

- 1 Cenni di fisica acustica
- 2 Inquadramento Legislativo
- 3 Isolamento acustico dei solai
- 4 Isolamento acustico delle pareti
- 5 Soluzioni d'intervento per le coperture in legno

## **Requisiti acustici passivi degli edifici secondo la normativa vigente (DPCM 5/12/97)**

Analisi preliminare, valutazioni preventive, soluzioni tecniche d'intervento e loro metodologia di posa.



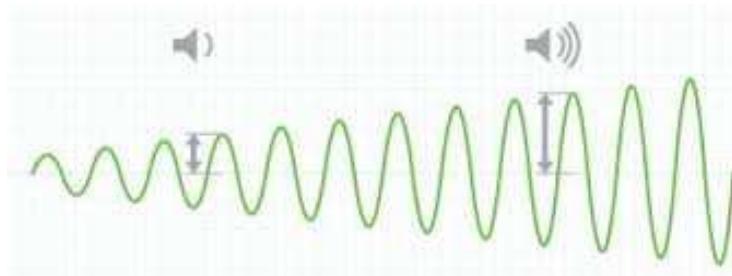
# CENNI DI TEORIA

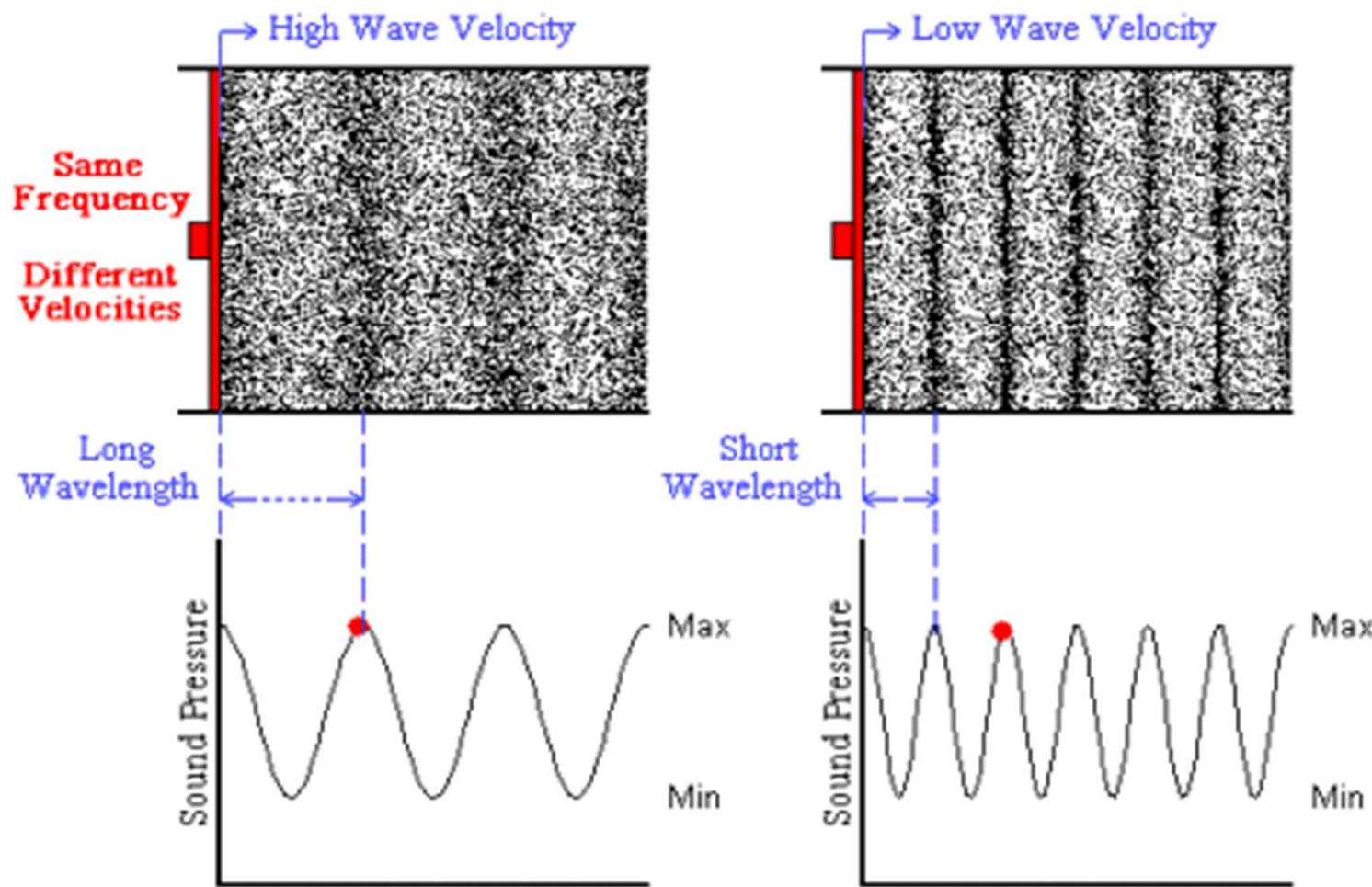
## IL SUONO

# IL SUONO - DEFINIZIONE

Il **SUONO** viene generato dalla vibrazione di un corpo che, spostandosi in modo oscillatorio attorno alla sua posizione di equilibrio, causa nel mezzo che lo circonda delle sollecitazioni alternativamente di compressione e depressione.

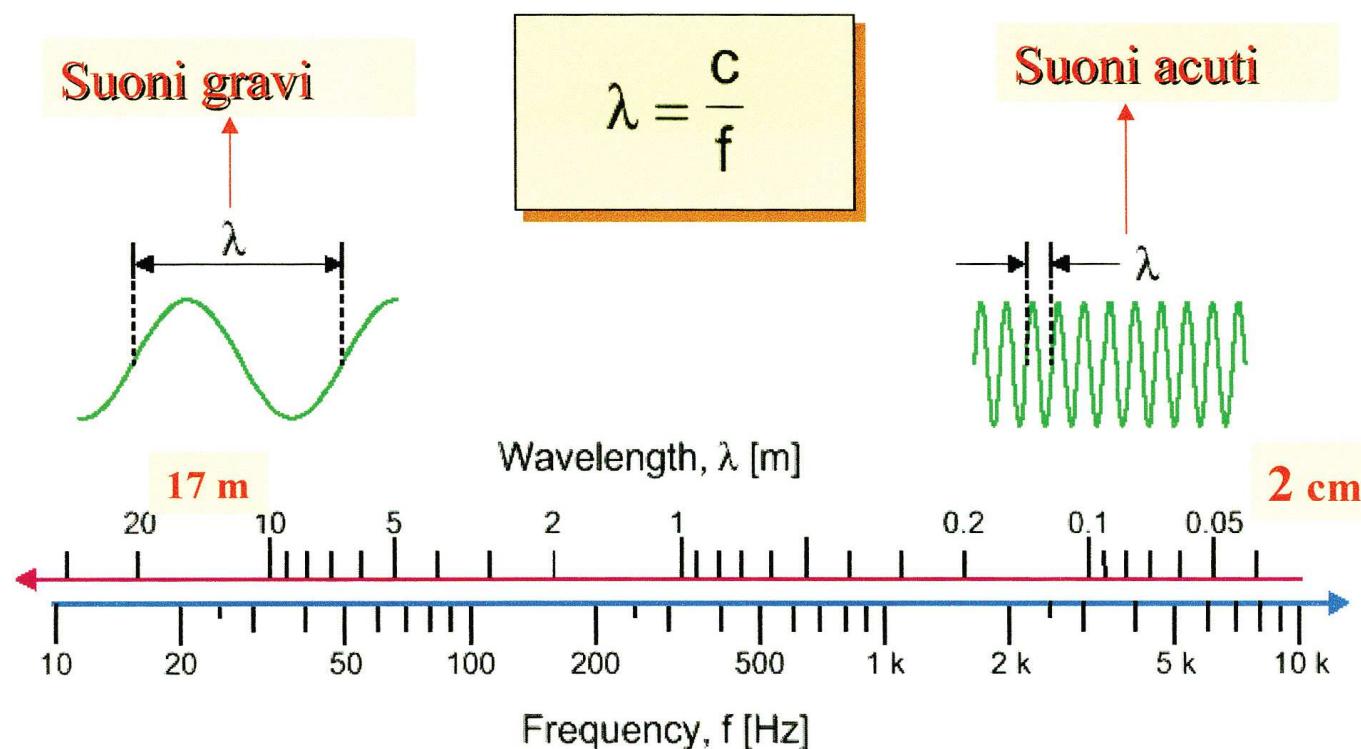
Se il mezzo è elastico, ipotesi considerata valida per lo studio dei fenomeni acustici, le sollecitazioni generate si propagano per onde elastiche e lo spazio interessato da questa propagazione si definisce **CAMPO SONORO**.



*isvr*

# TIPOLOGIE DI SUONO

(in relazione alla frequenza)



# IL SUONO – GRANDEZZE CARATTERISTICHE

## VELOCITA' DEL SUONO

Velocità del suono per vari tipi di materiali

MATERIALE	VELOCITA' DEL SUONO [m/s]
Aria (20°C)	344
Acqua (20°C)	1483
Acciaio	5200
Alluminio	5092
Calcestruzzo	3400
Legno	3400
Mattoni	3000
Piombo	1220
Vetro	4100

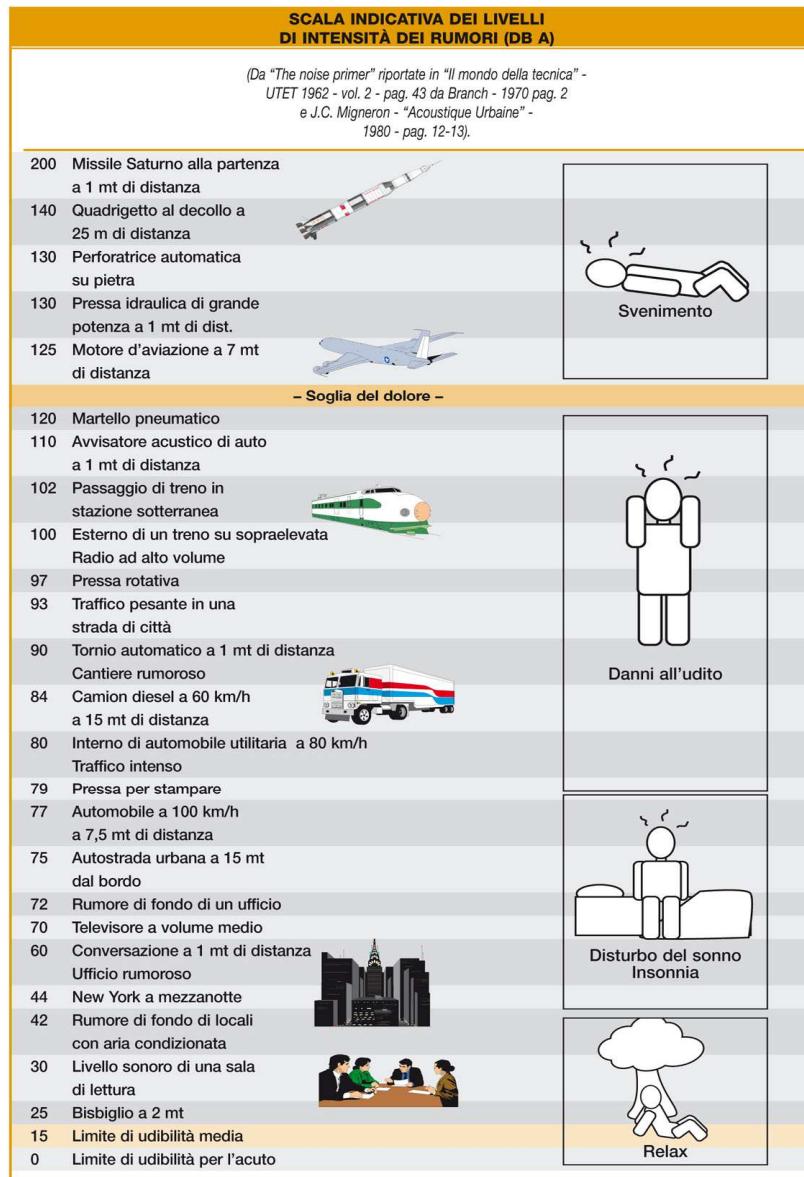
# IL SUONO – GRANDEZZE CARATTERISTICHE

Il suono percepito dal nostro apparato uditivo, viene misurato e definito come un **LIVELLO DI PRESSIONE SONORA (Lp)** secondo un rapporto di pressioni espresso dalla relazione logaritmica:

$$Lp = 10 \log p^2/p_0^2 = 20 \log P/P_0 \quad (\text{con } P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa})$$

espresso in **Decibel [dB]**.

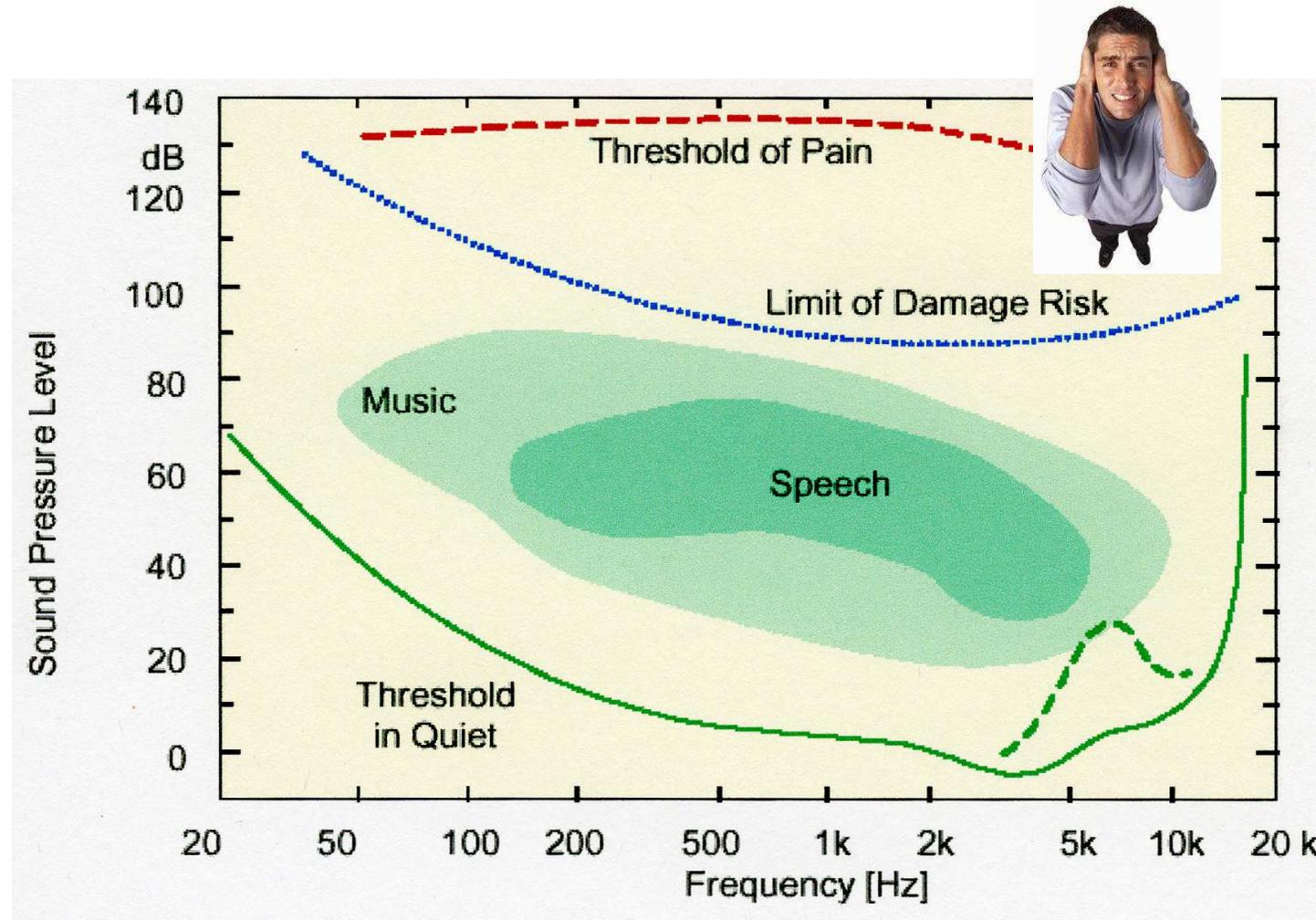
Esprimendo quindi il **campo di udibilità** in dB, l'intervallo di percezione del nostro orecchio diventa tra **0 dB e 140 dB**.



# LIVELLI DI PRESSIONE SONORA

Aereo: 140 dB  
 Lavori: 120 dB  
 Traffico: 90 dB

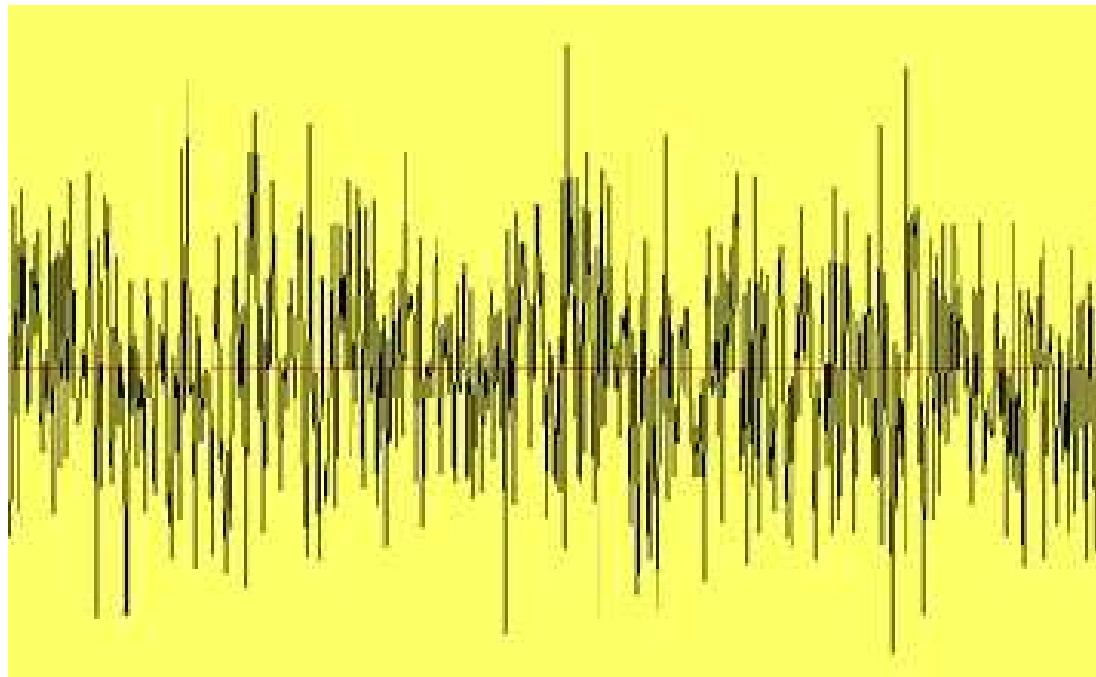
# CURVE DI ISOPERCEZIONE UDITIVA



# RUMORI

**Quando il suono è percepito come disturbo si parla di RUMORE.**

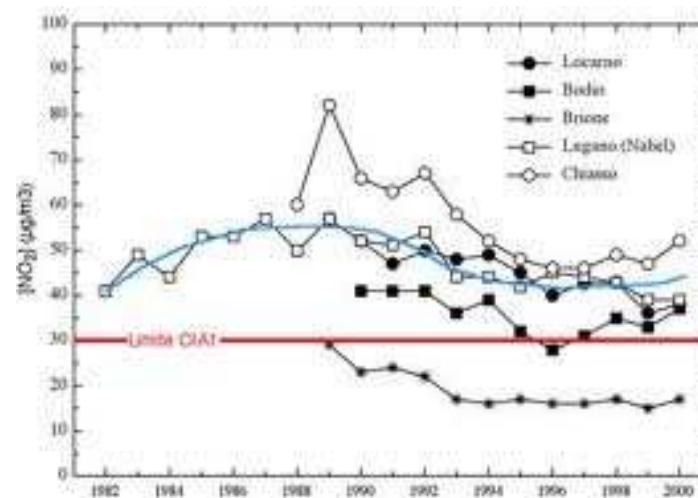
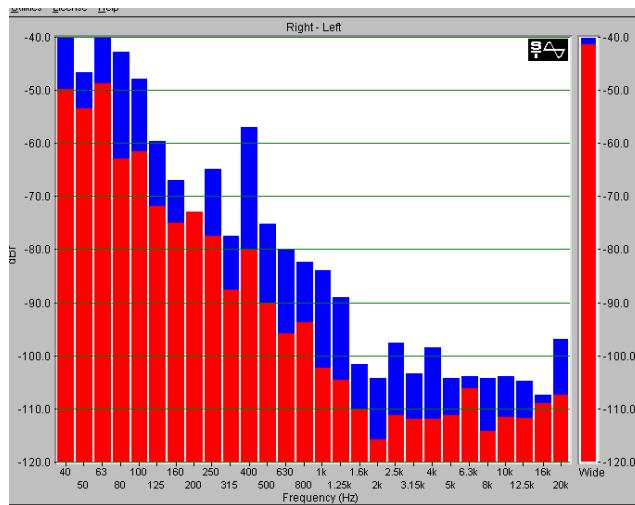
La pressione sonora presenta un andamento casuale nel tempo come si vede dal grafico sotto riportato:



# RUMORI

Per un'onda di tipo casuale non si rappresenta l'intensità a ciascuna distinta frequenza  $f$ , ma piuttosto l'intensità contenuta in una **banda di frequenza**.

Il rumore viene quindi rappresentato mediante un grafico (a barre detto istogramma o a linee) in cui viene associata a ciascuna banda di frequenza un valore di livello sonoro equivalente all'energia contenuta nell'intervallo di frequenza della banda stessa.



# BANDE DI FREQUENZA

Per analizzare un rumore (o un suono) è necessario conoscere il suo andamento in dipendenza della frequenza; quando siamo di fronte ad un grafico in cui vengono riportati i valori del rumore (i suoi livelli) in frequenza siamo di fronte ad uno ***spettro sonoro***.

In modo brutale possiamo definire lo spettro sonoro come la "fotografia" di un rumore.

Per analizzare un rumore possiamo procedere diversamente in base a quale informazione è d'interesse allo studio; possiamo procedere cioè con diverse ***analisi spettrali***.

Per ottenere un grafico che contragga il dominio della frequenza sull'asse delle ascisse (asse X), viene utilizzata la scala logaritmica: in questo modo le bande di frequenza verranno visualizzate di ampiezza costante (mentre se la scala fosse stata lineare le bande avrebbero avuto un'ampiezza crescente).

# BANDE DI FREQUENZA

Per le analisi relative all'acustica edilizia la banda di frequenza più diffusa e usata è la ***banda di frequenza in terzi d'ottava***.

Queste bande in terzi d'ottava normalizzate sono identificate mediante le seguenti frequenze:

25 - 31,5 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 - 125 - 160 - 200 - 250 - 315 - 400 - 500 - 630 - 800 - 1000 - 1250 - 1600 - 2000 - 2500 - 3150 - 4000 - 5000 - 6300 - 8000 - 10000 - 12500 - 16000 - 20000.

Posto quindi il campo di udibilità dell'orecchio umano tra 20 e 20000 Hz, Avremo 30 bande di terzi d'ottava per esprimere tutti i suoni o rumori all'interno del campo di udibilità.

**Per i collaudi da eseguirsi in acustica edilizia (Requisiti Passivi)**  
**l'intervallo d'interesse è solo quello tra 100 e 3150 Hz.**

# RUMORI NEGLI EDIFICI



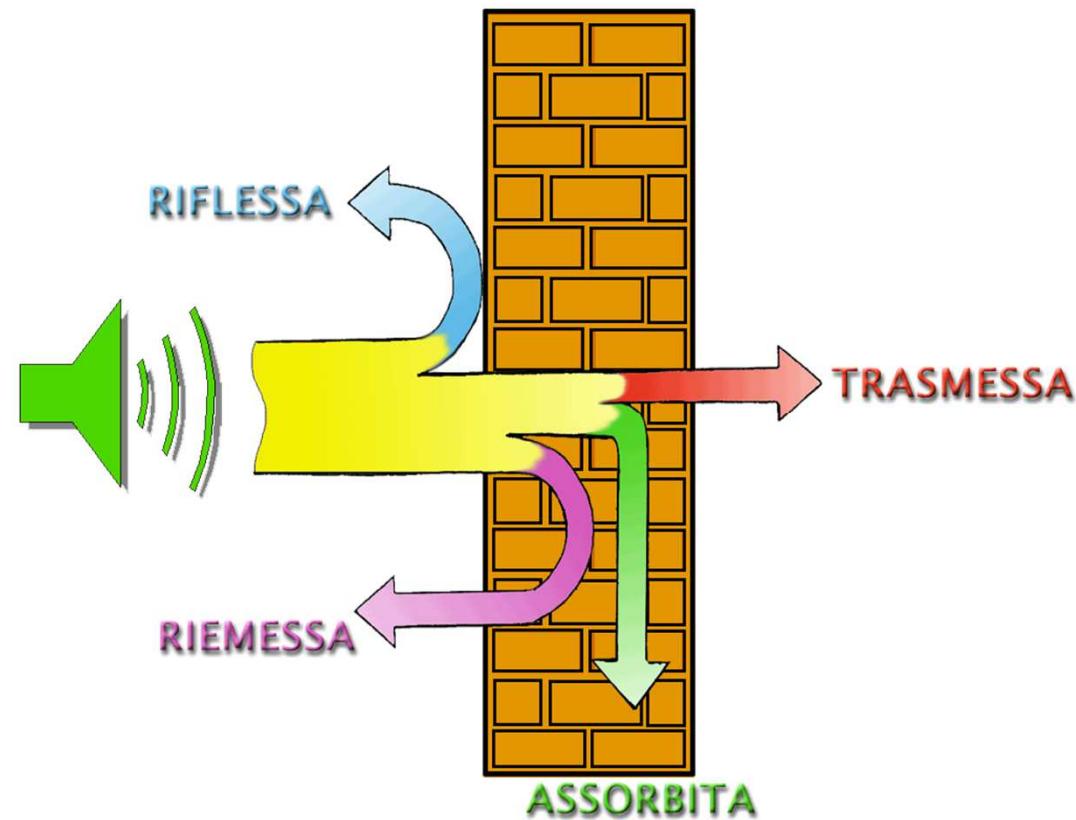
L'onda di pressione sonora si propaga per via aerea o per via solida; all'interno degli edifici avremo quindi

## **RUMORI AEREI**

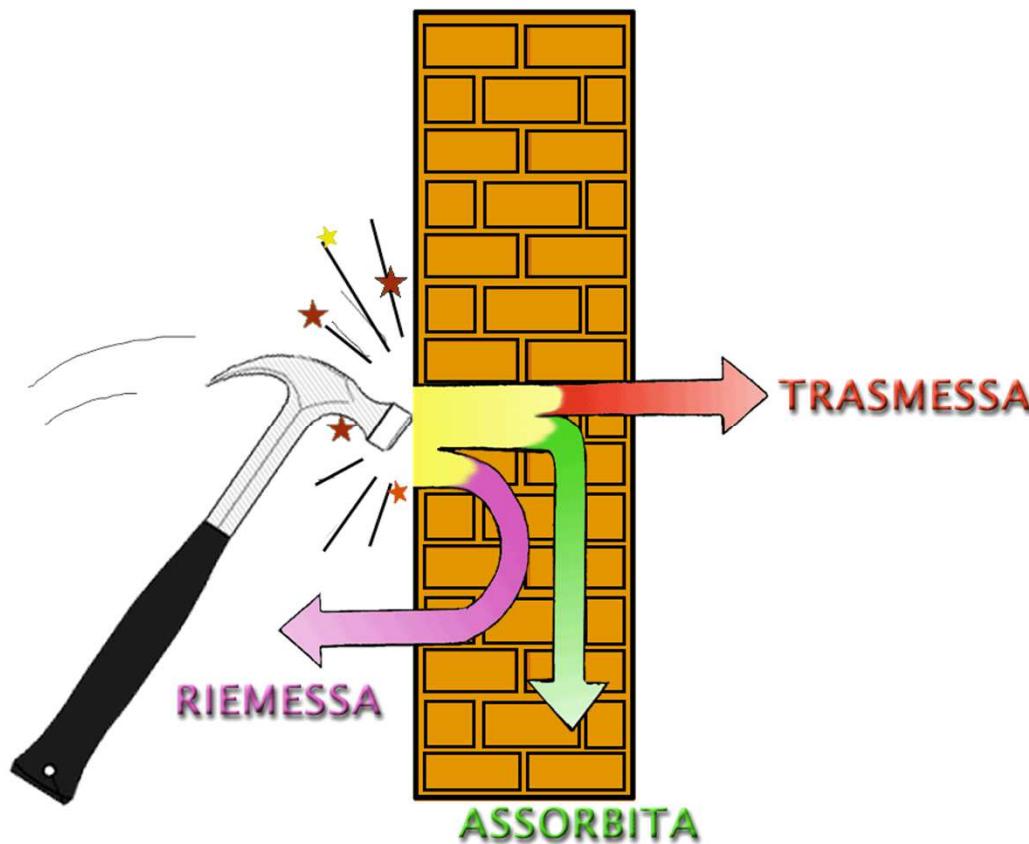
## **RUMORI DI PERCUSSIONE O CALPESTIO**

## **RUMORI DEGLI IMPIANTI**

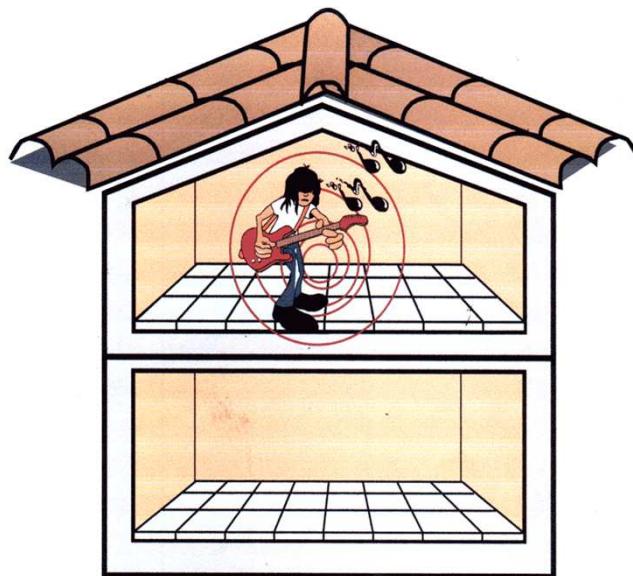
# Rumore aereo



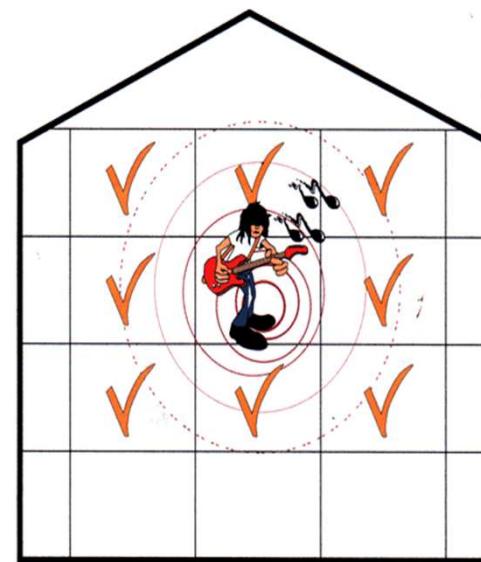
# Rumore da percussione



# RUMORE AEREO



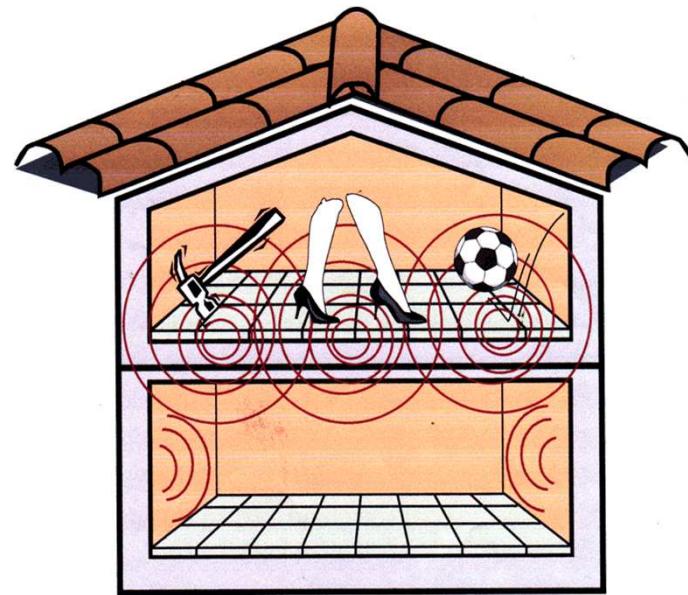
Viene generato e trasmesso nell'aria



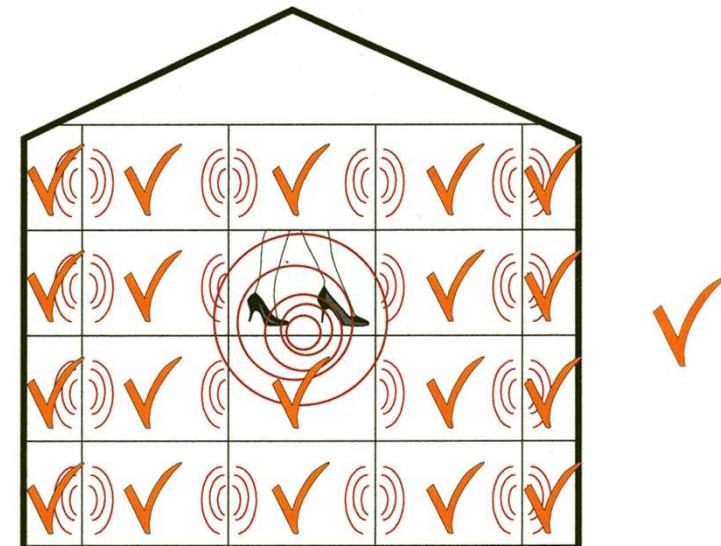
✓ locale disturbato dal rumore aereo

I rumori aerei si propagano solo nei locali adiacenti

# RUMORE DI PERCUSSIONE

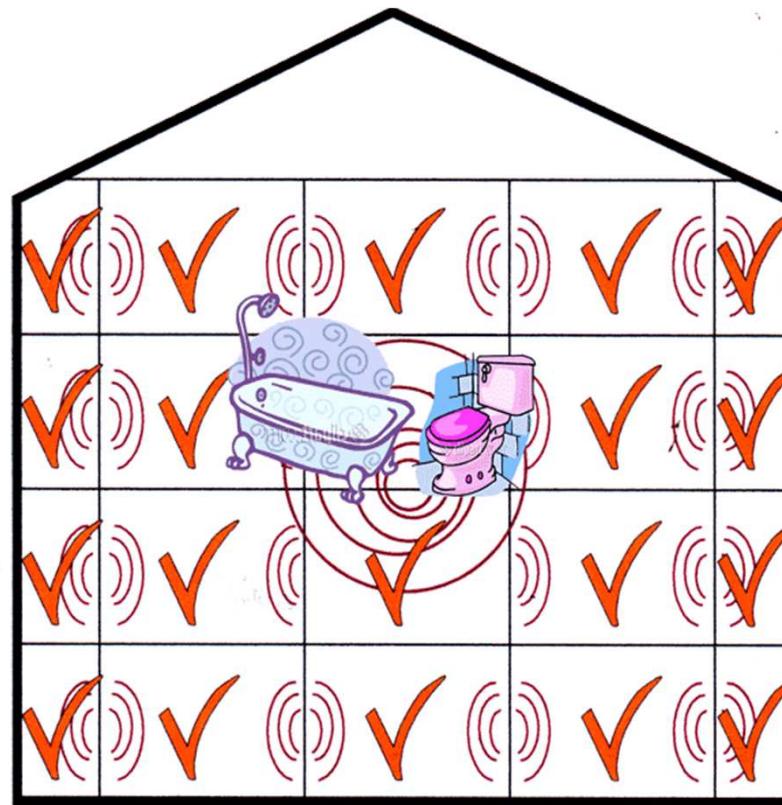


Causato per urto  
diretto della struttura



I rumori da calpestio si  
propagano in tutto l'edificio

# I rumori degli impianti si propagano in tutto l'edificio!



# PANORAMA LEGISLATIVO IN MATERIA DI REQUISITI ACUSTICI

# DPCM 5.12.97

## Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

DECRETO PRESIDENTE CONSIGLIO DEI  
MINISTRI 5/12/1997

**DETERMINAZIONE DEI REQUISITI  
ACUSTICI  
PASSIVI DEGLI EDIFICI**

*GAZZETTA UFFICIALE N° 297 DEL 22/12/1997*

Il decreto determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.

**Il decreto è entrato in vigore in data  
20/2/1998.**

I requisiti acustici passivi degli edifici possono essere definiti come i **minimi standard qualitativi che un ambiente abitativo deve garantire al fine di soddisfare il benessere acustico di coloro che ne fruiscono.**

# QUANDO E A CHI SI APPLICA

La norma si applica nei casi di nuova edificazione, di nuova ristrutturazione e agli interventi di risanamento che riguardano le strutture.

Agli edifici che abbiano conseguito la concessione edilizia posteriormente alla data di entrata in vigore della norma, ovvero a quelli la cui domanda di concessione edilizia è stata depositata posteriormente alla data di entrata in vigore.

La norma si applica a tutti i procedimenti di concessione edilizia non ancora terminati, e quindi anche alle domande antecedenti alla entrata in vigore della norma ma il cui iter amministrativo si sia concluso posteriormente in quanto riguarda i requisiti di legittimità dell'immobile.

# QUALI SONO LE RICHIESTE

## TABELLA - DPCM 5/12/97

Categorie di cui alla tab. A	Parametri				
	$R'_w$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
D	<b>55</b>	45	58	35	<b>25</b>
A, C	50	40	63	35	35
E	50	<b>48</b>	58	35	<b>25</b>
B, F, G	50	42	<b>55</b>	35	35

## I parametri acustici richiesti sono

- indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti ( $R'w$ )
- indice dell'isolamento acustico normalizzato di facciata ( $D2m,nT,w$ )
- indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato ( $L'n,w$ )
- livello massimo di rumore prodotto dagli impianti tecnologici a servizio discontinuo ( $LAsmax$ )
- livello equivalente di rumore prodotto dagli impianti tecnologici a servizio continuo ( $LAeq$ )

## ALLO STATO ATTUALE

Pur essendo in aumento la percentuale delle Imprese impegnate nella costituzione di edifici acusticamente confortevoli e quindi rispondenti ai requisiti passivi, allo stato attuale non è infrequente la situazione di seguito riportata:

## Risultati attualmente rilevati in opera

$R'_w$ pareti	Rispetto del limite DPCM 5/12/1997		
<b>195</b>	<b>SI</b>	<b>127</b>	<b>65%</b>
	<b>NO</b>	<b>68</b>	<b>35%</b>

$R'_w$ solai	Rispetto del limite DPCM 5/12/1997		
<b>142</b>	<b>SI</b>	<b>128</b>	<b>90%</b>
	<b>NO</b>	<b>14</b>	<b>10%</b>

Dino Abate – 34° Convegno AIA

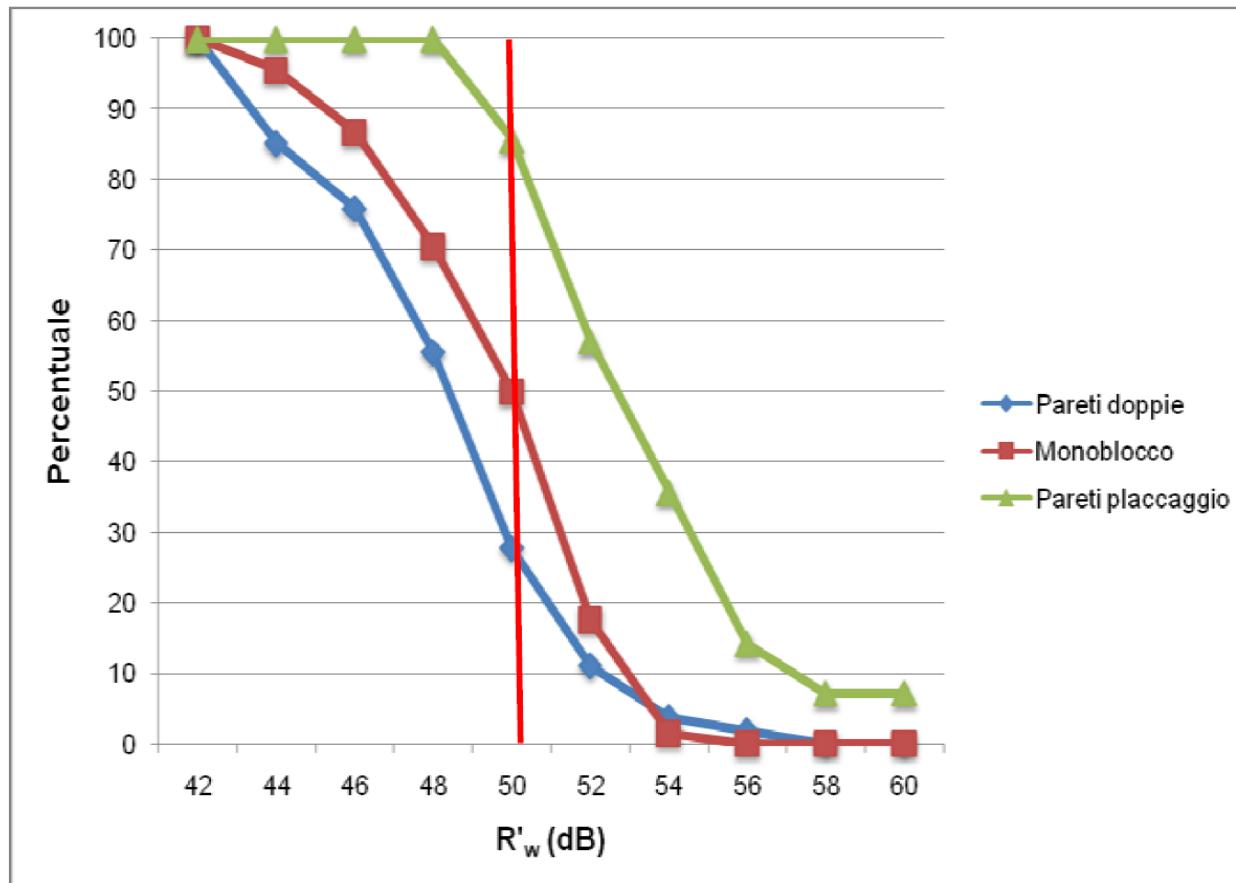
## Risultati attualmente rilevati in opera

<b>L' nw solai</b>		<b>Rispetto del limite DPCM 5/12/1997</b>		
<b>222</b>	<b>SI</b>	<b>125</b>	<b>56%</b>	
	<b>NO</b>	<b>97</b>	<b>44%</b>	

<b>D<sub>2mnTw</sub></b>		<b>Rispetto del limite DPCM 5/12/1997</b>		
<b>38</b>	<b>SI</b>	<b>18</b>	<b>47%</b>	
	<b>NO</b>	<b>20</b>	<b>53%</b>	

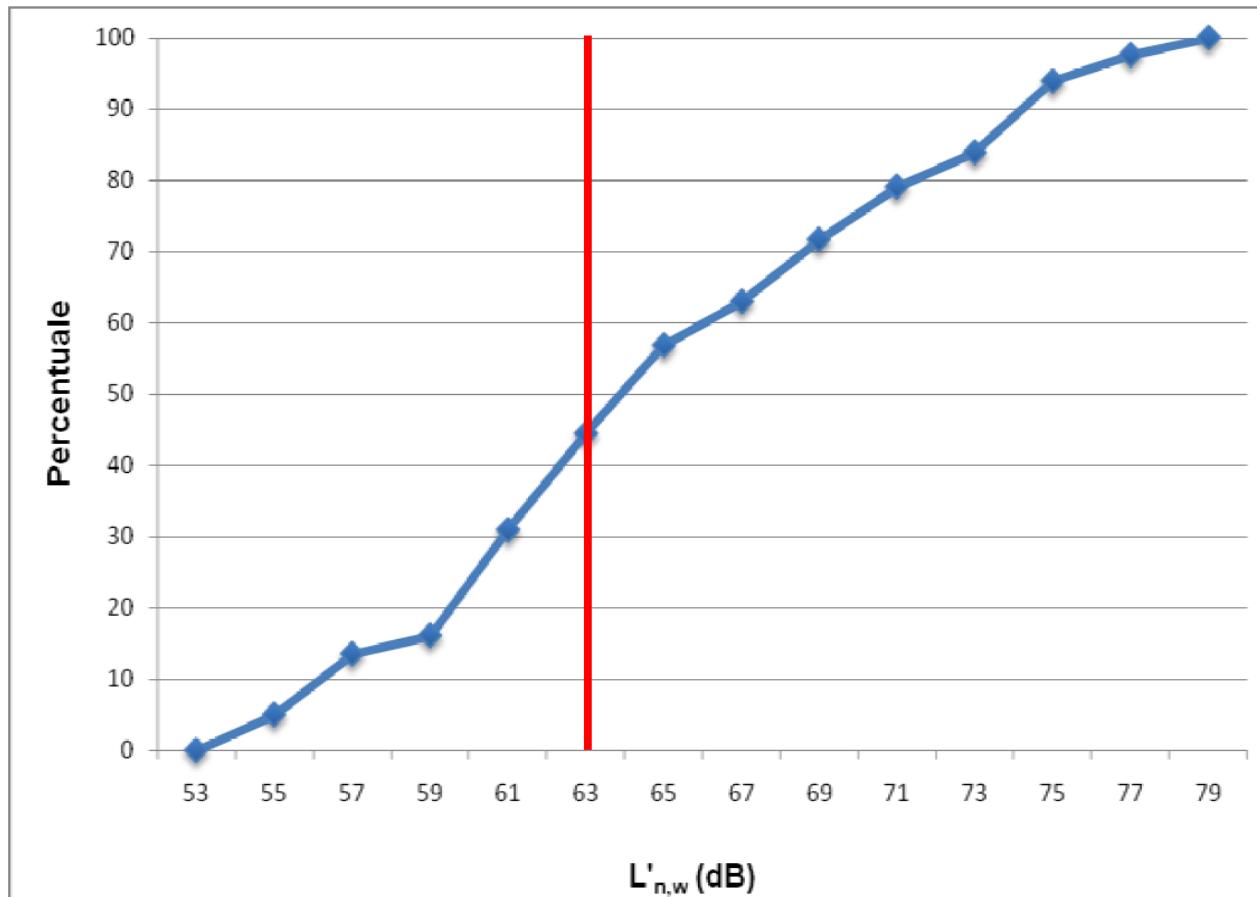
Dino Abate – 34° Convegno AIA

Le misure eseguite sono state 150 di cui il 48% su partizioni monoblocco, il 40% su murature doppie e il 12 % su pareti leggere con placcaggio in gesso rivestito.  
(35° Convegno AIA)

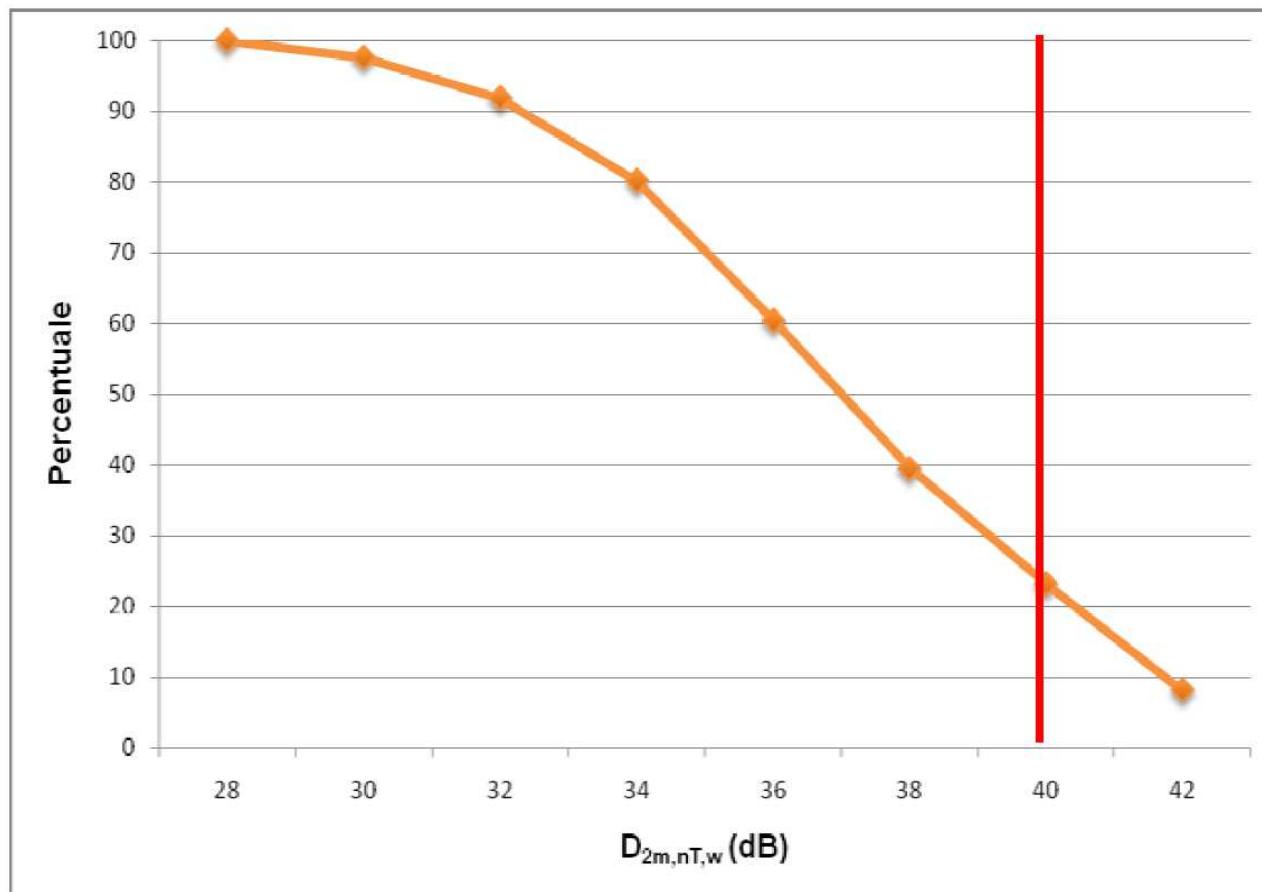


Le misure eseguite sono state 94 .I solai analizzati sono per il 90 % dei casi in latero-cemento, per il 6 % in cemento armato e per il 4 % con struttura lignea.

(35° Convegno AIA)

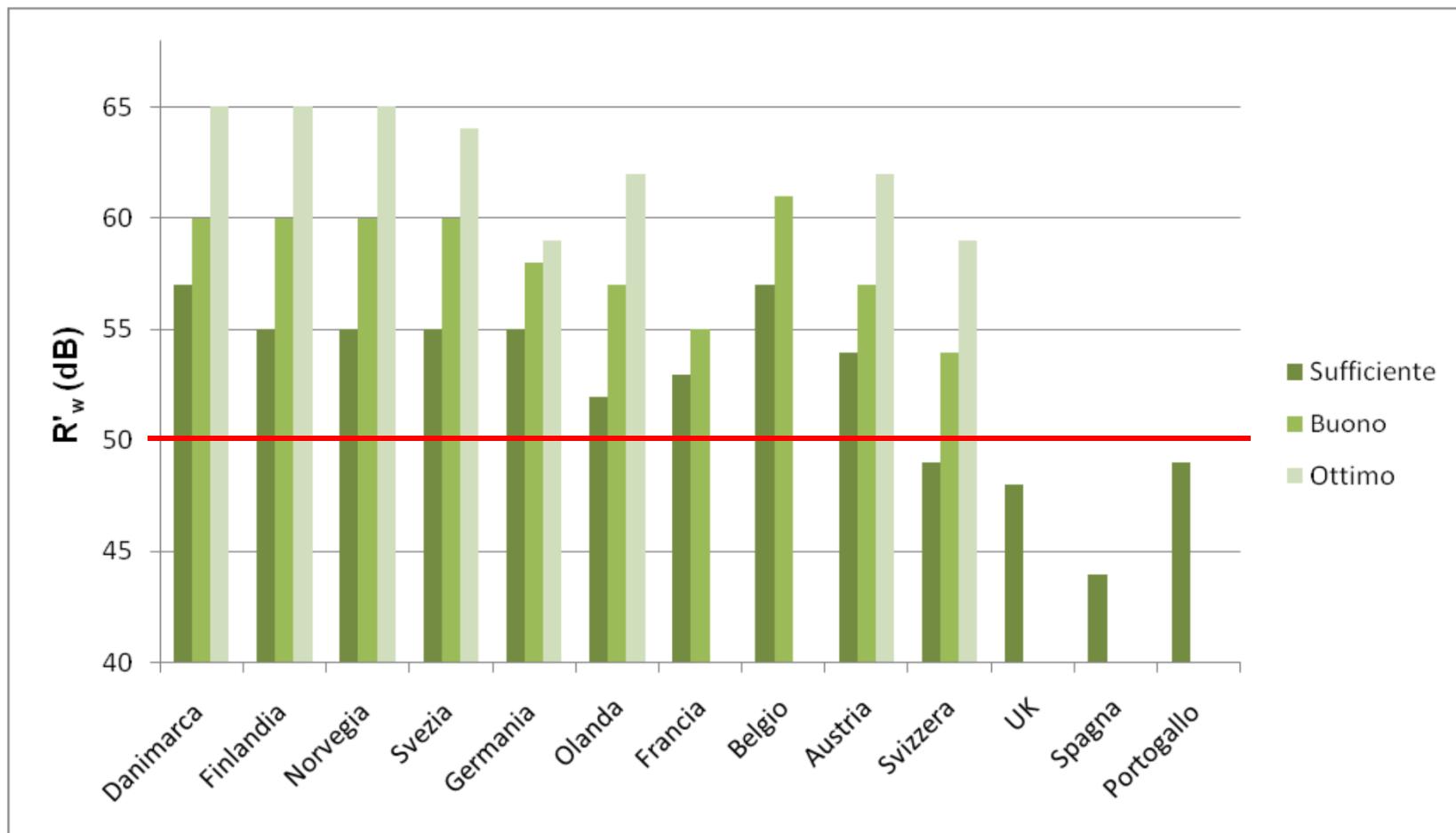


Le facciate analizzate sono state 52, per alcune delle quali sono stati calcolati anche i termini di adattamento spettrale C e Ctr (46 casi studio).  
(35° Convegno AIA)

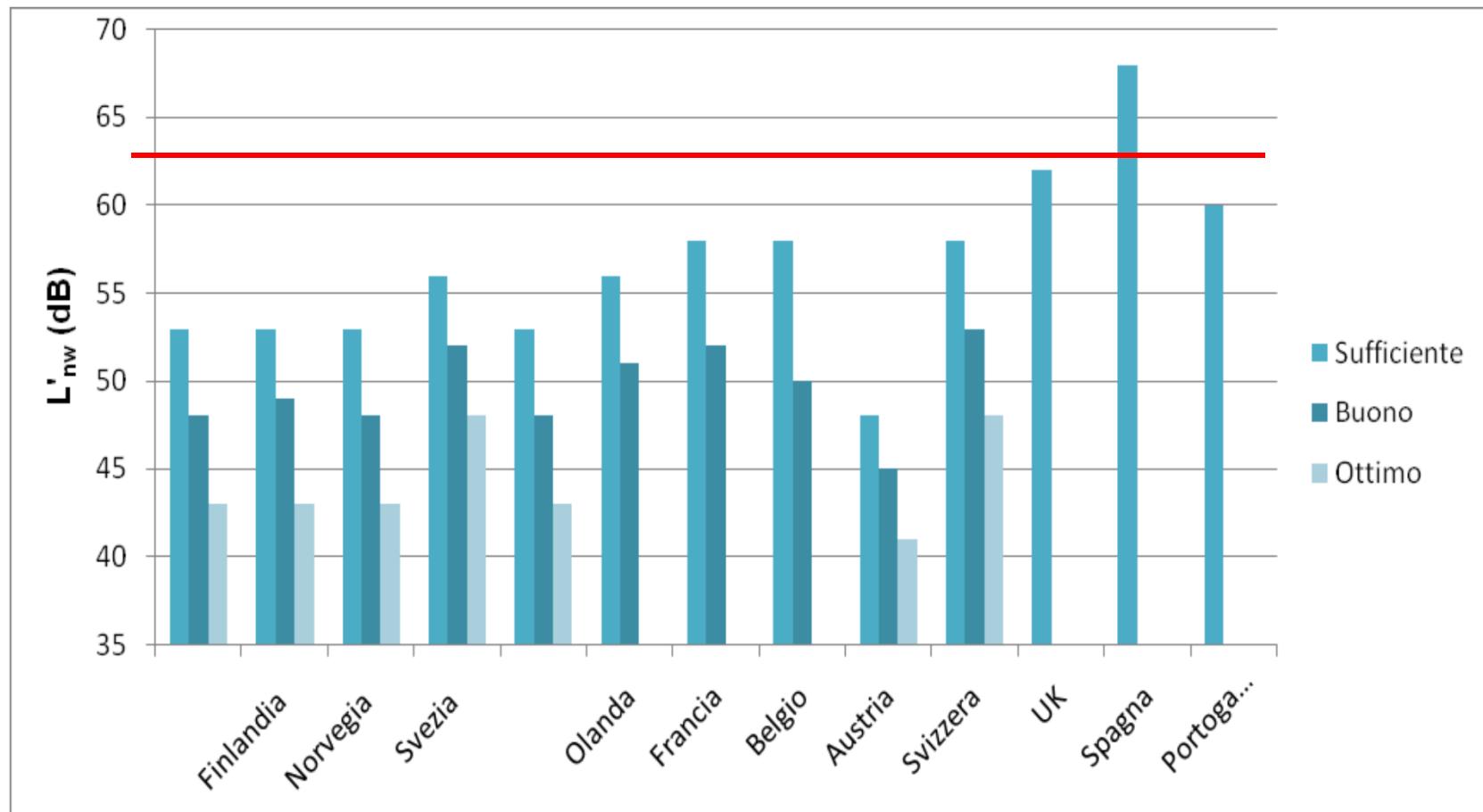


....e negli altri Paesi  
come sono  
organizzati?

## Confronto fra i valori proposti dalle norme dei Paesi Europei in termini di $R'w$ per pareti divisorie tra unità immobiliari distinte.



## Confronto fra i valori proposti dalle norme dei Paesi Europei in termini di $L'_{n,w}$ per solai tra unità immobiliari distinte.



# NOVITA' NORMATIVE

Norma UNI 11367

# CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEGLI EDIFICI

## SINTESI

# SCOPO e STRUTTURA

Tale Norma (al momento a titolo puramente volontario) dovrebbe essere la “scheletro” del futuro Decreto nazionale in materia di prestazioni (classificazione) acustiche degli edifici.

# PREMESSE

- Si basa su misure (collaudi) effettuati a fine lavori;
- E' responsabilità del tecnico misuratore applicare tale Norma;
- Devono essere eseguiti controlli durante tutte le fasi dell'opera;
- E' importante realizzare uno studio preventivo (secondo quanto riportato nelle Norme della serie 12354 e nel TR 11175);
- Sono richieste specifiche competenze in acustica edilizia (????);
- La Norma fornisce gli strumenti per classificare un'intera U.I. (Unità Immobiliare) con un unico indice di qualità;
- La norma si applica a tutti gli edifici con destinazione d'uso diversa da quella agricola, industriale e artigianale.

# TERMINI e DEFINIZIONI

Tale Norma ha sanato alcune incomprensioni contenute nel DPCM 5/12/1997 attraverso l'univoca definizione dei seguenti punti:

**AMBIENTE ABITATIVO:** porzione di U.I. destinata alla permanenza di persone;

**AMBIENTE ACCESSORIO:** corridoi, scale interne, scale condominiali e vani comuni, locali caldaia, locali tecnici....

**AMBIENTE VERIFICABILE:** ambiente avente le dimensioni sufficienti per eseguire le misure secondo Norme ISO 140;

**FACCIATA:** chiusura che delimita uno spazio interno da uno esterno, orizzontale, verticale o inclinata.

# RELAZIONE DI VERIFICA

La relazione deve contenere almeno i seguenti punti:

- ELENCO DELLE NORME UTILIZZATE;
- DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA DI SCELTA DEI CAMPIONI;
- DESCRIZIONE DEGLI AMBIENTI E DEGLI ELEMENTI IN PROVA;
- LE CONDIZIONI DI REGOLAZIONE DEGLI ELEMENTI TECNICI MISURATI;
- I RAPPORTI DI PROVA ED I CALCOLI DELLA CLASSIFICAZIONE;
- LE MISURE DI EVENTUALI PARAMETRI SECONDARI; (???)
- NEL CASO DI UTILIZZO DI TECNICHE DI CAMPIONAMENTO, I CALCOLI EFFETTUATI PER LA VALUTAZIONE DELL'INCERTEZZA.

# CRITERI DI BASE PER LA CLASSIFICAZIONE

La classificazione si esegue per le seguenti destinazioni d'uso:

- RESIDENZE;
- UFFICI;
- ALBERGHI, PENSIONI, HOTEL;
- ATTIVITA' RICREATIVE;
- ATTIVITA' DI CULTO;
- ATTIVITA' COMMERCIALI.

# CRITERI DI BASE PER LA CLASSIFICAZIONE

CLASSE	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$R'_w$ [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	$L_{ic}$ [dB(A)]	$L_{id}$ [dB(A)]
I	$\geq 43$	$\geq 56$	$\leq 53$	$\leq 25$	$\leq 30$
II	$\geq 40$	$\geq 53$	$\leq 58$	$\leq 28$	$\leq 33$
III	$\geq 37$	$\geq 50$	$\leq 63$	$\leq 32$	$\leq 37$
IV	$\geq 32$	$\geq 45$	$\leq 68$	$\leq 37$	$\leq 42$

# CRITERI DI BASE PER LA CLASSIFICAZIONE

PER LE U.I. CON DESTINAZIONE D'USO RICETTIVA LA CLASSIFICAZIONE E' INOLTRE ESTESA AI SEGUENTI REQUISITI:

CLASSE	$D_{nT,w}$	$L'_{n,w}$
I	$\geq 56$	$\leq 53$
II	$\geq 53$	$\leq 58$
III	$\geq 50$	$\leq 63$
IV	$\geq 45$	$\leq 58$

# CRITERI DI BASE PER LA CLASSIFICAZIONE

Per le U.I. aventi destinazione d'uso:

- OSPEDALI, CLINICHE, CASE DI CURA;
- SCUOLE DI TUTTI I LIVELLI;

NON SONO SOGGETTE A CLASSIFICAZIONE MA SONO  
COMUNQUE DA VALUTARE IN RIFERIMENTO AI VALORI  
RIFERITI IN APPENDICE normativa A

# APPENDICE A

## (normativa)

	Prestazione NORMALE (dB)	Prestazione SUPERIORE (dB)
$D_{2m,nT,w}$	<b>38</b>	<b>43</b>
$R'_w$	<b>50</b>	<b>56</b>
$L'_{n,w}$	<b>63</b>	<b>53</b>
$L_{ic}$	<b>32</b>	<b>28</b>
$L_{id}$	<b>39</b>	<b>34</b>
$L_{ic}$ (interno camere di degenza)	<b>35</b>	<b>30</b>
$D_{nT,w}$ (ambienti sovrapposti)	<b>50</b>	<b>55</b>
$D_{nT,w}$ (ambienti adiacenti)	<b>45</b>	<b>50</b>
$L'_{n,w}$ (stessa unità, sovrapposti)	<b>63</b>	<b>53</b>

# PROGETTAZIONE ACUSTICA DEI SOLAI



REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI SECONDO DPCM 5.12.1997

Collegio Geometri Verona 11 Maggio 2017 - Ing. Cristiano Vassanelli



## TRASMISSIONE SONORA PER IL RUMORE DA CALPESTIO

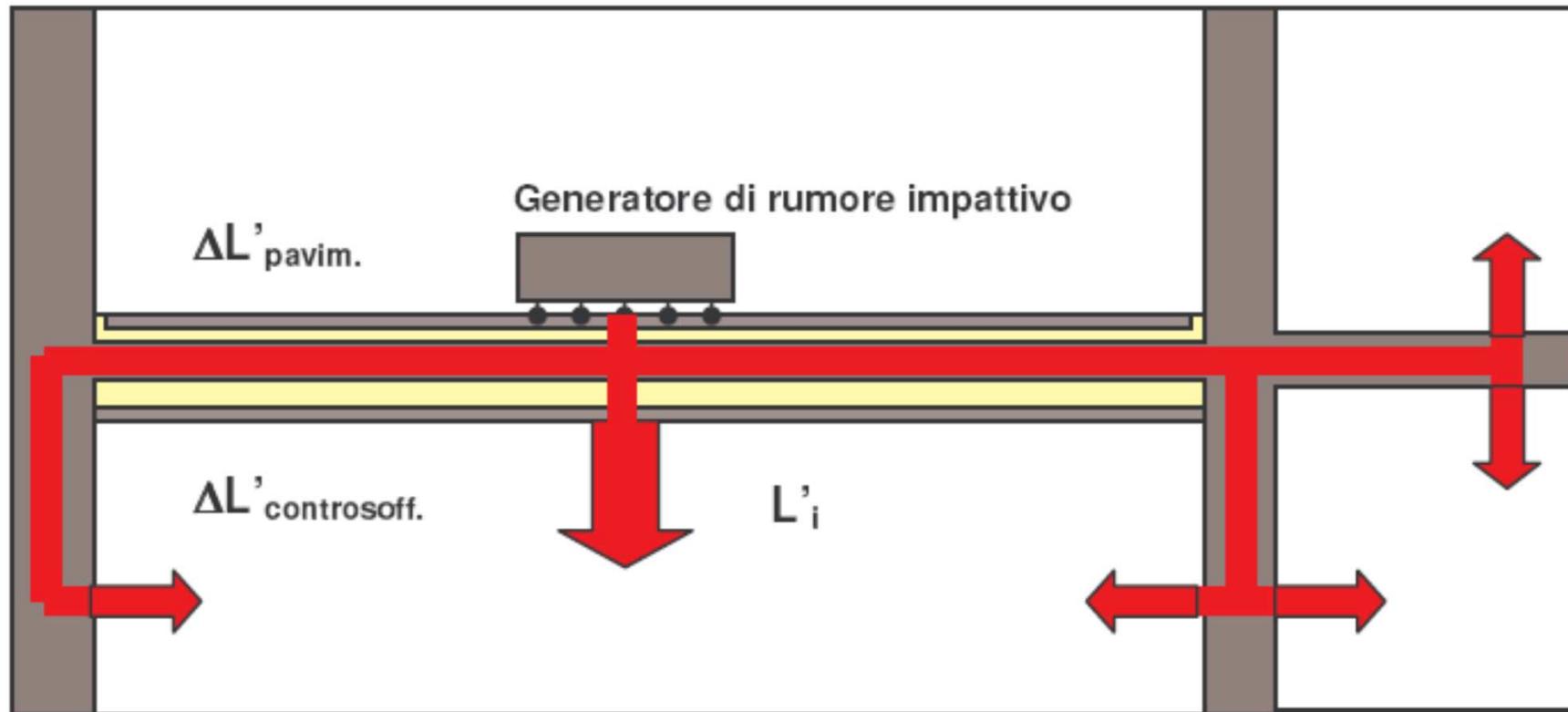
Quando un elemento strutturale viene colpito si mette in gioco una rilevante quantità di energia,

**una parte della quale viene dissipata dal rimbalzo del corpo sollecitante** (ad esempio il martello) e **dalle deformazioni della struttura**

mentre **una parte viene trasferita alla struttura che si mette in vibrazione ed emette un suono di tipo aereo.**

**La velocità di propagazione delle onde di vibrazione dipende dal materiale.**

## I PERCORSI DI TRASMISSIONE SONORA PER IL RUMORE DA CALPESTIO



# ANALISI DEL SOLAIO E VALUTAZIONE PREVENTIVA DEL POTERE FONOISOLANTE $R_w$ E DEL LIVELLO SONORO EQUIVALENTE $L_{n,w}$

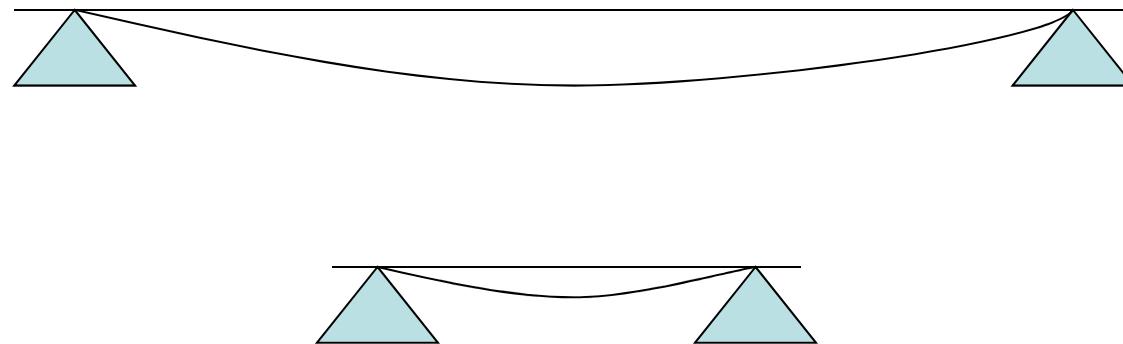
# ANALISI DEL SOLAIO

I solai dovranno garantire una prestazione acustica volta a fornire il corretto livello di confort relativamente all'indice di potere fonoisolante  $R'w$  ed al livello massimo di rumorosità dovuta ad urto diretto sulla struttura (calpestio)  $L'n,w$ .

# CONSIDERAZIONI

Hanno incidenza sul potere fonoisolante la **luce** e lo **spessore** del solaio  
(soprattutto lo spessore della cappa di compensazione o consolidamento)

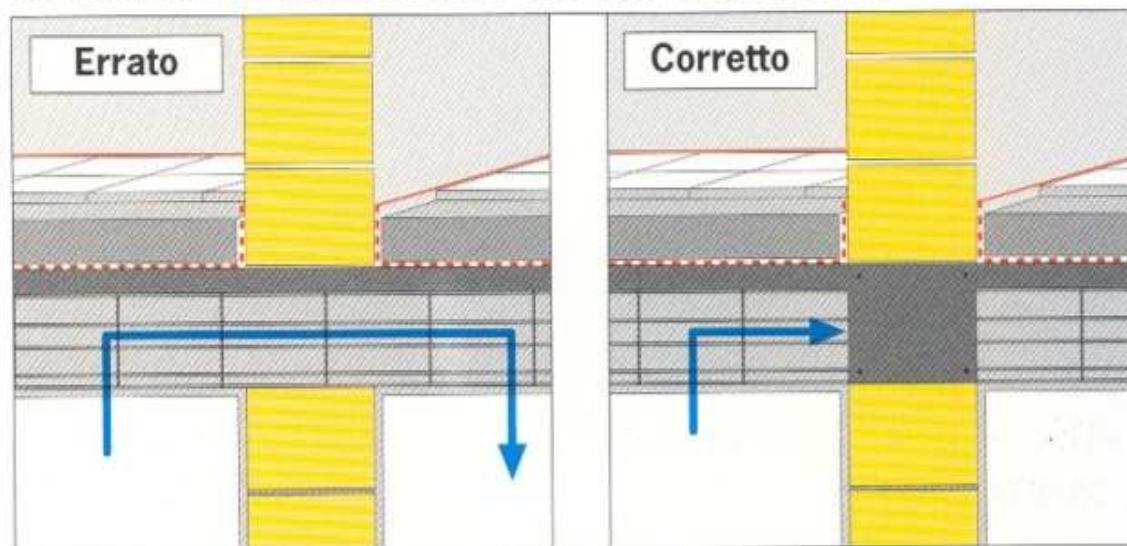
Più la luce è elevata peggio sarà il comportamento del solaio alla sollecitazione del calpestio



Un solaio avente luce elevata “re-irradierà” maggior rumore (vibrerà con maggiore facilità)!!

## ATTENZIONE ALL'ORDITURA DEI SOLAI A TRAVETTI E PIGNATTE E DEI SOLAI IN LEGNO

NODO PARETE DIVISORIA E SOLAIO SUPERIORE



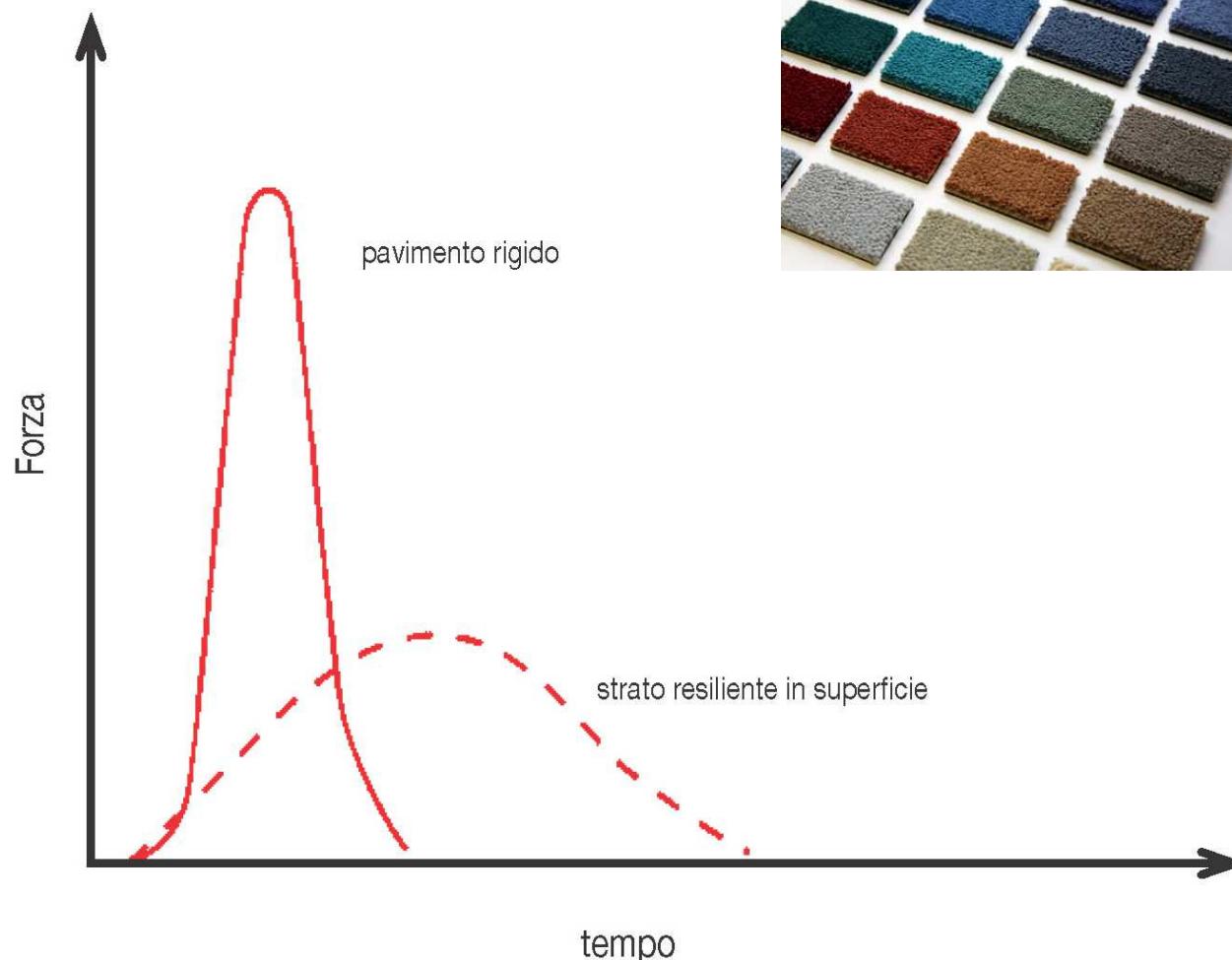
Percorsi preferenziali per il rumore si possono formare anche nel caso di pareti divisorie poste al di sotto di solai con "pignatte" forate aventi travetti ortogonali rispetto alla parete fonoisolante (solaio passante tra i due locali). I fori delle pignatte sono allineati e, se non interrotti, formano un percorso preferenziale per il rumore.

È necessario interrompere il percorso con, ad esempio, un cordolo in calcestruzzo.

# POSSIBILI SOLUZIONI PER L'ISOLAMENTO ACUSTICO DEI SOLAI DAI RUMORI DI CALPESTIO

SECONDO QUALE  
FENOMENO FISICO  
AVVIENE L'ISOLAMENTO  
ACUSTICO DEI SOLAI  
DAI RUMORI DI  
CALPESTIO?

## Come si comporta una moquette?



# PROBLEMA

Questo rivestimento non va  
bene per il residenziale.

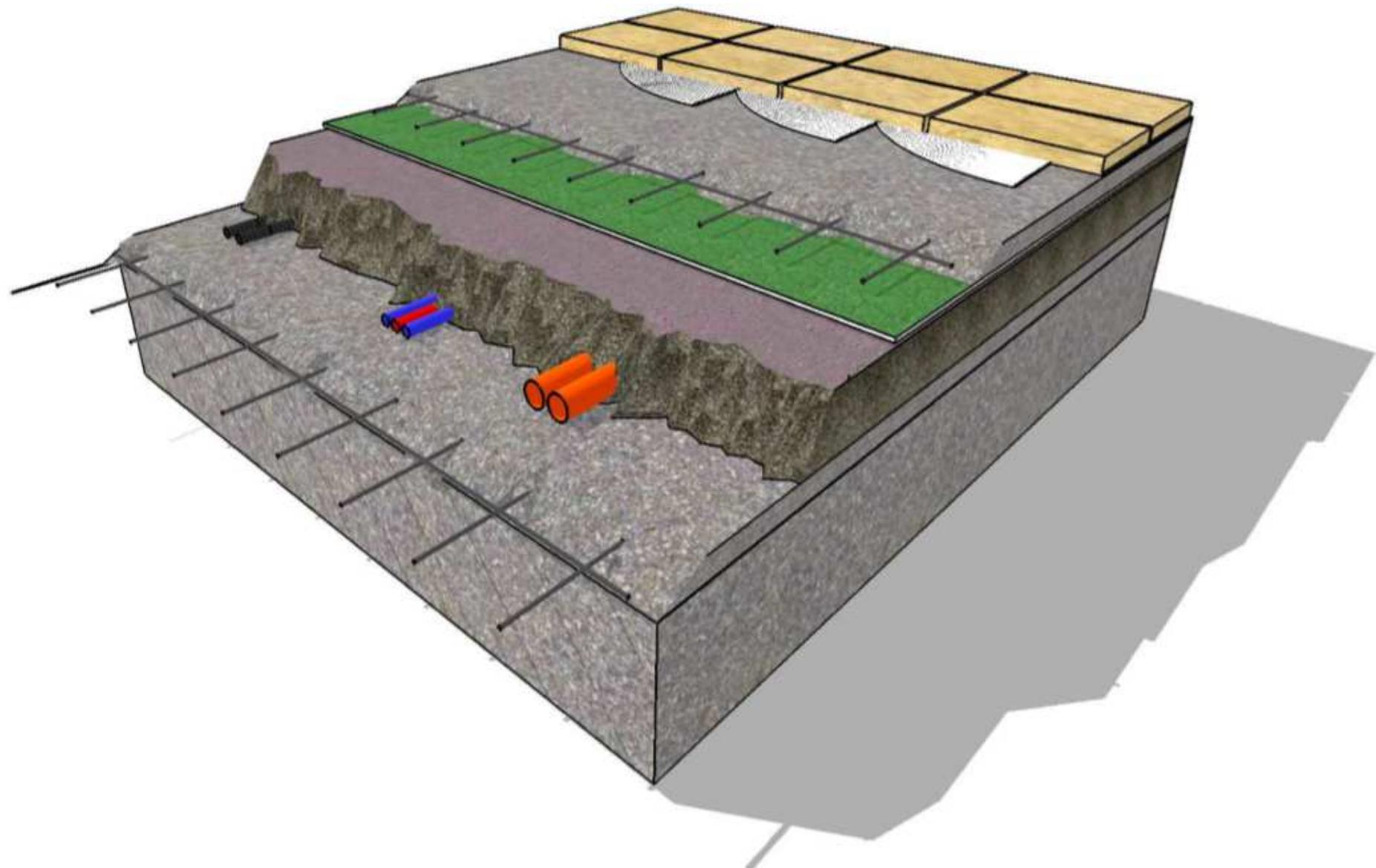
# Il Controsoffitto



# PROBLEMA

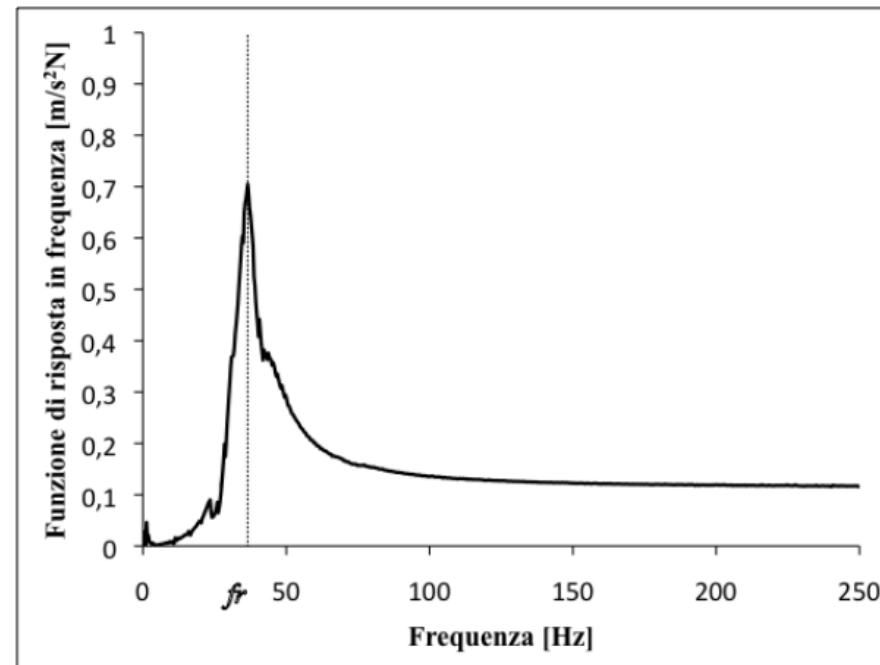
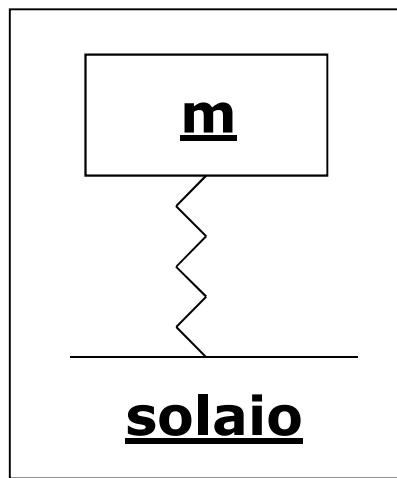
Il controsoffitto non ferma le trasmissioni laterali attraverso le murature

# LA TECNICA DEL MASSETTO GALLEGGIANTE PER L'ISOLAMENTO ACUSTICO DEI SOLAI DAI RUMORI DI CALPESTIO



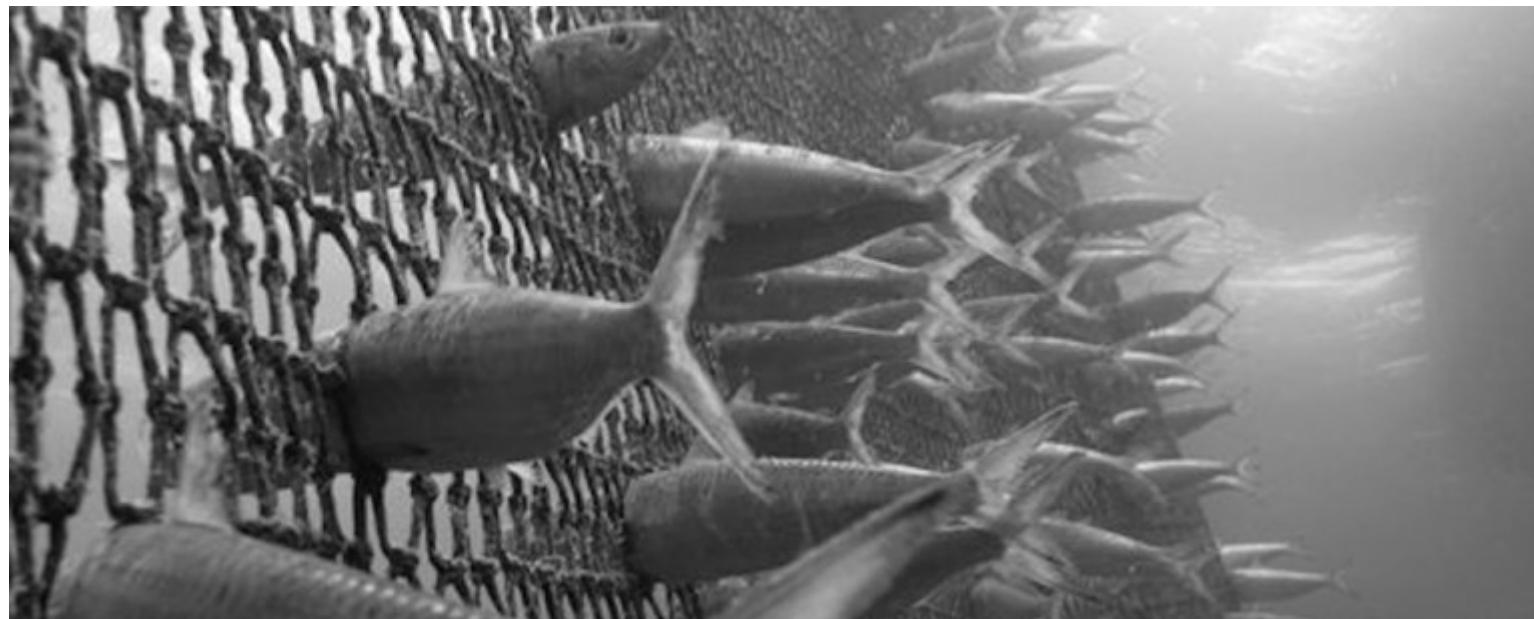
L'energia dovuta all'impatto  
dovrà essere assorbita  
attraverso la deformazione  
di una **strato resiliente**  
(materiale in grado di  
deformarsi elasticamente come se  
fosse una molla).

Il massetto galleggiante ha una risposta che si definisce reattiva per risonanza, significa che il sistema dinamico composto dal massetto e dalla "molla" su cui poggia, prima entra in risonanza con la fonte eccitante e poi inizia a smorzare le vibrazioni secondo lo schema ed il grafico di seguito riportato..



Prima lo strato resiliente  
arriva alla frequenza di  
risonanza maggiore sarà la  
capacità di attenuazione dei  
rumori di calpestio...

...se le frequenze dei rumori  
fossero pesci e lo strato resiliente  
fosse la nostra rete da pesca....

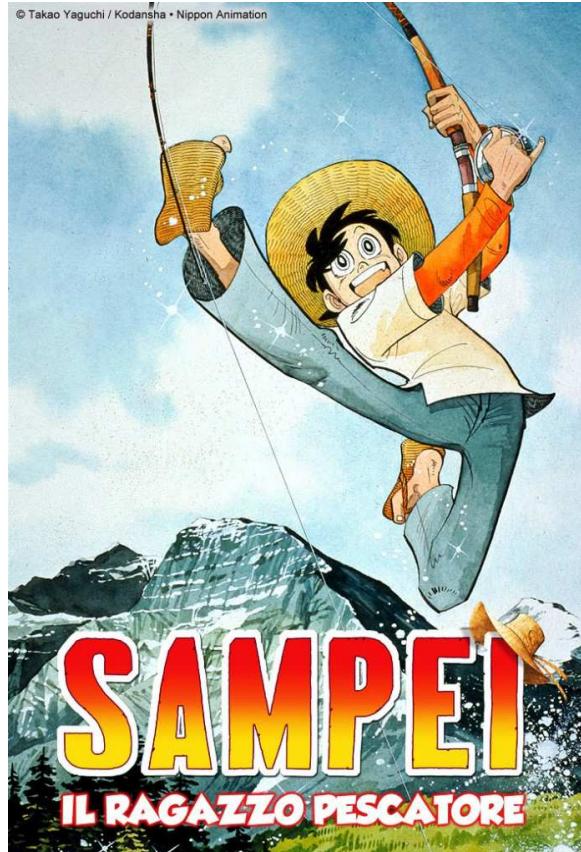


... la frequenza di risonanza sarebbe la dimensione della maglia della rete da pesca....

... e con una maglia stretta (strato resiliente con frequenza di risonanza molto bassa) pescheremo tutti i pesci!



# Suggerimenti per diventare bravi “pescatori”



Secondo quali criteri si valutano gli isolanti acustici ai rumori di calpestio ?

## 1 CARATTERISTICHE DI POSA:

- Resistenza "di cantiere";
- Facilità di posa;

## 2 CARATTERISTICHE FISICHE:

- Rigidità dinamica s' nel tempo;
- Attenuazione  $\Delta L_n$ ;
- Resistenza alla compressione;
- Comprimibilità;

## 3 CARATTERISTICHE COMMERCIALI:

- Prezzo / servizi offerti;
- Referenze (archivio collaudi);

# RESISTENZA DI CANTIERE

## Resistenza di cantiere



Durante le fasi di cantiere l'isolante al calpestio è  
fortemente “stressato”



**Un materiale dotato di grande resistenza  
garantisce migliori risultati!**

## Possibili soluzioni



# FACILITA' DI POSA

# Quali differenze?



# CARATTERISTICHE FISICHE

# $\Delta L_n$ o $s'$ ?

Ai fini dell'ottenimento di un livello al calpestio secondo richieste di Legge, è maggiormente indicativo il dato relativo all'attenuazione del livello di calpestio o il valore relativo alla rigidità dinamica propria del materiale?

# Certificazione del livello di attenuazione al calpestio



Freq. (Hz)	Li (dB)	T (sec)	Ln (dB)	Li (dB)	T (sec)	Ln (dB)	
SOLAIO DI PROVA IN CLS NON RICOPERTO (S)				SOLAIO DI PROVA IN CLS RICOPERTO DALL' ELEMENTO IN PROVA ** (R)			
100	59,90	7,2	52,47	51,10	7,2	43,67	
125	67,70	5,8	61,21	50,65	5,8	44,16	
160	66,80	7,7	59,08	55,70	7,7	47,98	
200	67,30	7,9	59,47	58,70	7,9	50,87	
250	69,70	8,4	61,60	55,34	8,4	47,24	
315	70,40	7,8	62,62	48,45	7,8	40,67	
400	71,70	7,2	64,27	48,42	7,2	40,99	
500	71,00	6,7	63,88	46,69	6,7	39,57	
630	71,80	6,5	64,81	41,20	6,5	34,22	
800	71,50	6,5	64,51	43,53	6,5	36,55	
1000	71,50	5,8	65,01	38,63	5,8	32,14	
1250	71,90	5,5	65,64	37,75	5,5	31,49	
1600	73,10	5,4	66,92	37,42	5,4	31,24	
2000	73,50	4,6	68,01	36,40	4,6	30,92	
2500	74,00	3,9	69,23	33,05	3,9	28,28	
3150	72,40	3,1	68,63	30,48	3,1	26,71	
4000	71,50	2,4	68,84	26,36	2,4	23,70	
5000	69,40	2,0	67,64	24,80	2,0	23,04	
dB (A)	84,40	6,4	77,48	54,90	6,4	47,98	

Indici: solaio vuoto (S)  $I_0 = 74,0$  dB solaio rivestito\*\* (R)  $40,5$  dB

\*\* Il solaio è rivestito con : pannello "FONOSTOP DUO" e massetto  
Il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato (Ln) è stato calcolato  
per mezzo della seguente relazione :

$Ln = Li - 10 \log(Ao \times T / 0,16 \times v)$  Dove :

Li = Livello medio di pressione sonora misurato in terzi di ottava nell'ambiente di ricezione  
T = Tempo medio di riverberazione espresso in secondi, misurato nell'ambiente di ricezione.

Ao= Area di assorbimento acustico equivalente =  $m^2$  10

V = Volume dell'ambiente di ricezione =  $m^3$  81

Miglioramento dovuto al rivestimento :  $\Delta I_r = I_0 - I_1 = 33,5$  dB

CSI SpA - Modulo 3N - Rev 4

GRUPPO  
IMQ

Certificato  
secondo Norma  
ISO 717/82  
relativo al livello  
di attenuazione  
del calpestio.

**ΔLn = 33,5 dB**

# Certificazione della rigidità dinamica $s'$

ICITE  
Risultati ottenuti  
3402/RP/01 - pag. 6 di 6

In mancanza di un valore della resistenza  $r$  al flusso d'aria da attribuire al campione provato vengono riportati sia i valori di  $s'$  sia quelli di  $s'_r$ .

Tab. 1 - Risultati relativi ai tre provini del campione in oggetto posti sotto piastra di carico di 8 kg

Denominazione	N° provino	Spessore sotto carico (mm)	Massa per unità di superficie (kg/m <sup>2</sup> )	$s'$ (MN/m <sup>3</sup> )	$s'_{r1}$ (MN/m <sup>3</sup> )	$f_r$ (Hz)
FONOSTOP DUO	1	6,1	198	22	4	22
	2	6,4	198	21	4	22
	3	6,3	199	21	4	22

dove:  
 $f_r$  = frequenza di risonanza in Hz;  
 $s'$  = rigidità dinamica apparente per unità di superficie del provino;  
 $s'_{r1}$  = rigidità dinamica per unità di superficie del materiale resiliente.

La rigidità dinamica del materiale resiliente risulta dalla media dei tre provini.

$s' = 21 \text{ MN/m}^3$        $s'_{r1} = 4 \text{ MN/m}^3$

Tab. 2 - Rigidità dinamica del campione in oggetto

Il Referente Tecnico  
dott. Fabrizio Valentini  
*Fabrizio Valentini*

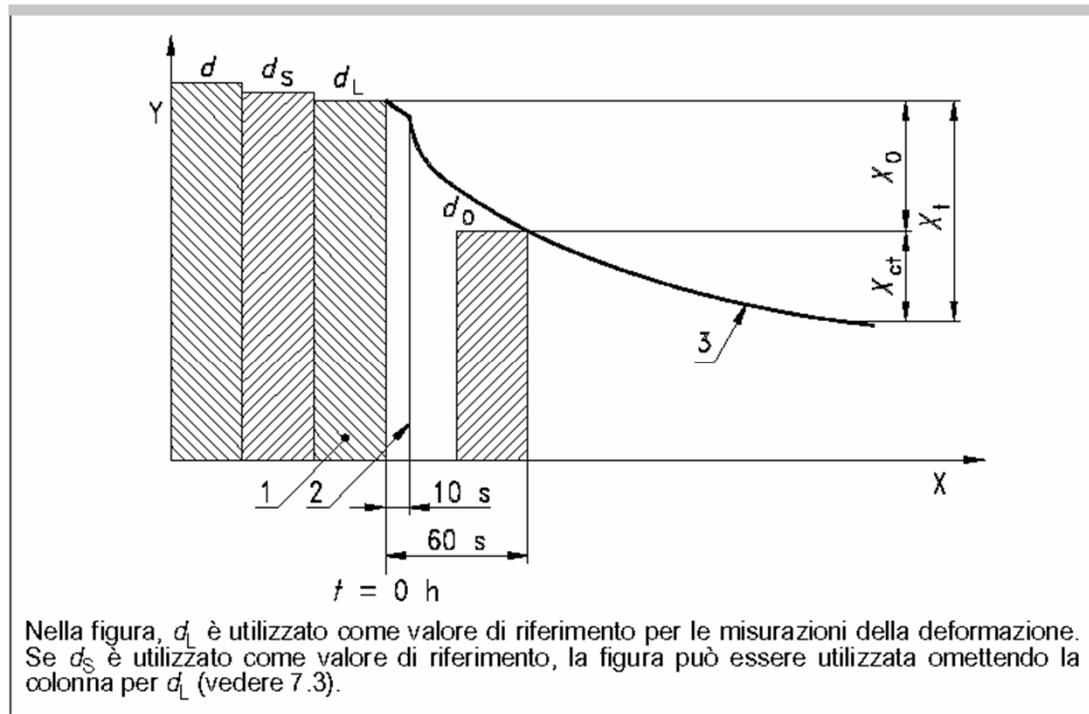
Il Direttore  
Dott. Ing. Valter Espositi  
*Valter Espositi*

Il Responsabile del Reparto  
dott. Italo Meroni  
*Italo Meroni*

Certificato  
secondo Norma  
UNI 29052-1  
relativo al valore  
di rigidità  
dinamica.

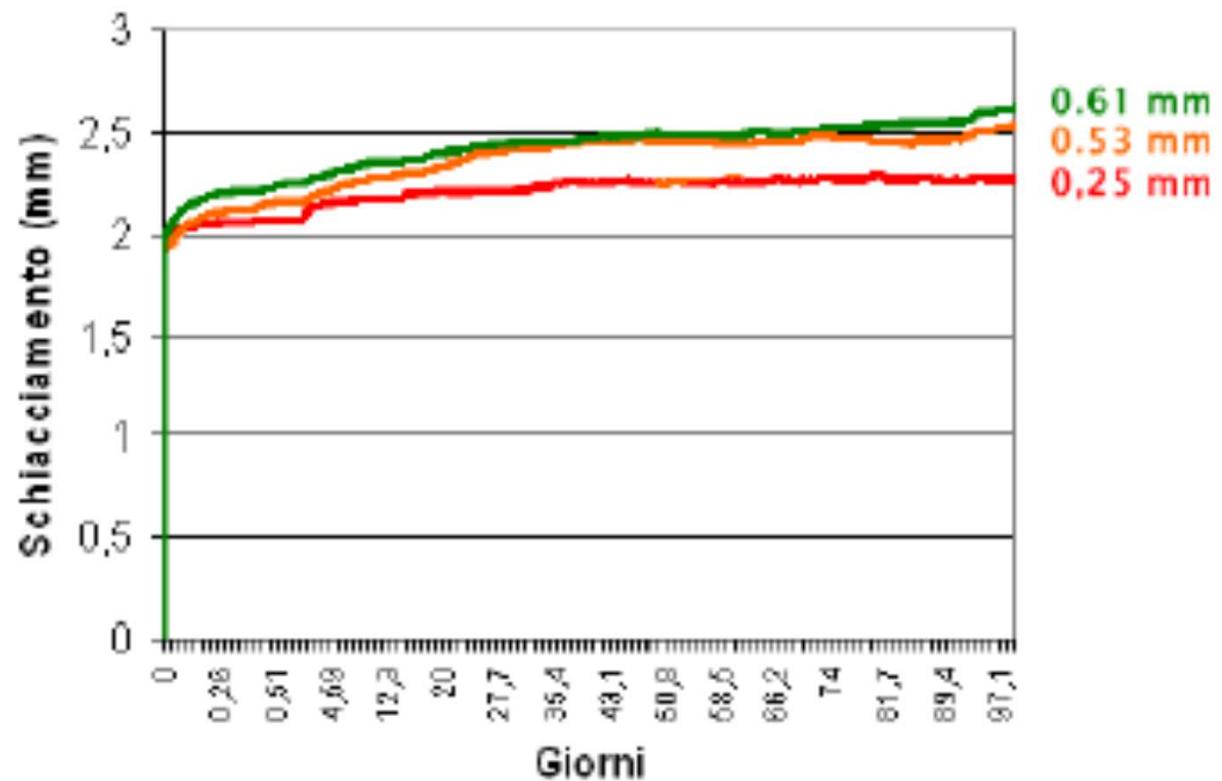
$s' = 21 \text{ MN/m}^3$

# RESISTENZA A COMPRESIONE E DURABILITA' DELLA PRESTAZIONE

Legenda

- 1 "Peso morto" del dispositivo per il carico (< 10% della più piccola sollecitazione scelta per la prova di scorrimento viscoso)
- 2 Carico applicato per la prova di scorrimento viscoso a compressione
- 3 Curva di deformazione
- $d_L$  Riferimento per le misure della deformazione
- X Tempo  $t$
- Y Spessore

Prova  
carico  
statico  
(creep)  
secondo  
EN 1606



# Elaborazione dei dati

La Norma EN 1606 consente la valutazione della deformazione sul lungo periodo degli isolanti, dovuta a scorrimento viscoso a compressione. Il metodo di calcolo si basa su una regressione matematica lineare (equazione di Findley) valida per coefficienti di determinazione  $r^2 \geq 0,9$ .

$$\log(x_t - x_0) = \log(m) + b \log(t)$$

Dove m e b sono costanti del materiale.

# COMPRESIBILITÀ

(capacità di rispondere  
elasticamente a cicli di carico  
e scarico)

# EN 12431

Andamento degli spessori in funzione del tempo e del carico

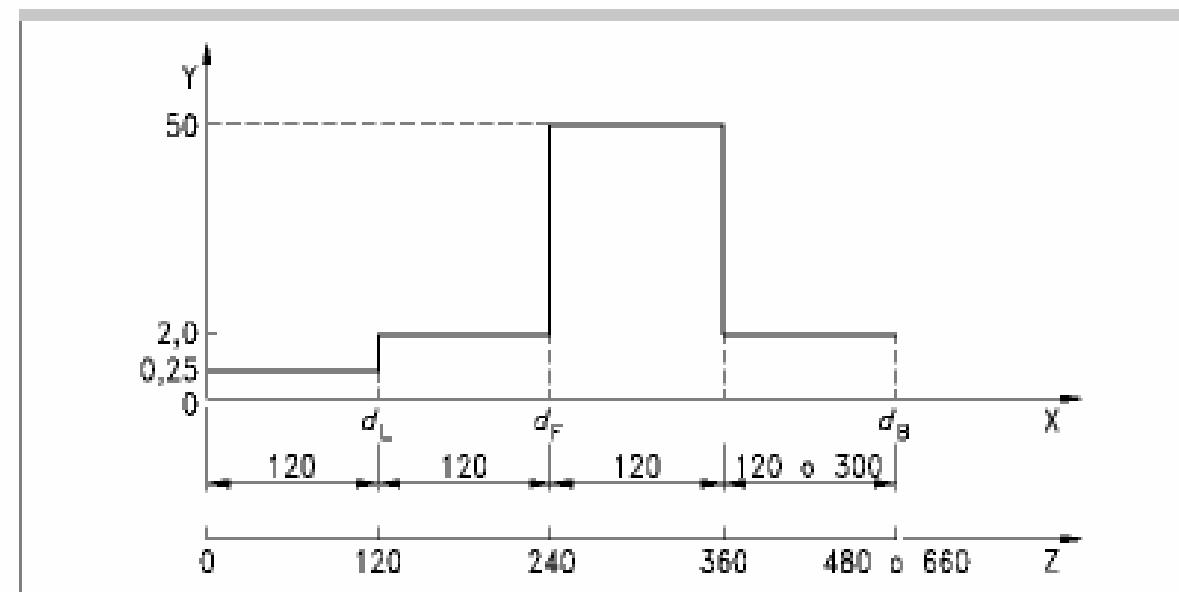
Legenda

X Intervalli di tempo in s

Y Carico in kPa

Z Tempo totale in s

$d_L$ ,  $d_F$ ,  $d_B$  Spessori



# EN 13163

Livello	Carico applicato sullo strato di rivestimento (kPa)	Requisito (mm)	Tolleranza (mm)
CP5	≤ 2.0	≤ 5	≤ 2 per $d_L < 35$ ≤ 3 per $d_L \geq 35$
CP4	≤ 3.0	≤ 4	
CP3	≤ 4.0	≤ 3	≤ 1 per $d_L < 35$ ≤ 2 per $d_L \geq 35$
CP2	≤ 5.0	≤ 2	

Pertanto, il prodotto **renostop uno** è compreso nel livello di comprimibilità CP2, essendo il suo schiacciamento dopo il ciclo previsto dalla EN 12431:2000 inferiore o uguale a 2.0 mm.

Il prodotto **renostop doppio** è compreso nella classe di comprimibilità CP3 essendo il suo schiacciamento dopo il ciclo previsto dalla EN 12431:2000 inferiore a 3 mm.

# MANTENIMENTO DELLE PRESTAZIONI DEI SISTEMI DI ISOLAMENTO AL CALPESTIO

# TEST DI CANTIERE

Di seguito verranno presentati i risultati ottenuti dai collaudi effettuati con scadenze temporali come di seguito elencato, misurati dalla stesura del massetto di allettamento:

- Periodo stesura massetto: 02/07
- Periodo primo collaudo: 05/07
- Periodo secondo collaudo: 06/07
- Periodo terzo collaudo: 02/08
- Periodo quarto collaudo: 03/09
- Periodo quinto collaudo: 05/10

# CASO STUDIO

## (Cantiere Pordenone)

- Solaio UNISOL KS cm 20 + 4
- Livellamento impianti cm 8 (300 Kg/m<sup>3</sup>)
- Materiale resiliente
- Massetto cm 5 (1800 Kg/m<sup>3</sup>)
- Pavimentazione in ceramica cm 1,5

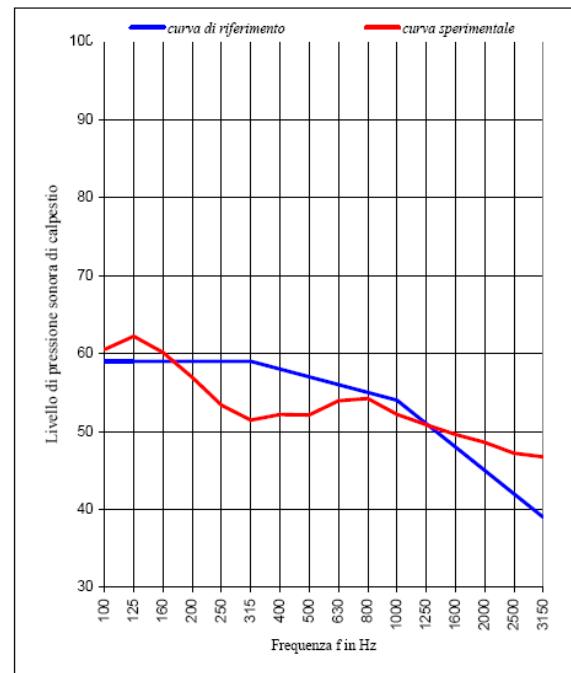
# I° Collaudo risultati

## Stratigrafia del solaio:

- pavimentazione ceramica
- massetto sabbia cemento cm 5/6
- strato resiliente FONOSTOP DUO monostrato
- strato alleggerimento e livellamento impianti cm 8
- solaio 20 + 4 UNISOL KS
- intonaco

Volume dell'ambiente ricevente: 95,53 m<sup>3</sup>

Frequenza Hz	L <sub>n</sub> Terzo di ottava dB
50	
63	
80	
100	60,5
125	62,2
160	60,1
200	57,0
250	53,4
315	51,5
400	52,2
500	52,1
630	53,9
800	54,2
1000	52,2
1250	50,9
1600	49,6
2000	48,6
2500	47,2
3150	46,7
4000	
5000	



valutazione secondo la UNI EN ISO 717-2:

$$L'_{n,W} = 57,0 \text{ dB}$$

$$C_{150-3150} = -4,5 \text{ dB}$$

# II° Collaudo risultati

Job: 0004

Date of measurement: 08/06/2007 11.44.42

Impact sound insulation

Calculations according to: UNI

Partition: B 'SOLAIO LATEROCEMENTO PAVIMENTO PIASTRELLE'

Wall/Floor/Ceiling:

Source room:

Receiving Room:

Description:

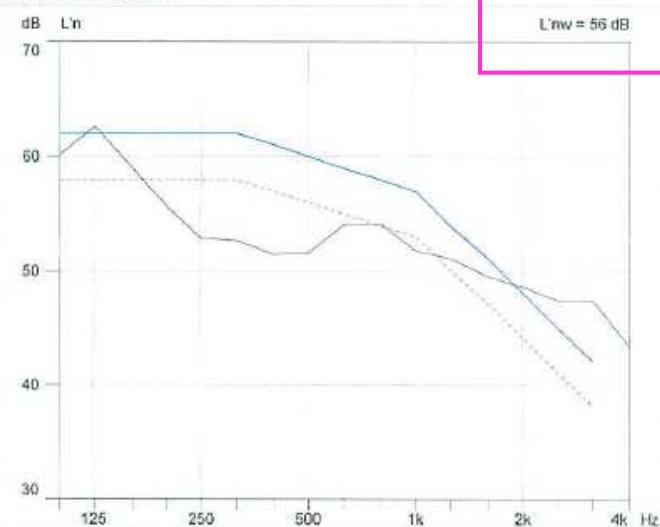
Volume: 90,32 m<sup>3</sup>

T0: 0,50 s.

Overall Result(s):

L'nw = 56 dB

L'nw+Ci = 53 dB



Part. B 'SOLAIO LATEROCEMENTO PAVIMENTO PIASTRELLE' Results

# III° Collaudo risultati

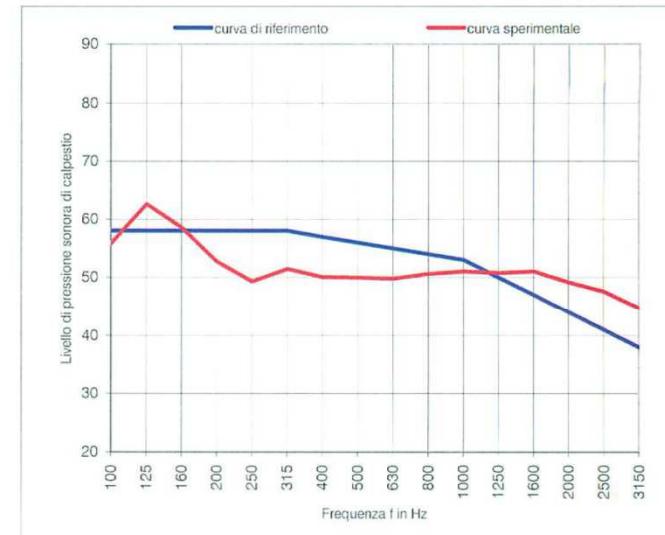
## Tipologia elemento in prova:

Solaio di tipo "UNISOL KS" dello spessore di 24 cm, sottofondo riempimento impianti in "ISOCAL" dello spessore di 8 cm, sottopavimento anticalpestio marca "INDEX" modello "FONOSTOP DUO" dello spessore di 8 mm, massetto ripartitore di carico in sabbia e cemento dello spessore di 6 cm e pavimento di finitura in ceramica.

Volume dell'ambiente ricevente:

38,35 m<sup>3</sup>

Frequenza (Hz)	$L_n$ Terzo di ottava (dB)
100	55,8
125	62,6
160	58,5
200	52,7
250	49,4
315	51,5
400	50,1
500	50,0
630	49,9
800	50,6
1000	51,0
1250	50,8
1600	51,1
2000	49,2
2500	47,6
3150	44,7



Valutazione secondo la UNI EN ISO 717-2:

$L_{n,W}^! = 56,0$  dB       $C_{50-3150} = 0,4$  dB

Codice: Rapporto di prova n. 294-02\_01 Tecnico di riferimento: Bortot per. ind. Cristian  
 Data: 18 Febbraio 2008 Tecnico competente in acustica Regione Veneto n. 45  
 Socio Specialista Assoacustici n. 330

# IV° Collaudo risultati

Description or identification of test building, test set-up and measurement direction:  
 SOLAIO IN LATEROCEMENTO 20+ 4 + ALLEGGERITO 7 CM. + FONOSTOPDUO  
 INDEX+MASSETTO IN CLS DA 5 CM.

Volume of receiving room (m<sup>3</sup>): 38,35 Camera A21(Terzo Piano) da Cucina A27(Quarto piano) CON PAVIMENTO IN CERAMICA

Frequency f <sub>i</sub> (Hz)	L'n (third octave), dB
50	—
63	—
80	—
100	—
125	63.6
160	58.5
200	53.5
250	52.2
315	53.4
400	51.1
500	51.3
630	50.6
800	52.1
1000	52.4
1250	51.4
1600	50.7
2000	49.4
2500	47.5
3150	44.7
4000	42.3
5000	38.6



Estimation of L'n,w (CI) (dB) : 56

(-4) according to ISO 717-2

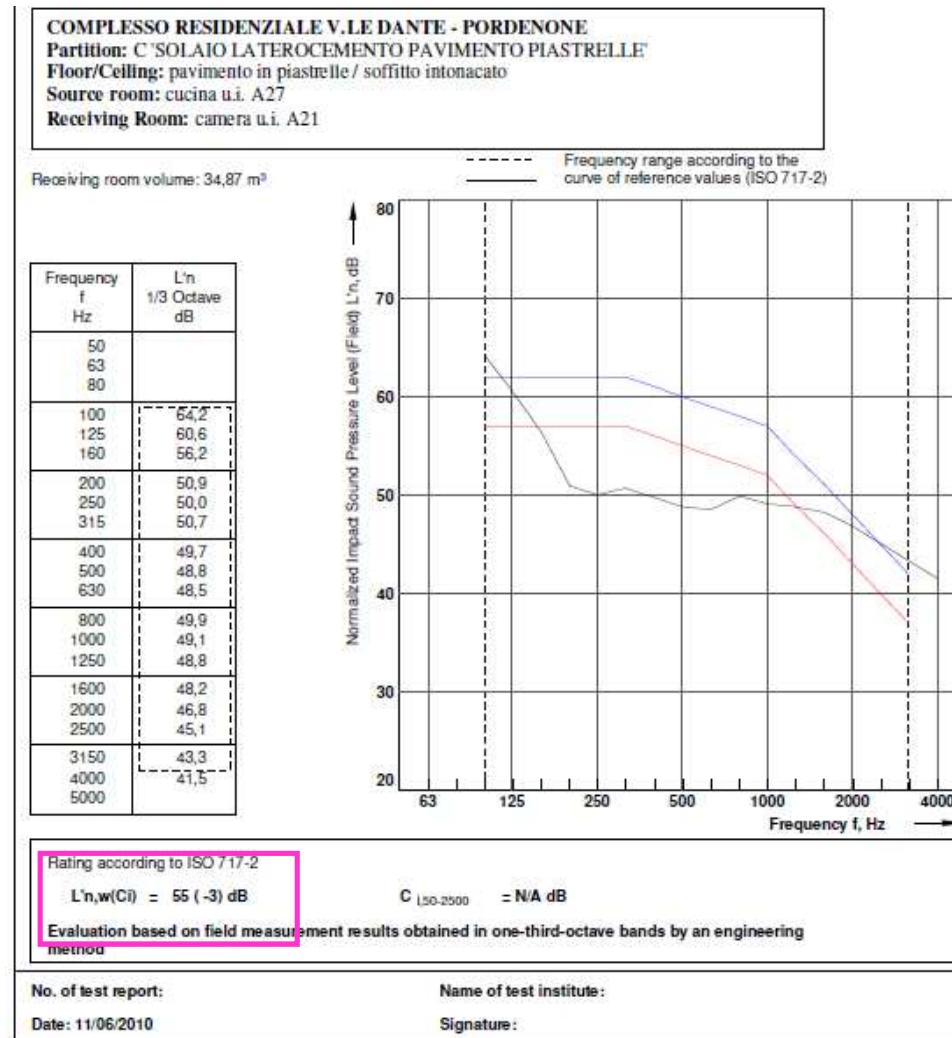
Estimation of field measurement

results obtained by an expert method

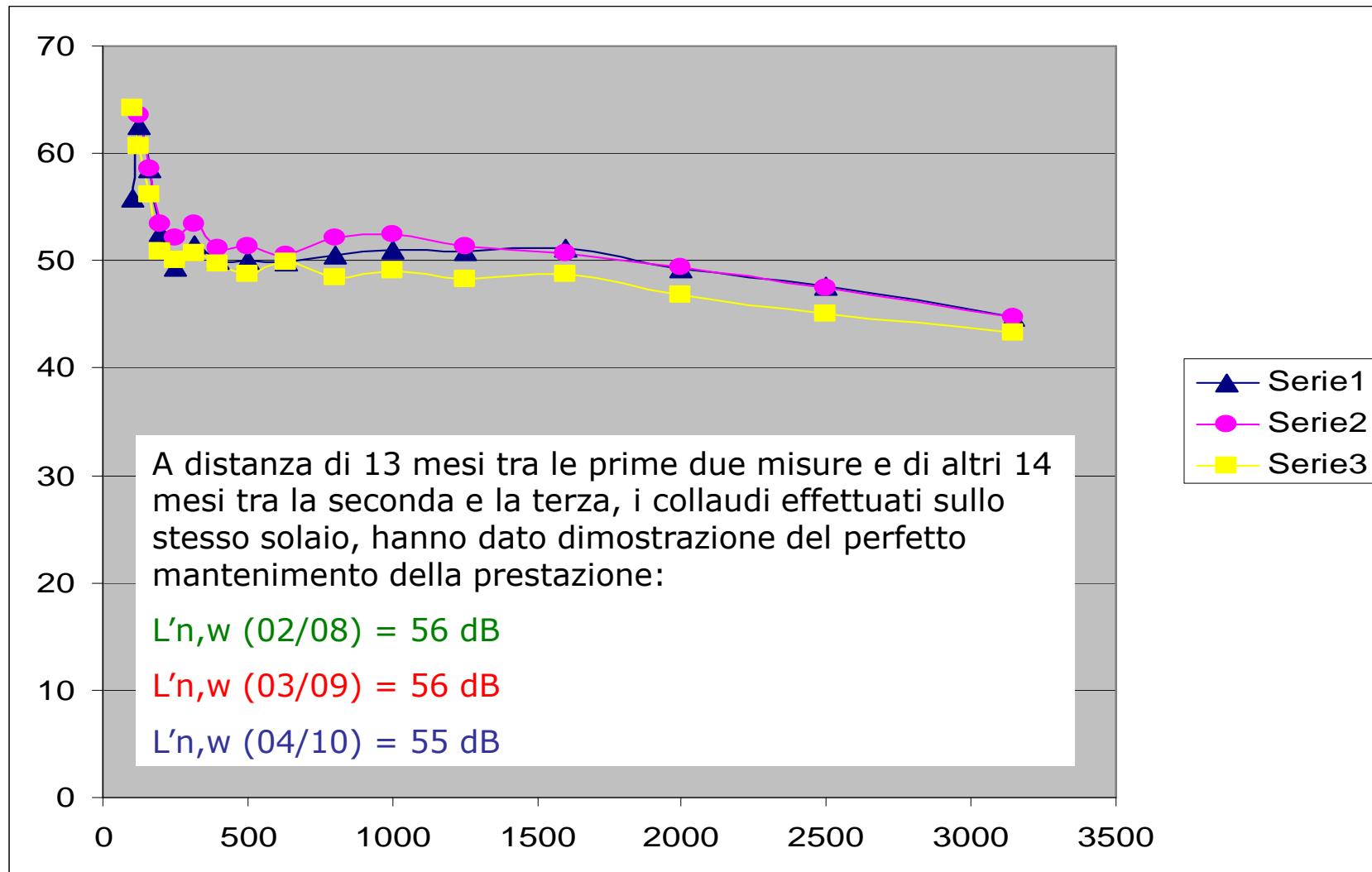
Report No.:100  
 Date: 06/04/2009

Testing agency:  
 Signature: DOTT.ING. MASSIMO ROVERE

# V° Collaudo risultati



# Confronto degli spettri sonori



# TEST DI CANTIERE

Riassumendo:

02/07:  $L'n,w = 57 \text{ dB}$

05/07:  $L'n,w = 56 \text{ dB}$

06/07:  $L'n,w = 56 \text{ dB}$

02/08:  $L'n,w = 56 \text{ dB}$

03/09:  $L'n,w = 56 \text{ dB}$

05/10:  $L'n,w = 55 \text{ dB}$

# PANORAMA NORMATIVO

Di seguito viene riportato l'elenco delle Norme tecniche che consentono di calcolare analiticamente le prestazioni di isolamento acustico previste in opera per gli edifici di nuova costruzione.

*Conoscendo le prestazioni dei prodotti e dei sistemi edilizi*, che verranno analizzati sarà possibile calcolare:

$$R_w, D_{2m,nT,w}, L_{n,w}, T_{60}$$

# PROBLEMA

Conoscere  
le prestazioni dei prodotti  
dalle indicazioni dei  
produttori

# PANORAMA NORMATIVO

UNI EN 12354

*“Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti”*

**parte 1:** Isolamento dal 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;

**Parte 5:** Rumore degli impianti (appena uscita);

**parte 4:** Trasmissione del rumore interno all'esterno;

**parte 6:** Assorbimento acustico in ambienti chiusi.

# PANORAMA NORMATIVO

UNI TR 11175

*“Acustica in edilizia – Guida alle Norme serie  
UNI EN 12354 per la previsione delle  
prestazioni acustiche degli edifici.  
Applicazione alla tipologia costruttiva  
nazionale”*

Tra le UNI EN 12354 ed il rapporto Tecnico UNI esistono alcune sostanziali differenze. Le prime si riferiscono a tipologie costruttive tipiche del nord Europa, Il TR invece è stato elaborato considerando le tipologie costruttive del nostro paese e presenta un'ampia banca dati di strutture edilizie nazionali.

# PROBLEMA

Attenzione alle formule  
sperimentali per il calcolo  
del rumore dei solai

# IL PROCEDIMENTO DI STIMA PREVENTIVA DEL LIVELLO DI CALPESTIO DEI SOLAI

# VALUTAZIONE PREVENTIVA

## ESEMPIO

- Solaio latero cemento cm 24 + 4;
- Sottofondo alleggerito cm 8;
- Strato resiliente;
- Massetto sabbia cemento cm 5;
- Pavimentazione ceramica.

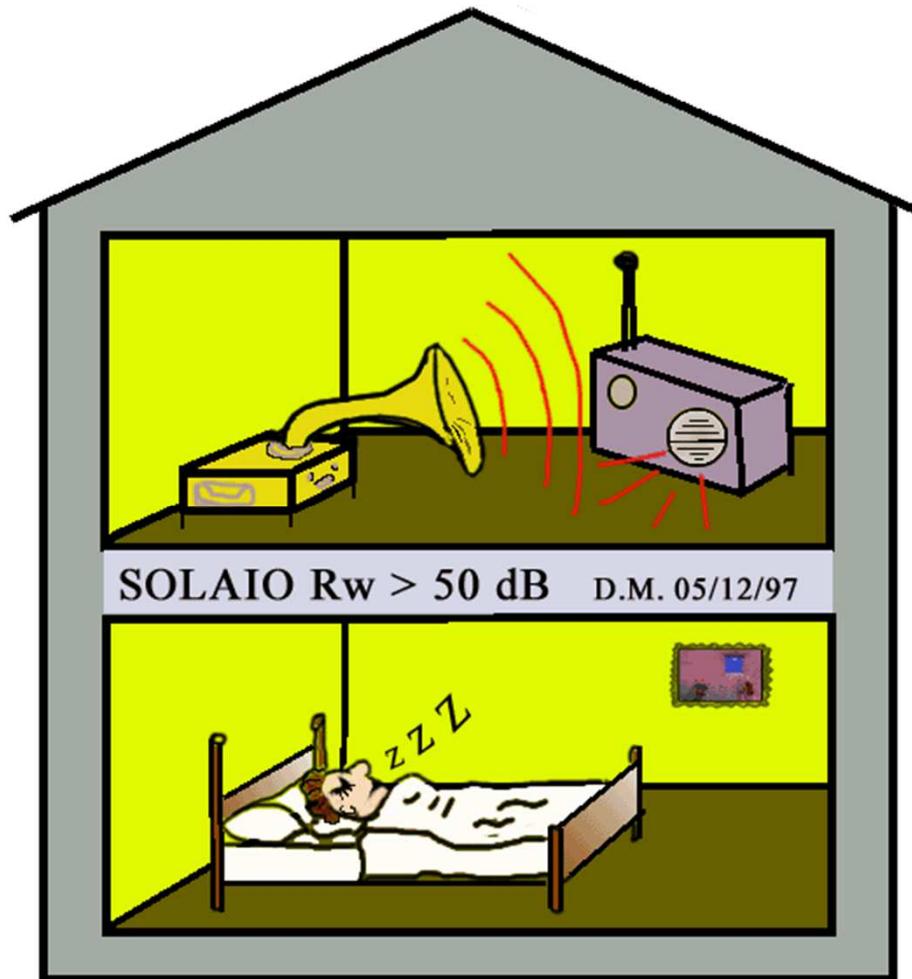
## STIMA DI $R_w$

La **LEGGE DI MASSA** per i solai è data dalla seguente relazione:

$$R_{w1} = 23 \log m' - 8 = 51 \text{ dB}$$

(per solai in latero-cemento da 24 + 4  
con sottofondo alleggerito:  $m' = 390 \text{ kg/m}^2$ )

Se il solaio è pesante...



Il solaio pesante  
isola già dai  
rumori aerei

## STIMA DI $R_w$

Al valore calcolato aggiungeremo un incremento di potere fonoisolante dovuto alla presenza del massetto galleggiante, secondo un sistema dinamico composto dal solaio (struttura + livellamento impianti) e dal massetto galleggiante.

## INCREMENTO TEORICO DELL'INDICE DI POTERE FONOISOLANTE

$\Delta R_w$  è conseguenza della frequenza di risonanza del sistema solaio - massetto, secondo la relazione:

$$f_0 = 160 [s'(1/m_1 + 1/m_2)]^{1/2}$$

$s'$  = rigidità dinamica [MN/m<sup>3</sup>]

$m_1$  = massa solaio [kg/m<sup>2</sup>]

$m_2$  = massa massetto galleggiante [kg/m<sup>2</sup>]

Frequenza di risonanza $f_0$	$\Delta R_w$
$f_0 < 80 \text{ Hz}$	<b>35 - <math>R_w/2</math></b>
$80 \text{ Hz} < f_0 < 125 \text{ Hz}$	<b>32 - <math>R_w/2</math></b>
$125 \text{ Hz} < f_0 < 200 \text{ Hz}$	<b>28 - <math>R_w/2</math></b>
$200 \text{ Hz} < f_0 < 250 \text{ Hz}$	- 2
$250 \text{ Hz} < f_0 < 315 \text{ Hz}$	- 4
$315 \text{ Hz} < f_0 < 400 \text{ Hz}$	- 6
$400 \text{ Hz} < f_0 < 500 \text{ Hz}$	- 8
$500 \text{ Hz} < f_0 < 1600 \text{ Hz}$	- 10
$f_0 > 1600 \text{ Hz}$	- 5

## STIMA DI $R_w$

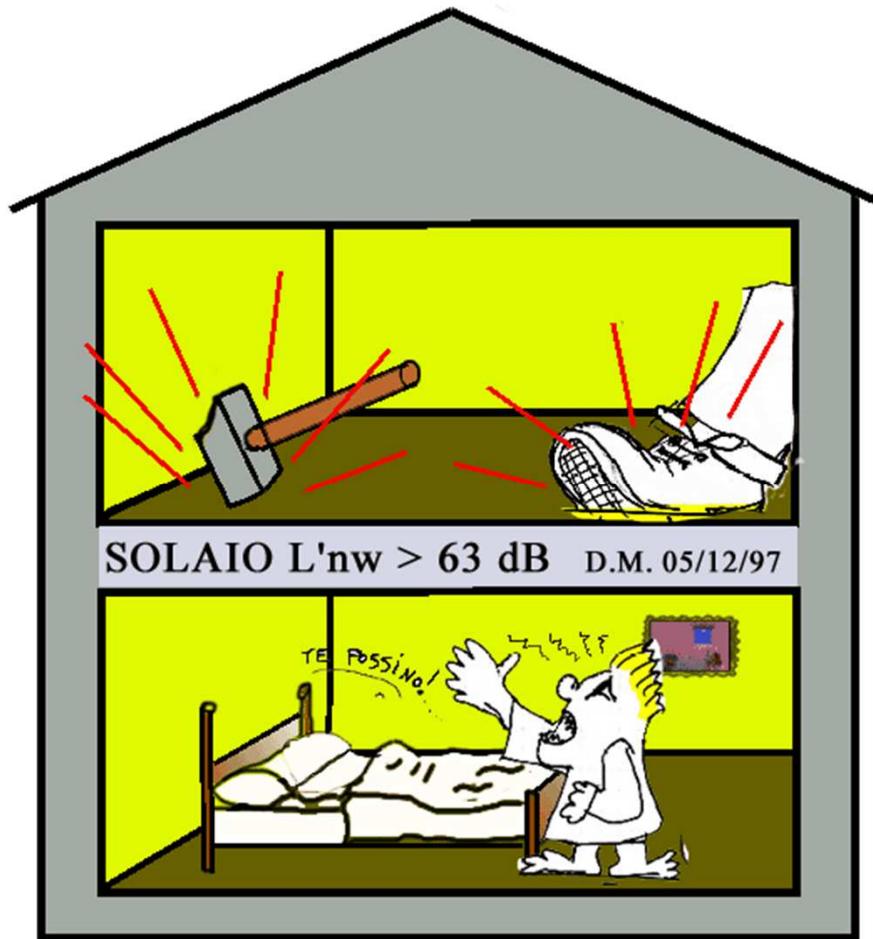
In definitiva l'indice di potere fonoisolante del solaio completo sarà:

(con isolanti aventi  $s' < 30 \text{ MN/m}^3$ )

$$\Delta R_w = 32 - R_{w1}/2 = 6 \text{ dB}$$

$$R_w = R_{w1} + \Delta R_w = 51 + 6 = 57 \text{ dB}$$

# Ma un solaio pesante non isola dai rumori di calpestio



Anche se il  
solaio è pesante  
**NON** isola  
rumori di  
calpestio

# STIMA DI $L_{n,w}$

La stima del  $L_{nw,eq}$  dei solai è di fondamentale importanza al fine della corretta valutazione del livello di rumorosità dei solai.

A tale valore andrà poi tolto il valore relativo al livello di attenuazione  $\Delta L_{n,w}$  calcolato per via teorica attraverso la conoscenza del valore della **rigidità dinamica  $s'$**  del materiale (secondo Norma UNI EN 12354-2/2002 e TR UNI 11175).

$$L_{n,w} = L_{nw,eq} - \Delta L_{n,w} + K$$

## STIMA DI $L_{nw,eq}$ (UNI TR 11175)

In base alla massa areica del solaio, le relazioni logaritmiche contenute nel TR 11175 UNI per la previsione acustica, danno un valore pari a:

$$m' = 390 \text{ kg/m}^2$$

$$L_{nw,eq} = 164 - 35 \log m' = 73 \text{ dB}$$

# STIMA DI $L_{nw,eq}$ (formula sperimentale)

In base alla massa areica del solaio, le relazioni logaritmiche che si possono trovare in letteratura tecnica (formula sperimentale) per la previsione acustica, danno un valore pari a:

$$m' = 390 \text{ kg/m}^2$$

$$L_{nw,eq} = 160 - 30 \log m' = 82 \text{ dB}$$

# STIMA DI $\Delta L_{nw}$

I massetti “galleggianti” più diffusi, sono quelli definiti **reattivi per risonanza** e si tratta di sistemi in cui una massa rigida galleggia su uno strato resiliente dotato di una determinata ***rigidità dinamica s'.***

L'isolamento sarà quindi funzione della frequenza garantita da tale sistema secondo la relazione:

$$\Delta L_n = 30 \log (f/f_{ris}) + 3 \text{ dB} \text{ (massetti in CLS)}$$

$$\Delta L_n = 40 \log (f/f_{ris}) - 3 \text{ dB} \text{ (massetti a secco)}$$

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

$$f_o = 159 \sqrt{s'/m'}$$

(frequenza di risonanza del sistema massa-molla)

# IN CONCLUSIONE

$L_{nw,eq} = 73 \text{ dB}$  (TR UNI 11175)

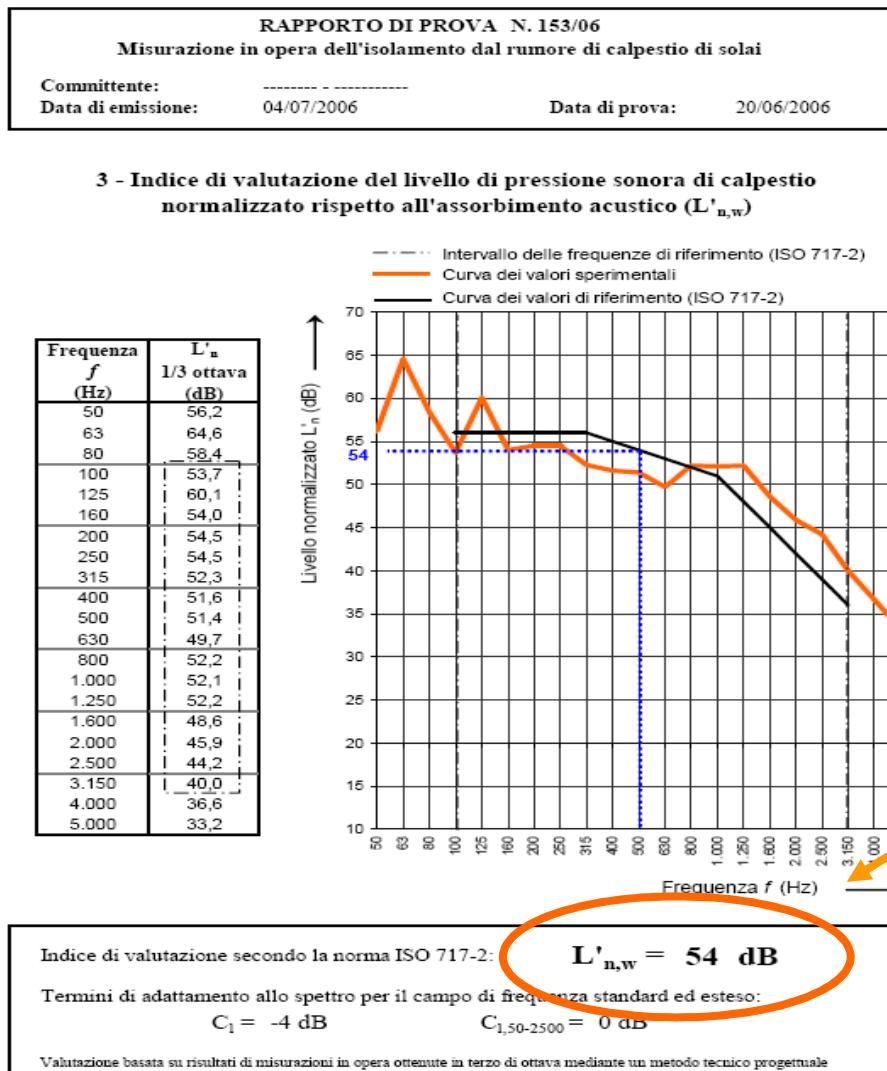
$L_{nw,eq} = 82 \text{ dB}$  (Formula sperimentale)

$\Delta L_{nw} = 28 \text{ dB}$

---

$$L_{n,w} = 73 - 28 + 3 = 48 \text{ dB}$$

$$L_{n,w} = 82 - 28 + 3 = 57 \text{ dB}$$



**IN VERITA'**

a seguito di  
collaudo in  
opera sullo  
stesso solaio

# Confronto fra valore teorico e misurato

Valore Teorico previsto

**$L_{n,w} = 48 \text{ dB (57 dB)}$**

Valore misurato su ceramica

**$L'n,w = 54 \text{ dB}$**

# In verità $L_{nw,eq}$ per il 24 + 4

## RAPPORTO DI PROVA N. 21/06

**Data di emissione:** 25/02/2006

**Committente:**

Via

**Tipo di prova:** Misurazione in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio  
di solai secondo la norma tecnica UNI EN ISO 140-7 (2000)

**Oggetto della prova:** Solaio tra piano secondo e piano primo presso edificio plurifamiliare  
localizzato a

**Identificazione della  
partizione:** Riferimento prova  $L_{nw}$  n. 3

**Caratteristiche  
costruttive:** - solaio in laterocemento spessore 24+4

**RAPPORTO DI PROVA N. 21/06**  
**Misurazione in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai**

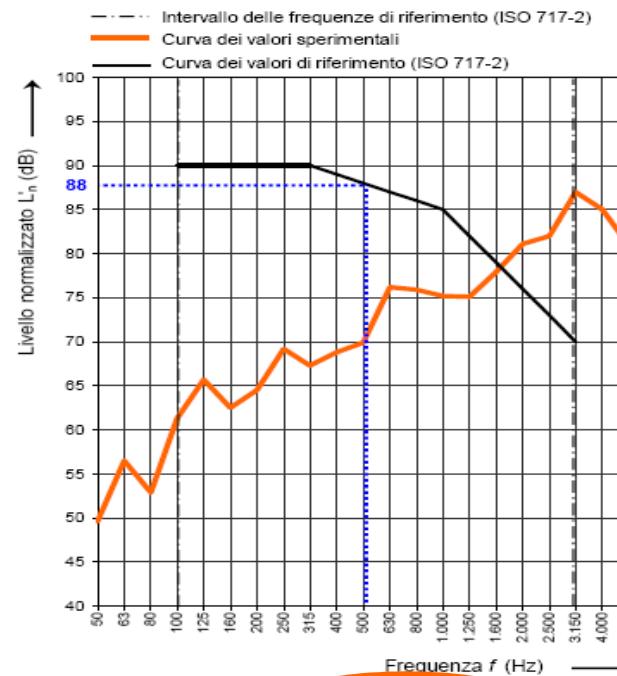
Committente:

Data di emissione: 25/02/2006

Data di prova: 15/02/2006

**3 - Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio  
 normalizzato rispetto all'assorbimento acustico ( $L'_{n,w}$ )**

Frequenza <i>f</i> (Hz)	$L'_{n,w}$ 1/3 ottava (dB)
50	49,6
63	56,5
80	52,9
100	61,3
125	65,7
160	62,5
200	64,5
250	69,2
315	67,3
400	68,8
500	69,9
630	76,2
800	75,9
1.000	75,2
1.250	75,1
1.600	77,9
2.000	81,1
2.500	82,0
3.150	87,0
4.000	85,0
5.000	80,9



**$L'_{n,w} = 88 \text{ dB}$**

Indice di valutazione secondo la norma ISO 717-2:

Termini di adattamento allo spettro per il campo di frequenza standard ed esteso:

$C_1 = -16 \text{ dB}$

$C_{1,50-2500} = -16 \text{ dB}$

Valutazione basata su risultati di misurazioni in opera ottenute in terzo di ottava mediante un metodo tecnico progettuale

# LA CORRETTA POSA IN OPERA DEL SISTEMA A “MASSETTO GALLEGGIANTE”

## Sequenze per la corretta posa del sistema “massetto galleggiante”



# EVITARE



## Sequenze per la corretta posa del sistema “massetto galleggiante”



## Sequenze per la corretta posa del sistema “massetto galleggiante”



## Sequenze per la corretta posa del sistema “massetto galleggiante”



## Sequenze per la corretta posa del sistema “massetto galleggiante”



## CONSISTENZA DEL MASSETTO DI ALLETTAMENTO

Consistenza semifluida,  
fluida o superfluida



Consistenza umida  
o plastica



# ATTENZIONE AL TIPO DI MASSETTO

**Per massetti  
AUTOLIVELLANTI  
richiedere sempre la posa  
del foglio di nylon!!!**

# ATTENZIONE AL TIPO DI MASSETTO



**Operando in questo modo i rischi si moltiplicano.**

## Sequenze per la corretta posa del sistema “massetto galleggiante”



## Sequenze per la corretta posa del sistema “massetto galleggiante”



## Sequenze per la corretta posa del sistema “massetto galleggiante”



## Sequenze per la corretta posa del sistema “massetto galleggiante”



# POSA DELL'ISOLANTE AL DI SOTTO DEGLI IMPIANTI

Questa tipologia di posa, seppur comoda e veloce, diminuisce notevolmente le possibilità di riuscita dell'attenuazione dei rumori da calpestio per motivi legati alla difficile desolidarizzazione del massetto dalle pareti perimetrali.

**PROBLEMA:** il passaggio delle tubazione interrompe la continuità della fascia perimetrale e concede punti di contatto rigidi.

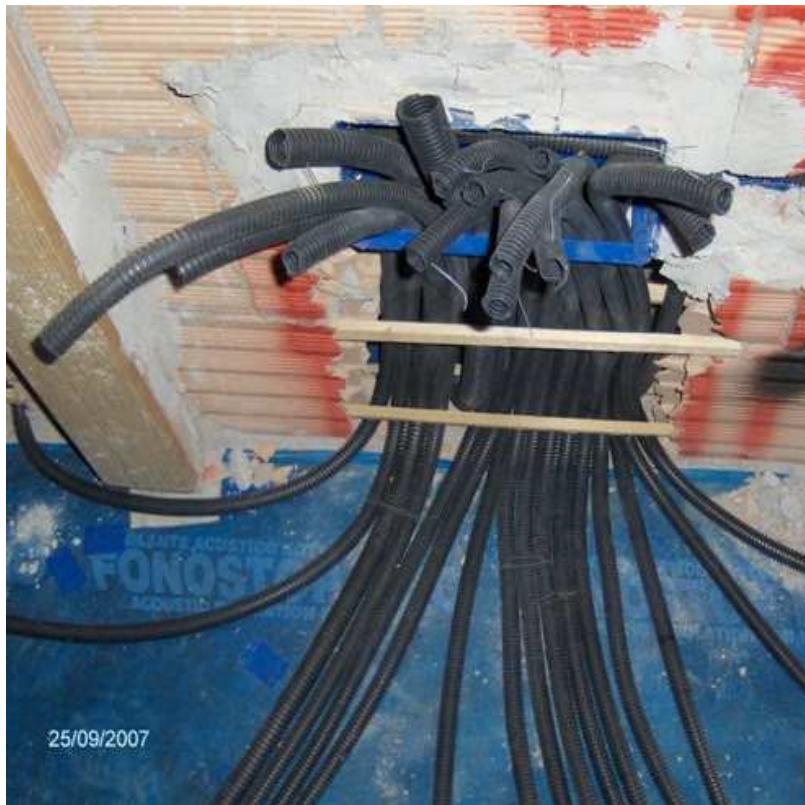


Le tubazioni in affioramento andranno avvolte con materiale deformabile (polietilene o altro)





# Problematiche:



# Come si dovrebbe lavorare...



Evitando ogni possibile punto di contatto...

# POSA DELL'ISOLANTE PRIMA DELL'INTONACATURA

# Problematiche:



# CASO STUDIO

Cantiere: Via Benevento, 14 (TO)

Consulenti: Studio MAC 99

In questo cantiere un solo appartamento è stato eseguito posando l'isolante al di sopra delle tubazioni...indovinate quale?

## Verifica conformità

Verifica	L. calcolato	Limite	Conformità
Isolamento aereo 1 - locale emettente camera da letto aa/4 e locale ricevente camera da letto bb/4	50	50 (min.)	SI
Isolamento aereo 2 - locale emettente camera da letto bb/4 e locale ricevente camera da letto bb/3	49	50 (min.)	NO
Rumore calpestio 1 - tra cucina aa/5 e cucina bb/4	61*	63 (max)	SI
Rumore calpestio 2 - tra camera da letto aa/5 e camera da letto bb/4	57*	63 (max)	SI
Rumore calpestio 3 - tra cucina bb/4 e cucina bb/3	70**	63 (max)	NO
Isolamento di facciata - locale ricevente camera da letto bb/4	27	40 (min.)	NO

\* Per la partizione in esame è stata adottata stratigrafia che prevede materiale resiliente posizionato sopra gli impianti

\*\* Per la partizione in esame è stata adottata stratigrafia che prevede materiale resiliente posizionato sotto gli impianti

# E adesso cosa faccio....?



“UN’ATTENTA  
VALUTAZIONE  
PREVENTIVA ED IL  
CONTROLLO DEL  
CANTIERE DANNO **SEMPRE**  
**BUONI RISULTATI”**

# LA PROGETTAZIONE ACUSTICA DELLE PARETI INTERNE

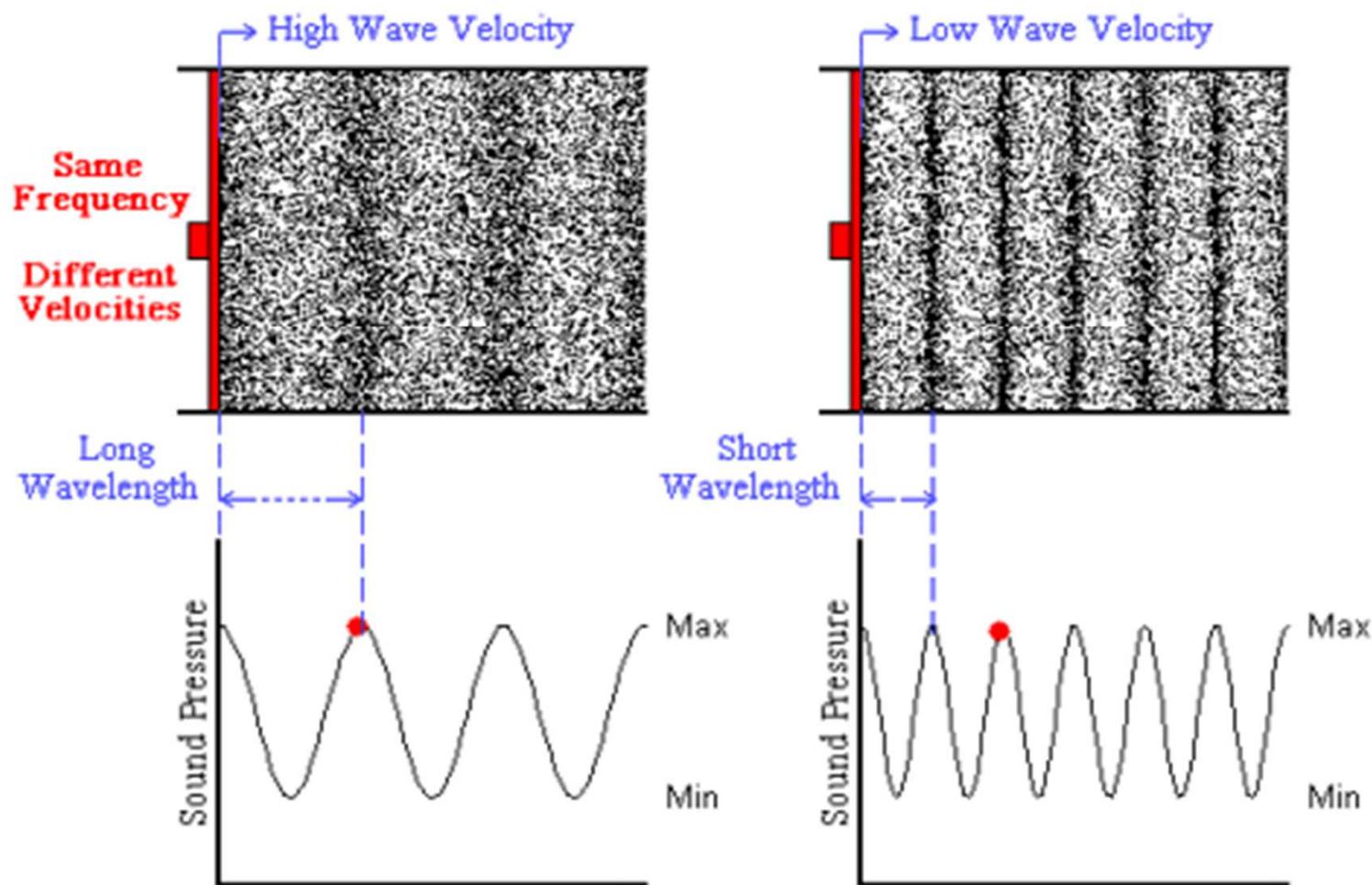
# L'ISOLAMENTO DEI DIVISORI INTERNI IN LATERIZIO

# CENNI DI TEORIA

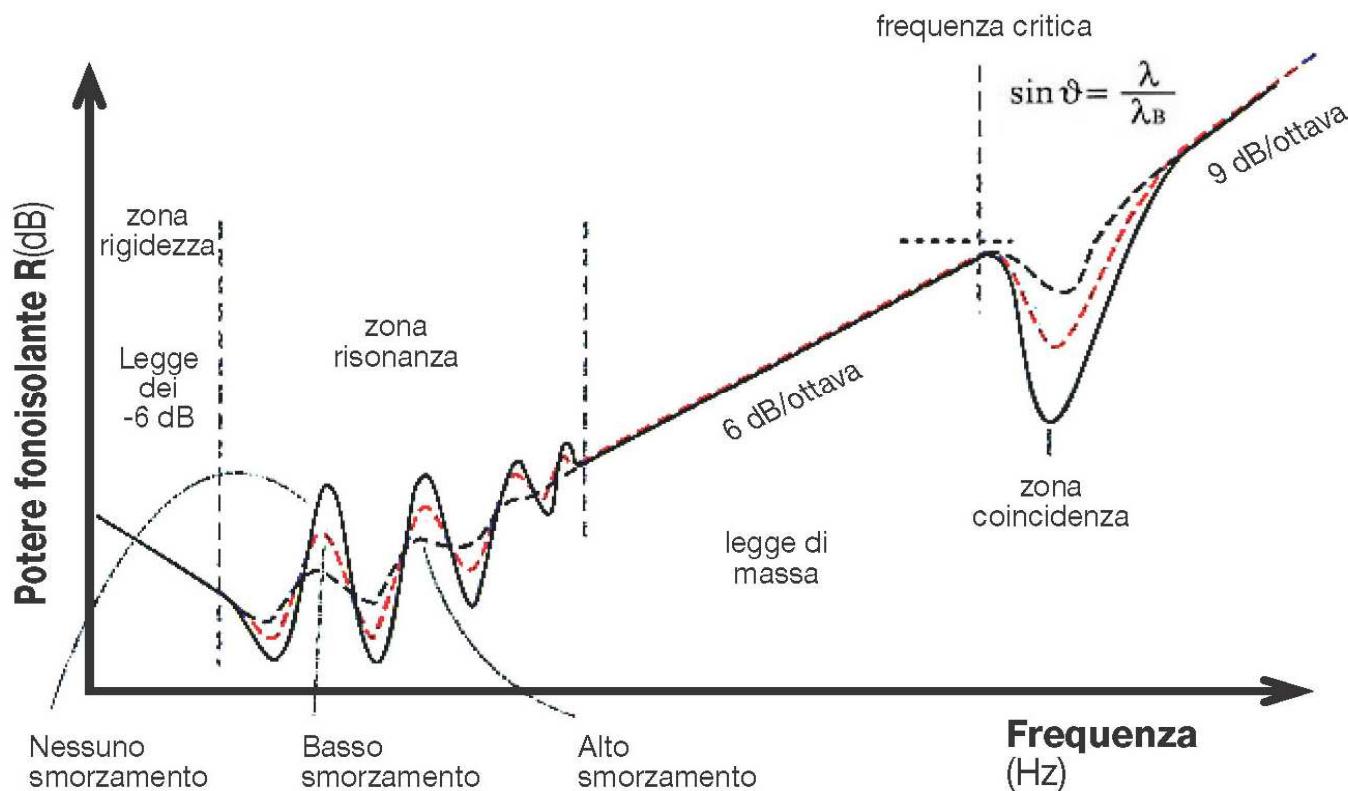
# POTERE FONOISOLANTE

La possibilità che un'onda di pressione sonora ha di propagarsi attraverso una qualunque struttura è legata alla necessità di vincere l'**inerzia** della struttura stessa.

La prestazione acustica di un paramento sarà collegata alla massa superficiale ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) dello stesso.

*isvr*

“Ad alti poteri fonoisolanti corrispondono masse spropositate”



## LA LEGGE DI MASSA PRESENTA DEI LIMITI DI APPLICABILITA' LEGATI AI FENOMENI DI:

**RISONANZA:** si verifica quando la frequenza dell'onda incidente è uguale alla frequenza di oscillazione propria della partizione; in corrispondenza di tali frequenze si manifesta una perdita di isolamento.  
(basse frequenze)

**COINCIDENZA:** si verifica quando la frequenza dell'onda incidente coincide con la frequenza dell'onda flessionale del paramento.  
Anche in questi frangenti si verificano perdite di isolamento.  
(alte frequenze)

## EFFETTO DELLA FREQUENZA CRITICA

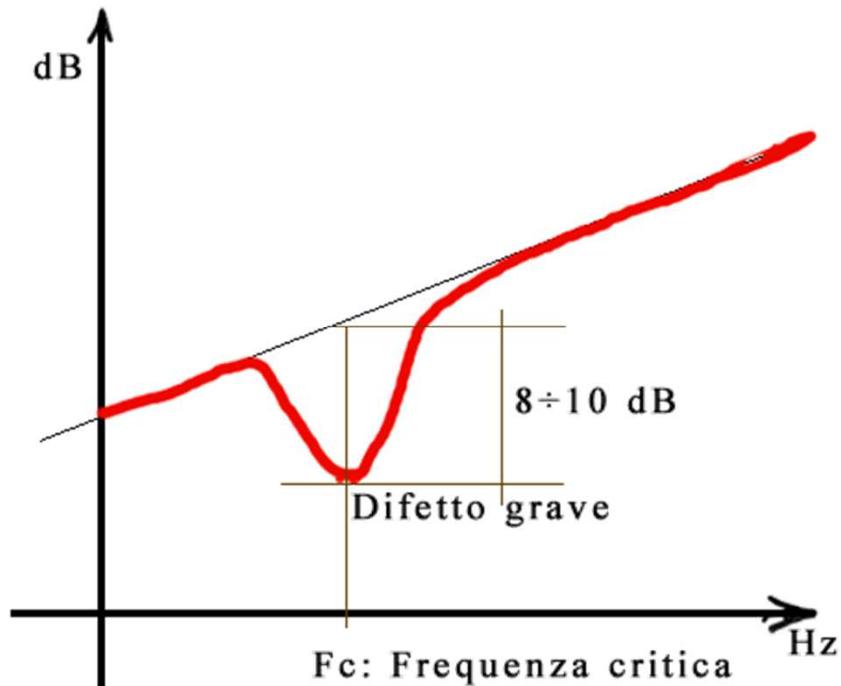
**La *frequenza critica* di una parete omogenea è inversamente proporzionale allo spessore della parete stessa.**

Per le pareti leggere (generalmente sottili) è conveniente che siano poco rigide (vedi gesso rivestito) affinchè la loro frequenza critica sia la maggiore possibile (alte frequenze)

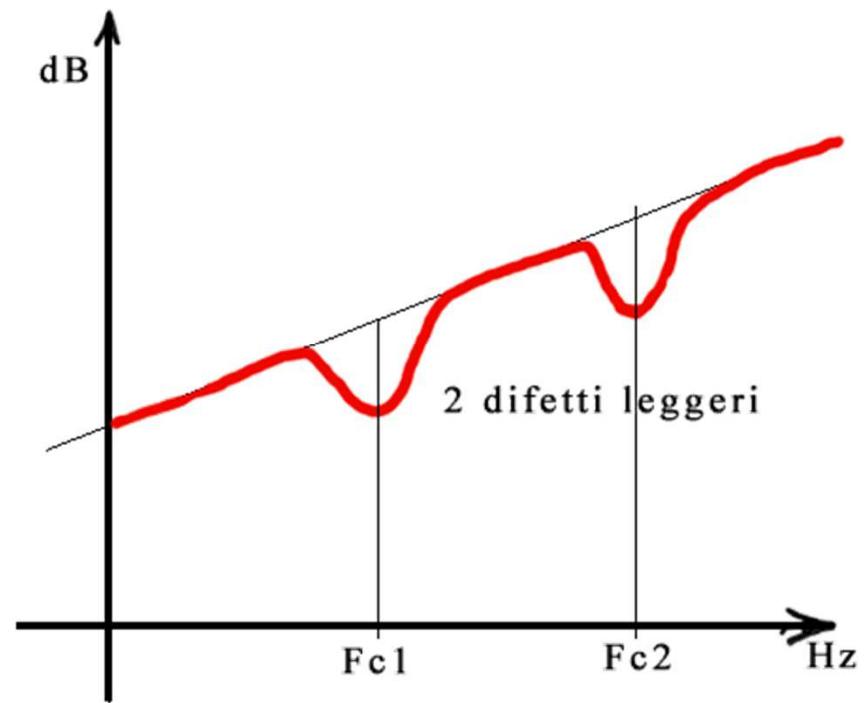
Per le pareti pesanti (generalmente molto grosse) è conveniente che siano notevolmente rigide affinchè la loro frequenza critica sia la minore possibile (basse frequenze).

# POSSIBILE SOLUZIONE

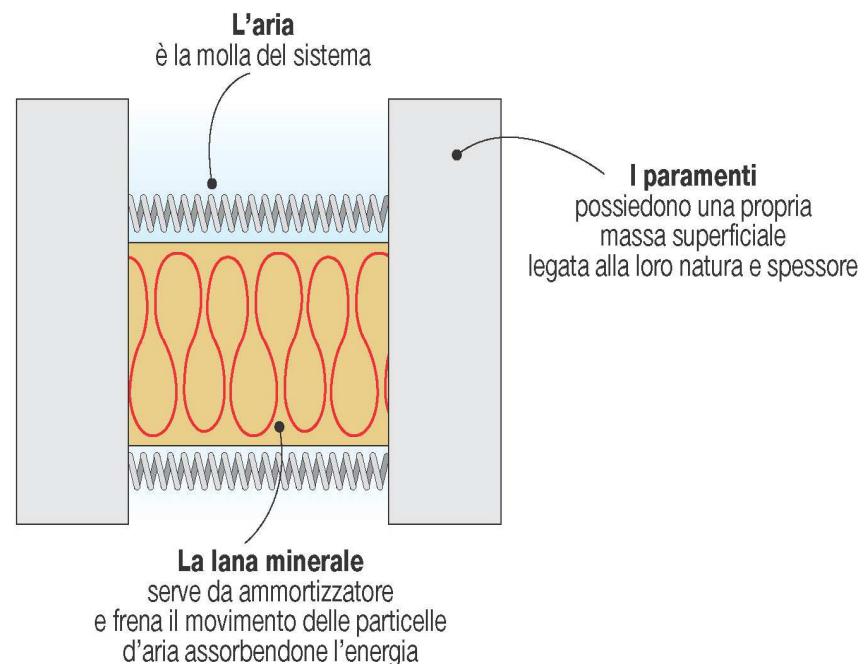
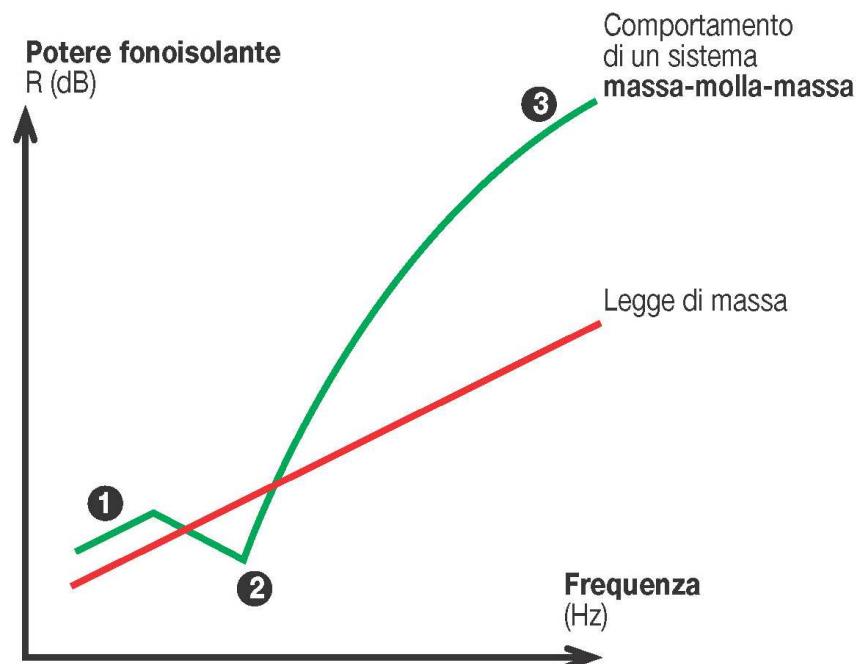
## PARETE SINGOLA



## PARETE DOPPIA



## LA PARETE SEMPLICE SEGUE LA LEGGE DI MASSA MENTRE LA PARETE DOPPIA SEGUE LA LEGGE MASSA-MOLLA-MASSA



# CALCOLO DELL'INDICE DI POTERE FONOISOLANTE DI PARETI SINGOLE E DOPPIE

# CALCOLO DI $R_w$

L'indice di valutazione del potere fonoisolante di una struttura può essere determinato basandosi (in ordine di attendibilità):

**Dati di laboratorio;**  
**Correlazioni specifiche;**  
**Relazioni generali;**

# DATI DI LABORATORIO

# ATTENZIONE AI CERTIFICATI DI LABORATORIO

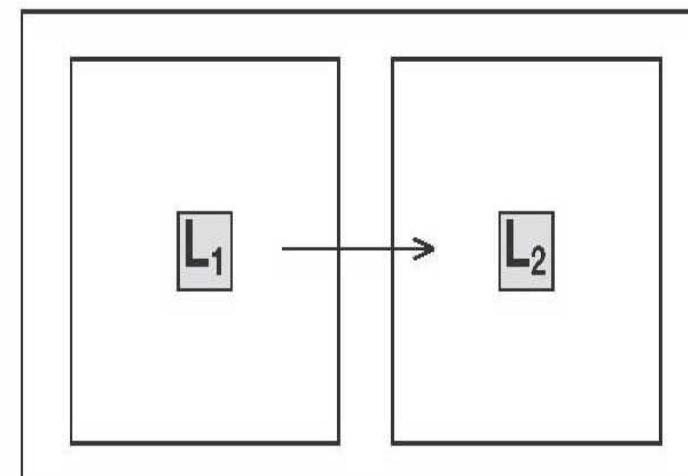
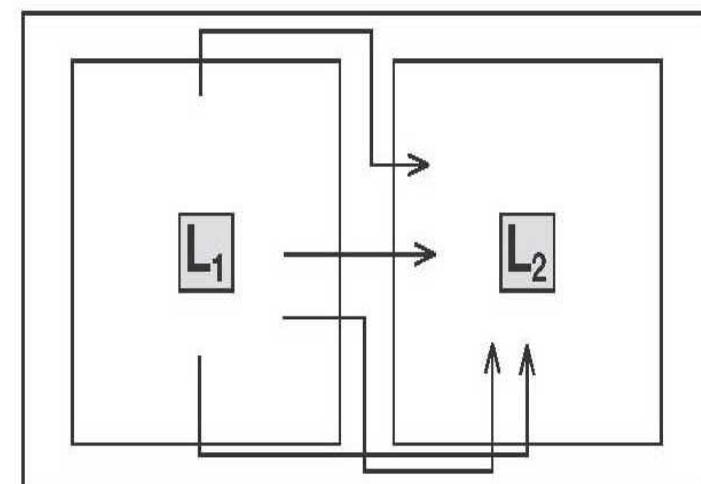
Tra quanto sperimentato in laboratorio e quanto rilevato in cantiere ci sono differenze ascrivibili a 3 fattori:

- 1- La variabile umana (tempo)**
- 2- La variabile impianti**
- 3- La variabile laboratorio**

$R'_{w}$  $R_w$ 

(misura in opera)

(misura in laboratorio)



# ATTENZIONE ALLE TRASMISSIONI LATERALI!

IN ALCUNI CASI POSSONO  
ESSERE PIU' IMPORTANTI  
DI **3dB**

# TEMPO MINIMO DI ESSICAZIONE DELLE PARETI NELLE MISURE DI LABORATORIO

# CORRELAZIONI SPECIFICHE

Utilizzo di prove di laboratorio effettuate su partizioni aventi caratteristiche morfologiche del tutto analoghe a quella in esame.

# RELAZIONI GENERALI

derivanti da esperienze di laboratorio

# LEGGE DI MASSA PER PARETI

Della Legge di massa esistono più versioni:

- **PARETI SEMPLICI** (formula CEN)  
(con  $m' > 150$  Kg/mq)

$$Rw = 37,5 \log m' - 42$$

- **PARETI DOPPIE e SINGOLE** (formula UNI EN 12354-1)  
(con  $m' > 80$  Kg/mq con intercapedine vuota di spessore  $\leq 5$  cm)

$$Rw = 20 \log m'$$

# LEGGE DI MASSA PER PARETI

Della Legge di massa esistono più versioni:

- **PARETI SEMPLICI** (formula CEN con correzione)

(con  $m' > 150$  Kg/mq)

$$Rw = 37,5 \log m' - 44$$

- **PARETI DOPPIE e SINGOLE** (formula UNI TR 11175)

(con  $m' > 80$  Kg/mq con intercapedine vuota di spessore  $\leq 5$  cm)

$$Rw = 20 \log m' - 2$$

## ALTRE LEGGI DI MASSA

Della Legge di massa esistono più versioni:

- **PARETI SEMPLICI** (laboratori italiani)

(con  $m' > 100$  Kg/mq)

$$Rw = 16,9 \log m' + 3,6$$

- **PARETI DOPPIE** (laboratori italiani)

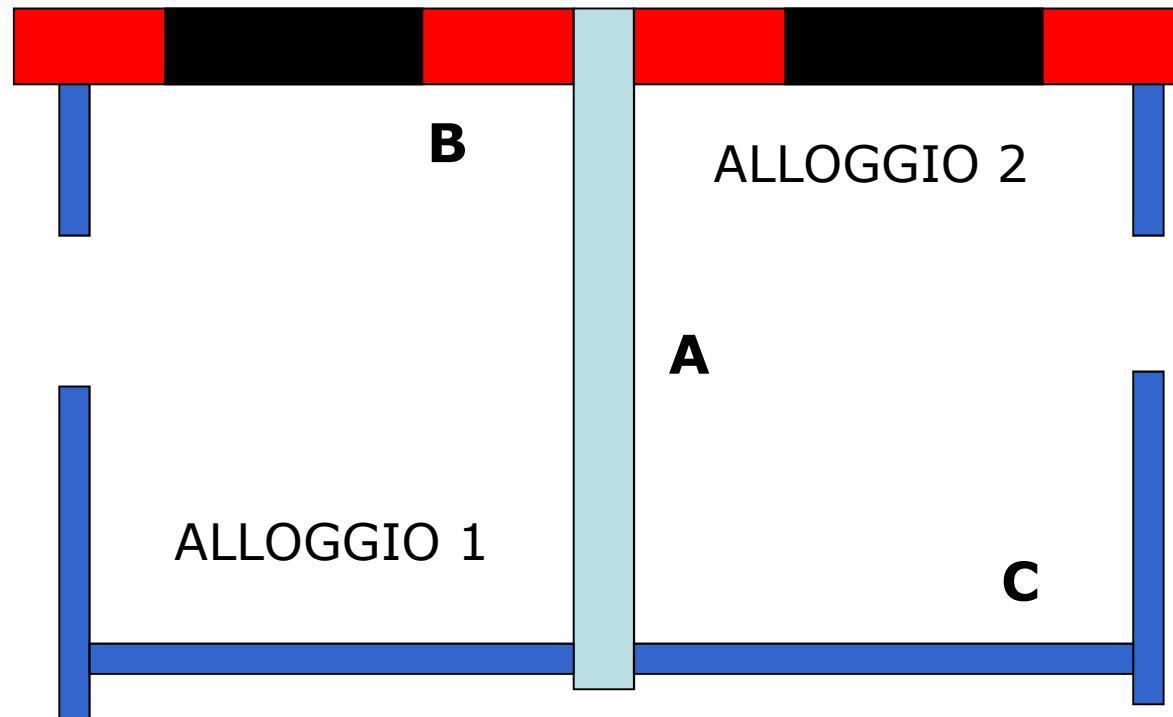
(con  $m' > 80$  Kg/mq con intercapedine parzialmente riempita di spessore non inferiore a 5 cm)

$$Rw = 16 \log m' + 10$$

# ESEMPIO DI CALCOLO

# ESEMPIO DI CALCOLO

(pianta alloggi confinanti)



$$S_{\text{parete A}} = 10,8 \text{ m}^2$$

# ESEMPIO DI CALCOLO

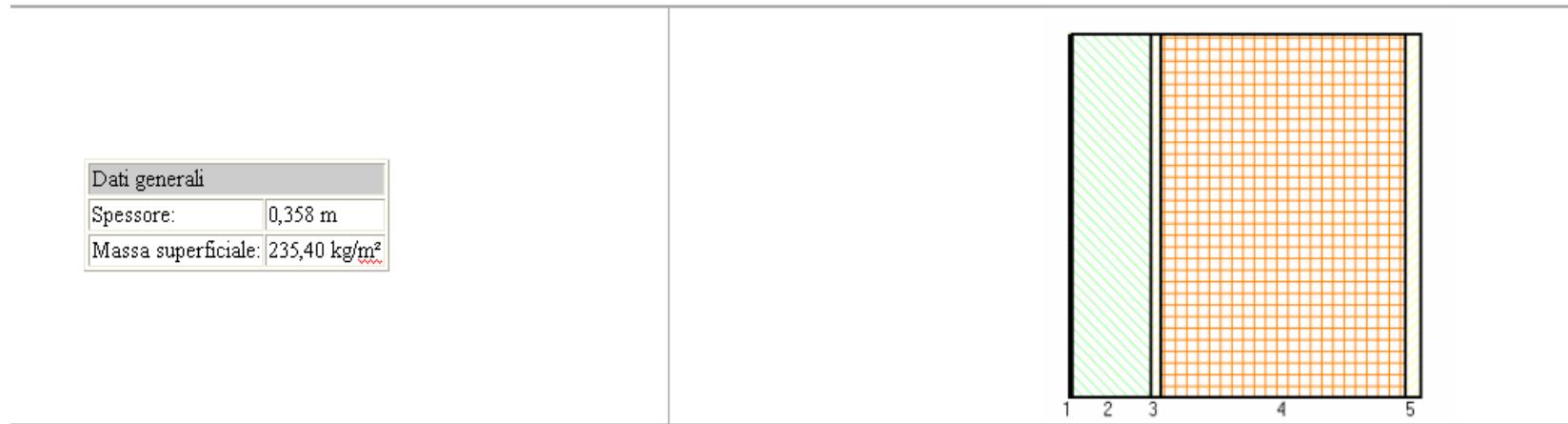
## (stratigrafia parete A)



Tipo di materiale	Materiale	Spessore [m]	Massa Superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	Resistenza [m <sup>2</sup> K/W]	Spessore equivalente d'aria [m]
	Superficie esterna			0,0400	
1 INT	Intonaco di calce e gesso	0,015	21,00	0,0214	0,150
2 VAR	Laterizi semipieni (sp. cm 8)	0,080	90,00	0,6000	0,800
3 ISO	Pannelli semirigidi in fibre minerali o sintetiche	0,070	2,80	1,6667	0,070
4 INT	Malta di cemento	0,010	20,00	0,0071	0,300
5 MUR	Laterizi semipieni sp. 12 cm rif. 1.1.03	0,120	181,00	0,1900	1,200
6 INT	Intonaco di calce e gesso	0,015	21,00	0,0214	0,150
	Superficie interna			0,1300	

# ESEMPIO DI CALCOLO

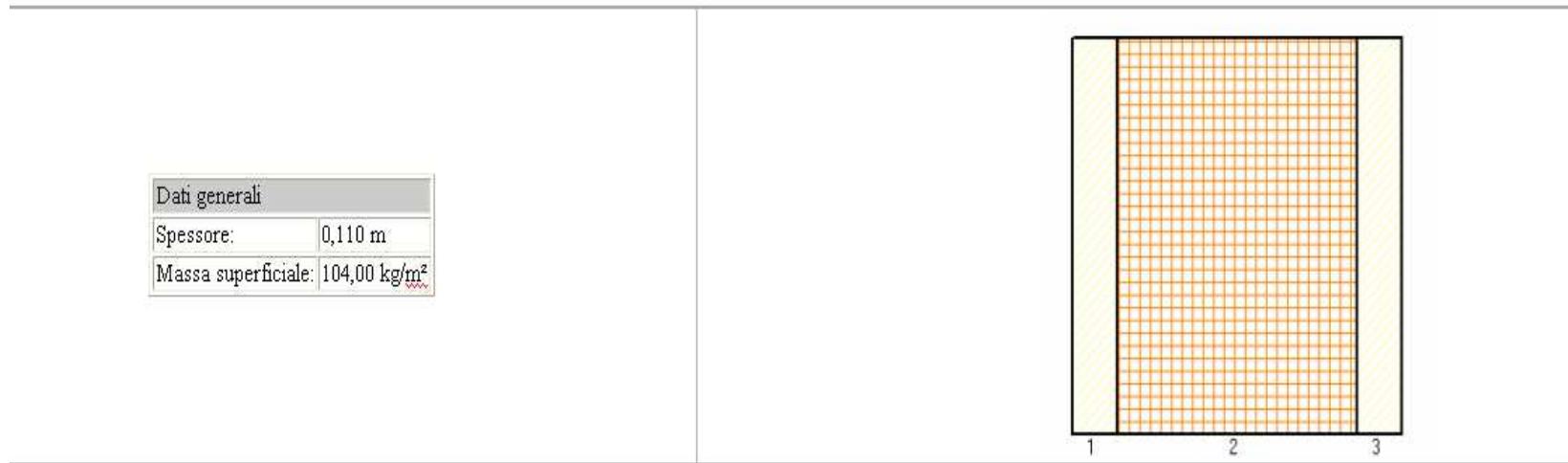
## (stratigrafia parete B)



Tipo di materiale	Materiale	Spessore [m]	Massa Superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	Resistenza [m <sup>2</sup> K/W]	Spessore equivalente d'aria [m]
	Superficie esterna			0,0400	
1 INT	Finitura decorativa per esterni	0,003	5,40	0,0033	0,060
2 ISO	Isolamento a cappotto	0,080	4,00	2,5000	4,800
3 INT	Intonaco di cemento sabbia e calce per esterno	0,010	18,00	0,0111	0,200
4 MUR	Laterizi forati sp.25 cm.rif.1.1.16	0,250	187,00	0,7700	3,750
5 INT	Intonaco di calce e gesso	0,015	21,00	0,0214	0,150
	Superficie interna			0,1300	

# ESEMPIO DI CALCOLO

## (stratigrafia parete C)

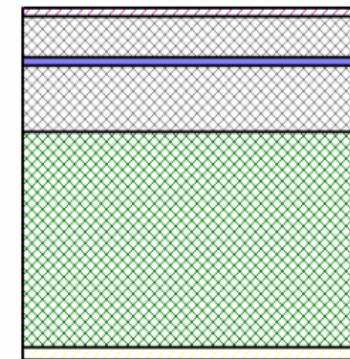


Tipo di materiale	Materiale	Spessore [m]	Massa Superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	Resistenza [m <sup>2</sup> K/W]	Spessore equivalente d'aria [m]
	Superficie esterna			0,0400	
1 INT	Intonaco di calce e gesso	0,015	21,00	0,0214	0,150
2 MUR	Laterizi forati sp. 8 cm rif. 1.1.19	0,080	62,00	0,2000	0,400
3 INT	Intonaco di calce e gesso	0,015	21,00	0,0214	0,150
	Superficie interna			0,1300	

# ESEMPIO DI CALCOLO

## (stratigrafia solai)

Dati generali	
Spessore:	0,425 m
Massa superficiale:	472,00 kg/m <sup>2</sup>



Numero	Tipo di materiale	Materiale	Spessore [m]	Massa Superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	Resistenza [m <sup>2</sup> K/W]	Spessore equivalente d'aria [m]
		Superficie esterna			0,0400	
1 VAR		Piastrelle in ceramica	0,010	23,00	0,0100	2,000
2 CLS		Massetto sabbia e cemento	0,050	80,00	0,0772	7,000
3 IMP		Strato resiliente ( $s' = 30 \text{ MN/m}^3$ )	0,010	10,00	0,0435	200,000
4 CLS		Sottofondo in CLS alleggerito (400 Kg/m <sup>3</sup> )	0,080	32,00	0,4762	2,400
5 SOL		Laterocemento sp.26 cm rif.2.1.04	0,260	298,00	0,3500	3,900
6 INT		Intonaco di calce e gesso	0,015	21,00	0,0214	0,150
		Superficie interna			0,1000	

# ESEMPIO DI CALCOLO

(Rw parete A)

Ipotizziamo che per la parete A sia stato possibile basarsi su correlazioni specifiche e per confronto con un certificato di laboratorio avremo:

**Rw = 57 dB**

# ESEMPIO DI CALCOLO

(Rw parete B)

Per la struttura B, verrà eseguito il calcolo escludendo il rivestimento leggero esterno (cappotto):

$$\mathbf{Rw = 20 \log (m) - 2 = 45 dB}$$

# ESEMPIO DI CALCOLO

(Rw parete C)

Per la struttura C, non disponendo di certificati di laboratorio possiamo provvedere con la legge di massa per pareti singole e doppie:

$$\mathbf{Rw = 20 \log (m) - 2 = 38 \text{ dB}}$$

# ESEMPIO DI CALCOLO

(Rw solaio)

Per il solaio, verrà eseguito il calcolo includendo il massetto galleggiante:

$$\mathbf{Rw = 23 \log (m) - 8 + \Delta Rw = 57 \text{ dB}}$$

# ESEMPIO DI CALCOLO

## (Riassunto Rw elementi)

<i>Struttura</i>		<i>MassaSup. [kg/m<sup>2</sup>]</i>	<i>IndiceVal. [dB]</i>
<b>S</b>	<b>Parete doppia da testare</b>	<b>335,00</b>	<b>57</b>
<b>1</b>	<b>Parete esterna</b>	<b>250,00</b>	<b>45</b>
<b>2</b>	<b>Solaio</b>	<b>470,00</b>	<b>57</b>
<b>3</b>	<b>parete interna</b>	<b>105,00</b>	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>solaio</b>	<b>470,00</b>	<b>57</b>
<b>5</b>	<b>parete esterna</b>	<b>250,00</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>solaio</b>	<b>470,00</b>	<b>57</b>
<b>7</b>	<b>parete interna</b>	<b>105,00</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>solaio</b>	<b>470,00</b>	<b>57</b>

# ESEMPIO DI CALCOLO

(trasmissioni laterali)

<i>Percorso</i>	<i>Collegamento</i>	<i>Rijw</i>
1-5	Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	58,60
2-6	Collegamento a T tra strutture omogenee con strati flessibili interposti.	73,14
3-7	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	62,78
4-8	Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	65,06
1-s	Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	62,81
2-s	Collegamento a T tra strutture omogenee con strati flessibili interposti.	73,14
3-s	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	63,67
4-s	Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	67,14
s-5	Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	62,81
s-6	Collegamento a T tra strutture omogenee con strati flessibili interposti.	61,31
s-7	Collegamento rigido a croce tra strutture omogenee	63,67
s-8	Collegamento rigido a T tra strutture omogenee (caso A)	67,14

# ESEMPIO DI CALCOLO

## (conclusione)

**Edificio:**

Categoria: A

Livello minimo del potere fonoisolante del divisorio tra appartamenti: 50 dB

**Indice di valutazione del potere  
fonoisolante del divisorio tra  
appartamenti:**

**51 dB VALORE AMMISSIBILE**

# PARETI COMPOSTE

Se una parete è costituita  
da diverse tipologie di  
soluzioni (ad esempio  
restringimenti di sezione)  
come ci possiamo  
comportare?

## PER PARETI COMPOSTE

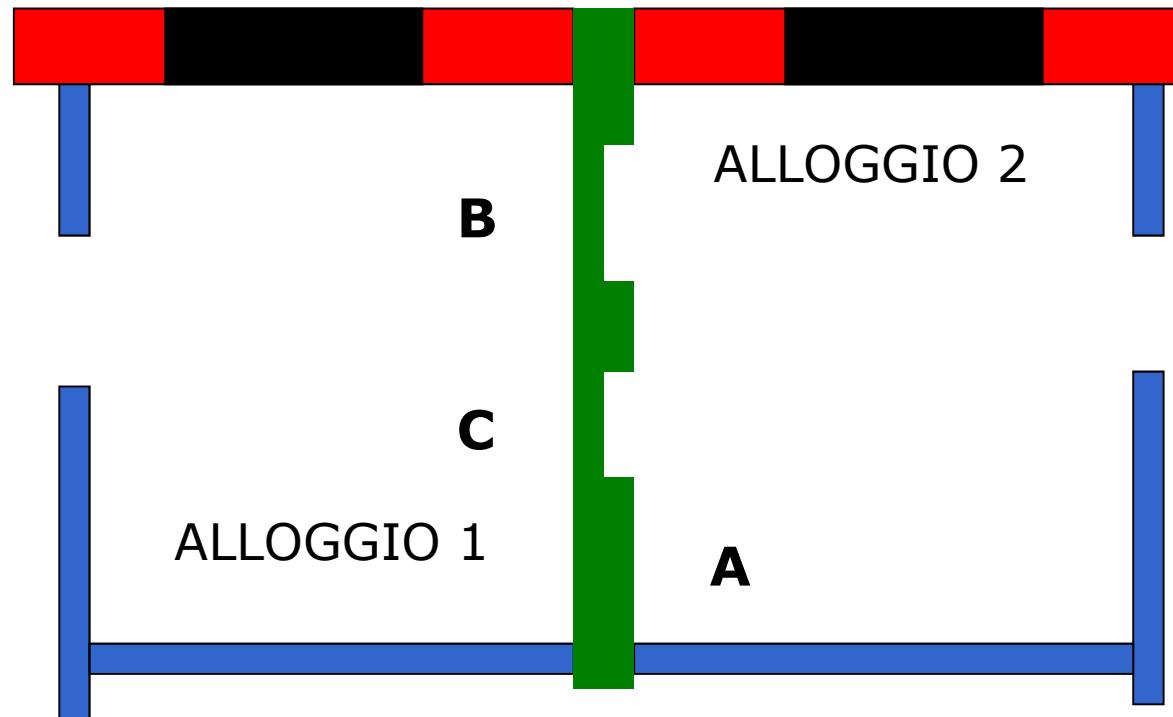
Per valutare il potere fonoisolante di pareti composte da differenti elementi si effettua la media logaritmica pesata del potere fonoisolante dei vari elementi:

$$R_{pc} = -10 \log [(S_A/S) 10^{-0,1 R_A} + \dots + (S_n/S) 10^{-0,1 R_n}]$$

In cui  $S_A$  ed  $R_A$  sono la superficie ed il potere fonoisolante dell'elemento A ed  $S$  è la superficie complessiva della partizione.

# ESEMPIO DI CALCOLO

(pianta alloggi confinanti)



$$S_{\text{parete A}} = 8,3 \text{ m}^2 \quad S_{\text{parete B}} = 4 \text{ m}^2 \quad S_{\text{parete C}} = 2,7 \text{ m}^2$$

# ESEMPIO DI CALCOLO

(R<sub>w</sub> pareti)

Ipotizziamo che per gli elementi della parete in sasso sia stato possibile basarsi sul calcolo secondo legge di massa, avremo:

**R<sub>wA</sub> = 57 dB**

**R<sub>wB</sub> = 48 dB**

**R<sub>wC</sub> = 48 dB**

# ESEMPIO DI CALCOLO

(Rw parete composta)

In base quindi alla superficie e al potere fonoisolante dei vari elementi, avremo:

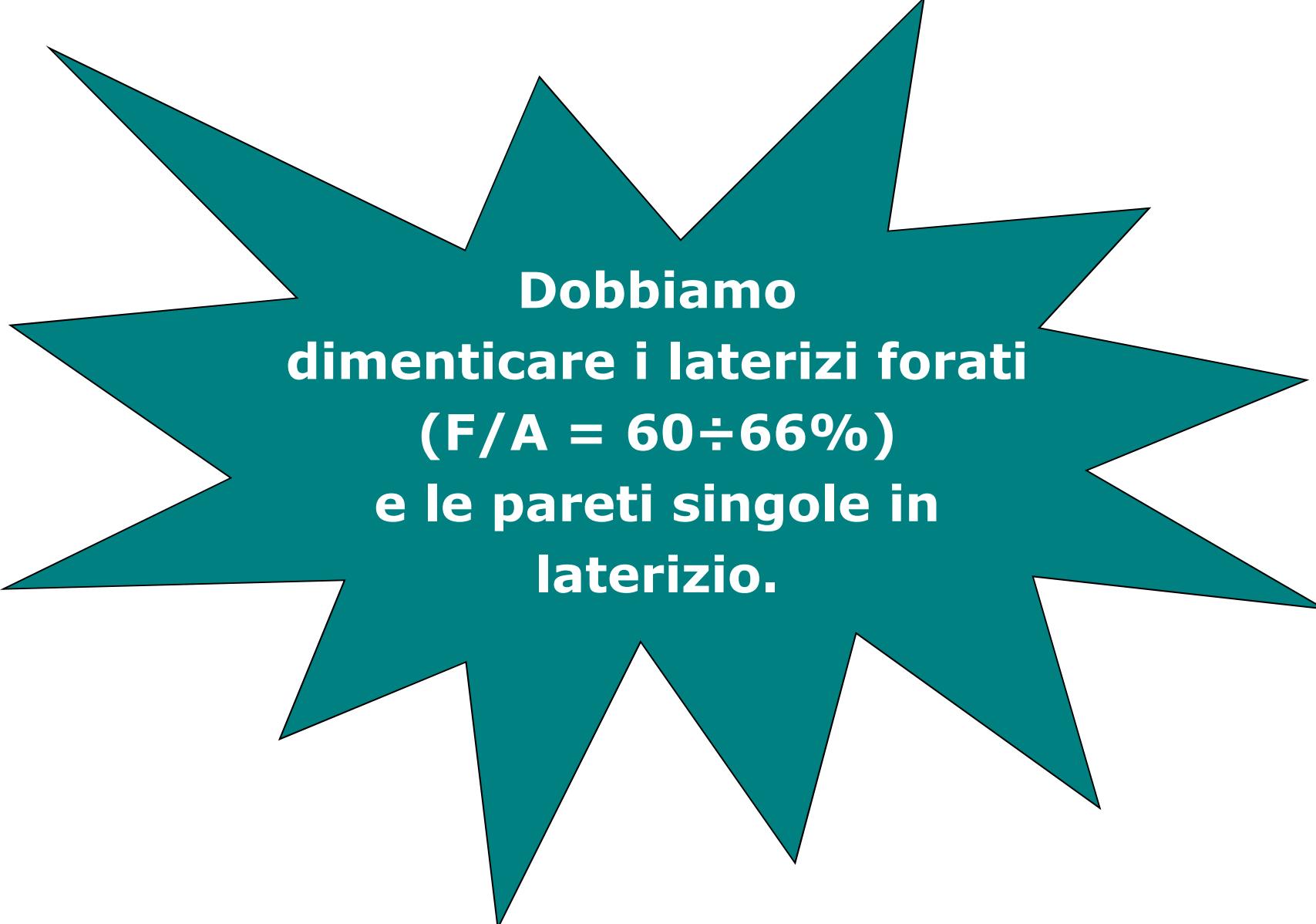
$$R_{pc} = -10 \log [(S_A/S) 10^{-0,1RA} + S_B/S 10^{-0,1RB} + S_C/S 10^{-0,1RC}]$$

con  $S = 15 \text{ m}^2$

$$R_{pc} = (50,87 \text{ dB}) \text{ 51 dB}$$

# SUGGERIMENTI RELATIVA ALLA MODALITA' DI PROGETTAZIONE ACUSTICA DELLE PARETRI DIVISORIE INTERNE

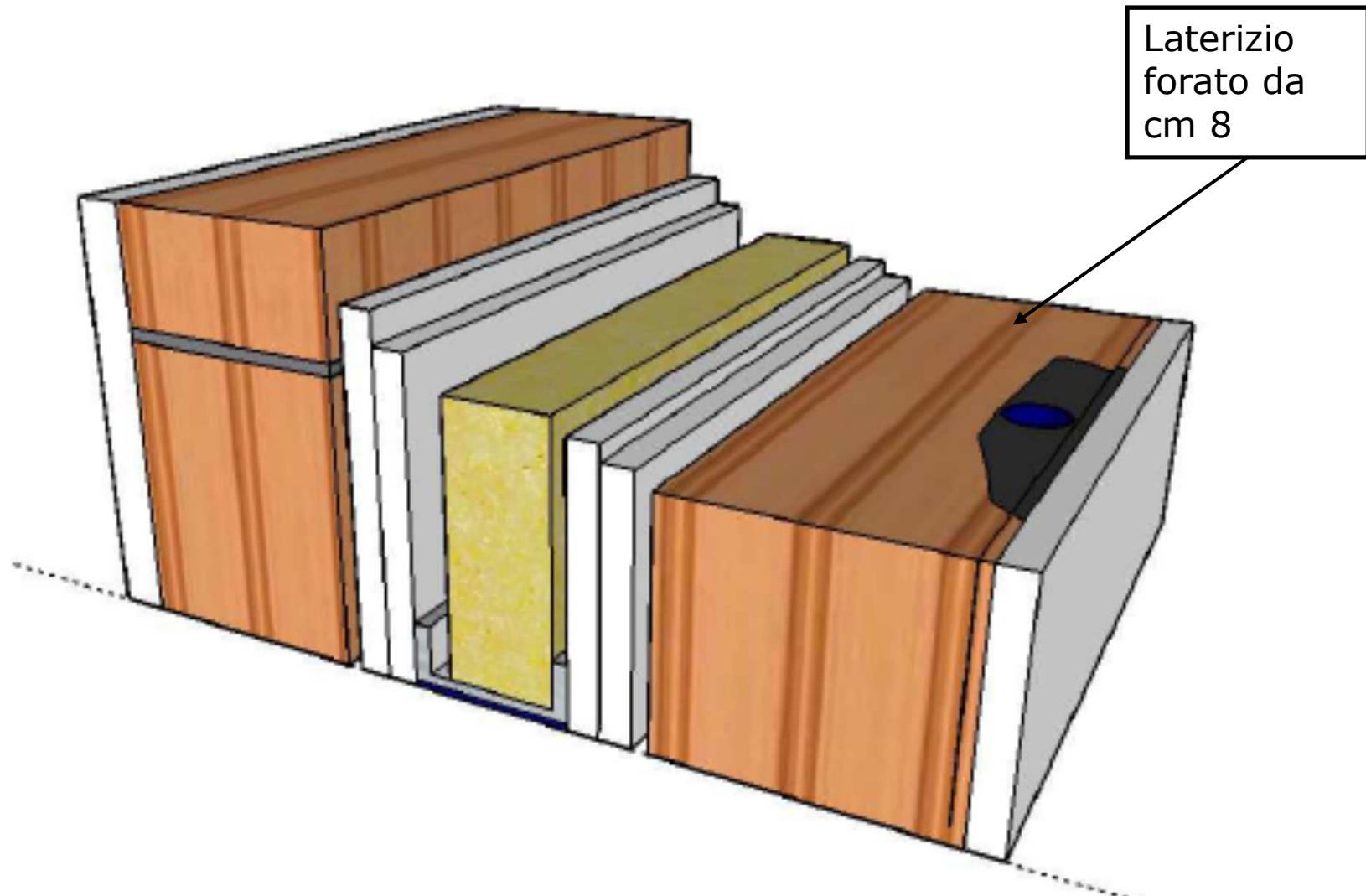
In conclusione, se la necessità è di standardizzare la prestazione di una parete divisoria tradizionale, a fronte delle variabili di cantiere (posa in opera e presenza trasmissioni laterali) contenendo gli spessori attorno 25 cm....



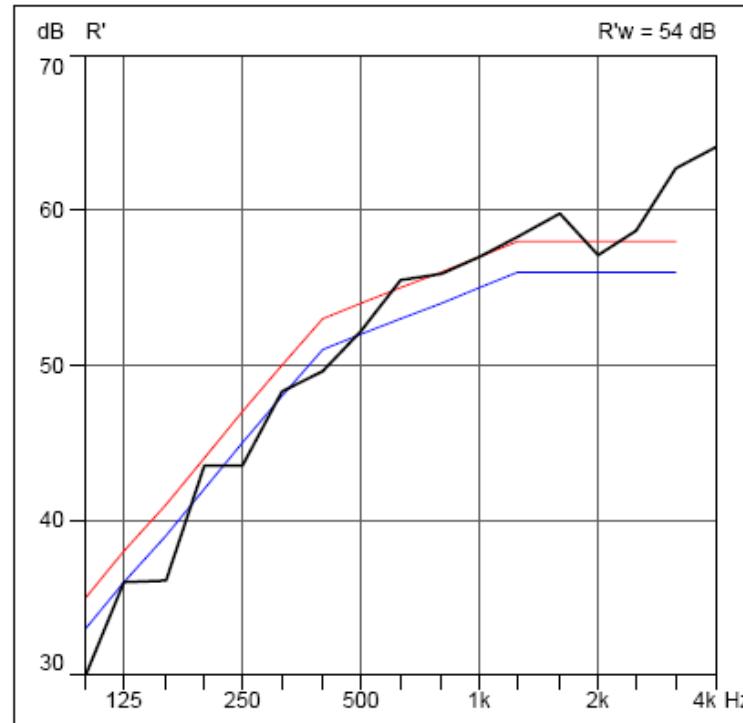
**Dobbiamo  
dimenticare i laterizi forati  
( $F/A = 60 \div 66\%$ )  
e le pareti singole in  
laterizio.**

## SOLUZIONE INNOVATIVA SPERIMENTATA

Esiste la possibilità di limitare gli spessori e usufruire di laterizi forati, andando a costituire una tripla parete dove i laterizi possono essere considerati “di sacrificio” e adibiti all’alloggiamento degli impianti.



Freq f Hz	R' (ottava)
[Hz]	R' [dB]
100	30,0
125	36,0
160	36,1
200	43,5
250	43,5
315	48,3
400	49,6
500	52,2
630	55,5
800	55,9
1 k	57,0
1,25 k	58,3
1,6 k	59,8
2 k	57,1
2,5 k	58,7
3,15 k	62,7
4 k	64,1



Area S della parete divisoria:  $11,88 \text{ m}^2$   
 Volume dell'ambiente ricevente:  $29,7 \text{ m}^3$

**Rw = 54 dB**

Indice di valutazione e termini di adattamento:  
**R'w = 54 dB**

# SCELTA DEI LATERIZI

Prima di valutare quale materiale isolante inserire nell'intercapedine del doppio muro, è di fondamentale importanza effettuare la corretta scelta dei laterizi secondo i seguenti criteri:

**Valutazione della massa;**  
**Valutazione della foratura;**  
**Valutazione della “facilità” e velocità di posa;**  
**Valutazione della destinazione d’uso;**  
**Valutazione economica.**

# SUGGERIMENTI

**LATERIZIO ALVEOLATO: F/A = 45 %**



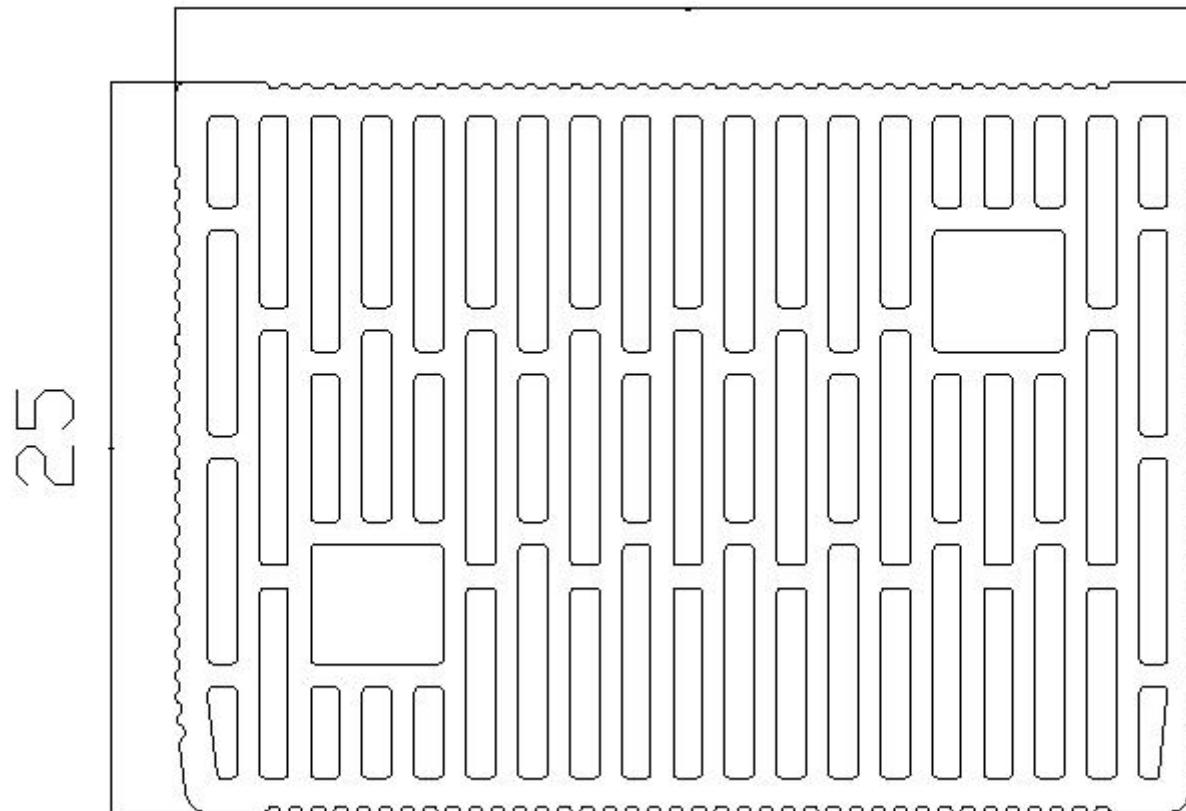
**maschio-femmina  
foratura verticale**

# L'INFLUENZA DELLA MALTA DI ALLETTAMENTO

(sperimentazione condotta dal  
consorzio ALVEOLATER)

# Brevi note alle prove di potere fonoisolante

35



# ORGANIZZAZIONE DELLE PROVE

- 1) è a giunti continui in malta cementizia e intonaco cementizio;
- 2) è a giunti interrotti per 1/3 in malta cementizia e intonaco cementizio;
- 3) è a giunti continui in malta termica e intonaco cementizio.

# CONCLUSIONI

- Con questa prova si rileva una riduzione di 3 dB nel caso di malta confrontabile con la malta bastarda (malta termica) e intonaco cementizio. E' anche evidente il peggior comportamento al rumore da traffico. Il coefficiente correttivo Ctr passa infatti da -2 a -4 dB.
- Con malta M5 l'andamento in frequenza mostra anche un netta caduta intorno a 200 Hz.
- Le prove hanno fornito una informazione sull'influenza dell'interruzione dei giunti. A parità di malta il giunto interrotto per 1/3 dello spessore della muratura porta ad una riduzione del potere fonoisolante di 2 dB e un peggioramento di 1 dB del coefficiente Ctr. Questo a conferma che le modalità di posa sono essenziali ai fini del raggiungimento delle prestazioni attese.

# RELAZIONI SPERIMENTALI

La massa delle pareti in prova:

- 1) 450 kg/m<sup>2</sup>;
- 2) 405 kg/m<sup>2</sup>;
- 3) 385 kg/m<sup>2</sup>

La legge di massa è pertanto:

- 1)  $R_w = 19,6 \log m$
- 2)  $R_w = 19,17 \log m$
- 3)  $R_w = 18,95 \log m$

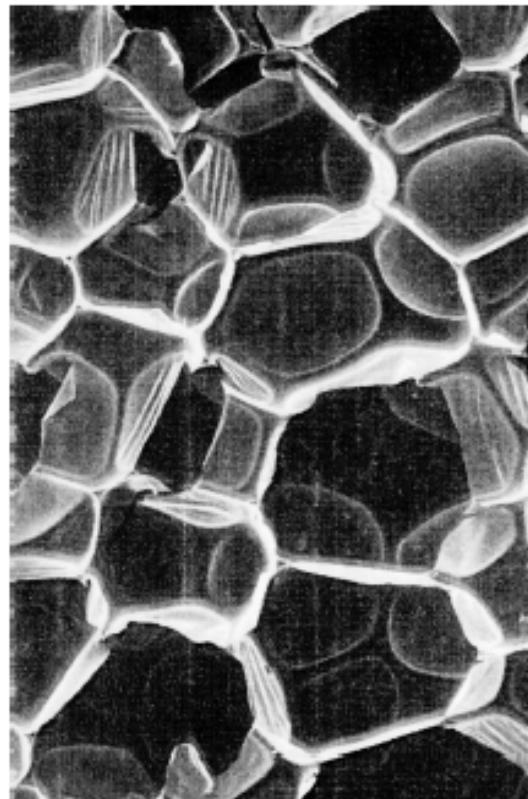


La perfetta sigillatura dei giunti verticali, esclude la necessità del terzo intonaco.

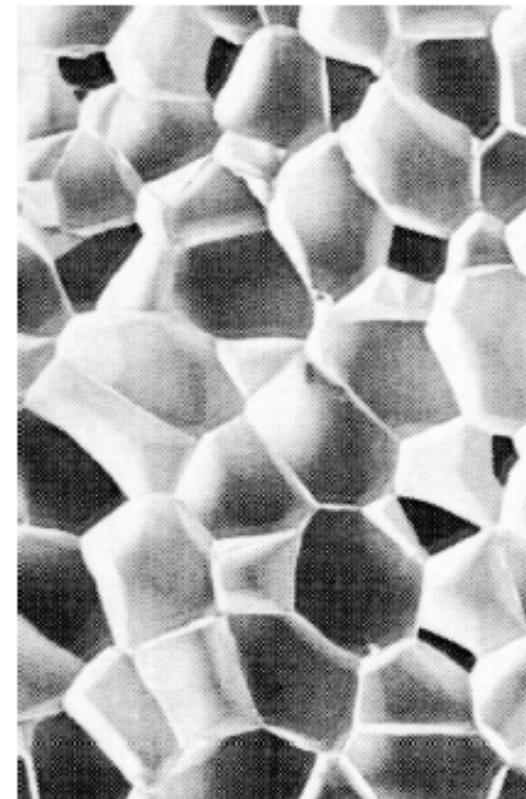
# Attenzione alla sigillatura dell'ultimo corso di mattoni



# SCELTA DELL'ISOLANTE: NO CELLE CHIUSE



*Schiuma Poliuretanica*



*Schiuma Polietilenica*

# SCELTA DELL'ISOLANTE

Le lane minerali, così come le lane di vetro e le sintetiche, sono buoni materiale assorbenti ma non spiccano per il loro potere fonoisolante.

A medie densità vengono usate per smorzare le risonanze che si creano in intercapedine, e di riflesso contribuisce ad aumentare il potere fonoisolante delle pareti doppie.



# SUGGERIMENTI PER LA PROGETTAZIONE e LA REALIZZAZIONE DELLE PARETI IN LATERIZIO

# SUGGERIMENTI

E' PREFERIBILE  
EVITARE DI  
ALLOGGIARE  
IMPIANTI DI  
GRANDI  
DIMENSIONI NEI  
DIVISORI  
INTERNI TRA  
APPARTAMENTI.  
IN ALTERNATIVA  
PREVEDERE  
PARETI  
OPPORTUNE  
(SPESSORI  
MAGGIORATI).



## EVITARE ASSOLUTAMENTE



## LA SIGILLATURA IN MALTA DEVE ESSERE UNIFORME



# I PILASTRI IN C.A. SONO UN PONTE ACUSTICO?

# Parete doppia in laterizio con pilastro in C.A. cm 30 x 30

Volume of emission room (m<sup>3</sup>):  
Volume of receiving room (m<sup>3</sup>): 45.7

Separation element area (m<sup>2</sup>): 13.1

Frequency f, (Hz)	R (third octave), dB
50	
63	>= 33.8
80	33.1
100	31.6
125	32.9
160	31.8
200	33.7
250	34.6
315	35.3
400	36.5
500	39.1
630	41.4
800	44.4
1000	46.6
1250	48.4
1600	50.6
2000	53.3
2500	54.1
3150	56.7
4000	60.2
5000	61.4

**Rw = 44 dB**



Estimation of R'w (C ; Ctr) (dB) : (C;Ctr)=44 (-1 ; -4) according to ISO 717-1  
Estimation based on laboratory measurement results obtained using an expert method

Report No. : 17-071213 R'w TX W G22 S - RX W G23 S FONDO

Testing company:IDET SRL

Date: 08/01/2008

Signature:

# Parete doppia in laterizio senza pilastro in C.A. cm 30 x 30

Volume of emission room (m<sup>3</sup>):  
Volume of receiving room (m<sup>3</sup>): 30.3

Separation element area (m<sup>2</sup>): 9.9

Frequency f, (Hz)	R' (third octave), dB
50	-
63	21.2
80	35.8
100	35.9
125	31.8
160	37.5
200	38.2
250	39.2
315	35.4
400	36.9
500	37.6
630	38.9
800	41.1
1000	43.6
1250	47.5
1600	51.5
2000	53.6
2500	54.7
3150	59.1
4000	62.0
5000	64.1

**Rw = 44 dB**



Estimation of R'w (C ; Ctr) (dB) : (C;Ctr)=44 (-1 ; -3) according to ISO 717-1  
Estimation based on laboratory measurement results obtained using an expert method

Report No. : 11-071213 R'w TX W G23 LM - RX W H21 L1

Testing company:IDET SRL

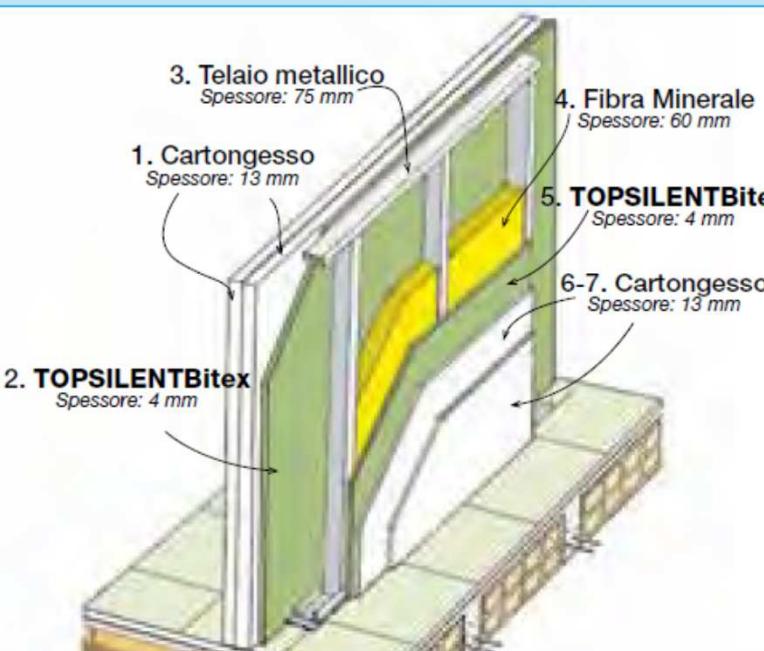
Date: 08/01/2008

Signature:

# L'ISOLAMENTO DELLA PARETI LEGGERE IN GESSO RIVESTITO

# Parete certificata (IEN Torino) a singola struttura - 4 lastre

**PARETE IN CARTONGESSO SU TELAIO METALLICO**



**CARATTERISTICHE DELLA PARETE**

- Spessore totale 13,5 cm
- Peso 54 kg/m<sup>2</sup>

**POTERE FONOISOLANTE**  
 $R_w = 59,2 \text{ dB}$

**TRASMITTANZA**  
 $U = 0,4202 \text{ W/m}^2\text{K} (*)$

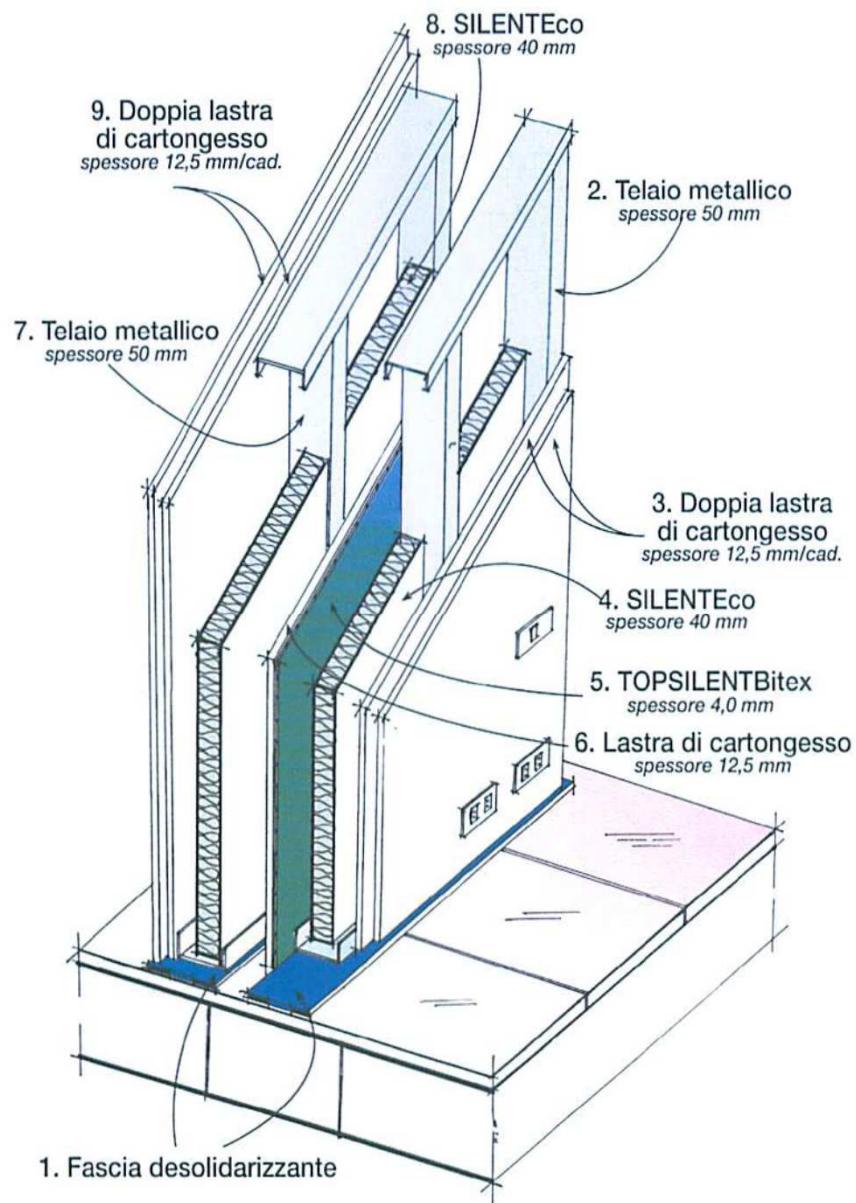
Alternativa:  
TOPSILENTBitex+Cartongesso = TOPSILENTGips

**CERTIFICAZIONE**

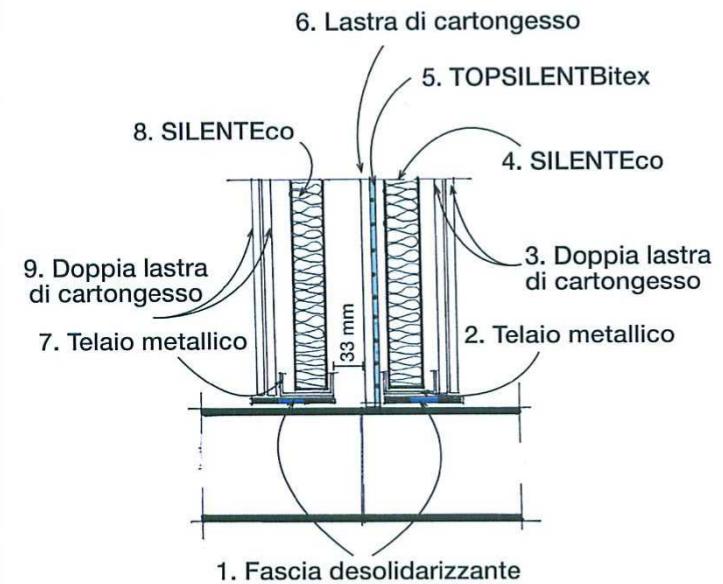
**IEN**  
“IEN G. Ferraris”  
n. 35561/03

**index**  
Construction Systems and Products

Immagini e dati concessi da **index**  
Construction Systems and Products



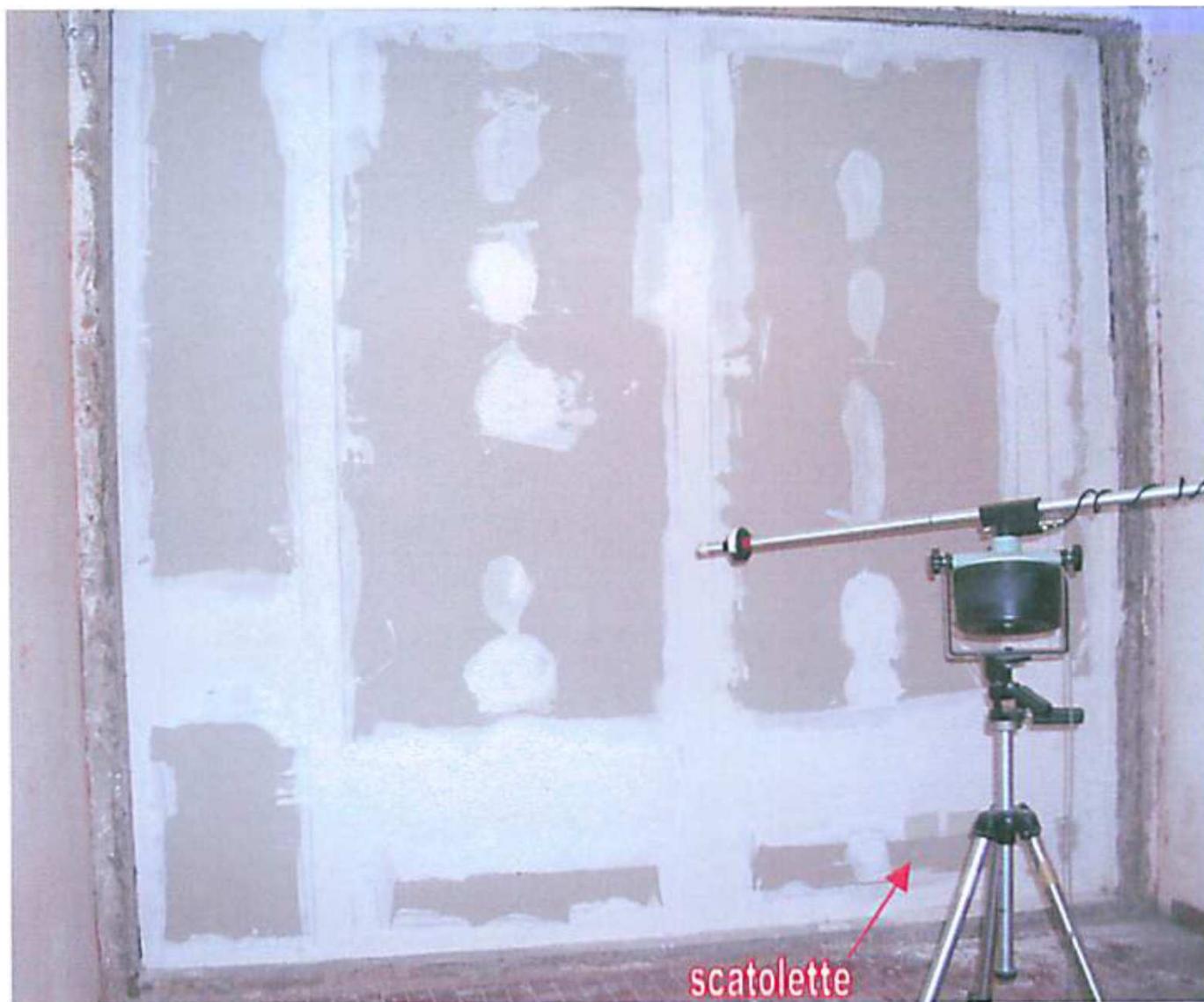
Spessore totale  
cm 20  
Massa  
60 Kg/m<sup>2</sup> circa



Immagini e dati concessi da **index**  
Construction Systems and Products

# Particolari costruttivi





## Risultati ottenuti

Potere fonoisolante secondo la UNI EN ISO 140-3 (2006)

Indice di valutazione del potere fonoisolante secondo la UNI EN ISO 717-1 (2007)

Descrizione del laboratorio di prova, del provino e dei dispositivi di prova: cfr. descrizione da pag. 2 a pag. 10 del presente rapporto

Area S del provino:

9.93 m<sup>2</sup>

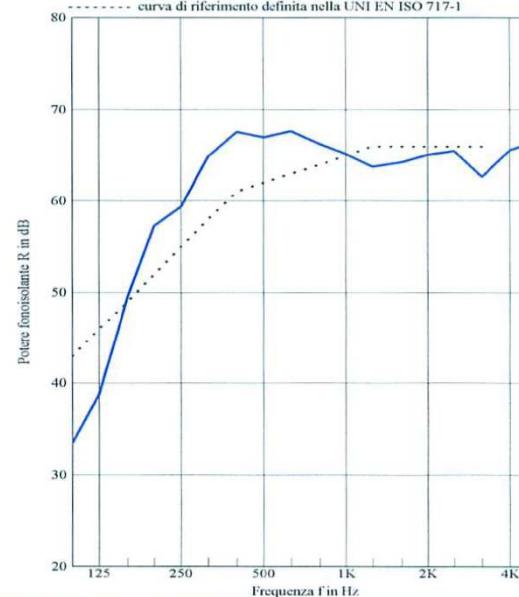
Temperatura dell'aria negli ambienti di prova: 26 °C

Umidità relativa dell'aria negli ambienti di prova: 51.4 %

Volume dell'ambiente emittente: 50.0 m<sup>3</sup>Volume dell'ambiente ricevente: 60.0 m<sup>3</sup>

----- curva di riferimento definita nella UNI EN ISO 717-1

Frequenza Hz	R (terzi d'ottava) dB
100	33.6
125	38.8
160	49.6
200	57.3
250	59.4
315	64.9
400	67.6
500	67.0
630	67.7
800	66.3
1000	65.2
1250	63.8
1600	64.3
2000	65.1
2500	65.5
3150	62.7
4000	65.6
5000	66.6



Rw = 62 dB

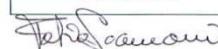
Valutazione secondo la UNI EN ISO 717-1:

Rw (C; Cb) = 62 (-3; -10) dB

Valutazione basata su risultati di misurazioni di laboratorio ottenuti mediante un metodo tecnico

Il Referente Tecnico

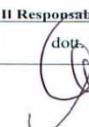
Fabio Scamoni



Il Direttore  
arch. Roberto Vinci

Il Responsabile del Reparto

dott. Italo Meroni




ITC-CNR

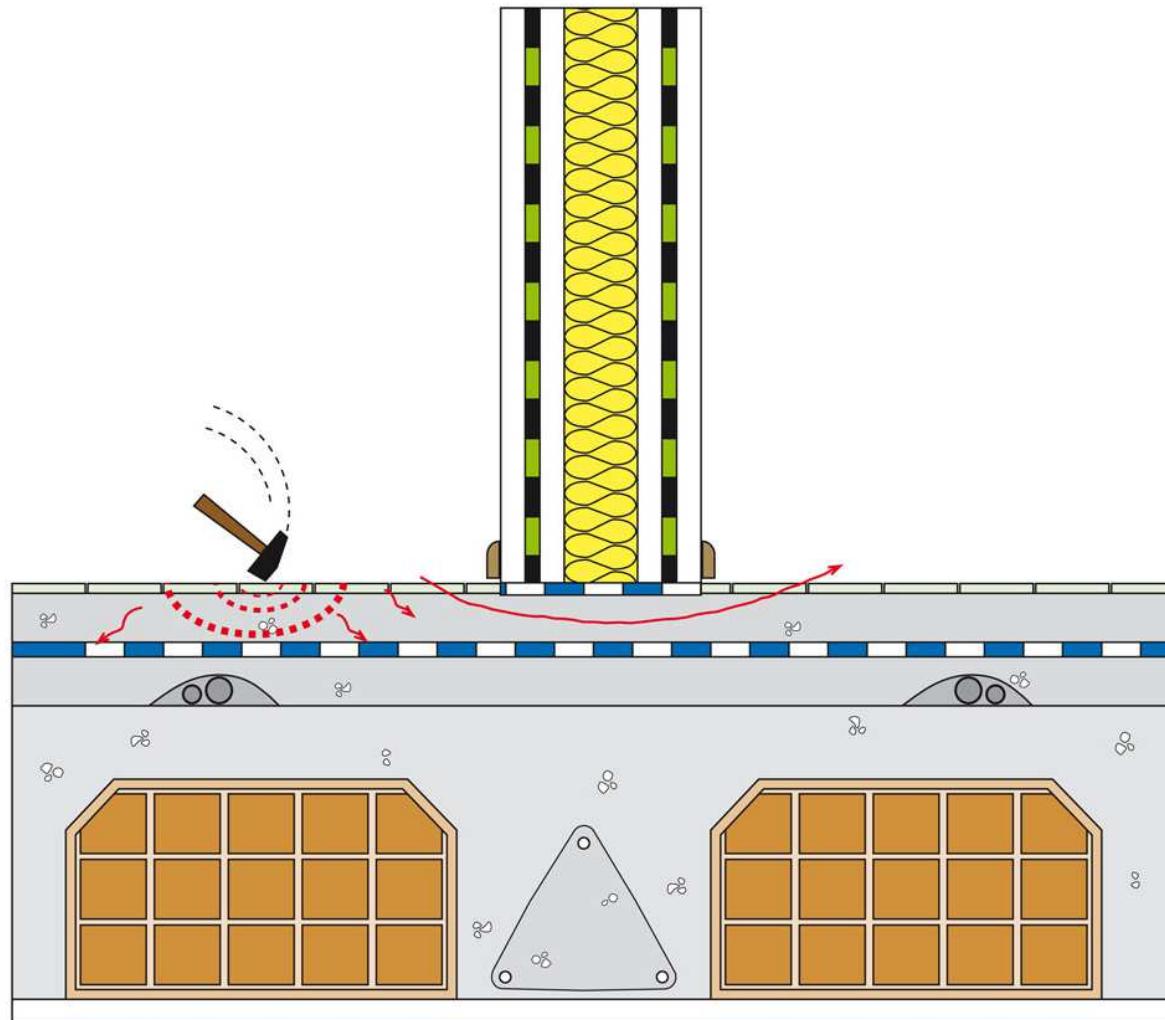
REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI SECONDO DPCM 5.12.1997

Collegio Geometri Verona 11 Maggio 2017 - Ing. Cristiano Vassanelli

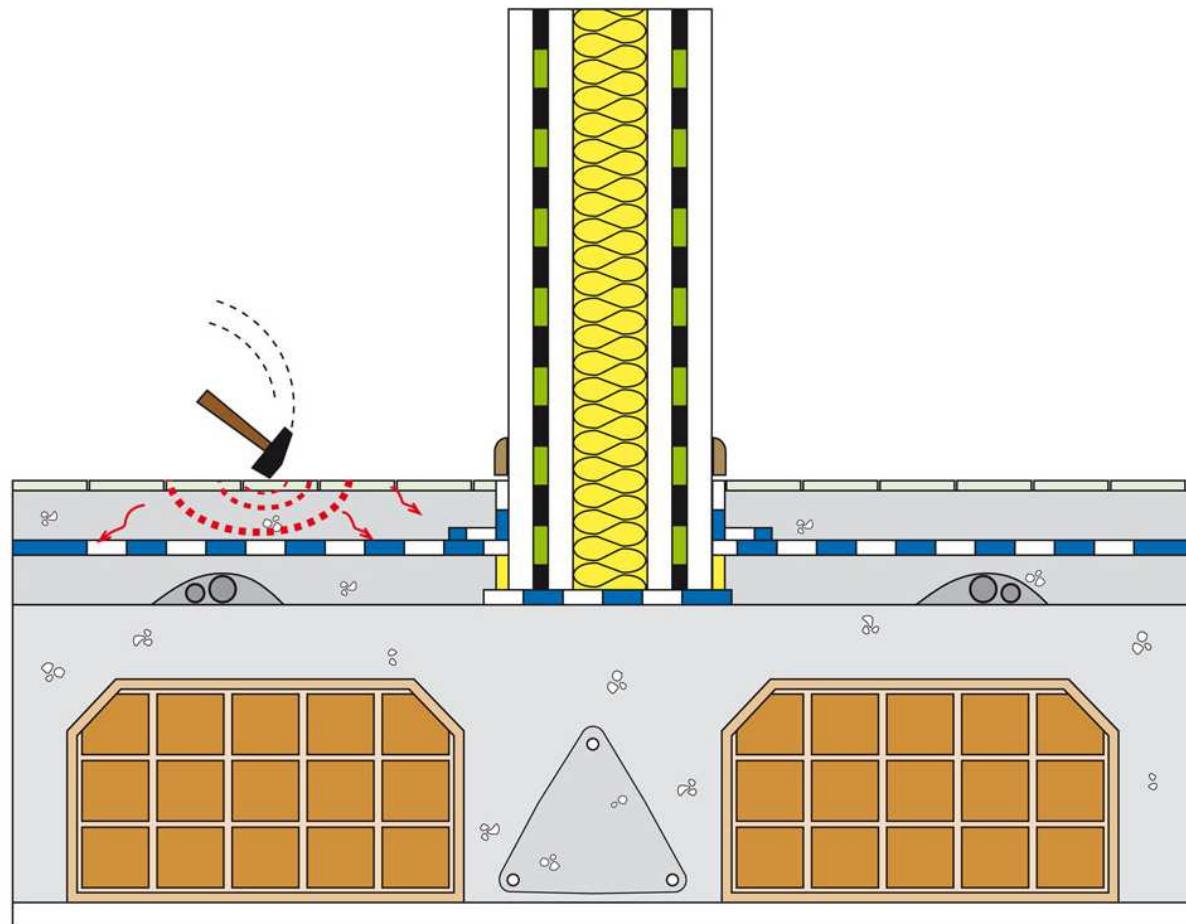


**ATTENZIONE AI DATI DI  
LABORATORIO, IN CANTIERE  
LE CONDIZIONI SONO MOLTO  
DIVERSE!**

# PROGETTAZIONE NON CORRETTA

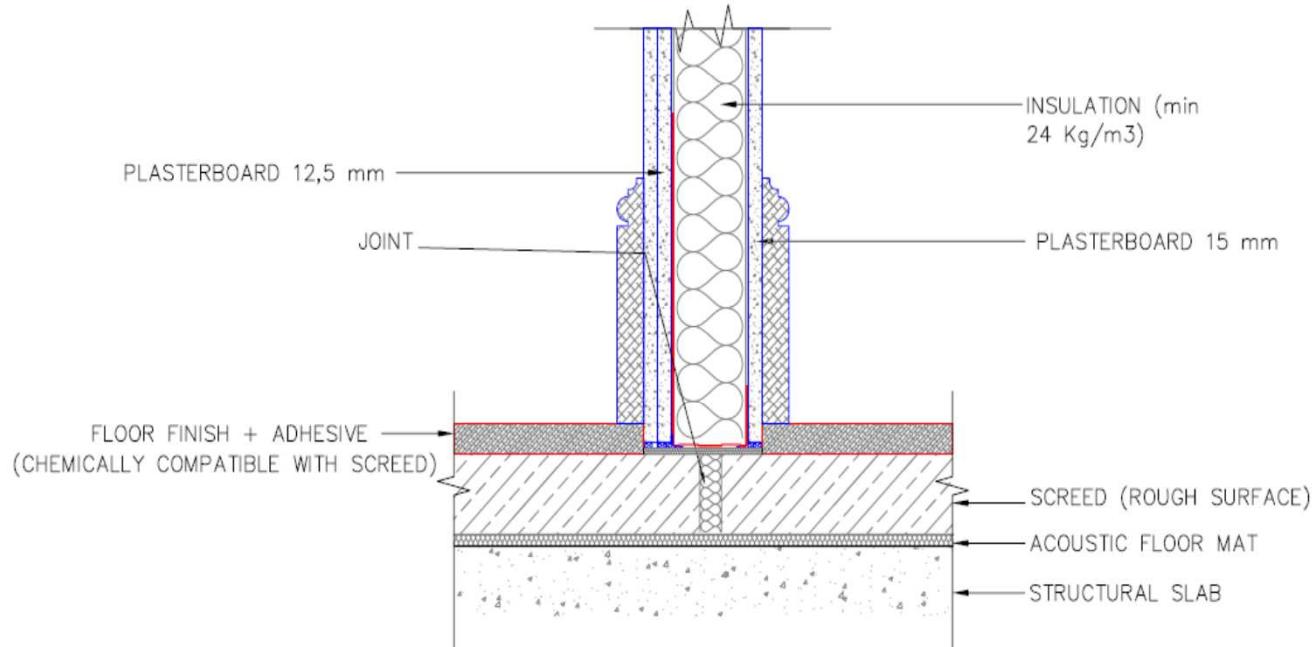


# PROGETTAZIONE CORRETTA



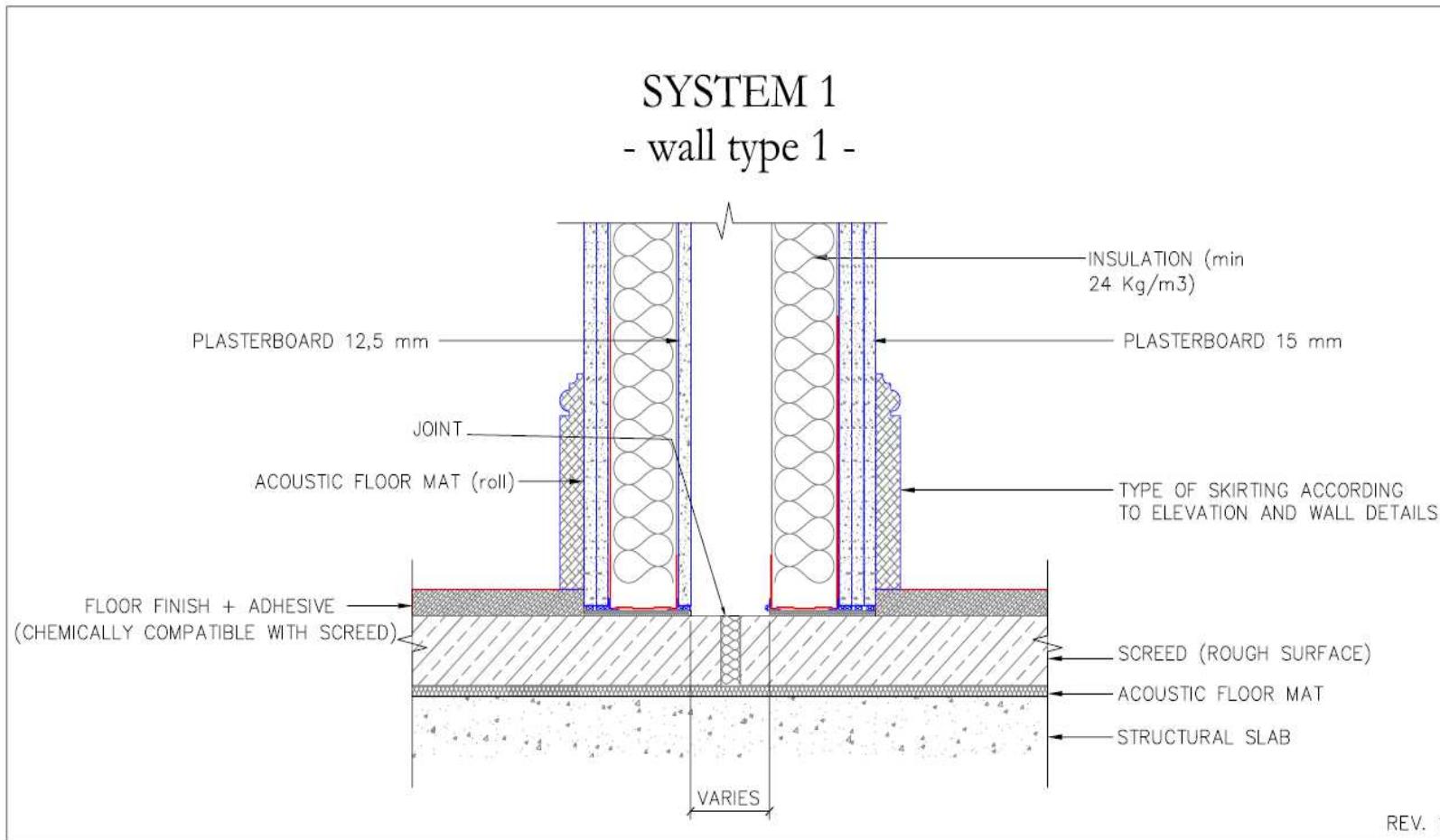
# SOLUZIONE ALTERNATIVA PER PARETE LEGGERA A 4 LASTRE E ORDITURA SINGOLA

## SYSTEM 1 - wall type 2 -



REV. 1

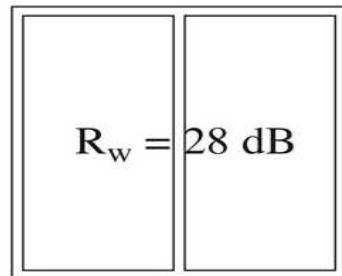
# SOLUZIONE ALTERNATIVA PER PARETE LEGGERA A 5 LASTRE E DOPPIA ORDITURA



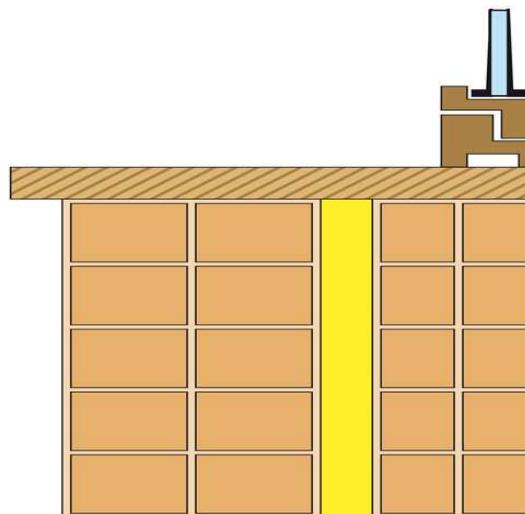
# LA PROGETTAZIONE ACUSTICA DELLE PARETI PERIMETRALI

# L'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

LE PRESTAZIONE ACUSTICHE  
DELLA FACCIASTA DIPENDONO  
PRINCIPALMENTE DALLE  
CARATTERISTICHE DEI  
COMPONENTI FINESTRATI E  
DAGLI ELEMENTI ACCESSORI.



$$R_w = 54 \text{ dB}$$



## ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIA (sup. parete $10 \text{ m}^2$ – sup. finestra $1,8 \text{ m}^2$ )

$$R_{wris} = 10 \log [10/(8,2 \times 10^{-54/10} + 1,8 \times -28/10)] = 35,4 \text{ dB}$$

**L'elemento acusticamente più debole condiziona la prestazione della partizione considerata**

## VALORI TEORICI CON UNA FINESTRA

(AREA = 1,5 m<sup>2</sup>)

PARETE	Rw PARTE OPACA [dB]	Rw PARTE TRASPARENTE [dB]
Blocco forato alveolato sp. cm 30 e 2 int.	<b>45.2</b>	<b>36</b>
Blocco semipieno alveolato sp. cm 25 e 2 int.	<b>45.1</b>	<b>37</b>
Blocco semipieno alveolato sp. cm 45 e 2 int.	<b>48.6</b>	<b>35</b>
Doppia laterizi forati da 8 e cm 5 intercapedine d'aria	<b>47.2</b>	<b>36</b>
Doppia laterizi forati 8 – 12 e cm 5 intercapedine d'aria	<b>48.2</b>	<b>35</b>
Doppia forato da 8 e doppio UNI da 12 e cm 5 aria	<b>49.6</b>	<b>35</b>
Doppia forato da 8 e doppio UNI da 12 e cm 12 aria	<b>61.2</b>	<b>34</b>

## VALORI TEORICI CON DUE FINESTRE

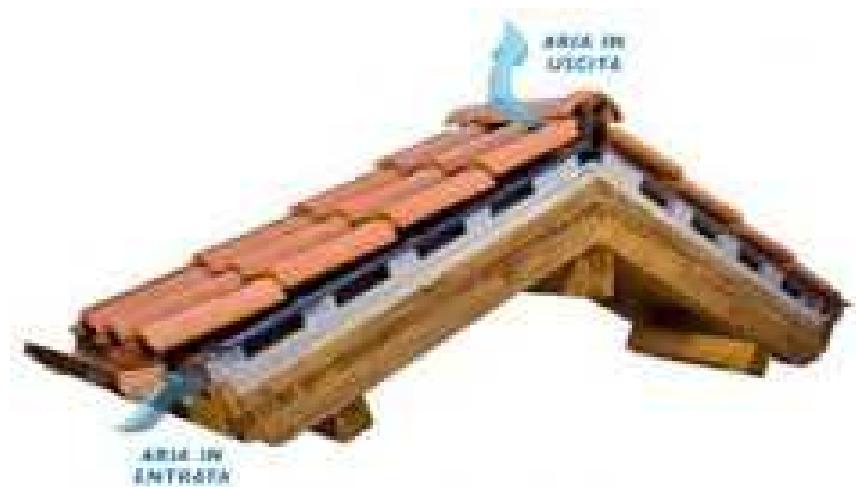
(AREA TOTALE = 3 m<sup>2</sup>)

PARETE	Rw PARTE OPACA [dB]	Rw PARTE TRASPARENTE [dB]
Blocco forato alveolato sp. cm 30 e 2 int.	<b>45.2</b>	<b>39</b>
Blocco semipieno alveolato sp. cm 25 e 2 int.	<b>45.1</b>	<b>39</b>
Blocco semipieno alveolato sp. cm 45 e 2 int.	<b>48.6</b>	<b>38</b>
Doppia laterizi forati da 8 e cm 5 intercapedine d'aria	<b>47.2</b>	<b>38</b>
Doppia laterizi forati 8 – 12 e cm 5 intercapedine d'aria	<b>48.2</b>	<b>38</b>
Doppia forato da 8 e doppio UNI da 12 e cm 5 aria	<b>49.6</b>	<b>38</b>
Doppia forato da 8 e doppio UNI da 12 e cm 12 aria	<b>61.2</b>	<b>37</b>

## SUGGERIMENTI

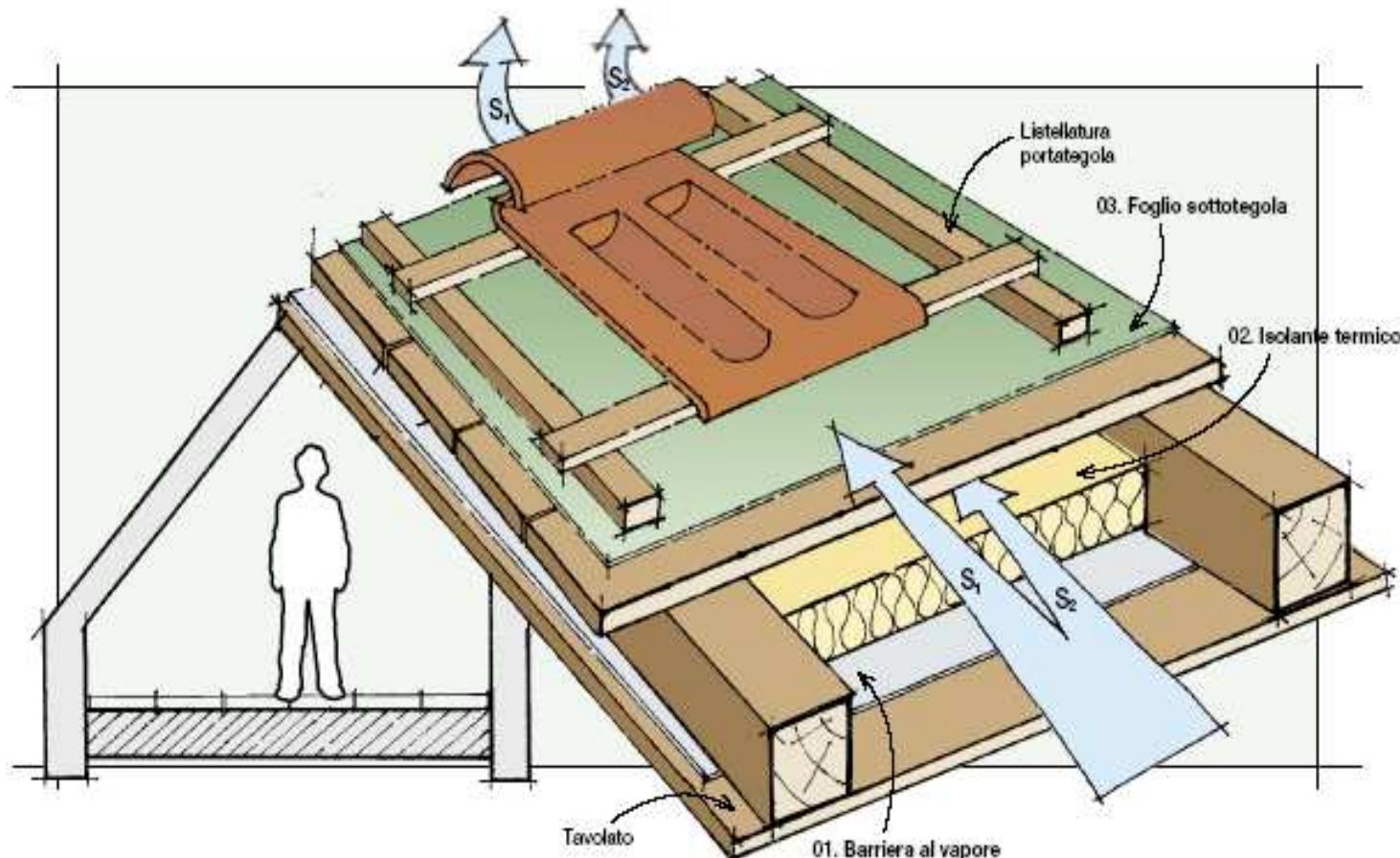
- I serramenti dovranno garantire una tenuta all'aria di classe A3 (UNI 7979 ora UNI EN 12020);
- Il vetro camera dovrà garantire un potere fonoisolante prudenziale di 40 dB. Tale prestazione è raggiungibile con vetri doppi stratificati (avendo cura di scegliere masse diverse per i due vetri).
- Le eventuali bocchette inserite nella parte finestrata dovranno assicurare un potere fonosiolante paragonabile a quello del componente finestrato.
- Attenzione alla messa in opera!

# L'ISOLAMENTO E LA BONIFICA ACUSTICA DELLE COPERTURE



NORMALMENTE LE COPERTURE IN  
CLS O LATERO CEMENTO SONO  
SUFFICIENTEMENTE “MASSIVE”  
DA FORNIRE UN BUON  
ISOLAMENTO.

# ATTENZIONE AI TETTI IN LEGNO!!!



Immagini e dati concessi da **index**  
Construction Systems and Products

I TETTI IN LEGNO SONO DOTATI DI SCARSA MASSA AREICA, INOLTRE SI ESPONGONO, NELLA TIPOLOGIA CON CAMERA DI VENTILAZIONE, A GROSSI PROBLEMI DI TRASMISSIONE LATERALE.

# CASO STUDIO Verona

**Apparent Transmission Loss according to ISO 140-4  
Field measurement of airborne sound insulation between rooms**

Customer:

Test date: 01/02/10

**Description and identification of test building, test set-up and measurement direction:**

2 cm rivestimento bagno

12 cm laterizio alleggerito Alveolater 12x45x25 cm F/A = 45% a fori verticali montate sullo spessore di 12 cm con giunti verticali ad incastro giunti orizzontali continui in malta cementizia (164 Kg/m<sup>2</sup>)

1,5 cm intonaco

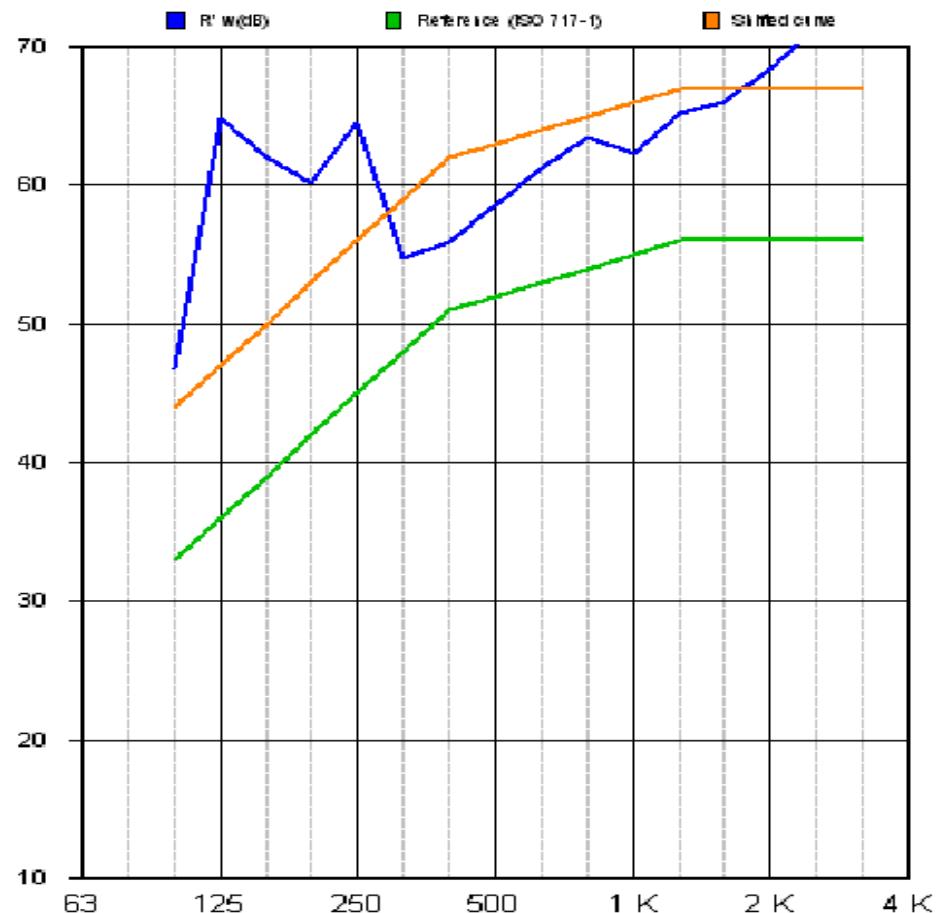
5 cm lana di roccia (densità 70 Kg/m<sup>3</sup>)

20 cm laterizio alleggerito Alveolater 20x50x22,5 cm F/A = 45% a fori verticali montate sullo spessore di 20 cm con giunti verticali ad incastro giunti orizzontali continui in malta cementizia (140 Kg/m<sup>2</sup>)

1,5 cm intonaco

Volume of emission room (m <sup>3</sup> ): 10	Separation element area (m <sup>2</sup> ): 8
Volume of receiving room (m <sup>3</sup> ): 50	

## R'w parete divisoria piano terra



$$R'w = 63 \text{ dB (0;-3)}$$

# CASO STUDIO Verona

**Apparent Transmission Loss according to ISO 140-4**  
**Field measurement of airborne sound insulation between rooms**

Customer:	Test date: 01/02/10
-----------	---------------------

**Description and identification of test building, test set-up and measurement direction:**

1,5 cm intonaco

12 cm laterizio alleggerito Alveolater 12x45x25 cm F/A = 45% a fori verticali montate sullo spessore di 12 cm con giunti verticali ad incastro giunti orizzontali continui in malta cementizia (164 Kg/m<sup>2</sup>)

1,5 cm intonaco

5 cm lana di roccia (densità 70 Kg/m<sup>3</sup>)

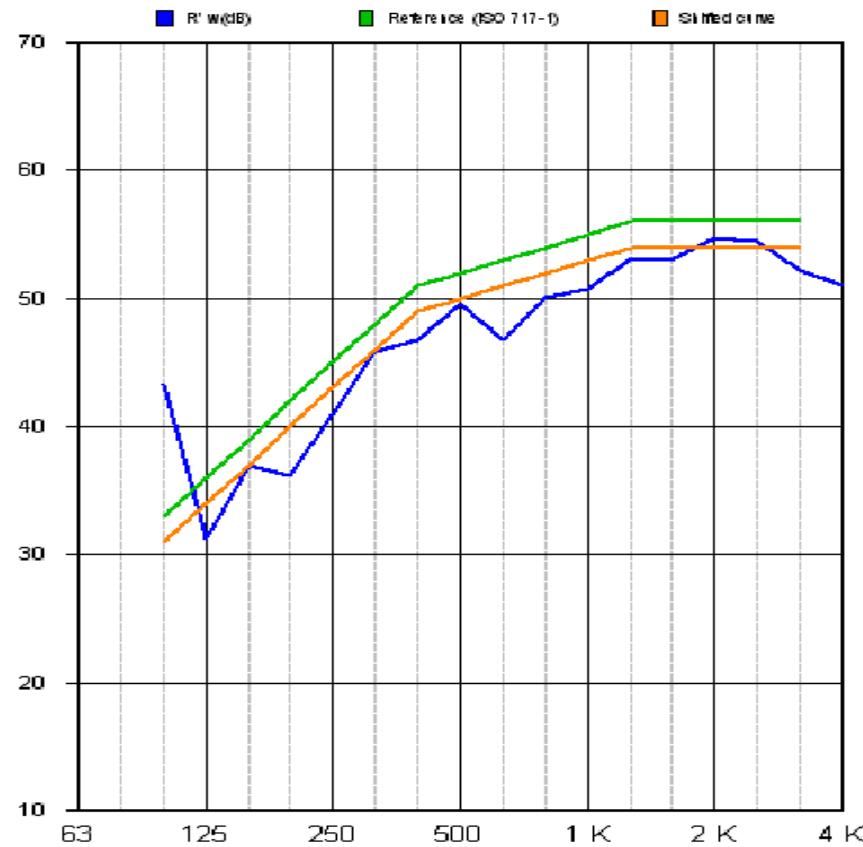
20 cm laterizio alleggerito Alveolater 20x50x22,5 cm F/A = 45% a fori verticali montate sullo spessore di 20 cm con giunti verticali ad incastro giunti orizzontali continui in malta cementizia (140 Kg/m<sup>2</sup>)

1,5 cm intonaco

In testa alla parete: struttura in legno per tetto ventilato con travi a vista

Volume of emission room (m <sup>3</sup> ): 32	Separation element area (m <sup>2</sup> ): 9
Volume of receiving room (m <sup>3</sup> ): 38	

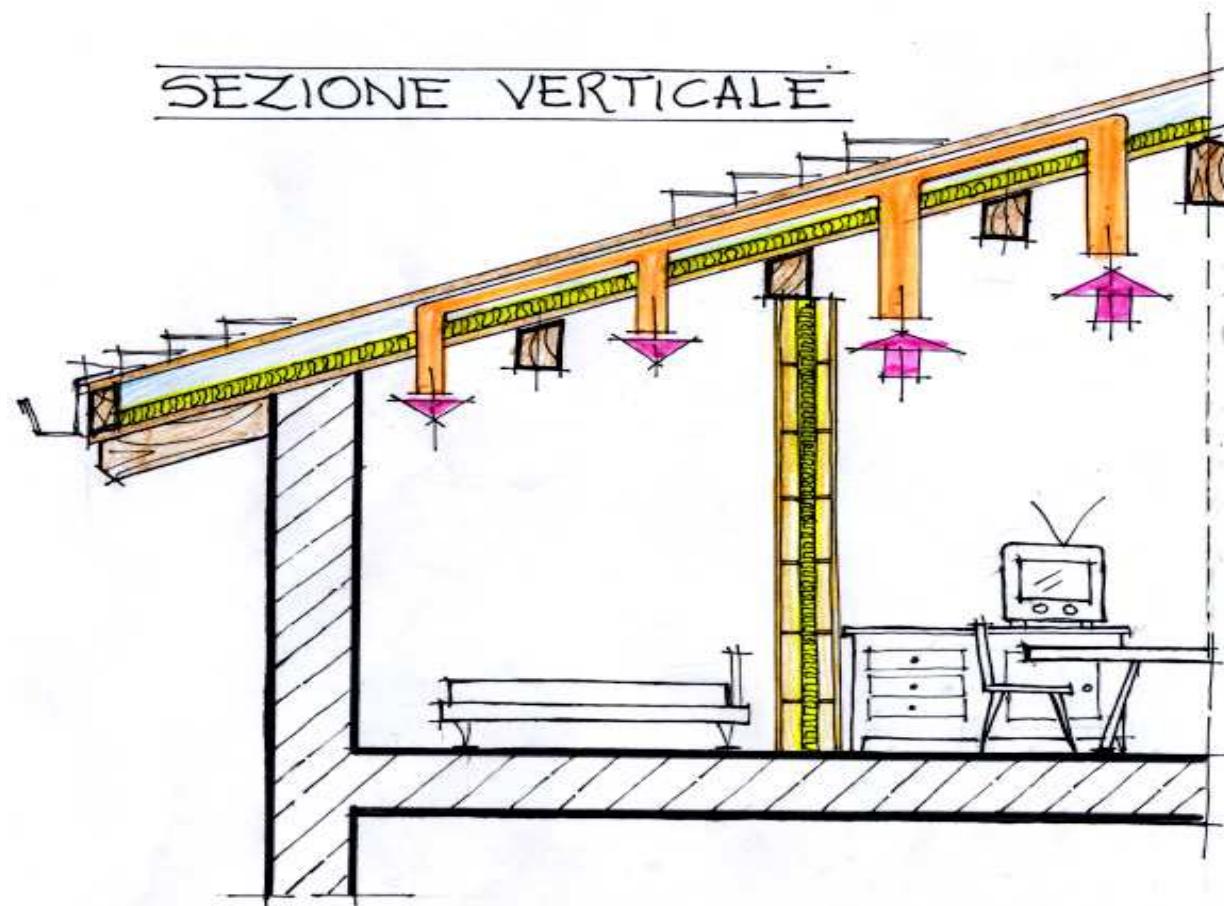
## R'w parete piano primo sottotetto



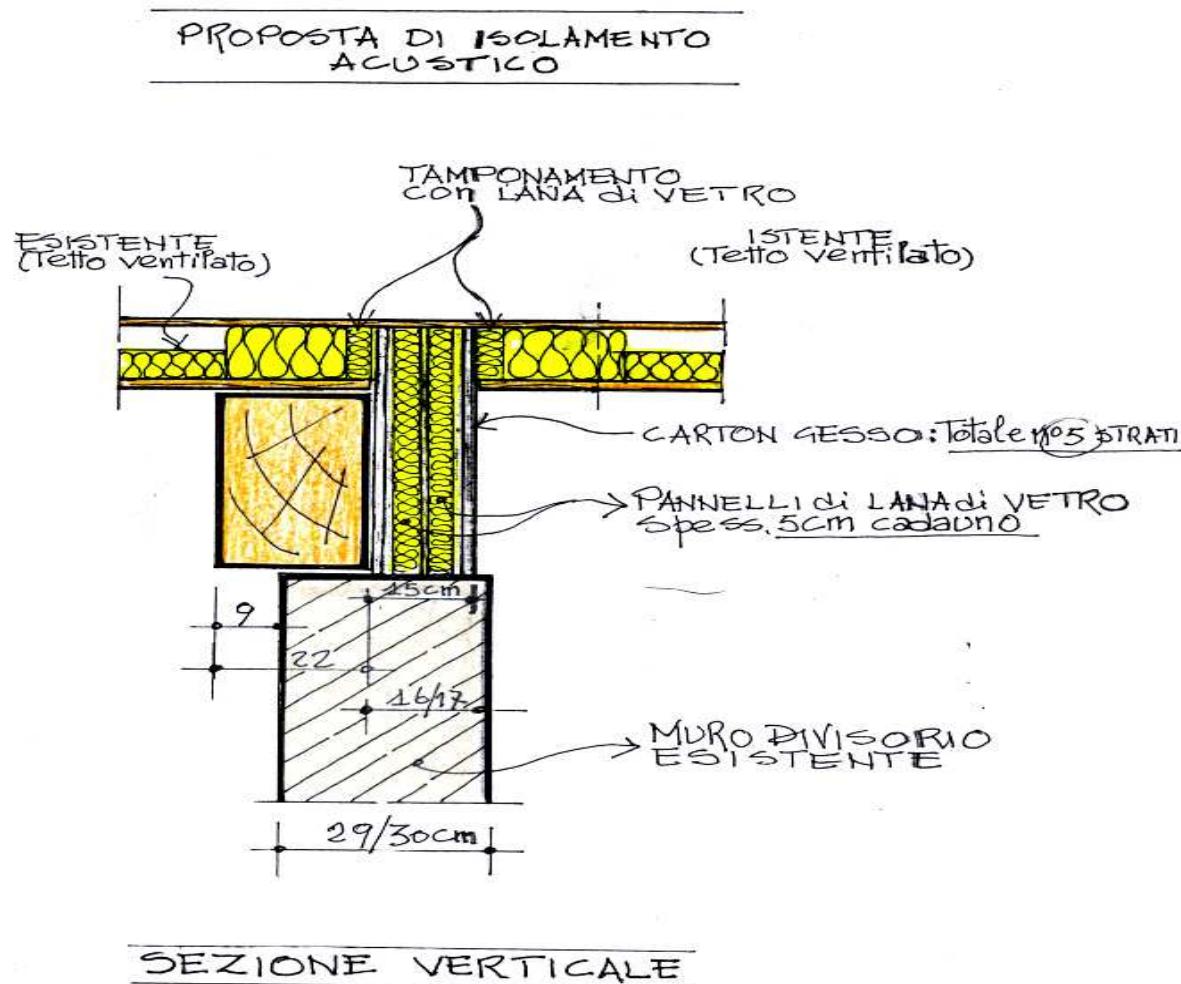
$R'w = 50 \text{ dB } (-1;-5)$



# CASO STUDIO Valli del Pasubio (VI)



# CASO STUDIO Valli del Pasubio (VI)



....e se il rumore  
proveniene dagli  
scarichi?

# Caso studio Monza



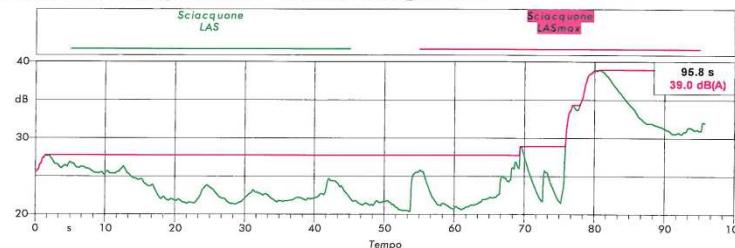
Determinazione dei requisiti acustici passivi	Rev. 0	10/03/2016
	Pag. 1 di 20	
	Doc. RP001 - Premuda	

## Determinazione dei requisiti acustici passivi

Premuda S.r.l.  
Viale Zara, 58  
Milano

Edificio residenziale  
Via Premuda  
Monza

### 6.1.2. Emissione sciacquone B32 - Ricezione bagno B22



Per misurare il livello di rumore prodotto dagli impianti a funzionamento discontinuo il DPCM 05/12/1997 richiede di utilizzare il parametro Livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow ( $L_{ASmax}$ ), confrontandolo con il limite di picco massimo di rumore prodotto da un impianto.

$$L_{ASmax} = 39 \text{ dB(A)}$$

Parametro	Situazione	Valore misurato	Valori limite
$R'_{w}$	Potere fonoisolante apparente divisorio verticale Emissione camera A11 - Ricezione cucina A12	57	$\geq 50$
	Potere fonoisolante apparente divisorio orizzontale Emissione sala A22 - Ricezione sala A12	59	
	Potere fonoisolante apparente divisorio orizzontale Emissione bagno B32 - Ricezione bagno B22	56	
	Potere fonoisolante apparente divisorio orizzontale Emissione sala B32 - Ricezione sala B22	59	
$L'_{n,w}$	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico del solaio Ricezione sala A12	60	$\leq 63$
	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico del solaio Ricezione sala B22	62	
$L_{ASmax}$	Livello $L_{ASmax}$ degli impianti a funzionamento discontinuo Emissione ascensore - ricezione sala B32	33	$\leq 35$
	Livello $L_{ASmax}$ degli impianti a funzionamento discontinuo Emissione sciacquone B32 - ricezione bagno B22	39	

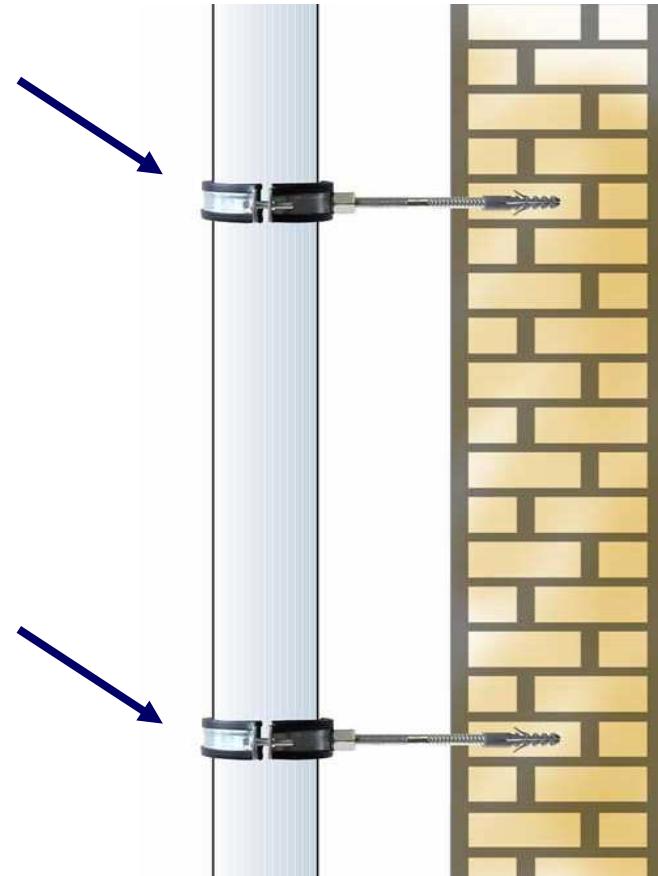
## Caso studio Monza



# Su quali dettagli si può intervenire per abbattere la rumorosità di scarico?

## 3) Collari di fissaggio

Hanno il compito di smorzare le vibrazioni meccaniche che si trasferiscono dalla colonna al muro durante lo scarico



Immagini e dati concessi da **valsir**

## Passaggio attraverso il solaio



## Posa in intercapedine corretta



Intercapedine riempita di  
materiale fibroso (lana di  
roccia o vetro)

## Posa sotto traccia corretta



Per maggiori informazioni

333 15 40 708  
cristiano@ingcv.tech

Grazie per la cortese attenzione  
Arriverderci