



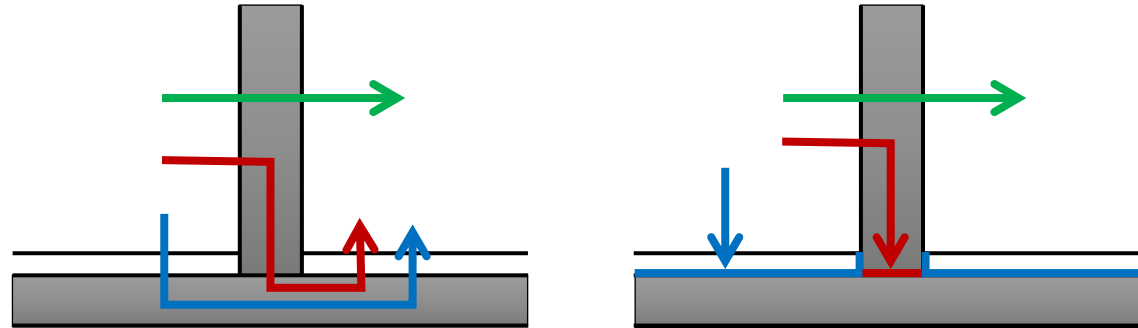
Interazione fra statica e acustica nelle strutture in legno

Ing. Paola Brugnara

Product Engineer - Rotho Blaas

01/04/2021

Trasmissione diretta e laterale



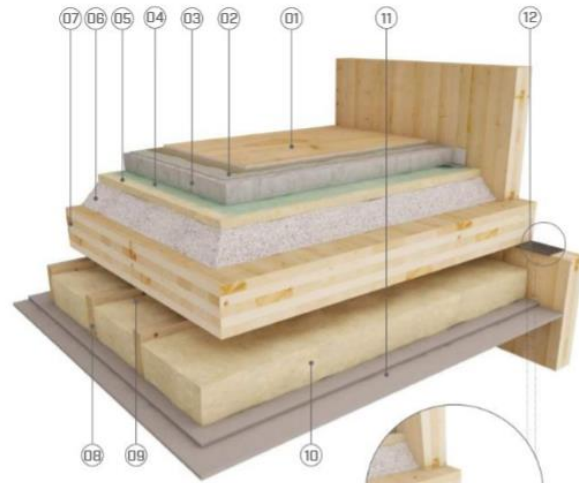
$$R' = -10 \log \cdot \left(10^{-\frac{R_{Dd}}{10}} + \sum_{i,j=1}^n 10^{-\frac{R_{ij}}{10}} \right) (dB)$$

Trasmissione diretta

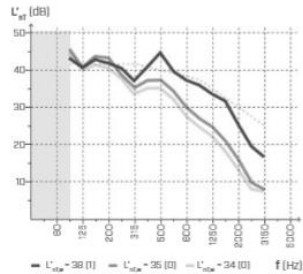
Trasmissione laterale

Trasmissione diretta

SOLUZIONE XLAM_06



■ $L'_{nT,W} [C_i] = 34 [0] \text{ dB}$
■ $NIS_{ASTM} = 34$



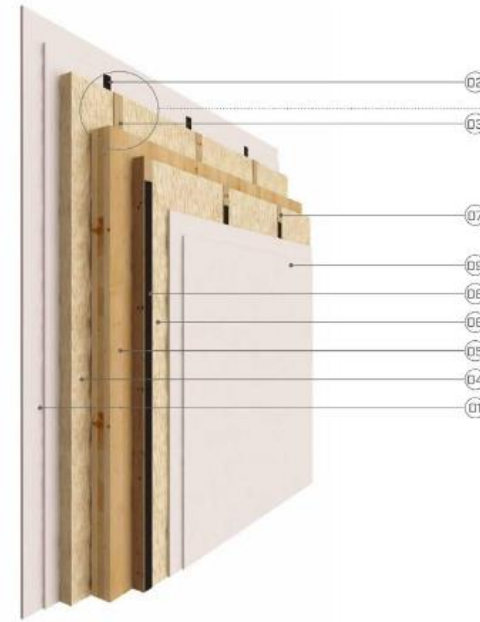
Senza profilo resiliente
 $L'_{nT,W} [C_i] = 38 [1] \text{ dB}$
 $NIS_{ASTM} = 38$



Con ALADIN STRIPE SOFT
 $L'_{nT,W} [C_i] = 35 [0] \text{ dB}$
 $NIS_{ASTM} = 35$

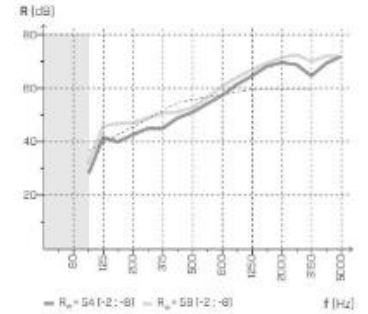
f [Hz]	$L'_{nT,W}$ [dB]	$L'_{nT,W}$ [dB]	$L'_{nT,W}$ [dB]
50	-	-	-
63	-	-	-
80	-	-	-
100	45,3	44,6	45,7
125	40,8	40,6	40,7
160	45,0	41,4	43,8
200	41,9	40,6	43,5
250	40,6	37,7	38,8
315	37,2	35,6	35,5
400	41,0	35,1	37,5
500	44,8	35,2	37,4
630	39,7	32,2	34,4
800	37,5	27,6	30,1
1000	36,1	24,7	27,0
1250	35,6	22,2	24,8
1600	31,8	18,5	20,9
2000	25,3	15,2	16,0
2500	19,6	8,0	9,8
3150	16,7	7,5	7,9
4000	-	-	-
5000	-	-	-
	38	34	35

SOLUZIONE XLAM_11



■ $R_w [C; C_{tr}] = 54 [-2; -8] \text{ dB}$
■ $STC_{ASTM} = 56$

■ $R_w [C; C_{tr}] = 58 [-2; -8] \text{ dB}$
■ $STC_{ASTM} = 59$



Senza profilo
 $R_w [C; C_{tr}] = 54 [-2; -8] \text{ dB}$
 $STC_{ASTM} = 56$

f [Hz]	R_w [dB]	R_w [dB]
50	-	-
63	-	-
80	-	-
100	27,3	31,7
125	41,7	45,9
160	40,0	46,9
200	42,8	47,0
250	45,0	49,0
315	45,1	50,7
400	49,0	51,2
500	51,0	52,6
630	54,3	56,6
800	57,5	60,8
1000	61,4	64,1
1250	64,8	67,0
1600	68,3	69,6
2000	69,8	71,6
2500	69,0	72,6
3150	64,7	70,1
4000	69,5	72,3
5000	72,0	72,0
	54	58

Isolamento acustico strutturale

Lavorare in questo livello della struttura significa poter risolvere il problema alla radice, permettendo maggiore flessibilità e tolleranza nelle fasi di lavorazione e modifica degli strati successivi, quali pacchetti di isolamento termico e acustico o rivestimenti e controplaccaggi di vario genere.



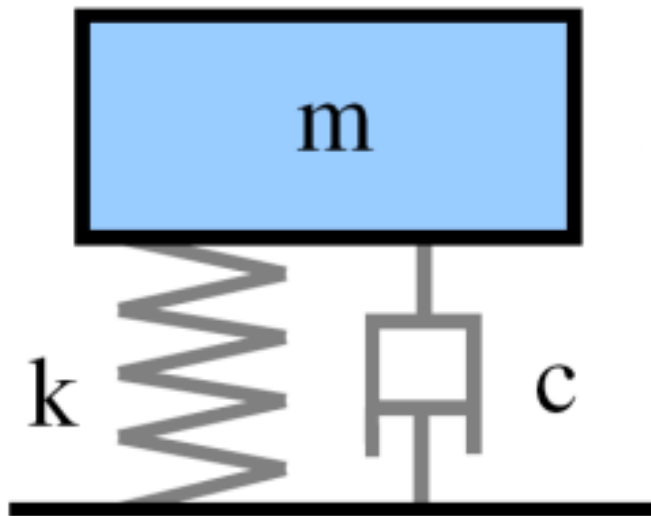
Isolamento acustico strutturale

PRODOTTI RESILIENTI: strati di separazione elastici fra elementi rigidi la cui caratteristica principale è quella di non permettere la trasmissione delle vibrazioni nella struttura dell'edificio (per esempio urti o rumore da calpestio) sulle partizioni dello stesso.

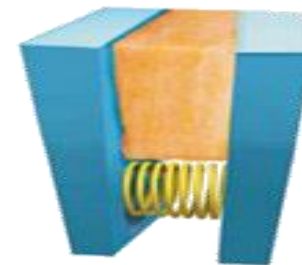


Isolamento acustico strutturale

Disaccoppiamento (Desolidarizzazione): azione o tecnica costruttiva in cui si mantengono isolati o separati elementi il cui contatto consentirebbe la trasmissione delle vibrazioni e quindi del rumore.



MASSA
 +
 MOLLA
 +
 MASSA



Principio di disaccoppiamento

Il profilo funziona come un sistema molla+smorzatore.

La **componente elastica** (molla) dissipa energia “rimbalzando” (ovviamente se il sistema è troppo caricato o troppo poco, la molla non si attiva), la **componente smorzante** fa smettere la molla di rimbalzare e **trasforma il moto in attrito viscoso**. La mancanza di una delle due componenti comporterebbe la mancata dissipazione di energia.

Principio di disaccoppiamento

Questi tipi di prodotto hanno lo scopo di creare un sistema disaccoppiato e di ridurre la quantità di energia (vibrazioni) che viene trasferita dal sistema.

Il sistema è disaccoppiato se si supera la frequenza di risonanza. La frequenza di risonanza dipende da come il materiale viene caricato.

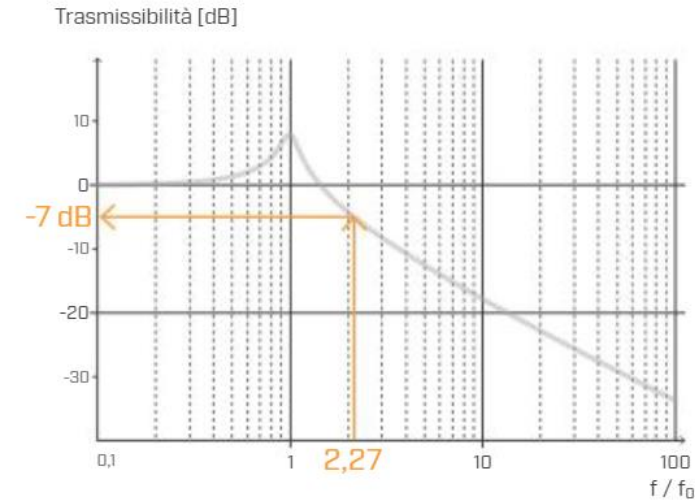
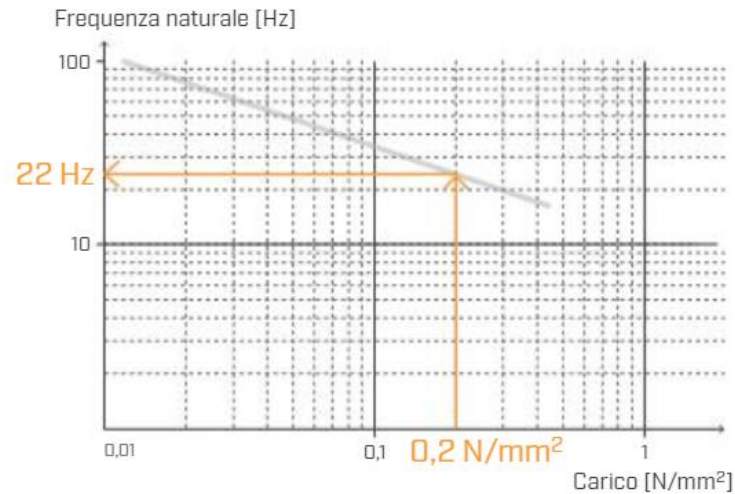
Nella formula riportata sotto, si nota che il carico (m') è un parametro necessario per il calcolo della frequenza di risonanza.

$$f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{s'_t}{m'_t}}$$

Profili resilienti

XYLOFON 35 SHORE TABELLA D'IMPIEGO ⁽¹⁾

Codice	COMPRESSIONE APPLICABILE [N/mm ²]		ABBASSAMENTO [mm]		CARICO LINEARE APPLICABILE [kN/m]	
	da	a	min	max	da	a
XYL35080					2,16	22,00
XYL35100					2,70	27,50
XYL35120	0,027	0,275	0,06	0,60	3,24	33,00
XYL35140					3,78	38,50



Profili resilienti

MY PROJECT
calculation software

Acustica: profili resilienti e trasmissione laterale

Guida all'utilizzo Visualizza dati ingresso Reset

STEP 1: calcolo profili resilienti STEP 2: calcolo trasmissibilità giunti

Coeff. di partecipazione dei carichi accidentali (ψ) 50 %

Parete	Lp (m)	Sp (mm)	Carico totale (qt) (KN/m)	Carico esercizio (qd) (KN/m)	b (mm)	Profilo
1	2,50	100	25	18,75	100	XYLOFON 35 (1)
2	3,50	0				
3	3,00	0				
4	3,00	0		0,00		
5	3,00	0				
6	3,00	0				
7	1,00	0				
8	10,00	0				
9	1,50	0				
10	6,00	0				
12	3,00	0				
13	5,51	0				
14	4,49	0				
15	4,50	0				
16	5,00	0				

Con frequenza di progetto

Descrizione			
Coeff. partecipazione carichi accidentali	ψ	50,00	%
Carico esercizio	qd	18,75	kN
Profilo resiliente		XYLOFON 35	
Spessore profilo resiliente	s	6	mm
Modulo elastico compressione 10%	E 10%	2,74	N/mm ²
Fattore di smorzamento	Tan δ	0,177	-
Pressione applicata su profilo	P	0,188	N/mm ²
Deformazione %	$\Delta s\%$	6,84	%
Deformazione	Δs	0,411	mm
Frequenza naturale	f0	30,0	Hz
Frequenza di progetto	f	100,0	Hz
Rapporto f/f0		3,33	
Trasmissibilità alla frequenza di progetto (3)	T	-9,0	dB
Attenuazione alla frequenza di progetto	A	87,53	%
Attenuazione a partire da	f0	30,0	Hz
Attenuazione di 3dB a		55,0	Hz

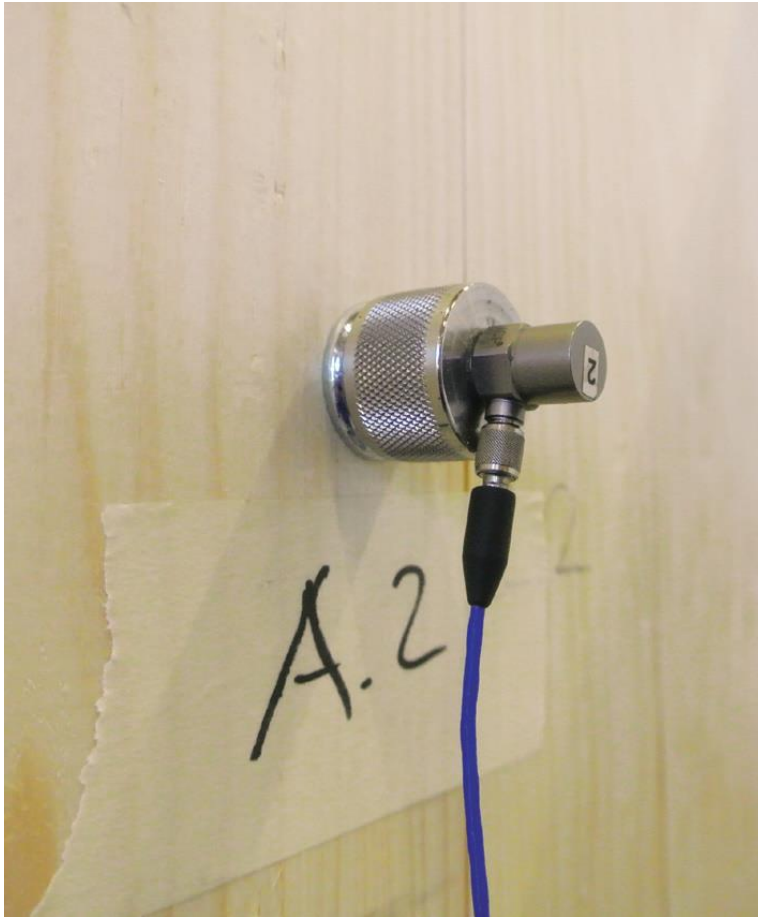
Nota (1): la scelta del prodotto si posiziona al limite superiore della fascia di carico consigliata per questo prodotto. Rothoblaas consiglia di portare a deformazione maggiore il profilo collocandosi nel limite superiore del prodotto per sfruttare meglio il comportamento elastico viscoso.

Nota (2): la scelta del prodotto si posiziona al limite inferiore della fascia di carico consigliata per questo prodotto.

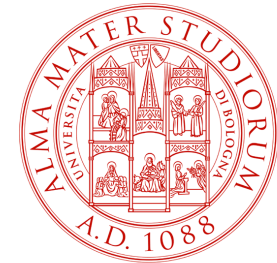
Nota (3): nei calcoli si considera la frequenza di progetto coincidente alla frequenza eccitante. La trasmissibilità risulta negativa quando il prodotto inizia ad isolare, mentre rimane positiva o uguale a 0, nelle condizioni di non isolamento del prodotto.

Vai alla pianta edificio Salva disegno su file Computo profili resilienti

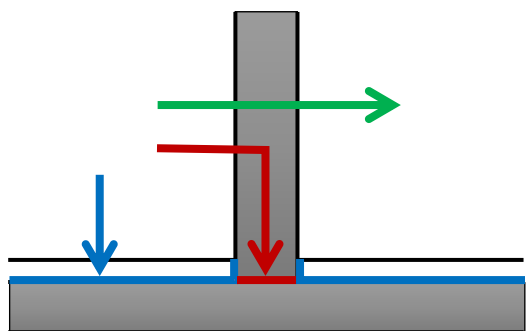
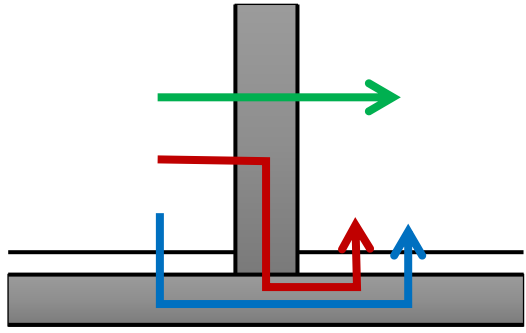
Flanksound project



rothoblaas[®]



Flanksound project



$$R' = -10 \log \left(10^{-\frac{R_{Dd}}{10}} + \sum_{i,j=1}^n 10^{-\frac{R_{ij}}{10}} \right) \text{ (dB)}$$

$$R_{ij} = \frac{R_i + R_j}{2} + \Delta R_{ij} + K_{ij} + 10 \log \frac{S}{l_0 l_{ij}} \text{ (dB)}$$

K_{ij}

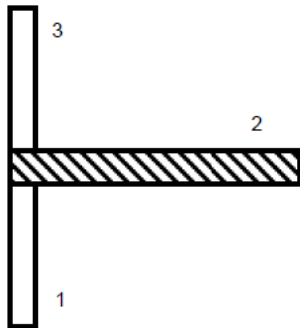
MISURAZIONI SPERIMENTALI DEL K_{ij} PER GIUNTI IN XLAM

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



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

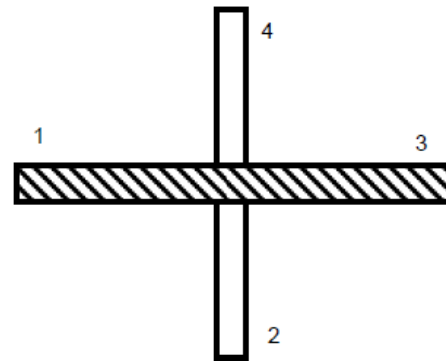
Strutture leggere: Appendice F



$$K_{13} = 22 + 3.3 \lg(f/f_k)$$

$$K_{23} = 15 + 3.3 \lg(f/f_k)$$

$$f_k = 500 \text{ Hz (slope: 1dB/oct.)}$$



$$K_{13} = 10 - 3.3 \lg(f/f_k) + 10 \text{ M}$$

$$K_{24} = 23 + 3.3 \lg(f/f_k)$$

$$K_{14} = 18 + 3.3 \lg(f/f_k)$$

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

Flanksound project

I pannelli in XLAM 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.

7 differenti produttori di XLAM

giunti orizzontali e verticali a L, T, X

influenza del tipo e del numero di viti

influenza del tipo e del numero di angolari

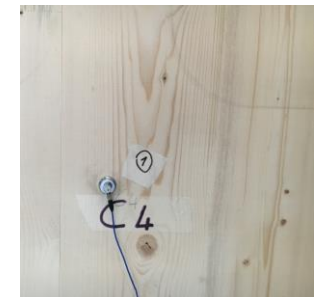
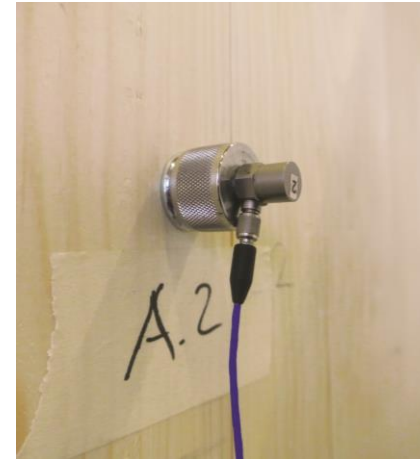
influenza del tipo e del numero di hold down

utilizzo di strisce resilienti

Flanksound project



Flanksound project



Flanksound project

Profilo resiliente

GIUNTO PARETE - PARETE

Prodotto: profilo comprimibile in EPDM



CONSTRUCTION SEALING



Flanksound project

FASTENING SYSTEM

Screws HBS Ø8 X 240 mm (HBS8240)
 step 400 mm

RESILIENT PROFILE

NO

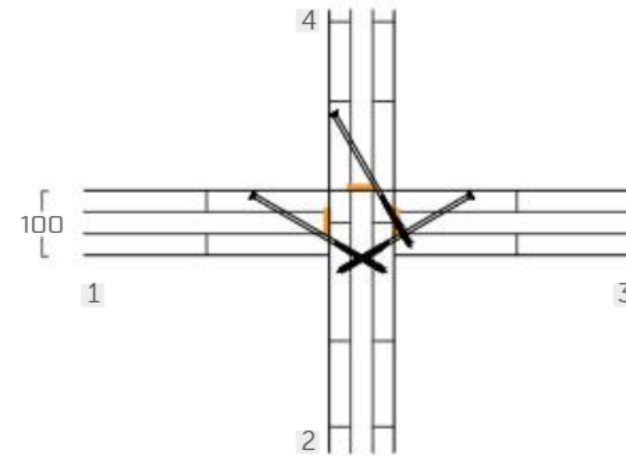
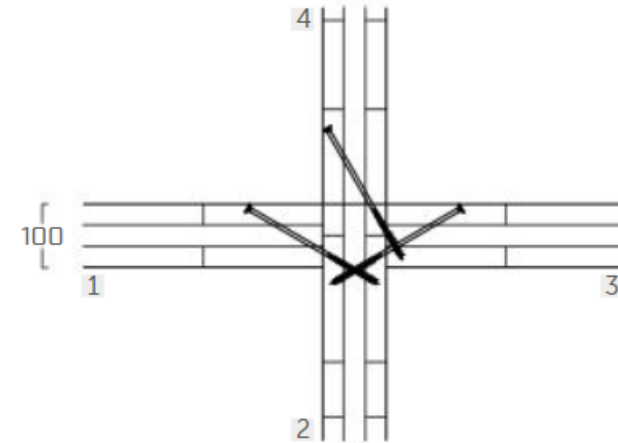


FASTENING SYSTEM

Screws HBS Ø8 X 240 mm (HBS8240)
 step 400 mm

RESILIENT PROFILE

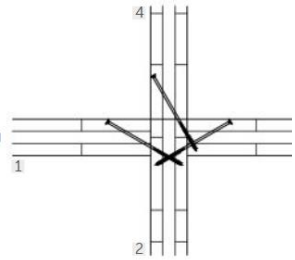
CONSTRUCTION SEALING



Flanksound project

FASTENING SYSTEM

Screws HBS Ø8 X 240 mm (HBS8240)
step 400 mm



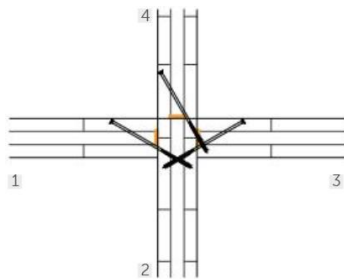
RESILIENT PROFILE
NO



f (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	AVG 200-1250
K ₁₄ (dB)	13,1	12,4	13,7	10,8	13,2	12,2	12,8	14,4	15,9	17,0	19,7	21,2	25,0	27,9	29,7	32,6	15,2
K ₁₂ (dB)	9,9	10,4	8,7	8,0	9,8	7,7	8,4	9,4	11,2	10,1	11,5	12,3	15,0	16,8	18,0	21,2	9,8
K ₁₃ (dB)	12,5	12,1	12,7	12,3	14,6	13,3	11,9	14,0	16,8	16,8	20,5	21,7	23,9	27,5	28,3	31,6	15,8
K ₄₂ (dB)	12,9	11,2	11,6	9,8	12,7	12,5	11,6	11,9	13,8	12,6	13,4	13,9	16,8	18,6	20,7	22,9	12,5

FASTENING SYSTEM

Screws HBS Ø8 X 240 mm (HBS8240)
step 400 mm



RESILIENT PROFILE
CONSTRUCTION SEALING



f (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	AVG 200-1250
K ₁₄ (dB)	11,4	8,5	6,9	10,1	14,1	10,9	14,6	17,1	16,9	20,9	22,0	22,8	28,7	33,4	37,2	39,3	16,6
K ₁₂ (dB)	5,9	6,3	7,3	6,3	8,4	6,1	8,5	11,6	12,2	13,6	12,8	16,5	17,6	19,6	23,6	25,1	10,7
K ₁₃ (dB)	13,4	12,3	11,0	12,9	15,5	14,6	17,0	17,5	19,7	26,4	25,1	28,1	27,4	35,4	39,9	39,6	19,6
K ₄₂ (dB)	9,5	8,1	9,0	8,2	12,7	11,5	14,3	13,3	17,1	18,5	17,3	20,5	23,9	24,4	29,2	32,8	14,8

Flanksound project

Profilo resiliente

GIUNTO PARETE - SOLAIO

Prodotto: Profilo resiliente in mescola monolitica poliuretanic



XYLOFON



Flanksound project

FASTENING SYSTEM

Screws HBS Ø8 X 240 mm (HBS8240)
 step 300 mm

RESILIENT PROFILE

NO

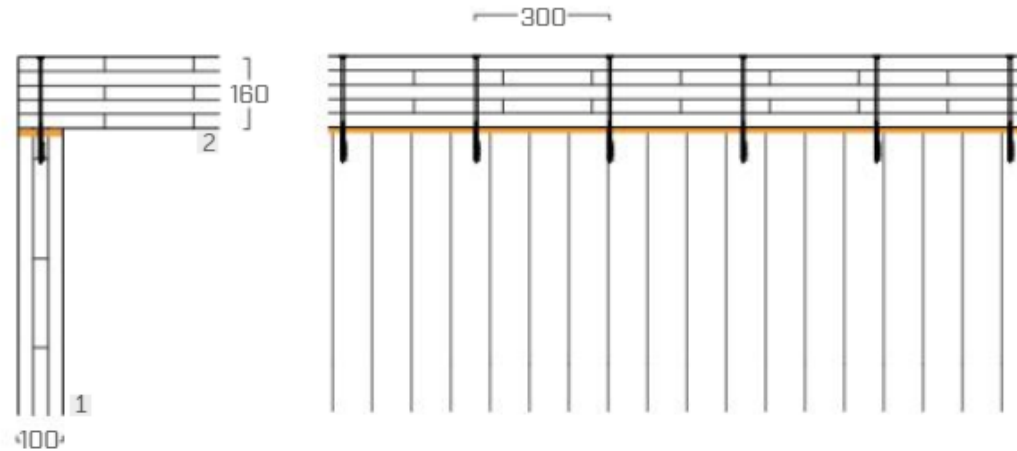
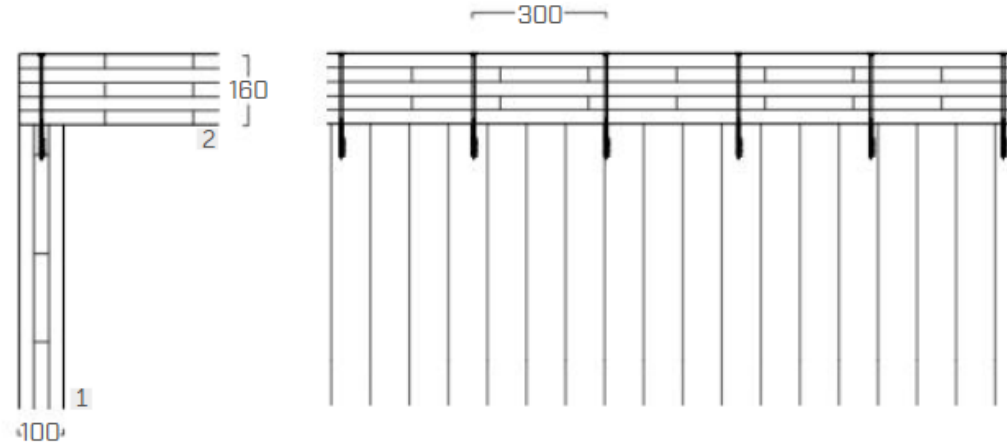


FASTENING SYSTEM

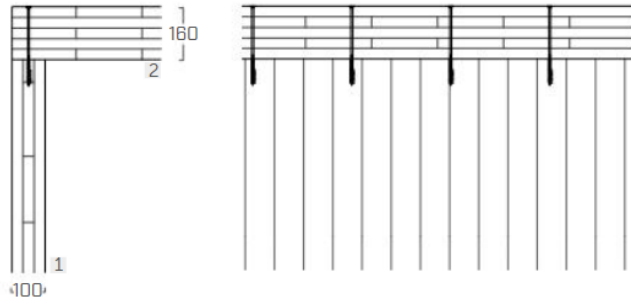
Screws HBS Ø8 X 240 mm (HBS8240)
 step 300 mm

RESILIENT PROFILE

XYLOFON



Flanksound project



FASTENING SYSTEM

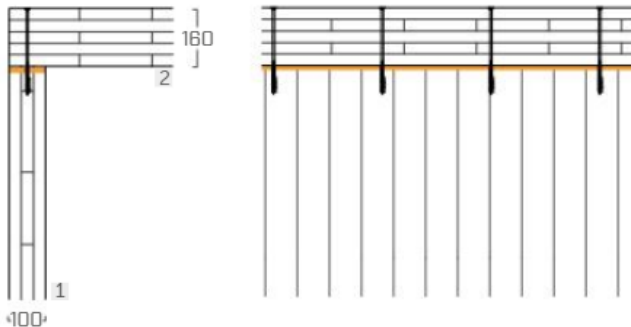
Screws HBS Ø8 X 240 mm (HBS8240)
step 300 mm

RESILIENT PROFILE

NO



f (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	AVG ₂₀₀₋₁₂₅₀
K ₁₂ (dB)	11,7	15,6	12,1	9,4	11,9	10,1	9,5	11,0	7,0	10,1	9,9	12,8	14,8	15,4	17,3	18,6	10,2



FASTENING SYSTEM

Screws HBS Ø8 X 240 mm (HBS8240)
step 300 mm

RESILIENT PROFILE

XYLOFON



f (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	AVG ₂₀₀₋₁₂₅₀
K ₁₂ (dB)	12,6	10,8	13,6	11,1	9,2	13,3	11,3	16,5	10,2	14,6	14,9	17,4	19,6	25,0	28,5	25,1	13,2

Flanksound project

GIUNTO PARETE - PARETE

Prodotto: Viti a filetto parziale e viti a filetto totale



HBS



VGZ



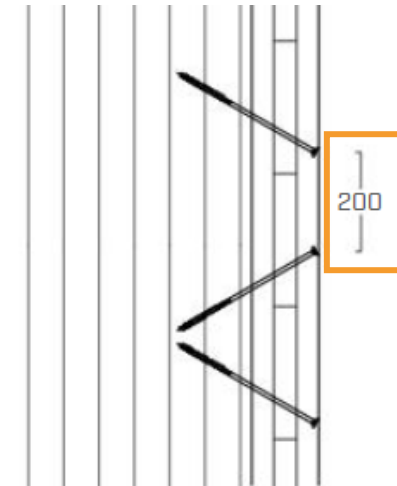
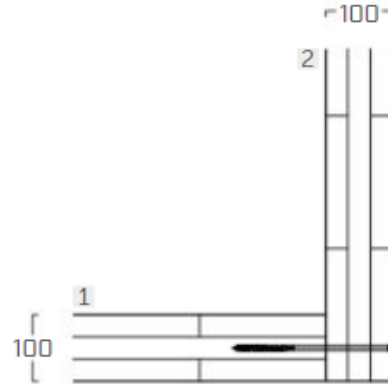
Flanksound project

FASTENING SYSTEM

Screws HBS Ø8 X 240 mm (HBS8240)
step 200 mm

RESILIENT PROFILE

NO



f (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	AVG 200-1250
K ₁₂ (dB)	12,8	9,4	3,9	2,3	2,3	0,2	3,7	4,6	6,6	8,1	9,6	11,7	15,0	15,4	15,9	16,8	5,5

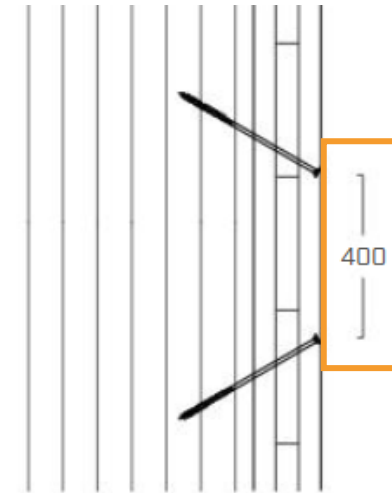
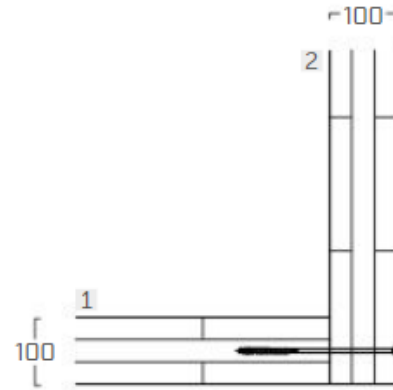
Flanksound project

FASTENING SYSTEM

Screws HBS Ø8 X 240 mm (HBS8240)
step 400 mm

RESILIENT PROFILE

NO



f (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	AVG 200-1250
K ₁₂ (dB)	11,4	9,8	2,9	2,1	2,7	1,8	6,3	8,3	10,1	12,6	12,9	16,1	18,3	16,9	19,6	22,2	8,1

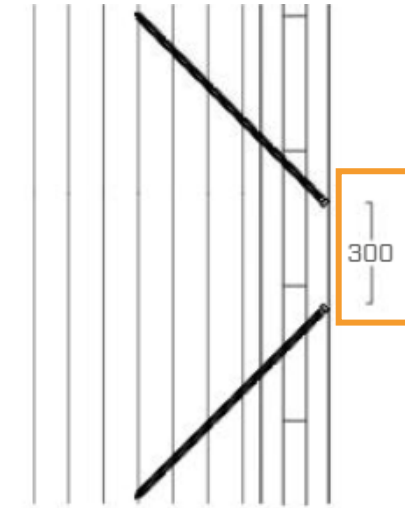
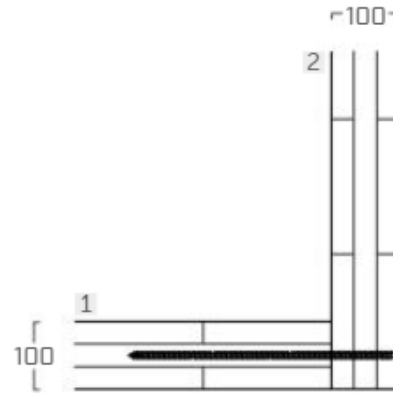
Flanksound project

FASTENING SYSTEM

Screws VGZ Ø9 X 400 mm (VGZ9400)
step 300 mm

RESILIENT PROFILE

NO

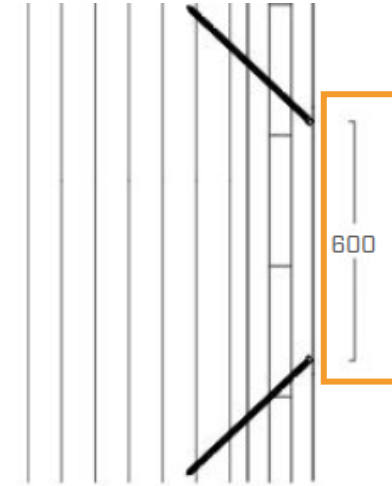
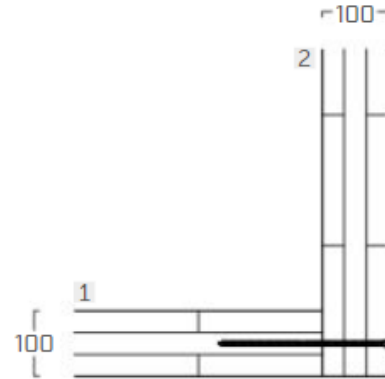


f (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	AVG 200-1250
K ₁₂ (dB)	19,0	16,7	9,6	14,5	12,0	10,8	8,7	11,2	10,2	13,9	14,3	16,1	17,9	17,7	18,5	19,9	12,4

Flanksound project

FASTENING SYSTEM
Screws VGZ Ø7 X 260 mm (VGZ7260)
step 600 mm

RESILIENT PROFILE
NO



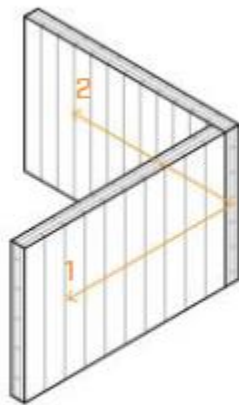
f (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	AVG 200-1250
K ₁₂ (dB)	16,5	15,1	6,4	11,5	11,3	9,8	11,7	12,8	15,0	15,5	16,0	19,7	18,8	19,8	22,5	23,0	13,7

Flanksound project

[Rothoblaas youtube channel](https://www.youtube.com/channel/UC...)

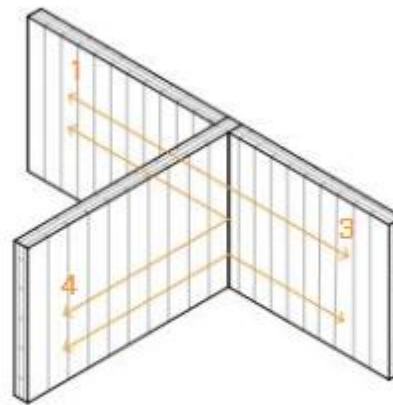
-> (<https://www.youtube.com/watch?v=5RM-2Vgs65Y>)

L JUNCTIONS



$$K_{12} = K_{21}$$

T JUNCTIONS

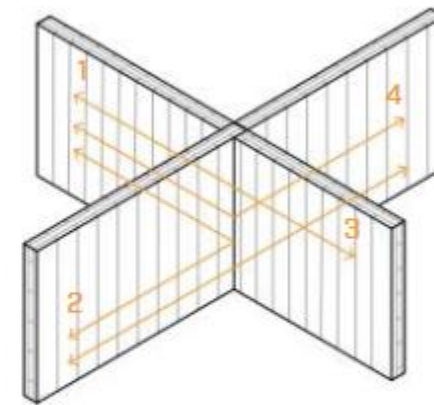


$$K_{14} = K_{41}$$

$$K_{43} = K_{34}$$

$$K_{13} = K_{31}$$

X JUNCTIONS



$$K_{14} = K_{41}$$

$$K_{13} = K_{31}$$

$$K_{12} = K_{21}$$

$$K_{42} = K_{24}$$

Flanksound project

MY PROJECT calculation software

Acustica: profili resilienti e trasmissione laterale

Guida all'utilizzo Visualizza dati ingresso Reset

STEP 1: calcolo profili resilienti STEP 2: calcolo trasmissibilità giunti

Struttura CLT (Piano intermedio) - Metodo sperimentale Rotho Blaas - Flanksound Project

Parete	Lp (m)	Sp (mm)	Nodo inferiore	Profilo selezionato	Dettaglio	Nodo superiore	Profilo
1	2,50	100		XYLOFON 35	?		XYLO
2	3,50	0			?		
3	3,00	0			?		
4	3,00	0			?		
5	3,00	0			?		
6	3,00	0			?		
7	1,00	0			?		
8	10,00	0			?		
9	1,50	0			?		
10	6,00	0			?		

Passa a calcolo con EN ISO 12354

CARATTERISTICHE GIUNTO

VITI

HBS -Vite testa svasata

6 mm
8 mm
10 mm
12 mm

ANGOLARI

TITAN SILENT - F2/3

SILENT TTF200
SILENT TTN240
SILENT TTS240

lati ancoraggio 1 2

interasse 300

HOLD DOWN

WHT - F1

WHT 340 Fissaggio parziale
WHT 340 Fissaggio totale
WHT 440 Fissaggio parziale
WHT 440 Fissaggio totale
WHT 540 Fissaggio parziale
WHT 540 Fissaggio totale

n. pezzi
1 su un lato

RESET OK

A. Speranza, L. Barbaresi, F. Morandi, “ **Experimental analysis of flanking transmission of different connection systems for CLT panels** “, 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** “, 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



INTERAZIONE MECCANICA E ACUSTICA

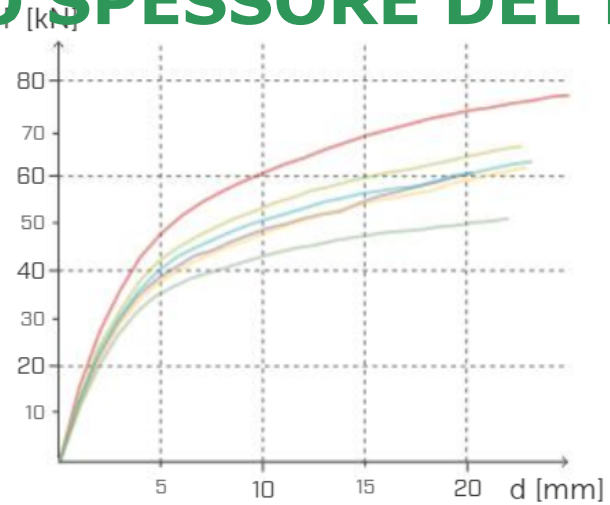
*Influenza del profilo resiliente sulle
resistenze meccaniche*

VARIAZIONE DELLA RESISTENZA MECCANICA A TAGLIO IN FUNZIONE DELLO SPESSORE DEL PROFILO

TITAN TTF200

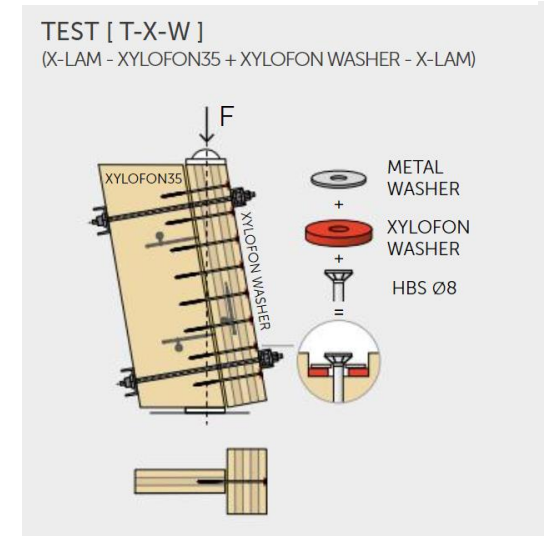
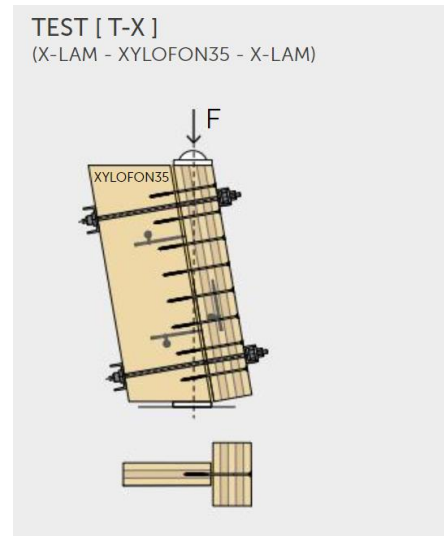
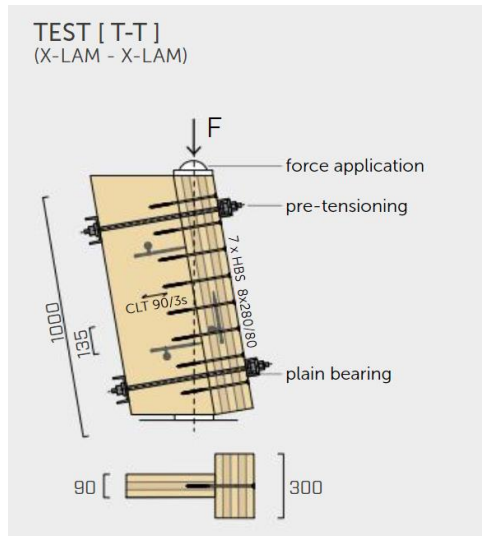
Configurazioni	sp [mm]	F _{15 mm} [kN]	ΔF _{15 mm}	K _{5 mm} [kN/mm]	ΔK _{5 mm}
TTF200	-	68,4	-	9,55	-
TTF200 + ALADIN STRIPE SOFT red.*	3	59,0	-14 %	8,58	-10 %
TTF200 + ALADIN STRIPE EXTRA SOFT red.*	4	56,4	-18 %	8,25	-14 %
TTF200 + ALADIN STRIPE SOFT	5	55,0	-20 %	7,98	-16 %
TTF200 + XYLOFON PLATE	6	54,3	-21 %	7,79	-18 %
TTF200 + ALADIN STRIPE 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.



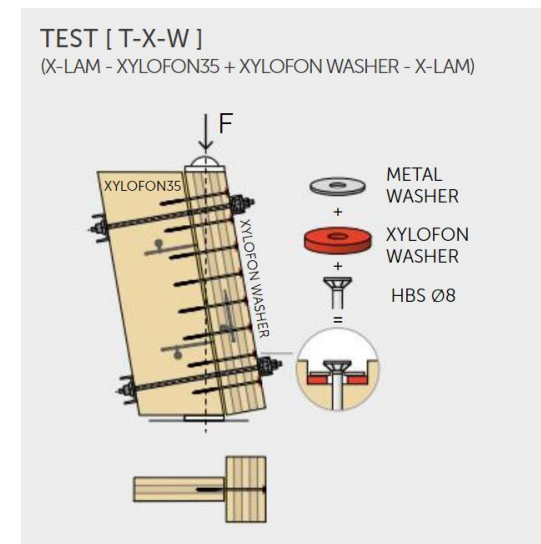
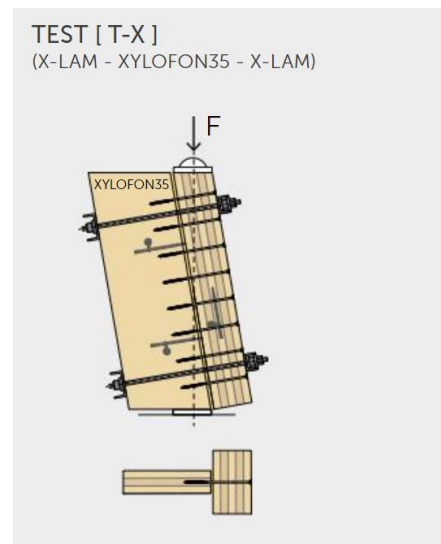
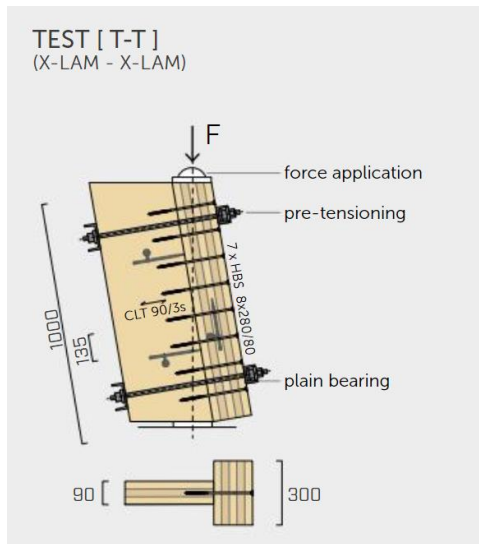
VARIAZIONE DELLA RESISTENZA MECCANICA A TAGLIO IN FUNZIONE DELLO SPESSORE DEL PROFILO

Con l'aiuto di indagini sperimentali e approcci analitici, è stato analizzato il comportamento meccanico e deformativo di collegamenti realizzati con viti HBS 8x280 tra pannelli X-LAM installate con/senza rondelle de-solidarizzanti XYLOFON WASHER nel caso di presenza o meno di profili resilienti intermedi di disaccoppiamento XYLOFON35.



VARIAZIONE DELLA RESISTENZA MECCANICA A TAGLIO IN FUNZIONE DELLO SPESSORE DEL PROFILO

SERIE	$F_{mean}^{(1)}$ [kN]	$F_{R,k}$ [kN]	pre-tens. ⁽²⁾ [kN]	K_{ser} [N/mm]	K_u [N/mm]
T-T	52,9	44,0	0	30252	3524
	61,4	52,4	30	42383	4090
T-X	54,4	40,1	0	7114	3629
	70,9	60,5	30	9540	4726
T-X-W	65,0	48,3	0	6286	4330
	76,2	63,4	30	7997	5080



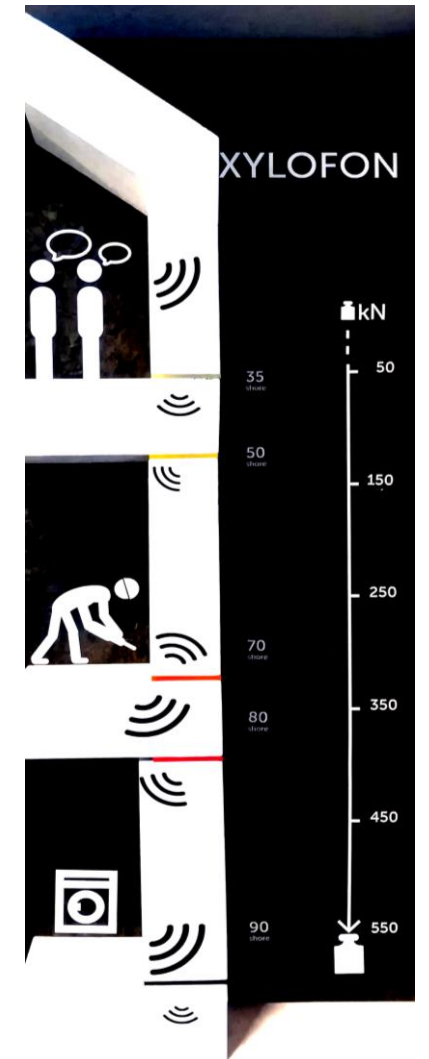


NON SOLO ACUSTICA

Studio delle proprietà dei profili resilienti per strutture in legno

Non solo acustica

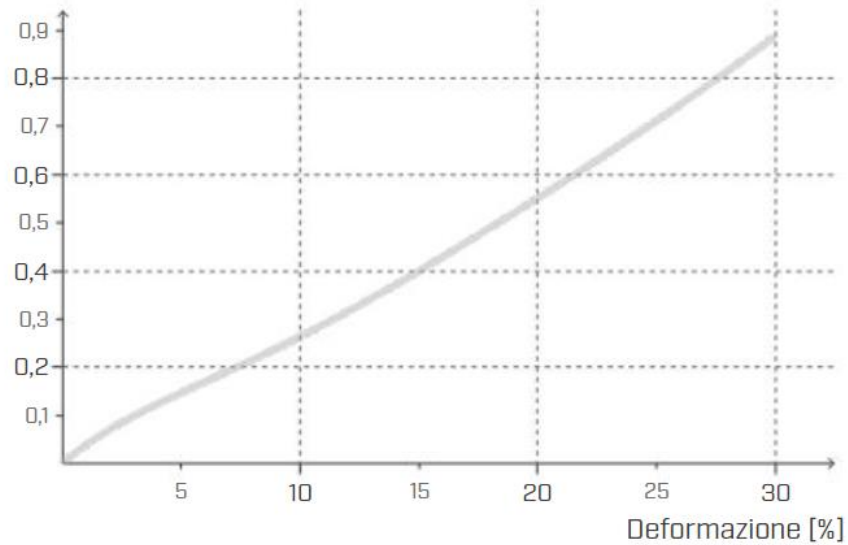
Le strutture in legno, come tutte le strutture leggere, non hanno elevate prestazioni acustiche a **basse frequenze**, in particolare per quanto riguarda i suoni impattivi e la trasmissione della vibrazione strutturale da parte degli elementi che compongono la struttura stessa. A tale scopo dobbiamo pensare di **interrompere la propagazione delle vibrazioni** per poter avere una riduzione della trasmissione del rumore ricorrendo a **prodotti resilienti** impiegati secondo il principio di desolidarizzazione.



Proprietà meccaniche

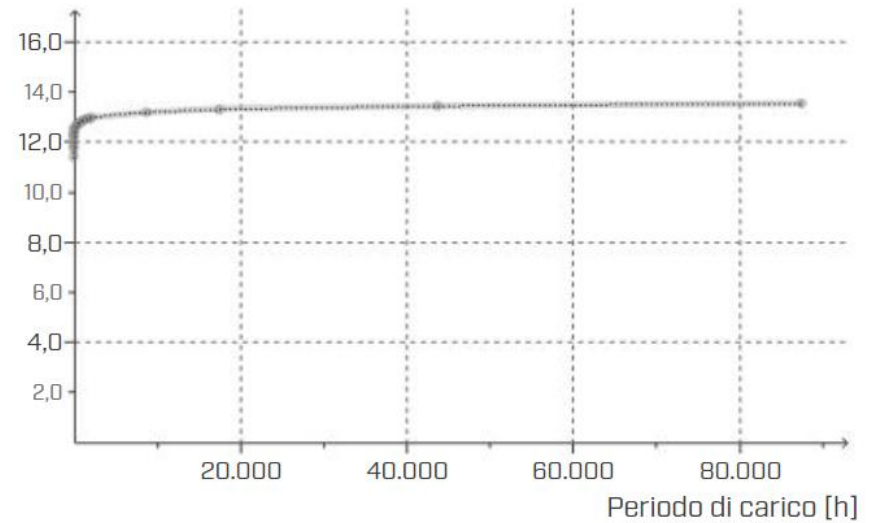
TENSIONE | DEFORMAZIONE COMPRESSIONE

Tensione [MPa]



CREEP COMPRESSIONE

Deformazione relativa
 [riduzione % dello spessore del campione]



Prestazioni al fuoco



CAMPIONI DI PROVA

XYLOFON

XYLOFON
SIGILLANTE 1

XYLOFON
SIGILLANTE 2

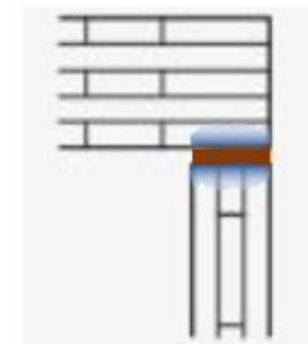
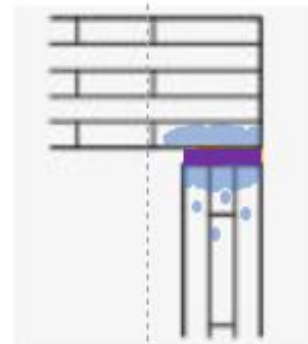
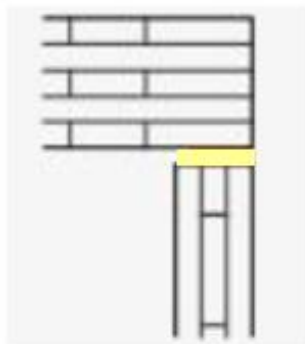




Non solo acustica

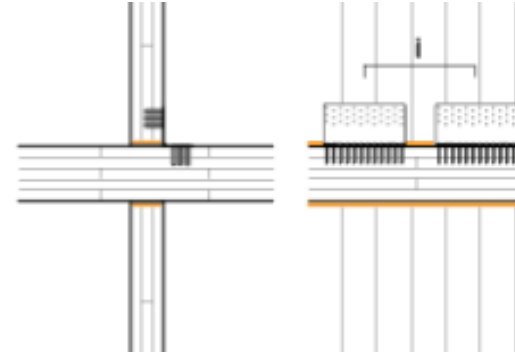


Non solo acustica



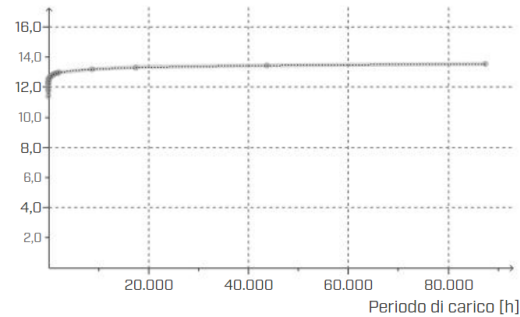


PRESTAZIONI
ACUSTICHE



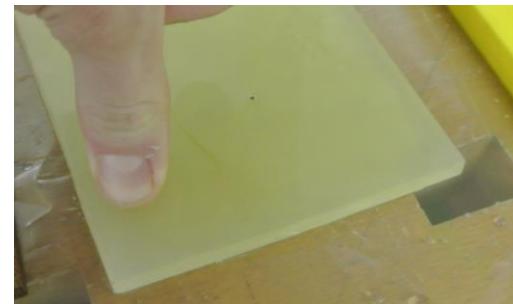
INFLUENZA
DELLE
CONNESSIONI

CREEP
COMPRESSIONE
Deformazione relativa
[riduzione % dello spessore del campione]



PRESTAZIONI
MECCANICHE
DEL MATERIALE

RESISTENZA
AL FUOCO



DURABILITA'

Organizzato da:



In collaborazione con:



Promosso da:



Partner tecnico:



Con il patrocinio di:



Con il supporto di:



Media partner:



Partner tecnico finanziario:



Premium partner:

