,79	-18 %
TTF200 + ALADIN EXTRA SOFT	7	47,0	-31 %	7,30	-24 %

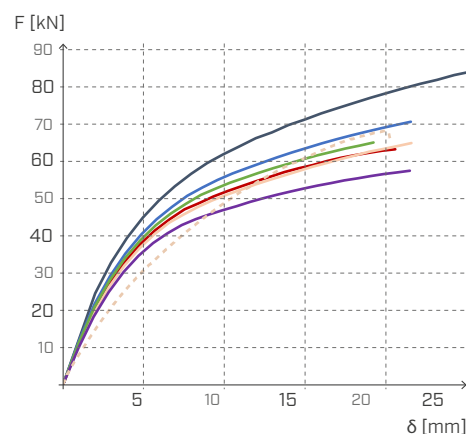
* Spessore ridotto: altezza del profilo ridotta in virtù della sezione grecata e del conseguente schiacciamento indotto dalla testa del chiodo in fase di esercizio.



TITAN TTN240

configurazioni	sp	$F_{15\text{ mm}}$	$\Delta F_{15\text{ mm}}$	$K_{5\text{ mm}}$	$\Delta K_{5\text{ mm}}$
	[mm]	[kN]		[kN/mm]	
TTN240	-	71,9	-	9,16	-
TTN2400 + ALADIN SOFT red.*	3	64,0	-11 %	8,40	-8 %
TTN240 + ALADIN EXTRA SOFT red.*	4	61,0	-15 %	8,17	-11 %
TTN240 + ALADIN SOFT	5	59,0	-18 %	8,00	-13 %
TTN240 + XYLOFON PLATE	6	58,0	-19 %	7,81	-15 %
TTN240 + ALADIN EXTRA SOFT	7	53,5	-26 %	7,47	-18 %

* Spessore ridotto: altezza del profilo ridotta in virtù della sezione grecata e del conseguente schiacciamento indotto dalla testa del chiodo in fase di esercizio.



RISULTATI SPERIMENTALI

Dai risultati ottenuti si evidenzia una riduzione della resistenza e della rigidezza dei dispositivi in seguito all'interposizione dei profili fonoisolanti. Tale variazione risulta fortemente dipendente dallo spessore del profilo. Al fine di contenere la riduzione di resistenza, è necessario adottare profili con spessori reali approssimativamente inferiori o uguali a 6 mm.

RESISTENZA A TAGLIO E TRAZIONE TITAN + ALADIN CERTIFICATA IN ETA

Non solo prove sperimentali, ma anche valori certificati da organismi di valutazione indipendenti che certificano le caratteristiche prestazionali dei prodotti da costruzione non standard.

TITAN

La resistenza di TITAN accoppiato con ALADIN al di sotto della flangia orizzontale, è stata calcolata a partire dalla capacità portante di chiodi o viti in accordo a "Blaß, H.J. und Laskewitz, B. (2000); Load-Carrying Capacity of Joints with Dowel-Type fasteners and Interlayers.", trascurando in via conservativa la rigidità del profilo.

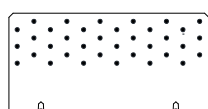
Trattandosi di un angolare innovativo e di uno dei primi certificati sul mercato, si è scelto di seguire un approccio fortemente conservativo e di simulare ALADIN come uno strato d'aria equivalente. La capacità dell'angolare viene pertanto ampiamente sottostimata.



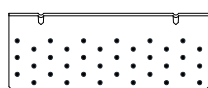
ANGOLARE	fissaggio				$F_{2/3,Rk}$ [kN]
	tipo	$\varnothing \times L$ [mm]	n_V [pz.]	n_H [pz.]	
TTN240 + ALADIN SOFT	chiodi LBA	4 x 60	36	36	28,9
	viti LBS	5 x 50	36	36	27,5
TTS240 + ALADIN EXTRA SOFT	viti HBS PLATE	8 x 80	14	14	27,5
	viti LBS	5 x 50	36	36	25,8

SCHEMI DI FISSAGGIO LEGNO-LEGNO

TTN240

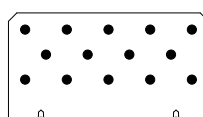


36 chiodi LBA/viti LBS

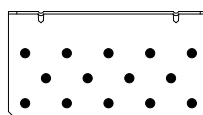


36 chiodi LBA/viti LBS

TTS240



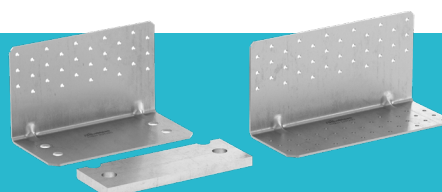
14 chiodi LBA/viti LBS



14 chiodi LBA/viti LBS

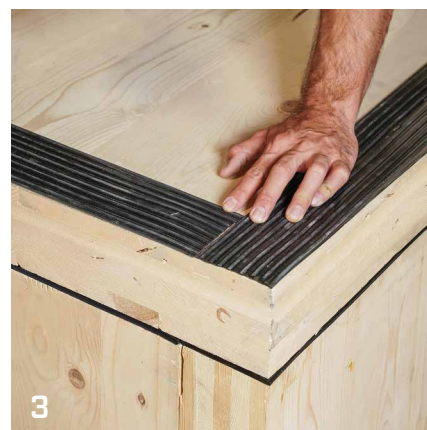
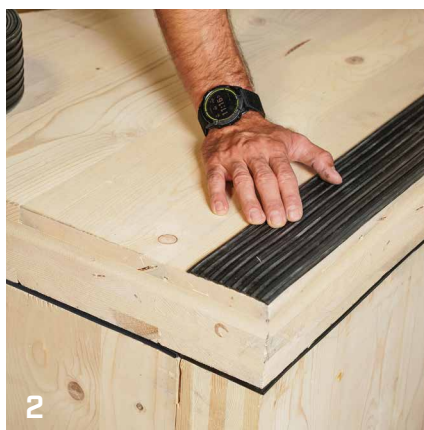
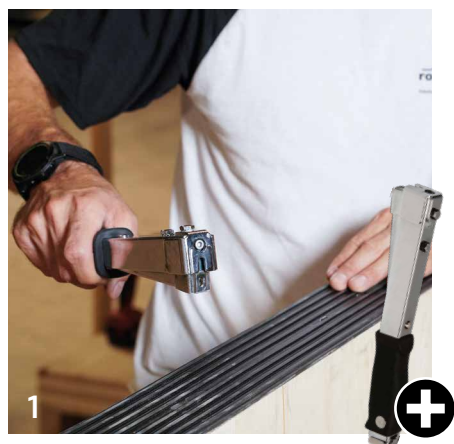
Scopri la gamma completa di **TITAN** sul nostro sito oppure richiedi il catalogo al tuo agente di fiducia.

www.rothoblaas.it

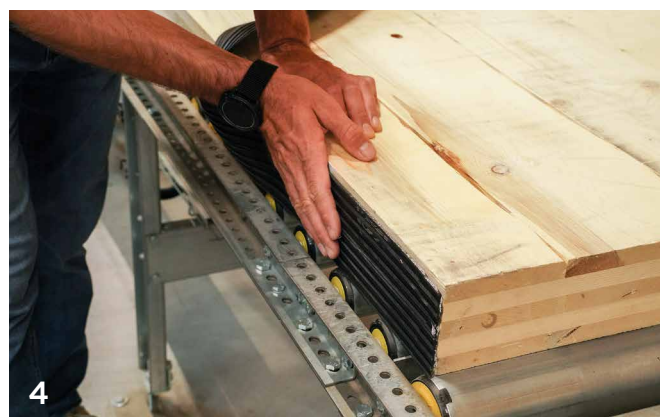


ALADIN | CONSIGLI DI POSA

APPLICAZIONE CON GRAFFE



APPLICAZIONE CON PRIMER SPRAY



APPLICAZIONE CON DOUBLE BAND



Nessuna garanzia della conformità legale e/o al progetto dei dati e dei calcoli è fornita da Rotho Blaas Srl, che mette a disposizione strumenti indicativi quale servizio tecnico-commerciale nell'ambito dell'attività di vendita.

Rotho Blaas Srl segue una politica di continuo sviluppo dei propri prodotti, riservandosi pertanto il diritto di modificare le caratteristiche degli stessi, le specifiche tecniche ed altra documentazione senza preavviso.

È dovere dell'utilizzatore o del progettista responsabile verificare ad ogni utilizzo la conformità dei dati alla normativa vigente e al progetto. La responsabilità ultima della scelta del prodotto adeguato per una specifica applicazione spetta all'utilizzatore/progettista.

I valori derivanti dalle "indagini sperimentali" sono basati sui risultati effettivi dei test e validi esclusivamente per le condizioni di prova indicate.

Rotho Blaas Srl non garantisce e in nessun caso potrà essere ritenuta responsabile in merito a danni, perdite e costi o altre conseguenze, a qualsiasi titolo (garanzia per vizi, garanzia per malfunzionamento, responsabilità del prodotto o di legge, etc.) correlati all'utilizzo o all'impossibilità di utilizzare i prodotti per qualsiasi scopo; ad un uso non conforme del prodotto;

Rotho Blaas Srl è sollevata da ogni responsabilità per eventuali errori di stampa e/o battitura. In caso di divergenze di contenuti tra versioni del catalogo nelle varie lingue, il testo italiano è vincolante e prevalente rispetto alle traduzioni.

Le illustrazioni sono parzialmente completate con accessori non inclusi. Le immagini sono a scopo illustrativo. Le quantità di imballo possono variare.

Il presente catalogo è proprietà privata di Rotho Blaas Srl e non può essere copiato, riprodotto o pubblicato, anche per stralci, senza preventivo consenso scritto. Ogni violazione è perseguita a norma di legge.

Le condizioni generali di acquisto Rotho Blaas Srl sono reperibili sul sito www.rothoblaas.it.

Rotho Blaas Srl

Via dell'Adige N.2/1 | 39040, Cortaccia (BZ) | Italia
Tel: +39 0471 81 84 00 | Fax: +39 0471 81 84 84
info@rothoblaas.com | www.rothoblaas.it

