

Cesena – 11 dicembre 2013

ACUSTICA EDILIZIA NOVITÀ NORMATIVE E LEGISLATIVE REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Francesco Borchì

francesco.borchi@vienrose.it

www.vienrose.it

L. 26 ottobre 1995, n. 447

Legge quadro sull'inquinamento acustico.

(Gazzetta Ufficiale 30 ottobre 1995, n. 254, S.O.)

SCOPO

**Ridurre l'esposizione
umana al rumore**



Art. 3, punto e

la determinazione, (...), con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente, (...), dei requisiti acustici delle sorgenti sonore e dei **requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti**, allo scopo di ridurre l'esposizione umana al rumore.



D.P.C.M. 5/12/97

“Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”

G.U. n. 297 del 22/12/97

Art. 3, punto f

l'indicazione, con decreto del Ministro dei lavori pubblici, (...), dei **criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie e delle infrastrutture dei trasporti**, ai fini della tutela dall'inquinamento acustico.



Non ancora emanato

PRIMA DEL

D.P.C.M. 5/12/97

“Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”

G.U. n. 297 del 22/12/97

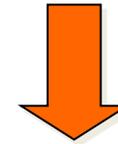
**I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI AMBIENTI ABITATIVI ERANO
DEFINITI PER:**



EDILIZIA SCOLASTICA

D.M. 18/12/75

“Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica”



EDILIZIA CIVILE SOVVENZIONATA

C.M. 1769 del 30/04/1966

“Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie”

Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici (DPCM 5/12/97)

(in Gazzetta Ufficiale - Serie generale n. 297 del 22 dicembre 1997)

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 5 dicembre 1997

Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.

IL PRESIDENTE
DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

Visto l'art. 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447 «legge quadro sull'inquinamento acustico»;

Vista la circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 1769 del 30 aprile 1966, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie;

Vista la circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993, n. 412;

Considerata la necessità di fissare criteri e metodologie per il contenimento dell'inquinamento da rumore all'interno degli ambienti abitativi;

Sulla proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con i Ministri della sanità, dei lavori pubblici, dell'industria, del commercio e dell'artigianato;

Decreta:

Art. 1.
Campo di applicazione

1. Il presente decreto, in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, 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.

2. I requisiti acustici delle sorgenti sonore diverse da quelle di cui al comma 1 sono determinati dai provvedimenti attuativi previsti dalla legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Art. 2.
Definizioni

1. Ai fini dell'applicazione del presente decreto, gli ambienti abitativi di cui all'art. 2, comma 1, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono distinti nelle categorie indicate nella tabella A allegata al presente decreto.

2. Sono componenti degli edifici le partizioni orizzontali e verticali.
3. Sono servizi a funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria.
4. Sono servizi a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento.
5. Le grandezze cui far riferimento per l'applicazione del presente decreto, sono definiti nell'allegato A che ne costituisce parte integrante.

Art. 3.
Valori limite

1. Al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore, sono riportati in tabella B i valori limite delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne.

Art. 4.
Entrata in vigore

Il presente decreto viene pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana ed entra in vigore dopo sessanta giorni.

Roma, 5 dicembre 1997

Il Presidente del Consiglio dei Ministri
PRODI

p. Il Ministro dell'ambiente
CALZOLAIO

p. Il Ministro della sanità
BETTONI BRANDANI

Il Ministro dei lavori pubblici
COSTA

Il Ministro dell'industria del commercio e dell'artigianato
BERSANI

DEFINIZIONE DI AMBIENTE ABITATIVO

Legge 26 ottobre 1995, n. 447

(Supplemento ordinario alla Gazzetta ufficiale 30 ottobre 1995 n. 254)

Legge quadro sull'inquinamento acustico

Articolo 2

Definizioni

1. Al fini della presente legge si intende per:

b) **ambiente abitativo**: ogni **ambiente interno** ad un edificio destinato alla **permanenza di persone** o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, **fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive** per i quali resta ferma la disciplina di cui al Dlgs 15 agosto 1991, n. 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali

in cui si svolgono le attività produttive;

Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici (DPCM 5/12/97)

ALLEGATO A

Grandezze di riferimento: definizioni, metodi di calcolo e misure

Le grandezze che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:

1. il tempo di riverberazione (T), delimito dalla norma ISO 3382:1975;
2. il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti (R), definito dalla norma EN ISO 140-5:1996;
3. l'isolamento acustico standardizzato di facciata (D_{2m,nT}), definito da:

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log T/T0$$

dove:

D_{2m} = L_{1,2m} - L₂ e la differenza di livello;

L_{1,2m} è il livello di pressione sonora esterno a 2 metri dalla facciata, prodotto da rumore da traffico se prevalente, o da altoparlante con incidenza del suono di 45° sulla facciata;

L₂ è il livello di pressione sonora medio nell'ambiente ricevente, valutato a partire dai livelli misurati nell'ambiente ricevente mediante la seguente formula:

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

Le misure dei livelli L_i devono essere eseguite in numero di n per ciascuna banda di terzi di ottava. Il numero n è il numero intero immediatamente superiore ad un decimo nel volume nell'ambiente; in ogni caso, il valore minimo di n è cinque;

T è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente, in sec;

T₀ è il tempo di riverberazione di riferimento assunto, pari a 0,5s;

4. il livello di rumore di calpestio di solai normalizzato (L_n) definito dalla norma EN ISO 140-6:1996;

5. L_{Amax}: livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo slow;

6. L_{Aeq}: livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A.

Gli indici di valutazione che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:

- a. indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti (R_a) da calcolare secondo la norma UNI 8270: 1987, Parte 7^a, para. 5.1.
- b. indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata (D_{2m,nT}) da calcolare secondo le stesse procedure di cui al precedente punto a.;
- c. indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato (L_n) da calcolare secondo la procedura descritta dalla norma UNI 8270: 1987, Parte 7^a, para.5.2.

Rumore prodotto dagli impianti tecnologici

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

- a) 35 dB(A) L_{Amax} con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;
- b) 25 dB(A) L_{Aeq} per i servizi a funzionamento continuo.

Le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

TABELLA A - CLASSIFICAZIONI DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (art. 2)

categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili;
categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili;
categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

TABELLA B: REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

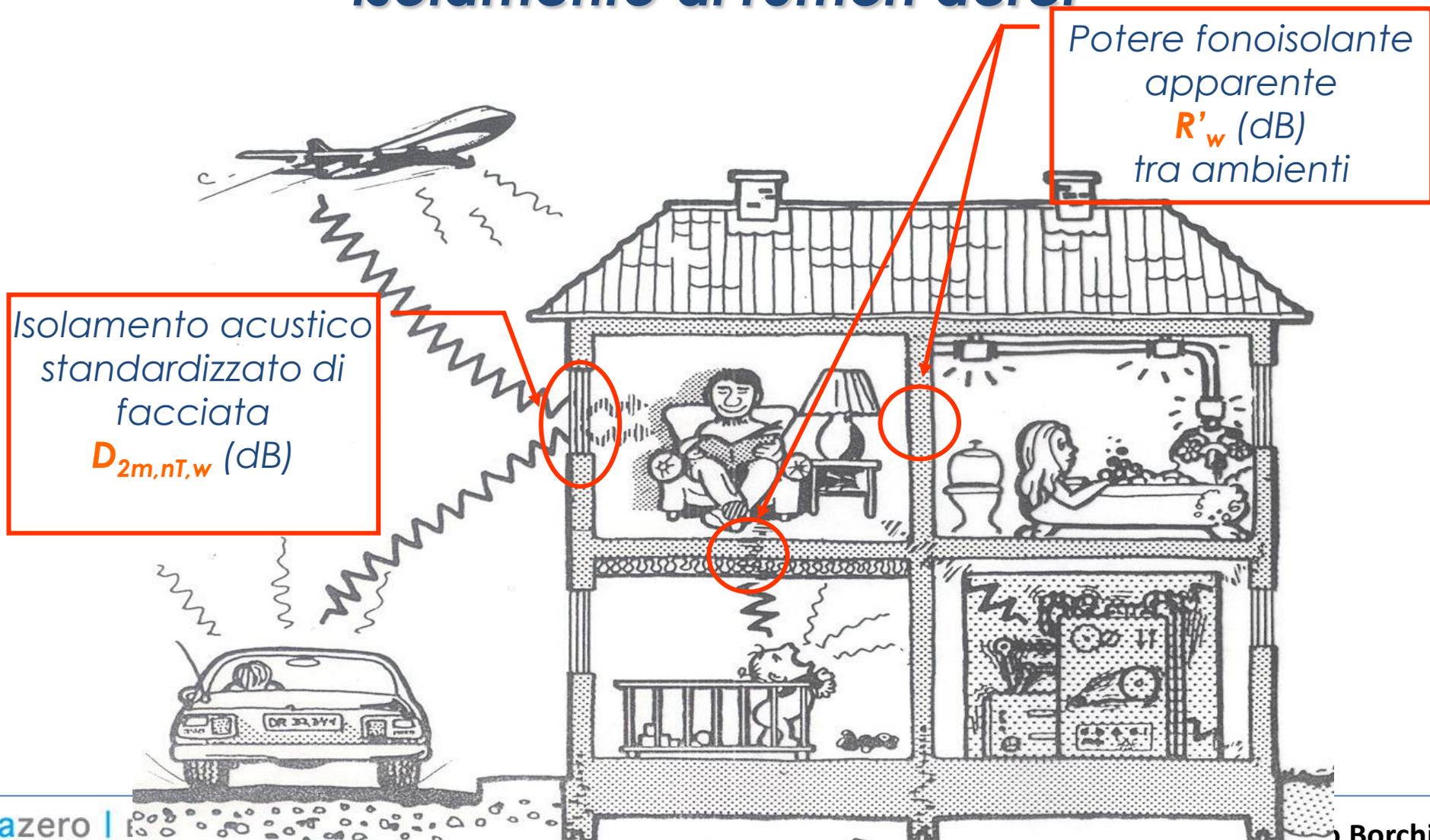
Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	R _a (*)	D _{2m,nT}	L _n	L _{Amax}	L _{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

(*) Valori di R_a riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

Nota: con riferimento all'edilizia scolastica, i limiti per il tempo di riverberazione sono quelli riportati nella circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici.

DPCM 5/12/97

- Isolamento ai rumori aerei -

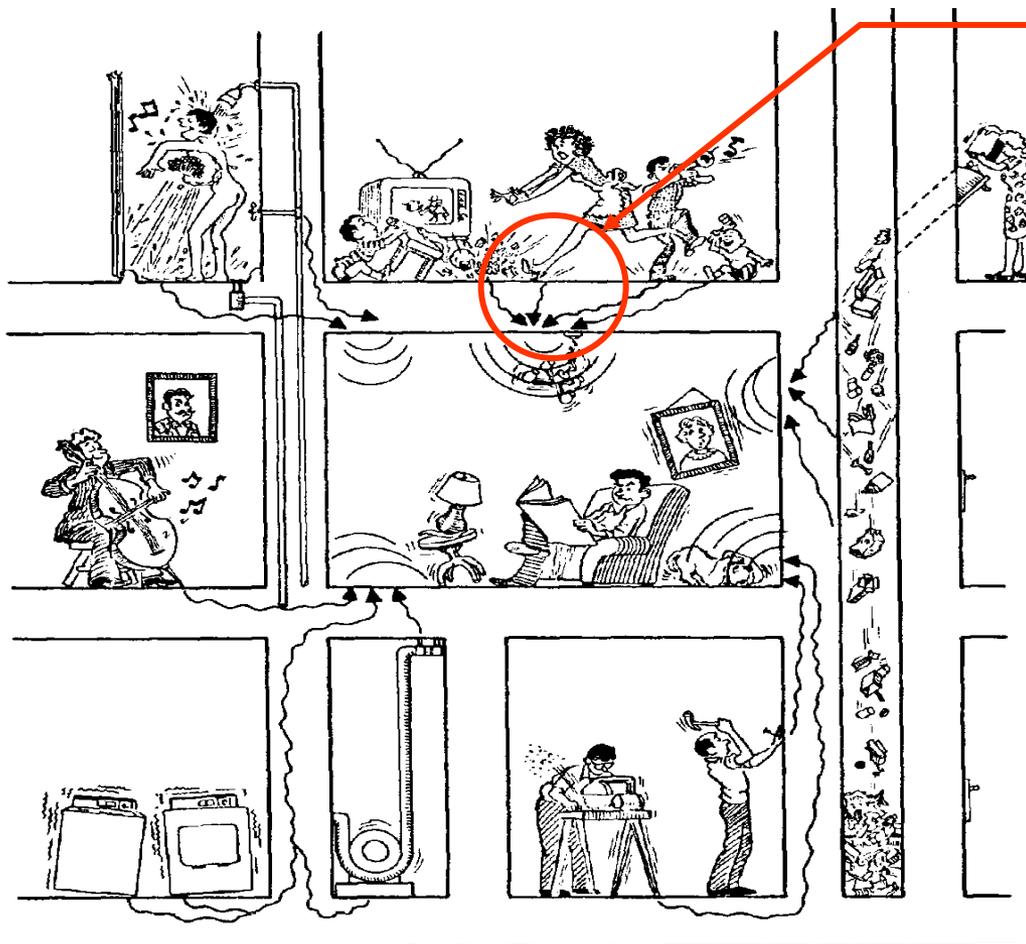


Isolamento acustico standardizzato di facciata
 $D_{2m,nT,w}$ (dB)

Potere fonoisolante apparente
 R'_w (dB)
tra ambienti

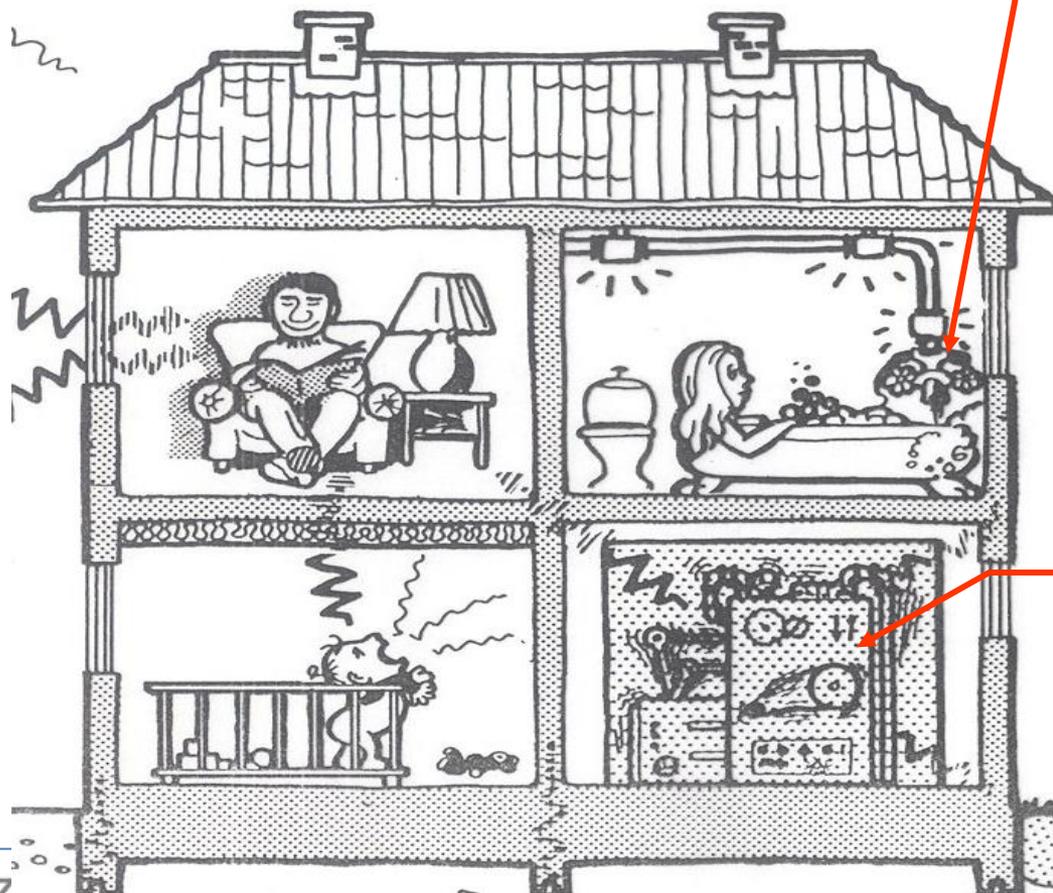
DPCM 5/12/97

- Isolamento ai rumori impattivi -



Livello di rumore di calpestio di solai normalizzato,
 $L'_{n,w}$ (dB)

DPCM 5/12/97 - Rumore degli impianti -



Livello massimo di pressione sonora, ponderata A
 L_{ASmax} (dBA)

Livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A
 L_{Aeq} (dBA)

DPCM 5/12/97

Valori limite minimi e massimi

<i>Categorie</i>	R'_{w} dB minimo	$D_{2m,nT,w}$ dB minimo	$L'_{n,w}$ dB max	L_{Asmax} dBA max	L_{Aeq} dBA max
A, C residenze, alberghi, pensioni e assimilabili	50	40	63	35	35
E scuole e simili	50	48	58	35	25
D ospedali, cliniche, case di cura e simili	55	45	58	35	25
B, F, G uffici, locali per attività ricreative, di culto, di commercio o simili	50	42	55	35	35

Aspetti controversi del DPCM 5/12/97

Potere fonoisolante di partizioni interne

Il D.P.C.M. 5/12/97 specifica che il requisito relativo alle prestazioni acustiche del potere fonoisolante fra le partizioni (R'_{w}) **si applica unicamente a partizioni fra unità immobiliari distinte.**

Cosa si intende per un'unità immobiliare distinta quando si parla di una scuola, di un ospedale o di un ufficio?

Art. 2 del DM 2/01/98 (Catasto dei fabbricati)

Unità Immobiliare è “una **porzione di fabbricato**, o un fabbricato, o un insieme di fabbricati ovvero un'area che (...) **presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale**”

Quindi tutti gli ambienti presenti all'interno di un **edificio scolastico**, o di un edificio **ospedaliero**, appartengono ad una stessa unità immobiliare e di conseguenza alle loro partizioni interne non si applica il valore limite dettato dal decreto.

Stesso discorso per pareti divisorie tra appartamenti e vani scale.

Aspetti controversi del DPCM 5/12/97

Confronto tra Decreto 5/12/97 e Decreto 18/12/75

“Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica”.

	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{Amax}
D.P.C.M. 5/12/97	50 (*)	48	58	35
D.M 18/12/75	40 pareti	25 (R_w finestre)	68	40
		>10 dB di R_w finestre (R_w pareti)		
	42 solai	20 dB (R_w griglie e prese d'aria)		

(*) Potere fonoisolante di partizioni poste tra unità immobiliari distinte

DPCM 5/12/97 - SANZIONI -

Il DPCM **non** prevede sanzioni amministrative dirette nel caso di mancata verifica dei requisiti acustici passivi.

MANCATO RISPETTO DELLA LEGGE



RIPRISTINO DEI REQUISITI



RISARCIMENTO ONEROSO
sulla base del prezzo di
vendita dell'immobile

In mancanza di un regime di controllo ben strutturato da parte dell'Amministrazione Pubblica, l'impresa ed il progettista devono comunque trovare **forme di "autocontrollo"** che li garantiscano verso possibili contenzioni con gli acquirenti

ACUSTICA EDILIZIA – GLI ULTIMI AGGIORNAMENTI

- ✓ LEGGE 7 luglio 2009, n. 88 “**Disposizioni per l’adempimento di obblighi derivanti dall’appartenenza dell’Italia alle Comunità europee – Legge Comunitaria 2008**”
- ✓ LEGGE 4 giugno 2010, n. 96 “**Disposizioni per l’adempimento di obblighi derivanti dall’appartenenza dell’Italia alle Comunità europee – Legge Comunitaria 2009**”
- ✓ Norma UNI 11367 “**Classificazione Acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera**”
- ✓ Norma UNI 11444 “**Classificazione Acustica delle unità immobiliari – Linee guida per la selezione delle unità immobiliari in edifici con caratteristiche non seriali**”

ACUSTICA EDILIZIA – GLI ULTIMI AGGIORNAMENTI

LEGGE 7 luglio 2009, n. 88

Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee - Legge comunitaria 2008. (09G0100)
(GU n. 161 del 14-7-2009 - Suppl. Ordinario n.110)

testo in vigore dal: 29-7-2009

Art. 11

1. Al fine di garantire la piena integrazione nell'ordinamento nazionale delle disposizioni contenute nella direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 giugno 2002, relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (...), **il Governo è delegato ad adottare** (...) entro sei mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge, **uno o più decreti legislativi per il riassetto** e la riforma **delle disposizioni vigenti** in materia di **tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, di requisiti acustici degli edifici e di determinazione e gestione del rumore ambientale** (...).

2. I decreti di cui al comma 1 sono adottati anche nel rispetto dei seguenti principi e criteri direttivi:

a) (...);

b) **definizione dei criteri per la progettazione, esecuzione e ristrutturazione delle costruzioni edilizie** e delle infrastrutture dei trasporti nonché **determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici** nel rispetto dell'impianto normativo comunitario in materia di inquinamento acustico (...).

(...)

5. **In attesa del riordino della materia**, la disciplina relativa ai requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti (...) non trova applicazione nei rapporti tra privati e, in particolare, nei rapporti tra costruttori venditori e acquirenti di alloggi sorti successivamente alla data di

entrata in vigore della presente legge. (...)

ACUSTICA EDILIZIA – GLI ULTIMI AGGIORNAMENTI

LEGGE 4 giugno 2010, n. 96

Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee - Legge comunitaria 2009. (10G0119) (*GU n. 146 del 25-6-2010 - Suppl. Ordinario n.138*)

note:

Entrata in vigore del provvedimento: 10/07/2010

L'art. 5 comma 1 lett. C) della **legge n. 96/10** **sostituisce** il comma 5 dell'art. 11 della **legge n. 88/2009** e **proroga di altri 6 mesi** il termine entro il quale il Governo deve adottare uno o più decreti legislativi per il riassetto e la riforma delle disposizioni vigenti in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, ma soprattutto di requisiti acustici degli edifici e di determinazione e gestione del rumore ambientale.

ACUSTICA EDILIZIA – GLI ULTIMI AGGIORNAMENTI

La mancata approvazione del decreto legislativo di riordino previsto dalla legge n. 88/2009 **NON crea un vuoto normativo**, in quanto i riferimenti di legge per le questioni tecniche riguardanti i requisiti acustici passivi degli edifici risultano essere:

DPCM 5/12/97
Norma UNI 11367

Il DPCM 5/12/97 non è stato sostituito dal decreto delegato, nè abrogato da altri provvedimenti legislativi.

Inoltre il mancato esercizio della delega determina la riapplicazione del DPCM 5/12/97 anche nei rapporti tra privati in virtù del citato comma 1 lett.c) della legge 96/10.

ACUSTICA EDILIZIA – GLI ULTIMI AGGIORNAMENTI

Sentenza **103/2013**

Giudizio **GIUDIZIO DI LEGITTIMITÀ COSTITUZIONALE IN VIA INCIDENTALE**

Presidente **GALLO** - Redattore **MATTARELLA**

Udienza Pubblica del **10/04/2013** Decisione del **22/05/2013**

Deposito del **29/05/2013** Pubblicazione in G. U. **05/06/2013**

Norme impugnate: Art. 15, c. 1°, lett. c), della legge 04/06/2010, n. 96, sostitutivo dell'art. 11, c. 5°, della legge 07/07/2009, n. 88.

Massime: **37093**

Atti decisi: **ord. 109/2012**

ha pronunciato la seguente

SENTENZA

nel giudizio di legittimità costituzionale dell'art. 15, comma 1, lettera c), della legge 4 giugno 2010, n. 96 (Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità Europee. Legge comunitaria 2009), sostitutivo dell'art. 11, comma 5, della legge 7 luglio 2009, n. 88 (Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità Europee. Legge comunitaria 2008), promosso dal Tribunale di Busto Arsizio nel procedimento vertente tra Roveda Stefano ed altre e la Immobiliare Vittoria s.r.l. ed altri, con ordinanza del 15 febbraio 2012, iscritta al n. 109 del registro ordinanze 2012 e pubblicata nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica n. 23, prima serie speciale, dell'anno 2012.

Visto l'atto di costituzione della Immobiliare Vittoria s.r.l.;

udito nell'udienza pubblica del 10 aprile 2013 il Presidente Franco Gallo in luogo e con l'assenso del Giudice relatore Sergio Mattarella.

Il giudice a quo ribadisce che il contenuto «falsamente interpretativo», ma effettivamente innovativo della norma impugnata, oltre a incorrere in un vizio di eccesso di potere legislativo «conseguente all'uso deviato dello strumento dell'interpretazione autentica», viola gli artt. 3 e 24 Cost., oltre al principio di irretroattività della legge. Infine, il giudice riassume nel modo seguente le censure, affermando che la disposizione impugnata:

a) viola l'art. 3 della Costituzione, in quanto è suscettibile di produrre una ingiustificata disparità di trattamento tra coloro che hanno già conseguito, in via pattizia o giudiziaria, un risarcimento a fronte dell'acquisto di un immobile acusticamente viziato e coloro che, pur trovandosi nella stessa situazione, non possono, invece, più conseguirlo;

b) risulta affetta da eccesso di potere legislativo, non essendo fondata su di una adeguata causa giustificativa, risultando comunque priva di natura interpretativa e, «pur non abrogando il d.P.C.M. 5 dicembre 1997 nei rapporti pubblicistici (...) nello stesso tempo lo disapplica ai rapporti tra privati, con la conseguenza di non salvaguardare i diritti del cittadino che acquista l'unità abitativa e che è il vero destinatario degli effetti (...) che il d.P.C.M. 5 dicembre 1997 persegue»;

d) viola l'art. 24 della Costituzione, in quanto limita irragionevolmente il diritto di difesa, non permettendo la relativa azione dei proprietari degli immobili compravenduti nei confronti dei soggetti responsabili della non corretta esecuzione delle opere;

Di conseguenza la questione sollevata è fondata, e la norma censurata deve essere dichiarata costituzionalmente illegittima, a causa della violazione dell'art. 3 Cost., restando assorbite le censure prospettate in riferimento agli altri parametri costituzionali invocati.

Francesco Borchi

VIE EN.RO.SE. Ingegneria

UNI 11367

(in vigore da luglio 2010)

ACUSTICA IN EDILIZIA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELLE UNITÀ IMMOBILIARI PROCEDURA DI VALUTAZIONE E VERIFICA IN OPERA

Tale norma non risulta essere obbligatoria, ma *“costituisce regola d’arte per la valutazione della diligenza dell’adempimento di attività professionali e di prestazione d’opera e in definitiva anche per la definizione dei requisiti acustici delle unità immobiliari”*.

PREMESSA

La classificazione acustica di un sistema edilizio consente di **informare** compiutamente i futuri utilizzatori sulle caratteristiche dell'edificio che andranno ad abitare e di **tutelare i vari soggetti che intervengono nel processo edilizio (proprietari, progettisti, costruttori, venditori, produttori, ecc.) da possibili successive contestazioni.**

Per edifici di nuova costruzione o in ristrutturazione diventa pertanto di particolare importanza correlare il progetto ai requisiti acustici attesi in opera e quindi seguire scrupolosamente una serie di passaggi, dal progetto alla realizzazione dell'immobile:

- ✓ prima dell'inizio dei lavori eseguire calcoli previsionali dei requisiti acustici passivi per il progetto in esame;
- ✓ in corso d'opera verificare la corretta posa di materiali e i sistemi costruttivi;
- ✓ in corso d'opera e a fine lavori eseguire misurazioni strumentali per determinare le prestazioni raggiunte e individuare eventuali accorgimenti correttivi nel caso in cui quanto misurato non collimi con gli obiettivi prefissati.

CAMPO DI APPLICAZIONE

La classificazione è applicabile a tutte le unità immobiliari con destinazione d'uso diversa da quella agricola, artigianale ed industriale.

Per classificare un ambiente ci si riferisce a valori misurati in opera, NON a valori stimati con metodi previsionali.

La verifica acustica ai fini della classificazione acustica a seguito di un intervento edilizio va eseguita a lavori ultimati.

Classe	Indici di valutazione				
	a) Isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ dB	b) Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari R'_w dB	c) Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L'_{nw} dB	d) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo L_{ic} dB(A)	e) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo L_{id} dB(A)
I	≥ 43	≥ 56	≤ 53	≤ 25	≤ 30
II	≥ 40	≥ 53	≤ 58	≤ 28	≤ 33
III	≥ 37	≥ 50	≤ 63	≤ 32	≤ 37
IV	≥ 32	≥ 45	≤ 68	≤ 37	≤ 42
DPCM 5/12/97 40 50 63 35 35					

UNI 11444

(in vigore da maggio 2012)

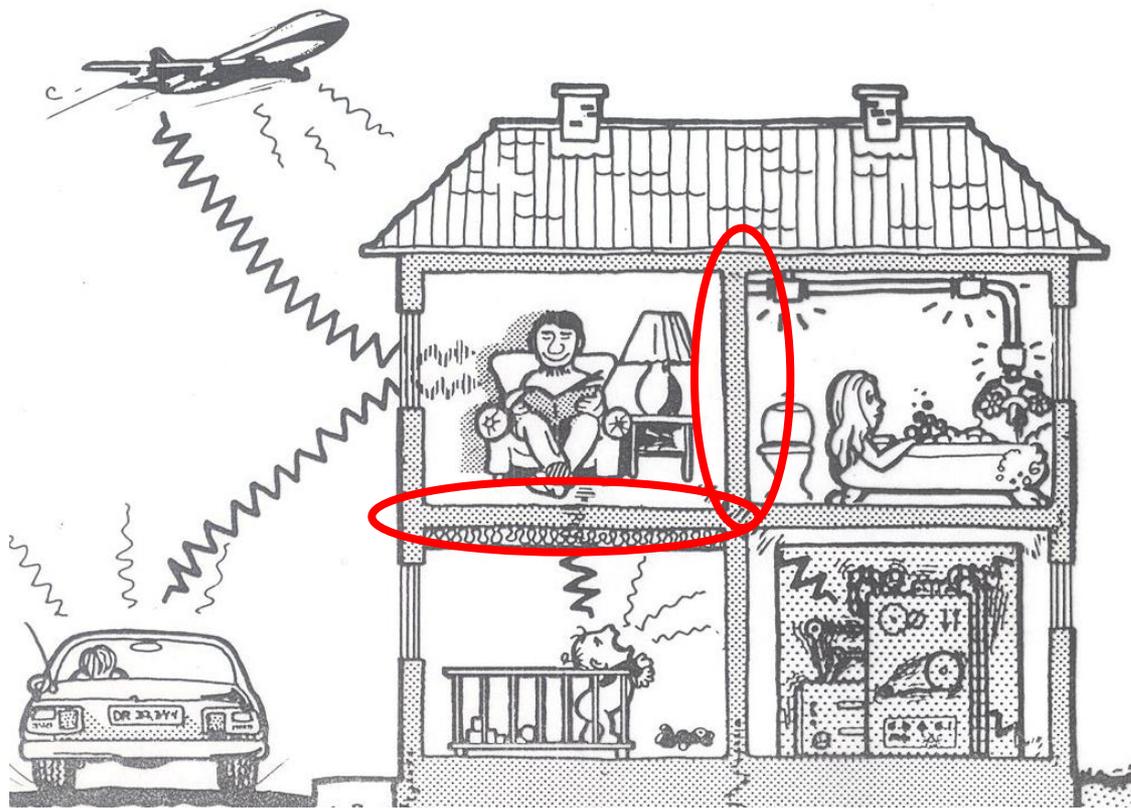
ACUSTICA IN EDILIZIA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELLE UNITÀ IMMOBILIARI LINEE GUIDA PER LA SELEZIONE DELLE UNITÀ IMMOBILIARI CON CARATTERISTICHE NON SERIALI

La norma fornisce linee guida per la selezione di quelle unità immobiliari aventi caratteristiche non seriali che, sulla base delle conoscenze attuali, **risultano più critiche sotto il profilo delle prestazioni acustiche.**

Non è possibile fornire criteri di calcolo affidabili per l'estensione dei valori di classificazione acustica così determinati al resto del complesso edilizio. Tuttavia, i risultati delle misurazioni effettuate sugli elementi tecnici delle unità immobiliari critiche, selezionate secondo la presente norma, possono costituire una base informativa utile a stimare la classe acustica delle altre unità immobiliari dello stesso sistema edilizio; in particolare, **si può supporre che**, in assenza di difetti o anomalie costruttive, anche non evidenti, **la classe ad esse attribuibile non sia peggiore di quella determinata per le unità immobiliari critiche selezionate e oggetto di misurazioni.**

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

R'_w Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente UNI EN ISO 12354-1



	Classificazione ambienti	R'_w
A	Residenze o assimilabili	50
B	Uffici ed assimilabili	50
C	Alberghi, pensioni e simili	50
D	Ospedali, cliniche, case di cura e simili	55
E	Scuole e simili	50
F	Attività ricreative e di culto e simili	50
G	Attività commerciali e simili	50

Potere fonoisolante (R) e potere fonoisolante apparente (R')

SIGNIFICATO FISICO

$$R = -10 \lg \frac{W_i}{W_1} \quad (\text{dB})$$

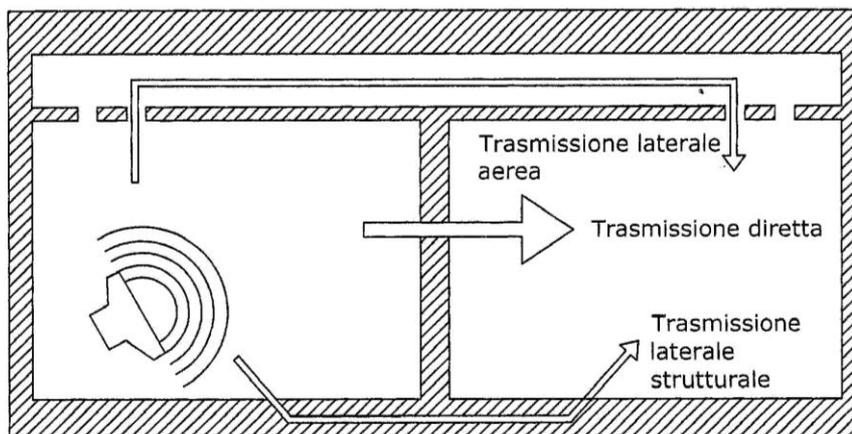
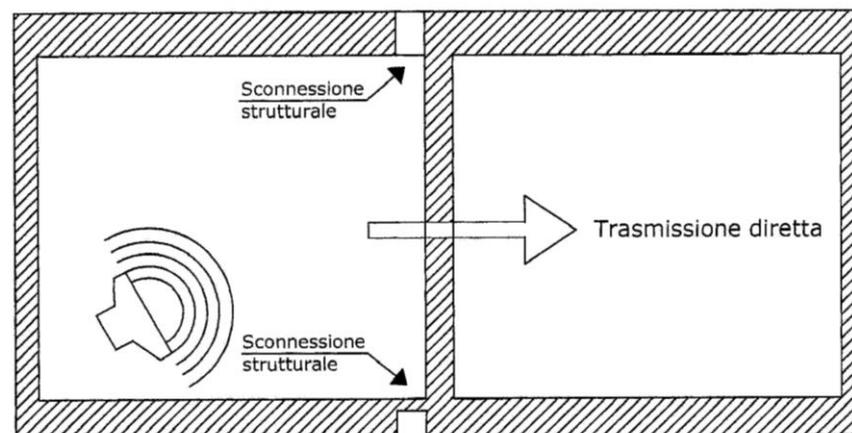
W_i = potenza sonora incidente sulla partizione

W_1 = potenza sonora trasmessa dalla partizione

$$R' = -10 \lg \frac{W_i}{W_1 + W_2} \quad (\text{dB})$$

W_2 = potenza sonora trasmessa dalle strutture laterali

In linea generale
R < R'



Potere fonoisolante (R) e potere fonoisolante apparente (R')

R' si determina generalmente da **misurazioni** secondo:

$$R' = D + 10 \lg \left(\frac{S}{A} \right) \text{ (dB)}$$

D = Isolamento acustico ($L_1 - L_2$) (dB)

S = Superficie della partizione (m^2)

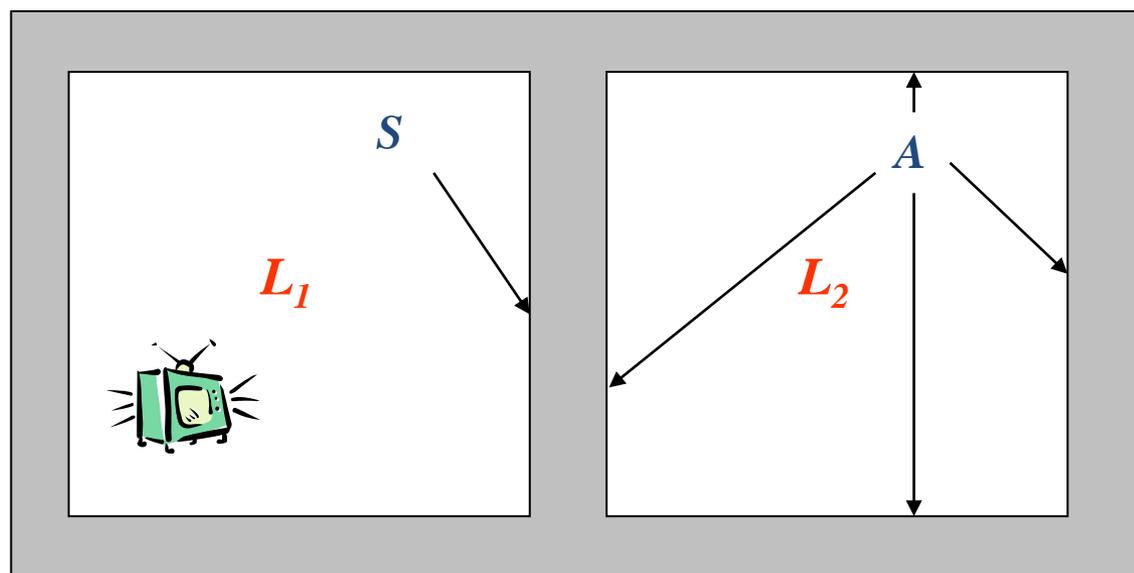
A = Unità fonoassorbenti dell'ambiente ricevente (m^2)

$$A = \sum_{i=1}^n S_i \alpha_i \text{ (m}^2\text{)}$$

S_i = Superficie dell'elemento i (m^2)

α_i = Coefficiente di assorbimento acustico dell'elemento i

n = numero di superfici presenti



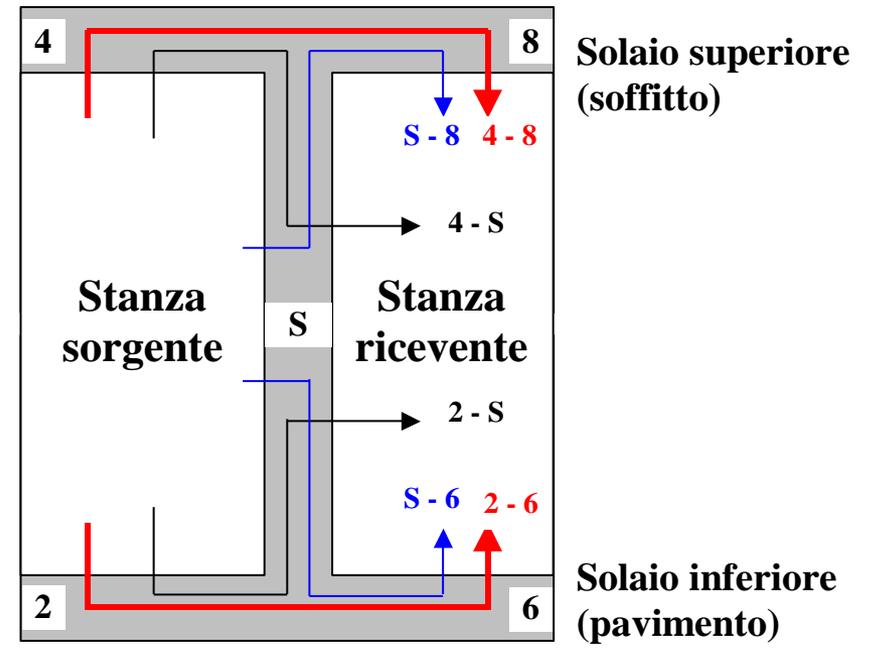
Il calcolo del potere fonoisolante apparente

(Calcolo semplificato delle prestazioni acustiche degli edifici basato sugli indici di valutazione)

$$R' = -10 \lg \left(10^{-\frac{R_d}{10}} + \sum 10^{-\frac{R_{ij}}{10}} \right)$$

Calcolo del potere fonoisolante R_{ij} relativo al generico percorso i-j

$$R_{ij} = \frac{R_i + R_j}{2} + \Delta R_{ij} + K_{ij} + 10 \lg \frac{S}{l_0 l_f}$$



- R_d = potere fonoisolante del divisorio (partizione) (dB)
- R_{ij} = potere fonoisolante del generico percorso di trasmissione i-j (dB);
- R_i = potere fonoisolante della struttura i coinvolta nel percorso di trasmissione i-j;
- R_j = potere fonoisolante della struttura j coinvolta nel percorso di trasmissione i-j;
- ΔR_{ij} = incremento di potere fonoisolante dovuto a strati aggiuntivi lungo il percorso i-j;
- K_{ij} = indice di riduzione delle vibrazioni del giunto tra le strutture i e j.

Calcolo di R'

I metodi di calcolo permettono la valutazione preventiva dei valori delle grandezze rilevanti dell'edificio partendo dai valori delle grandezze rilevanti degli elementi in esame:

- Rapporti di prova di laboratorio
- Correlazioni specifiche
- Relazioni generali

RAPPORTO DI PROVA - Esempio di certificato



ISTITUTO GIORDANO
CENTRO POLITECNICO DI RICERCHE E CERTIFICAZIONI

Via Roggati, 3
47100 BELLARIA (RN) Italy
Tel. ++390541 342031
Telefax ++390541 342545

e-mail: info@giordano.it / certificazioni@giordano.it
web site: www.giordano.it

Dir. Tec./Pret. IVA: 02 540 540 408
P.I.E.A. IVA: C.C.I.A.A. (RN) 102786
Registro Imprese Numero: 02048504029
Cod. Fisc. # 01100600291

RAPPORTO DI PROVA N. 172788

Luogo e data di emissione: Bellaria, 18/06/2003

Committente: SAINT GOBAIN ISOVER ITALIA S.p.A. - Via Ettore Romagnoli, 6 - 20146 MILANO (MI)

Data della richiesta della prova: 18/04/2003

Numero e data della commessa: 22144, 23/04/2003

Data del ricevimento del campione: 15/04/2003

Data dell'esecuzione della prova: 09/06/2003

Oggetto della prova: Determinazione del potere fonoisolante di parete secondo le norme ISO 140 parte 3^a del 1995 e ISO 717 parte 1^a del 1996

Luogo della prova: Istituto Giordano S.p.A. - Blocco 3 - Via Verga, 19 - 47030 Gattico (FC)

Provenienza del campione: fornito dal Committente

Identificazione del campione in accettazione: n. 2003/0562

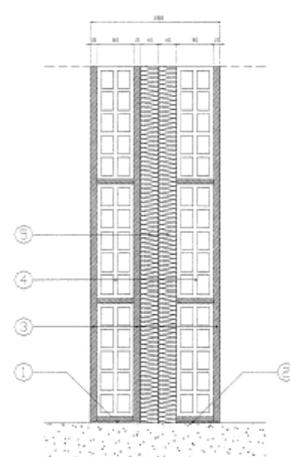
Denominazione del campione:

Il campione sottoposto a prova è una parete doppia in muratura, spessore totale 285 mm, con interposto doppio strato di materiale isolante in lana di vetro denominato "ISOVER XL", spessore 40 mm.

Il presente rapporto di prova è composto da n. 8 fogli. Pagina 6.18.8

(Rapporto di prova n. 172788 del 18/06/2003) segue - foglio n. 4 di 8

DISEGNO DEL CAMPIONE SOTTOPOSTO A PROVA



Simbolo	Descrizione
1	Strato di materiale antivibrante "FELTRO FONAS"
2	Doppio strato di materiale antivibrante "FELTRO FONAS"
3	Intonaco tradizionale a base di malta cementizia, spessore 15 mm
4	Parete in laterizi realizzata con blocchi 25 x 25 x 8 cm, spessore 80 mm
5	Materassini in lana di vetro "ISOVER XL", densità 35 kg/m ³ e spessore 40 mm

(Rapporto di prova n. 172788 del 18/06/2003) segue - foglio n. 8 di 8

Superficie utile di misura del campione:
10,8 m²

Volume della camera emittente:
57,0 m³

Volume della camera ricevente:
87,0 m³

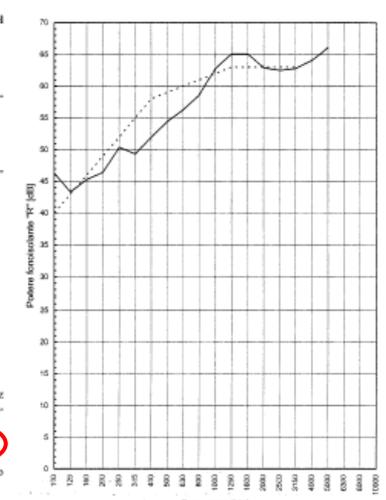
Tipo di rumore:
Rosa

Tipo di filtro:
1/3 d'ottava

Esito della prova:
Indice di valutazione a 500 Hz nella banda di frequenze comprese fra 125 Hz e 3150 Hz:
R_w = 59 dB

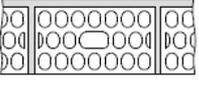
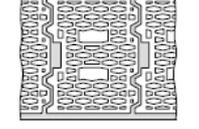
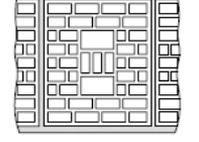
Bande di frequenze con scarto sfavorevole maggiore di 8 dB:
// Hz

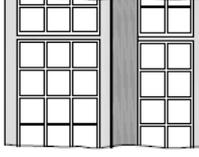
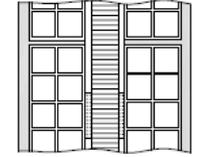
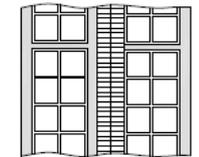
Termini di correzione:
C = -2 dB
C_w = -5 dB



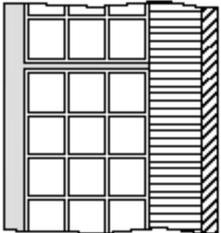
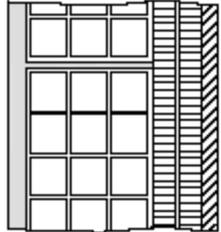
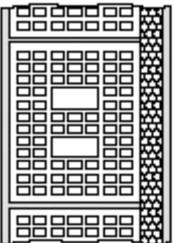
Il Responsabile Tecnico di Prova Acustica e Vibrazioni (Geom. Omar Nanni) e il Presidente o l'Amministratore Delegato (Dot. Ing. Vincenzo Jommi)

Pareti in elementi di laterizio (UNI TR 11175)

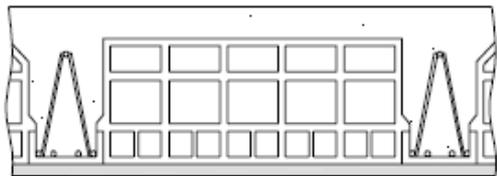
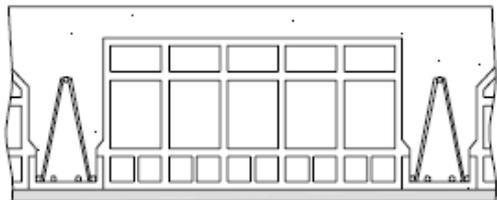
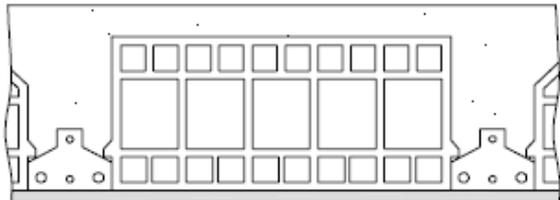
Schema di montaggio	Composizione parete (partendo dal lato esposto al rumore)	Spessore totale m	Massa superficiale totale kg/m ²	R _w (C, C _T) dB
	<ul style="list-style-type: none"> - Mattoni UNI pieno in pasta molle, 12 cm × 25 cm × 5,5 cm, spessore 12 cm, in opera con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia. 	0,120	260	43 (-1; -2)
	<ul style="list-style-type: none"> - Intonaco, su di un lato, in malta cementizia di spessore 15 mm; - muratura in blocchi semipieni di laterizio alleggerito in pasta 12 cm × 25 cm × 19 cm, spessore 12 cm, con foratura al 45%, in opera con asse dei fori verticale, legati con giunti verticali ed orizzontali continui in malta cementizia. 	0,135	155	43 (-1; -4)
	<ul style="list-style-type: none"> - Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm; - muratura in blocchi semipieni di laterizio alleggerito in pasta, formato 30 cm × 25 cm × 24,5 cm, spessore 30 cm, con foratura al 45% in opera con asse dei fori verticale e legati con giunti orizzontali continui in malta cementizia. Giunti verticali a incastro; - intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm. 	0,330	360	46 (-1; -2)
	<ul style="list-style-type: none"> - Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm; - muratura in blocchi di laterizio alleggerito in pasta, forati per tamponamento, formato 30 cm × 25 cm × 19 cm, spessore 30 cm, con foratura al 60%, posati con asse dei fori verticale e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia; - intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm. 	0,330	285	46 (-1; -2)

Schema di montaggio	Composizione parete (partendo dal lato esposto al rumore)	Spessore totale m	Massa superficiale totale kg/m ²	R _w (C, C _T) dB
	<ul style="list-style-type: none"> - Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm; - muratura in blocchi forati in laterizio 12 cm × 25 cm × 25 cm, spessore 12 cm e con foratura al 60%; - intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm; - lamina a base di piombo polimero, con entrambe le facce rivestite da tessuto non tessuto in polipropilene, spessore 4 mm e massa superficiale 5 kg/m²; - intercapedine: pannelli a base di fibra di poliestere termolegata, esente da collanti, spessore 4 cm e massa superficiale 1,2 kg/m²; - muratura: parete con blocchi forati in laterizio 8 cm × 25 cm × 25 cm, spessore 8 cm e con foratura al 60% su fascia autoadesiva di polietilene espanso; - intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm. 	0,290	260	52 (-1; -5)
	<ul style="list-style-type: none"> - Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm; - muratura in blocchi di laterizio 8 cm × 25 cm × 50 cm, spessore 8 cm; - pannelli di fibra di legno di abete mineralizzata con cemento Portland (spessore 50 mm, massa superficiale 18 kg/m²) in intercapedine di spessore 7 cm distanziati ai tavolati mediante strisce verticali di fibra di poliestere (larghezza 100 mm; spessore 10 mm); - muratura in blocchi di laterizio 8 cm × 25 cm × 50 cm, spessore 8 cm; - intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm. 	0,260	212	53 (-1; -4)
	<ul style="list-style-type: none"> - Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm; - muratura in blocchi di laterizio di dimensioni 8 cm × 25 cm × 50 cm, spessore 8 cm; - intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm; - intercapedine spessore 50 mm contenente due strati di pannelli di fibra di legno di abete mineralizzata con cemento Portland (spessore 20 mm ciascuno, massa superficiale 10 kg/m²) disposti in aderenza orizzontalmente e verticalmente; - muratura in blocchi di laterizio di dimensioni 8 cm × 25 cm × 50 cm, spessore 8 cm; - intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm. 	0,240	206	53 (-1; -5)

Pareti placcate (UNI TR 11175)

Schema di montaggio	Composizione parete (partendo dal lato esposto al rumore)	Spessore totale m	Massa superficiale totale kg/m ²	R_w (C, C_{tr}) dB
	<ul style="list-style-type: none"> - Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm; - muratura in blocchi di laterizio di dimensioni 12 cm × 25 cm × 25 cm, spessore 12 cm e foratura 60% a fori orizzontali; - pannelli di fibra di legno di abete mineralizzata con cemento Portland, di spessore totale 50 mm e massa superficiale 18 kg/m², disposti orizzontalmente e fissati mediante tasselli ad espansione in plastica; - placcatura della superficie mediante lastre in cartongesso, spessore 15 mm e massa superficiale 13 kg/m², applicate con colla distribuita per punti lungo il bordo delle lastre. 	0,210	174	57 (-2; -9)
	<ul style="list-style-type: none"> - Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm; - muratura in blocchi di laterizio di dimensioni 12 cm × 25 cm × 25 cm, spessore 12 cm e foratura 60% a fori orizzontali; - pannello sandwich composto da fibre lunghe di abete mineralizzate e rivestite con cemento Portland, di spessore totale 20 mm e massa superficiale 10 kg/m², disposti verticalmente ed orizzontalmente e fissati mediante tasselli ad espansione in plastica; - placcatura della superficie mediante lastre in cartongesso, spessore 15 mm e massa superficiale 13 kg/m², applicate con colla distribuita per punti lungo il bordo delle lastre. 	0,200	178	58 (-3; -10)
	<ul style="list-style-type: none"> - Pannello di lana di roccia di spessore nominale 4,0 cm e massa superficiale 85 kg/m², accoppiato ad una lastra di cartongesso, spessore 13 mm e massa superficiale 11,8 kg/m² per mezzo di colla vinilica. Il fissaggio dei pannelli alla muratura è stato realizzato con 10 mucchietti al metro quadrato di malta adesiva e i giunti sigillati con stucco di gesso; - muratura in blocchi semipieni di laterizio alleggerito in pasta, formato 25 cm × 30 cm × 19 cm, spessore 25 cm, in opera con asse dei fori verticale e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia; - intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm. 	0,318	290	58 (-2; -6)

Solai (UNI TR 11175)

Schema di montaggio	Descrizione	Spessore m	Massa superficiale kg/m ²	R_w (C, C _T) dB
	Solaio con travetti a traliccio (interasse = 50 cm) e pignatte tipo A da 16 cm con 4 cm di soletta in calcestruzzo e 15 mm di intonaco all'intradosso.	0,215	270	49 (-1; -3)
-----	Solaio a lastre precomprese spesse 4 cm (interasse = 120 cm), con pignatte tipo B da 12 cm con 4 cm di soletta in calcestruzzo e 1,5 cm di intonaco all'intradosso.	0,240	420	51 (0; -2)
	Solaio con travetti a traliccio (interasse = 50 cm) e pignatte tipo A da 20 cm con 4 cm di soletta in calcestruzzo e 15 mm di intonaco all'intradosso.	0,255	340	50 (-1; -3)
	Solaio con travetti precompressi (interasse = 50 cm) e pignatte tipo B da 20 cm con 4 cm di soletta in calcestruzzo e 15 mm di intonaco all'intradosso.	0,255	360	50 (-1; -3)

RELAZIONI GENERALI

In mancanza di correlazioni specifiche valgono le seguenti:

$$R_w = 20 \lg (m') \quad (\text{UNI TR 11175})$$

- Partizioni orizzontali e verticali realizzate con tipologie di materiali in uso in Italia.
- Partizioni orizzontali e pareti di tipo massivo singole o doppie con $80 \text{ kg/m}^2 < m' < 400 \text{ kg/m}^2$.
- Per le pareti doppie, l'intercapedine deve essere priva di riempimento e di spessore uguale o minore di 5 cm.

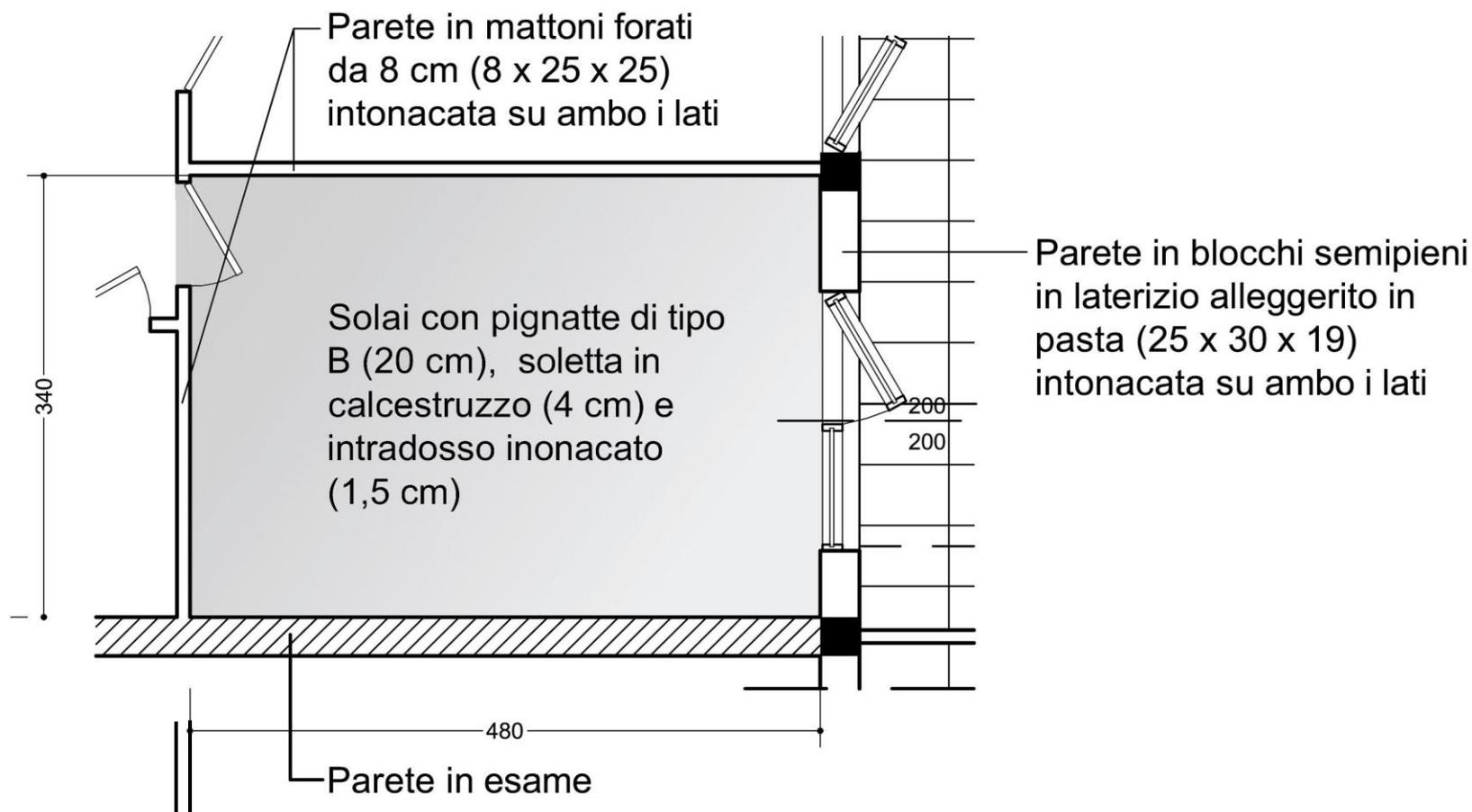
$$R_w = 37,5 \lg (m') - 42 \quad (\text{UNI EN ISO 12354-1})$$

- Pareti doppie con intercapedine riempita con materiale fonoassorbente.
- Pareti doppie con intercapedine di spessore maggiore di 5 cm.
- Pareti con $m' > 150 \text{ kg/m}^2$.

La UNI TR 11175 consiglia di applicare ai valori ottenuti con le relazioni generali un coefficiente cautelativo pari a 2

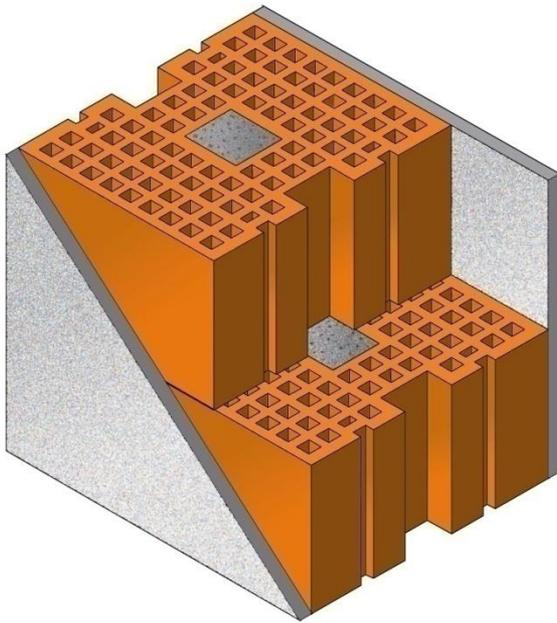
Il calcolo del potere fonoisolante apparente

Valutazione semplificata – Esempio di calcolo



ESEMPIO 1

- Intonaco di malta (**1,5 cm**);
- Blocchi ad H in laterizio alleggerito in pasta (30 x 25 x 19 cm), montati a fori verticali con fori riempiti di malta (**30 cm**);
- Intonaco di malta bastarda (**1,5 cm**).



Spessore = 33 cm
 $M' = 440 \text{ kg/m}^2$

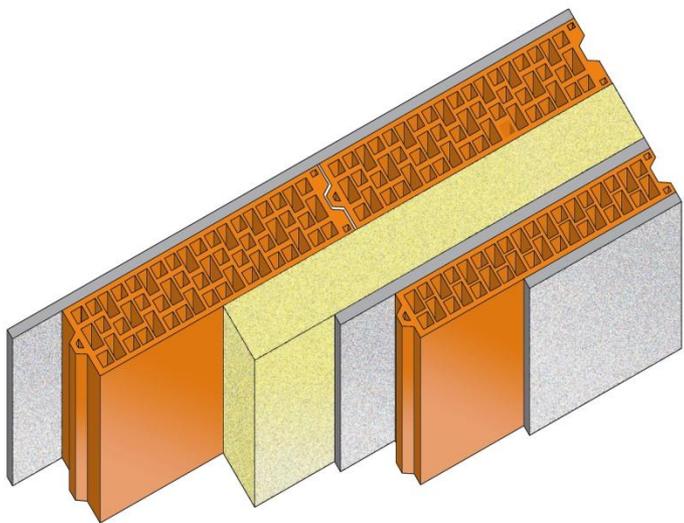
$$R_w = 56 \text{ dB}$$



$$R'_w = 53 \text{ dB}$$

ESEMPIO 2

- Intonaco di malta (**1,5 cm**);
- Tramezze in laterizio alleggerito in pasta a fori verticali e giunti verticali ad incastro, foratura del 45%, dim. 8 x 45 x 25 cm (**8 cm**);
- Rinzafo di malta (**1,5 cm**);
- Pannelli in lana di roccia, densità 70 kg/m³ (**10 cm**);
- Tramezze in laterizio alleggerito a fori verticali e giunti verticali ad incastro, con foratura del 45%, dim. 12 x 45 x 25 cm (**12 cm**);
- Intonaco di malta (**1,5 cm**);

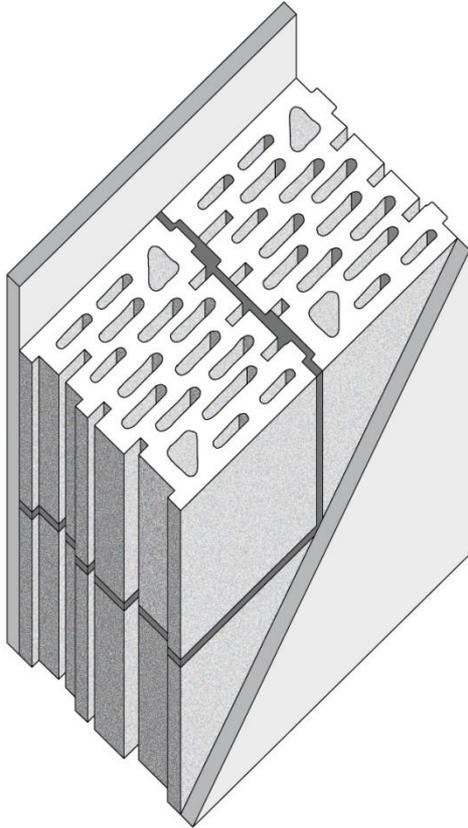


Spessore = 34 cm
 $M' = 263 \text{ kg/m}^2$

$$R_w = 57 \text{ dB}$$



$$R'_w = 53 \text{ dB}$$

ESEMPIO 3

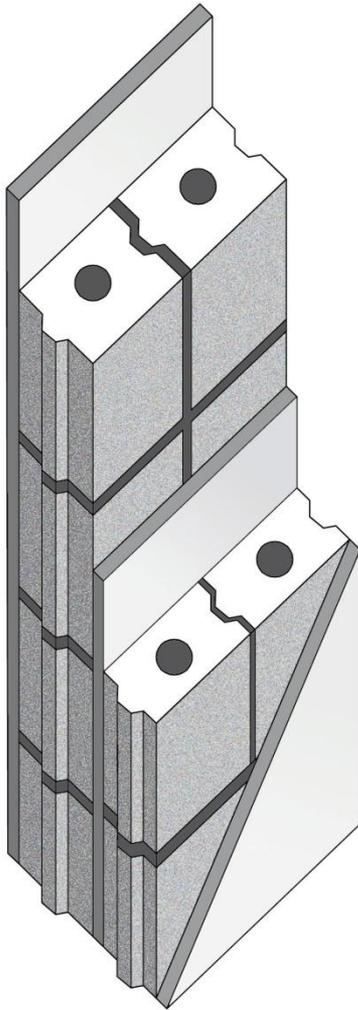
- Intonaco di malta (**1,5 cm**);
- Blocchi in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa, densità 1400 kg/m^3 , dim. $25 \times 20 \times 30 \text{ cm}$, montati a fori verticali con giunti di posa verticali e orizzontali riempiti con malta (**30 cm**);
- Intonaco di malta (**1,5 cm**);

Spessore = 33 cm
 $M' = 410 \text{ kg/m}^2$

$$R_w = 57 \text{ dB}$$



$$R'_w = 53 \text{ dB}$$

ESEMPIO 4

- Intonaco di malta (**1,8 cm**);
- Elementi di cls alleggerito con argilla espansa, densità 1400 kg/m^3 , dim. $20 \times 15 \times 14 \text{ cm}$ (**14 cm**);
- Intonaco di malta (**1,8 cm**);
- Elementi di cls alleggerito con argilla espansa, densità 1400 kg/m^3 , dim. $20 \times 15 \times 9 \text{ cm}$ (**9 cm**);
- Intonaco di malta (**1,8 cm**);

Spessore = 31.4 cm

$M' = 410 \text{ kg/m}^2$

$$R_w = 54,5 \text{ dB}$$



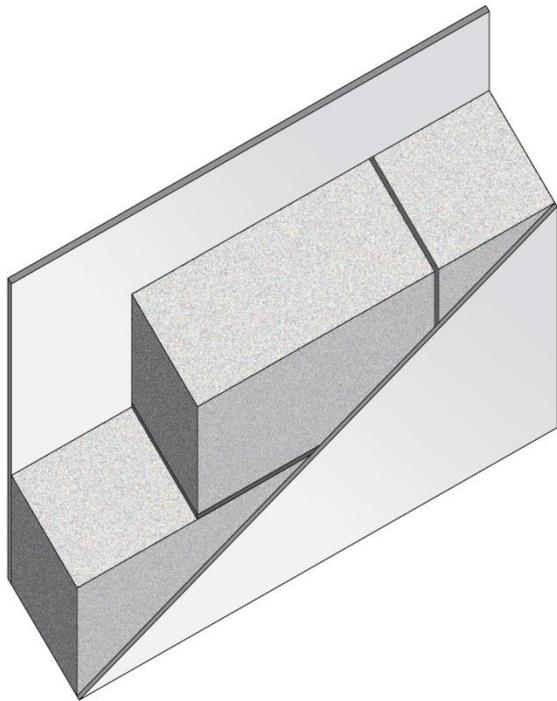
$$R'_w = 51 \text{ dB}$$

ESEMPIO 5

- Intonaco di malta (**1,8 cm**);
- Blocchi di cls cellulare autoclavato, densità 400 kg/m³, dim. 62,5 x 25 x 30 cm (**30 cm**);
- Intonaco di malta (**1,8 cm**);

Spessore = 32.5 cm

$M' = 168 \text{ kg/m}^2$

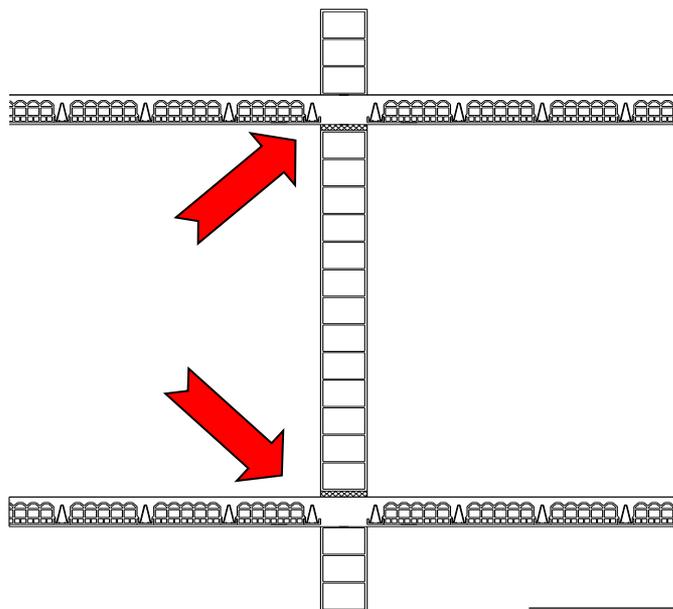


$$R_w = 50 \text{ dB}$$

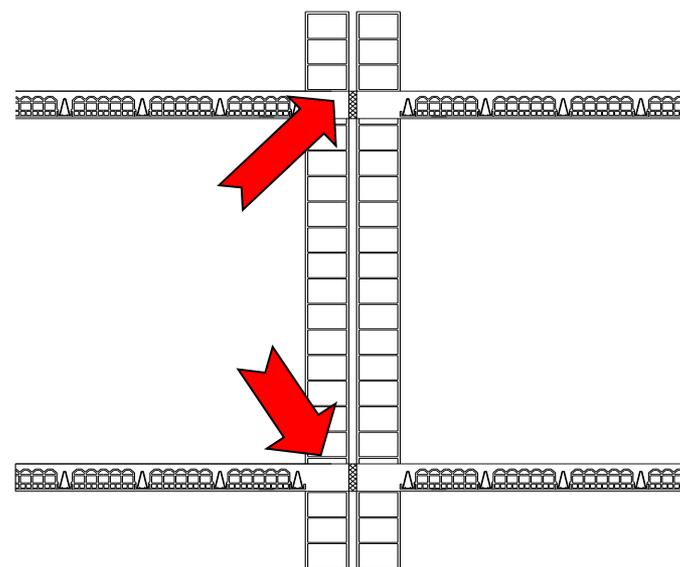


$$R'_w = 47 \text{ dB}$$

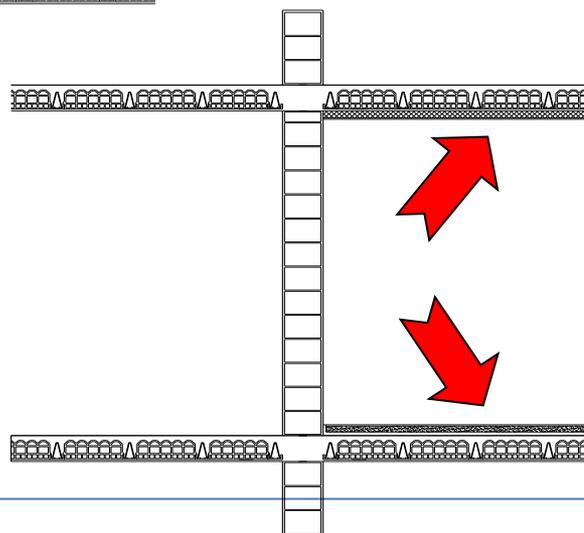
Uso di strati elastici per ridurre la trasmissione laterale



desolidarizzazione delle strutture



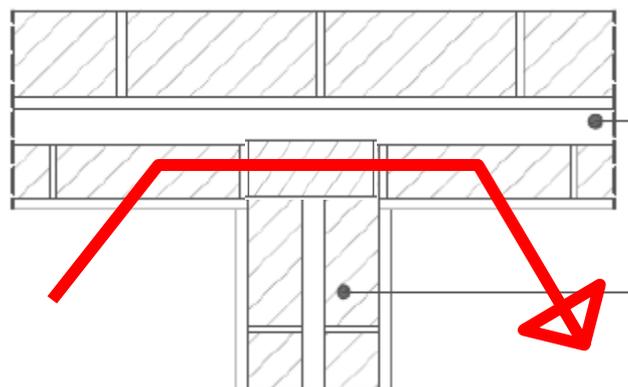
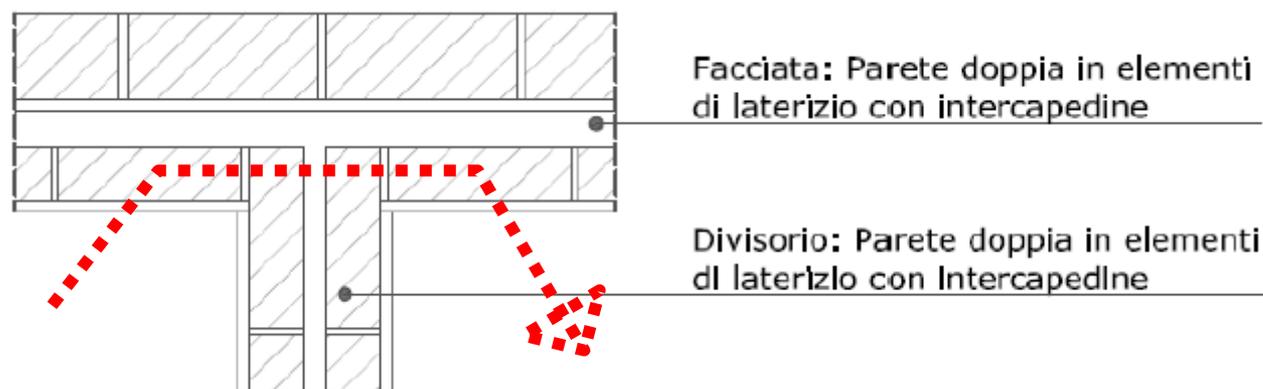
giunti di separazione



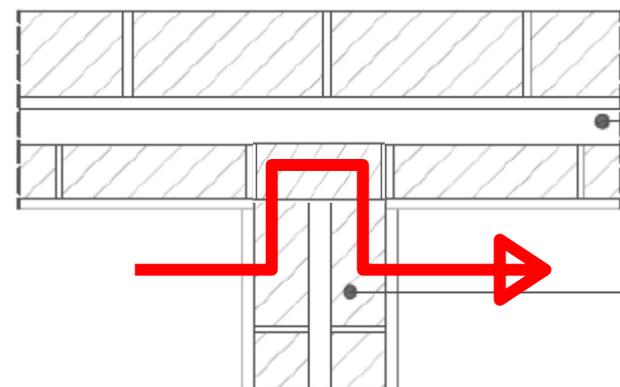
pavimenti galleggianti e controsoffitti

Studio dei particolari costruttivi per ridurre la trasmissione laterale

ESEMPIO DI GIUNTO CORRETTO PARETE DI SEPARAZIONE - FACCIATA



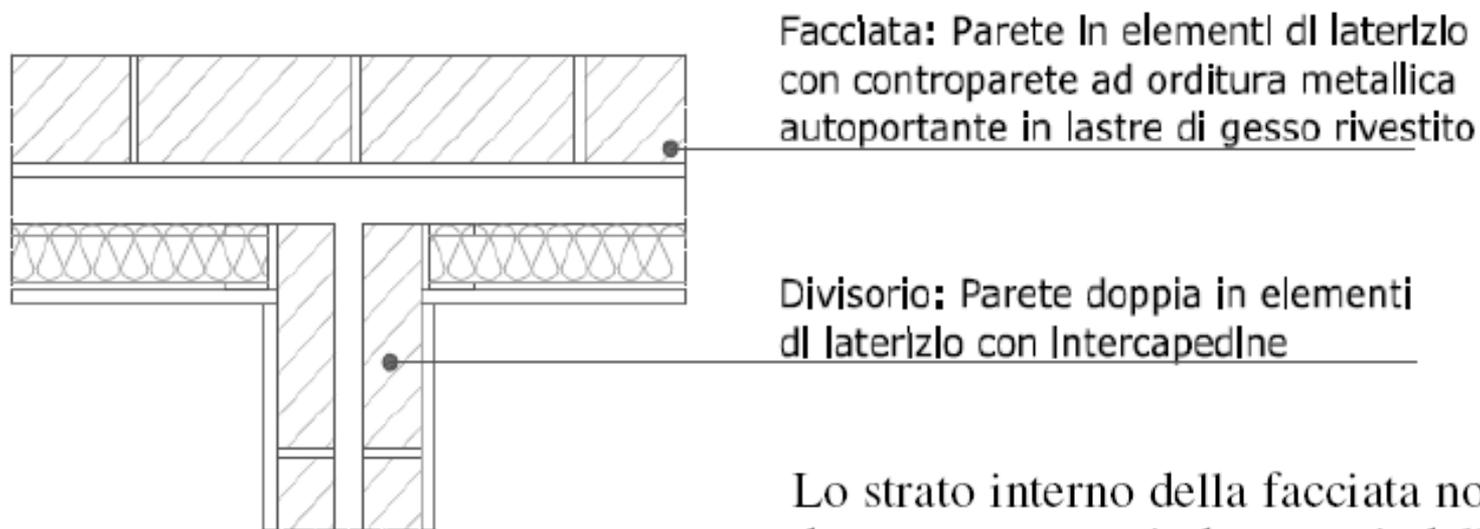
Lo strato interno della facciata non deve chiudere l'intercapedine.



Lo strato interno della facciata non deve connettere i due strati della parete interna.

Studio dei particolari costruttivi per ridurre la trasmissione laterale

ESEMPIO DI GIUNTO CORRETTO PARETE DI SEPARAZIONE - FACCIATA



Facciata: Parete In elementi di laterizio con controparete ad orditura metallica autoportante in lastre di gesso rivestito

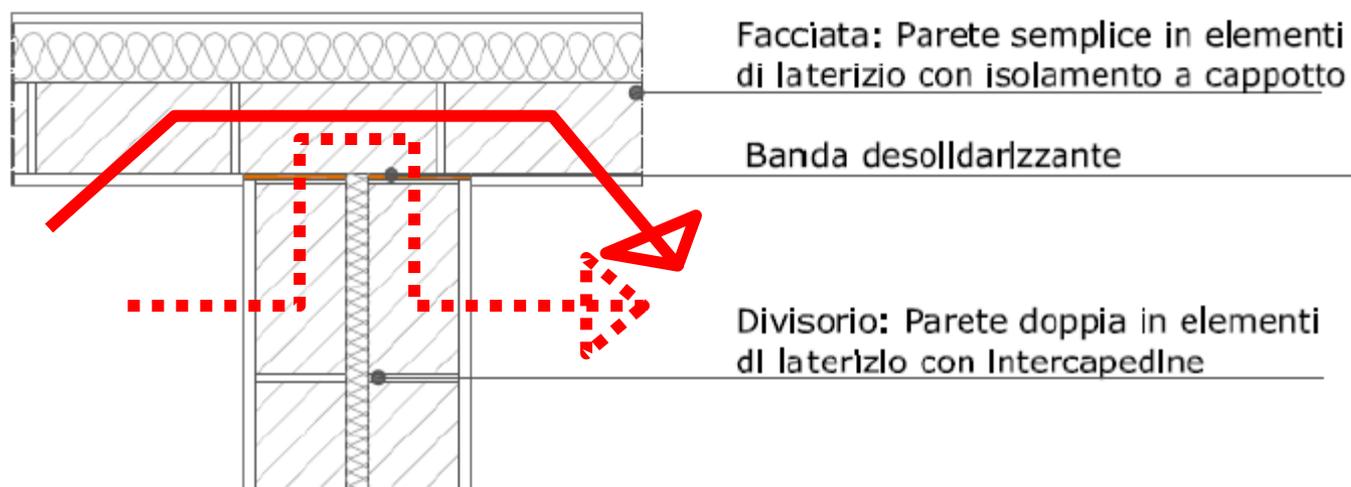
Divisorio: Parete doppia in elementi di laterizio con intercapedine

Lo strato interno della facciata non deve connettere i due strati della parete interna.

Lo strato interno della facciata non deve chiudere l'intercapedine.

Studio dei particolari costruttivi per ridurre la trasmissione laterale

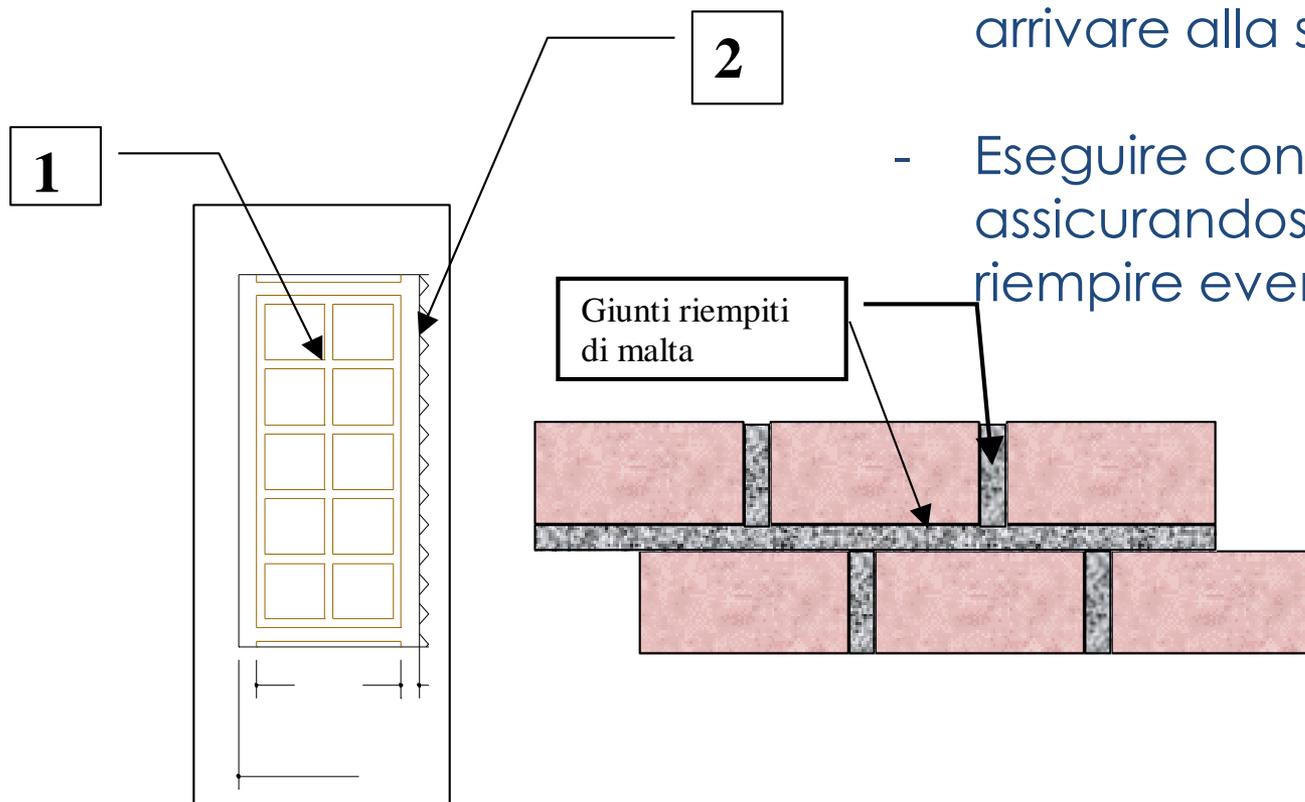
ESEMPIO DI GIUNTO CORRETTO PARETE DI SEPARAZIONE – PARETE DI FACCIATA



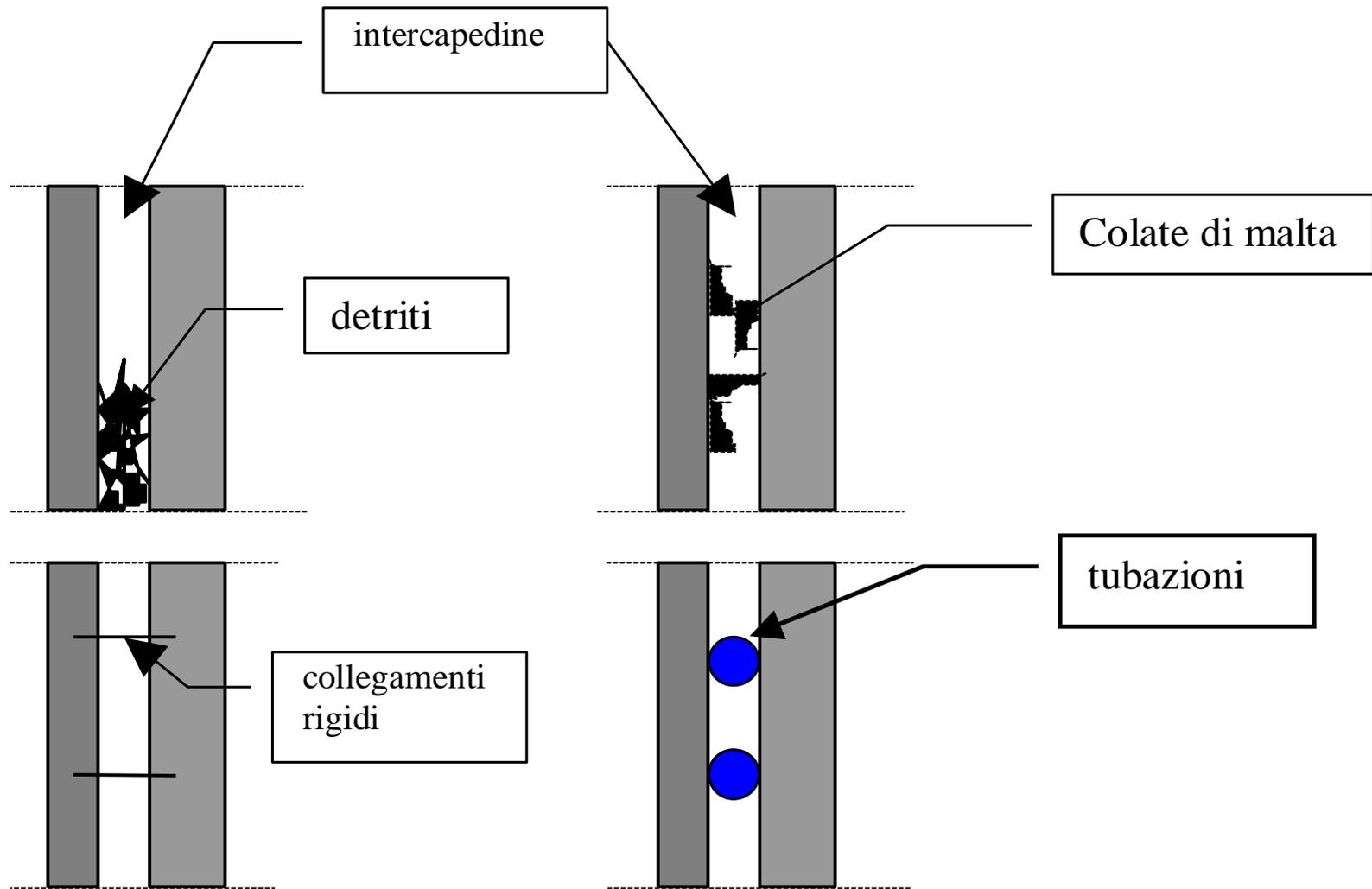
Gli strati elastici devono essere posti all'incontro degli elementi di separazione verticale con solai, pilastri e facciate.

CRITERI DI POSA IN OPERA DELLE PARETI

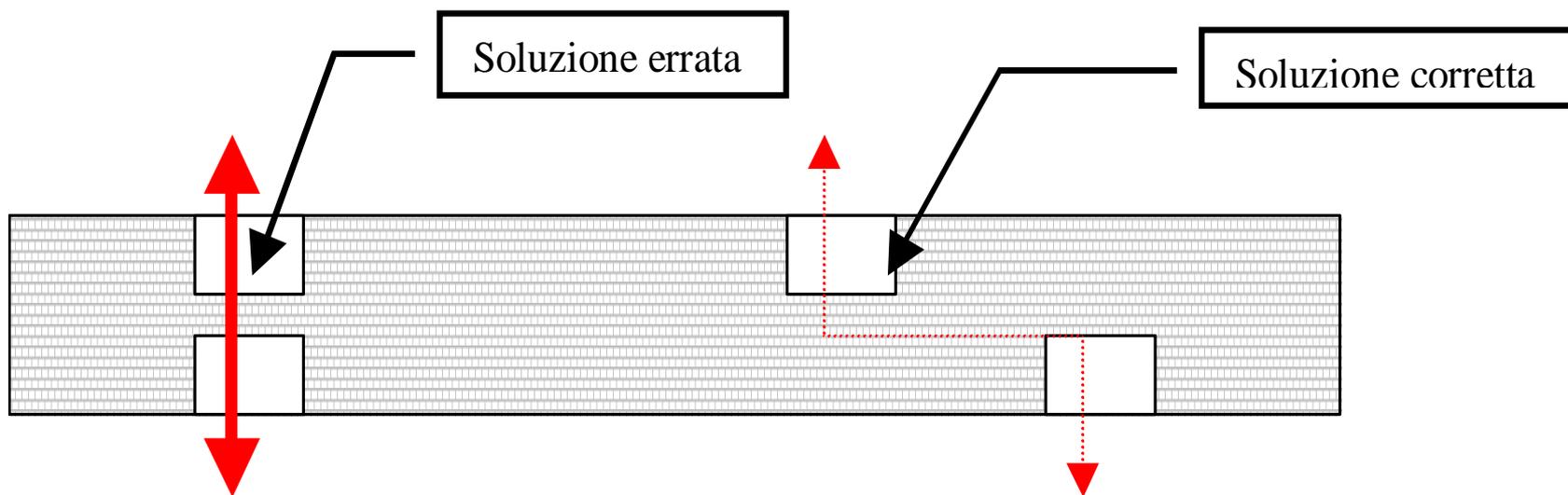
- I giunti di malta orizzontali e verticali devono essere accuratamente riempiti fino ad arrivare alla superficie esterna;
- Eseguire con cura l'intonaco assicurandosi che lo stesso possa riempire eventuali lacune.



CRITERI DI POSA IN OPERA DELLE PARETI



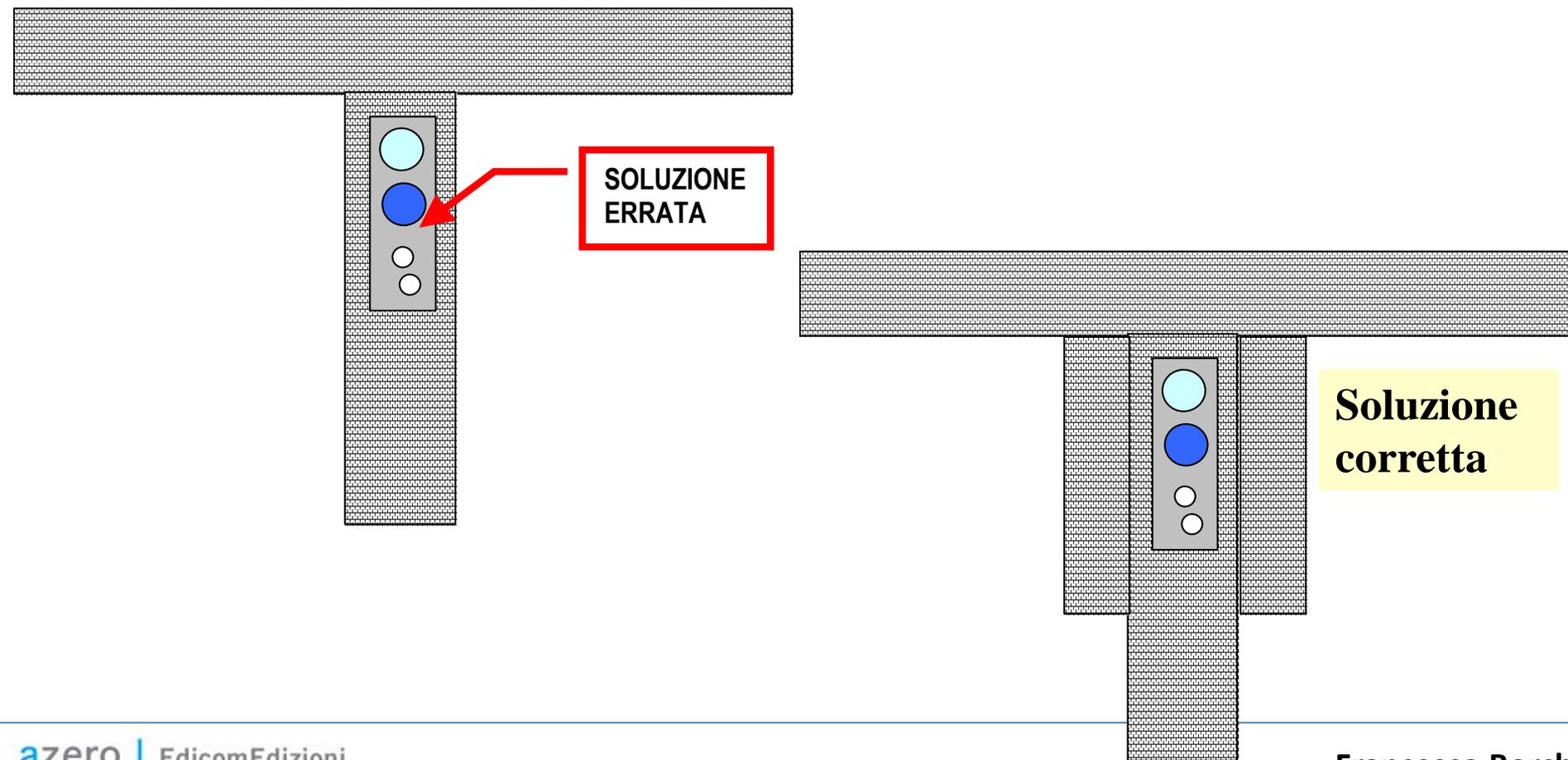
CRITERI DI POSA IN OPERA DELLE PARETI



Per quanto possibile è necessario evitare la tracciatura delle pareti di separazione tra unità immobiliari distinte.

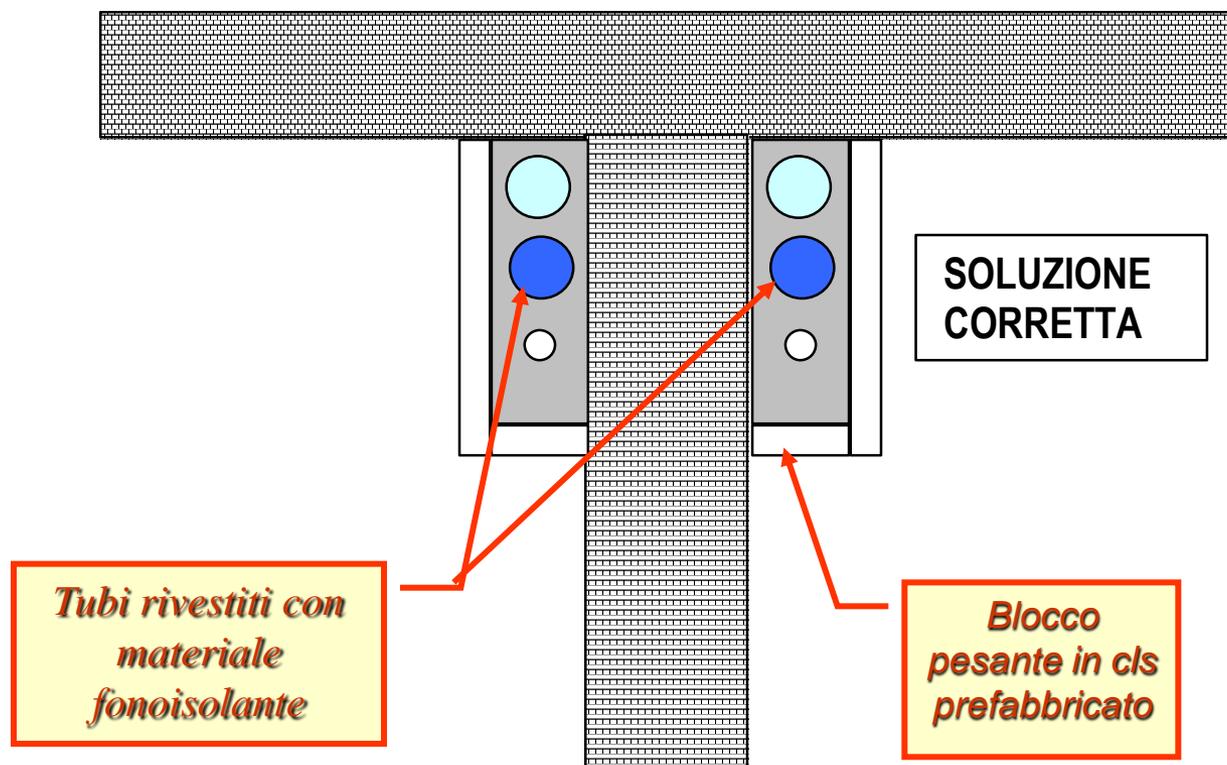
CRITERI DI POSA IN OPERA DELLE PARETI

Cavedi passanti edifici multipiano

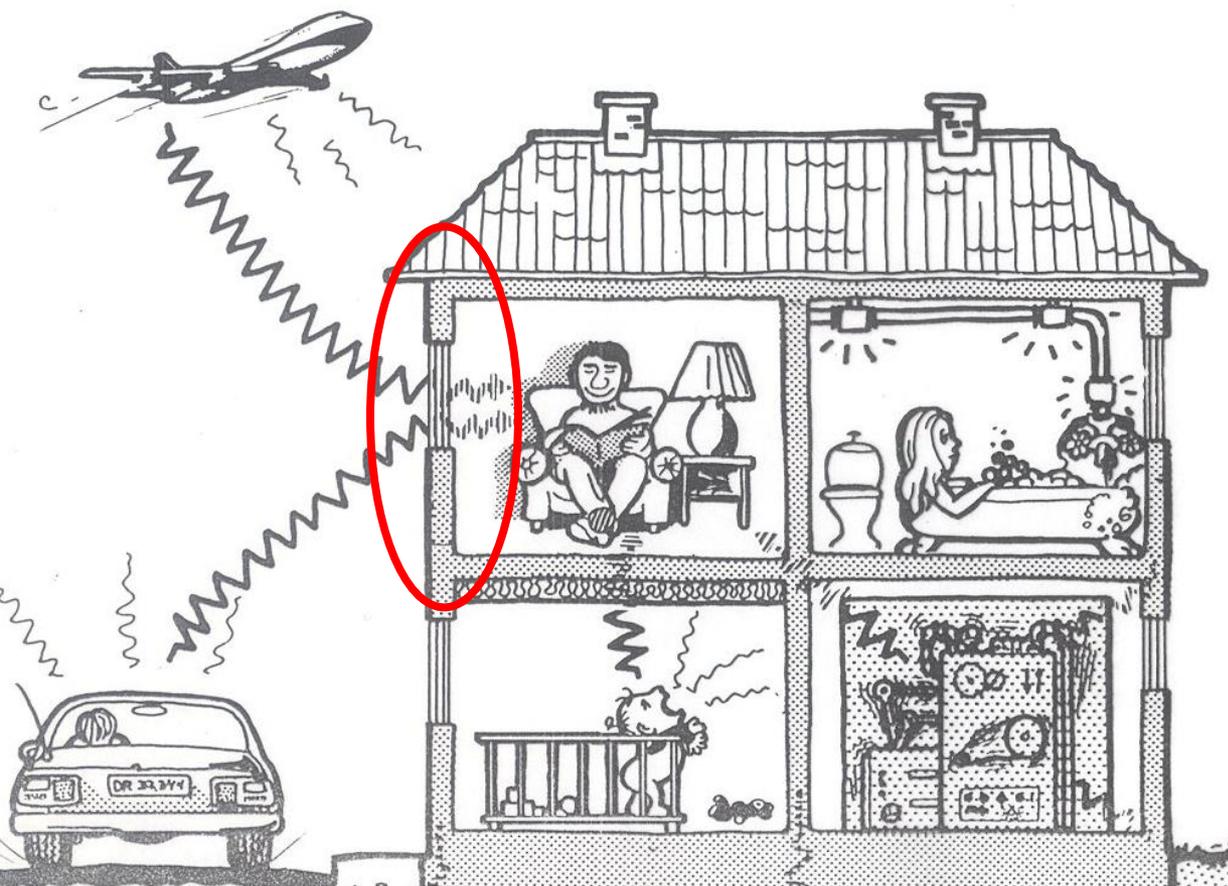


CRITERI DI POSA IN OPERA DELLE PARETI

Cavedi passanti alloggi a schiera



$D_{2m,nT,w}$ Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata UNI EN ISO 12354-3



	Classificazione ambienti	$D_{2m,nT,w}$
A	Residenze o assimilabili	40
B	Uffici ed assimilabili	42
C	Alberghi, pensioni e simili	40
D	Ospedali, cliniche, case di cura e simili	45
E	Scuole e simili	48
F	Attività ricreative e di culto e simili	42
G	Attività commerciali e simili	42

Francesco Borchini

Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata

Significato del parametro

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \lg \left(\frac{T}{T_0} \right) \text{ (dB)}$$

$L_{1,2m}$ = Livello equivalente di pressione sonora 2 metri davanti alla facciata (dB)

L_2 = Livello equivalente medio di pressione sonora nell'ambiente disturbato (dB)

T = Tempo di riverberazione nell'ambiente disturbato (s)

T_0 = Tempo di riverberazione di riferimento (=0,5 s)

Metodo di calcolo del parametro

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \lg \left(\frac{V}{6T_0S} \right) \text{ (dB)}$$

R' = Potere fonoisolante apparente di facciata (dB)

ΔL_{fs} = Differenza di livello per forma della facciata (dB)

V = Volume dell'ambiente ricevente (m³)

T_0 = Tempo di riverberazione di riferimento (=0,5 s)

S = Superficie della facciata vista dall'interno (m²)

Francesco Borchi

VIE EN.RO.SE. Ingegneria

Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata

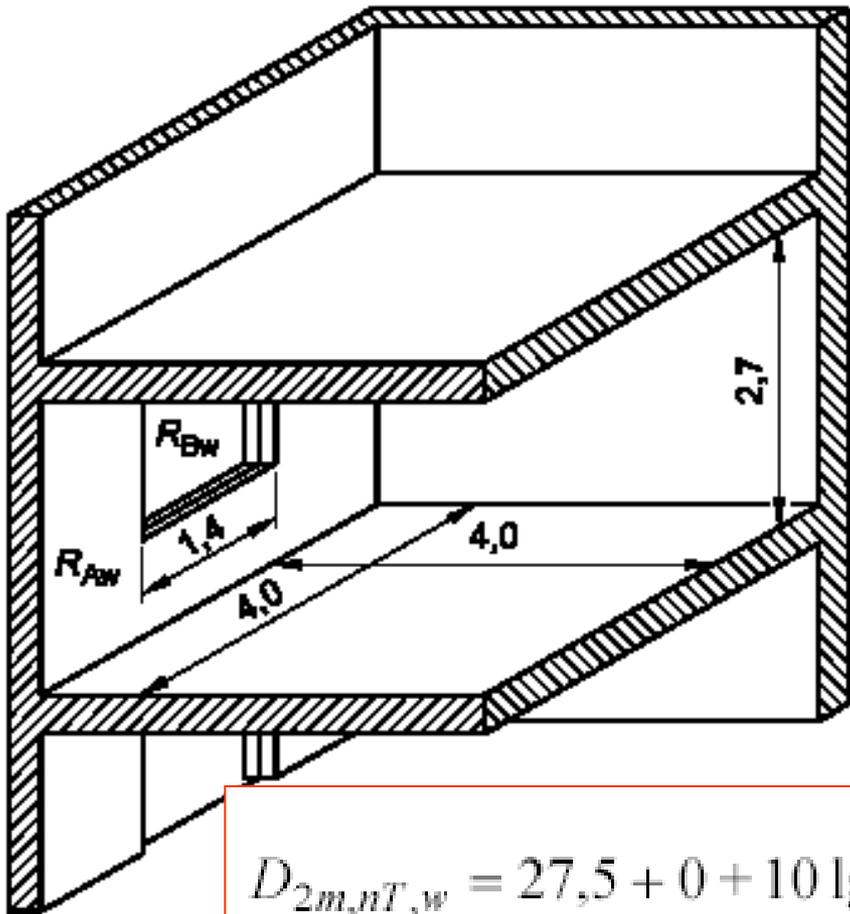
$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \lg \left(\frac{V}{6T_0S} \right) \text{ (dB)}$$

Calcolo della differenza di livello per forma della facciata

Allegato C della UNI EN 12354-3

	FACCIATA PIANA			BALLATOIO			BALLATOIO			BALLATOIO			BALLATOIO		
α_w	Non si applica			<0,3	0,6	>0,9	<0,3	0,6	>0,9	<0,3	0,6	>0,9	<0,3	0,6	>0,9
$h < 1,5 \text{ m}$	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	1	Non si applica				
$1,5 \leq h \leq 2,5 \text{ m}$	0	Non si applica			-1	0	2	0	1	3	Non si applica				
$h > 2,5 \text{ m}$	0	Non si applica			1	1	2	2	2	3	3	4	6		
	BALCONE			BALCONE			BALCONE			TERRAZZA					
										schermature aperte			schermature chiuse		
α_w	<0,3	0,6	>0,9	<0,3	0,6	>0,9	<0,3	0,6	>0,9	<0,3	0,6	>0,9	<0,3	0,6	>0,9
$h < 1,5 \text{ m}$	-1	-1	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	3	3	3
$1,5 \leq h \leq 2,5 \text{ m}$	-1	1	3	0	2	4	1	1	2	3	4	5	5	6	7
$h > 2,5 \text{ m}$	1	2	3	2	3	4	1	1	2	4	4	5	6	6	7

Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata – Esempio di calcolo



FACCIATA: $R_w = 51,5$ dB

Doppio tavolato in elementi forati di laterizio con triplo strato di intonaco e intercapedine riempita con materiale fibroso

SERRAMENTO (1.4x1.4): $R_w = 30$ dB

Vetro-camera 4/12/4

PRESA D'ARIA (100 cm²): $D_{ne,w} = 30$ dB

Non insonorizzata

$$S_{fin} = 1,4 \times 1,4 = 1,96 \text{ m}^2$$

$$S_{par\ opaca} = (4 \times 2,7) - 1,96 = 8,84 \text{ m}^2$$

$$S_{facciata} = 4 \times 2,7 = 10,8 \text{ m}^2$$

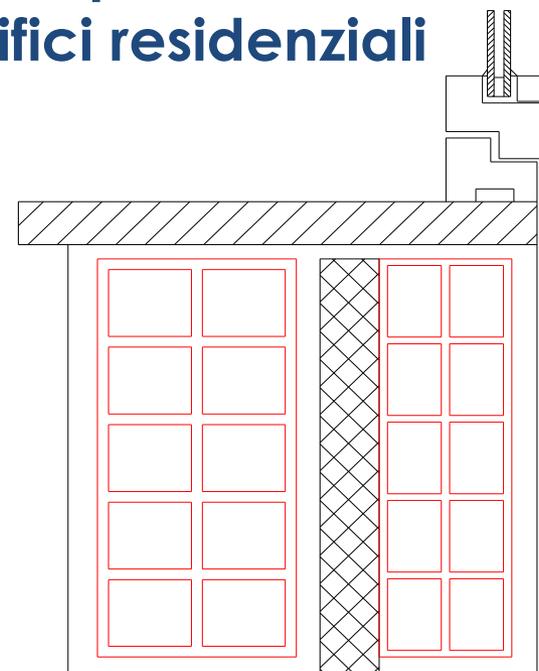
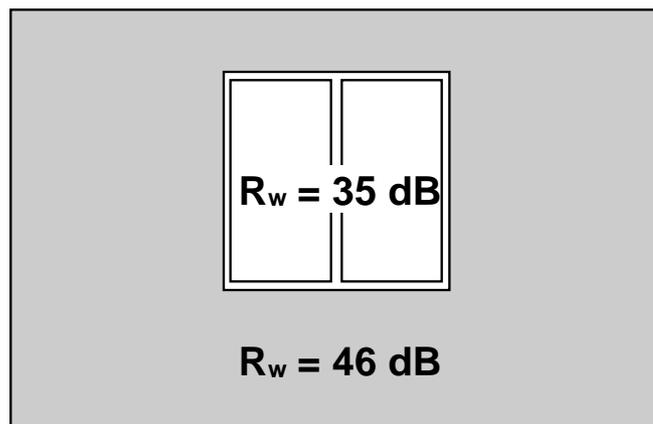
$$V = 4 \times 4 \times 2,7 = 43,2 \text{ m}^3$$

$$D_{2m,nT,w} = 27,5 + 0 + 10 \lg \left(\frac{43,2}{6 \times 0,5 \times 10,8} \right) = 28,8 \text{ dB}$$

< 40 dB

Francesco Borchì
VIE EN.RO.SE. Ingegneria

Esempi di soluzioni pre valutate rispetto al requisito minimo i isolamento acustico di facciata per gli edifici residenziali



Parete come sopra ma senza avvolgibile e con infisso classe A1 dotato di vetro stratificato 9+8 mm.

$$D_{2m,nT,w} = 40.3 \text{ dB} > 40 \text{ dB}$$

Prese d'aria e ventilazione nei locali cottura

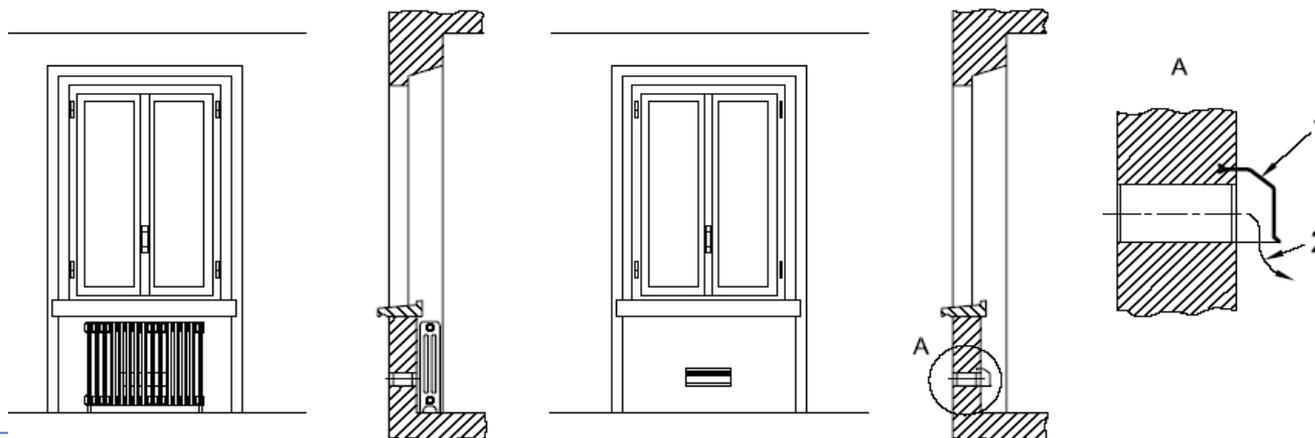
UNI CIG 7129 - Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione

Gli **apparecchi a gas di tipo A_{AS}** (apparecchi non collegati a un condotto di evacuazione dei prodotti della combustione) hanno necessità di **due aperture di ventilazione**, di cui **una posta in basso** per l'afflusso dell'aria comburente e di ventilazione e **l'altra posta in alto**, per l'evacuazione dei prodotti della combustione, situata nella parte alta di una parete esterna.

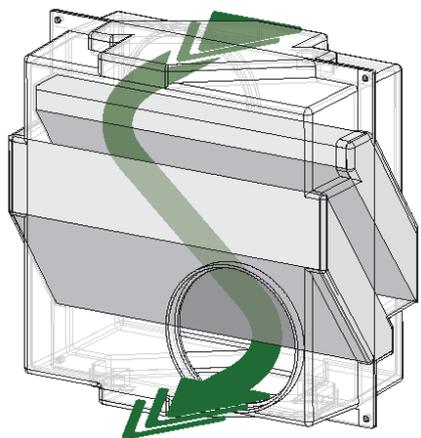
Le aperture sulle pareti esterne devono avere una sezione libera totale netta di passaggio di almeno 6 cm^2 per ogni kW di portata termica installata, con un **minimo di 100 cm^2** .

Le aperture devono essere realizzate in modo che le bocche di apertura, sia all'interno che all'esterno della parete, **non possano essere ostruite**, devono essere protette, per esempio con griglie, reti metalliche, ecc., in modo tale però da non ridurre la sezione libera totale netta sopraindicata;

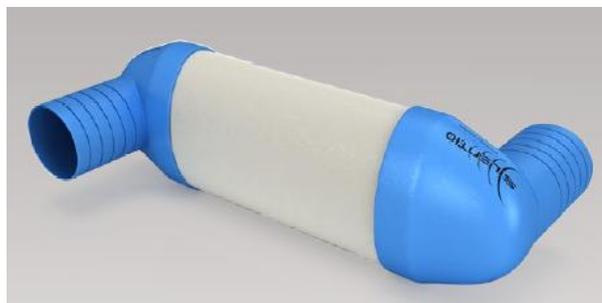
Devono essere situate ad una **quota prossima al livello del pavimento**.



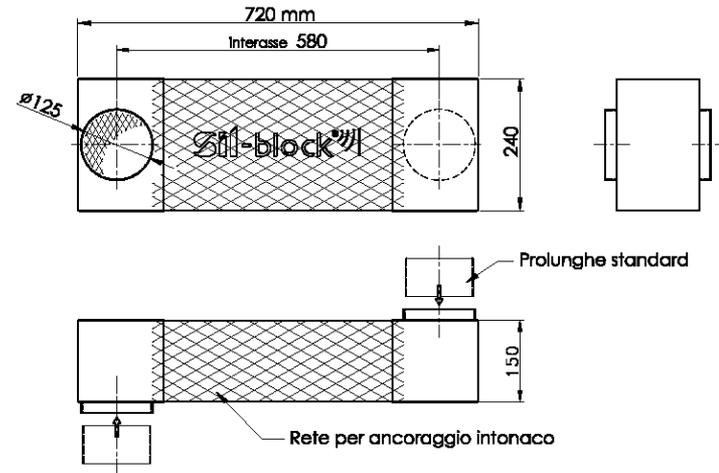
Esempi di prese d'aria in commercio....



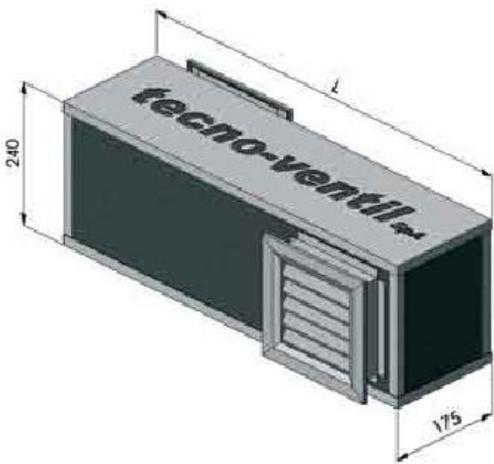
$D_{n,e,w} = 53 \text{ dB}$



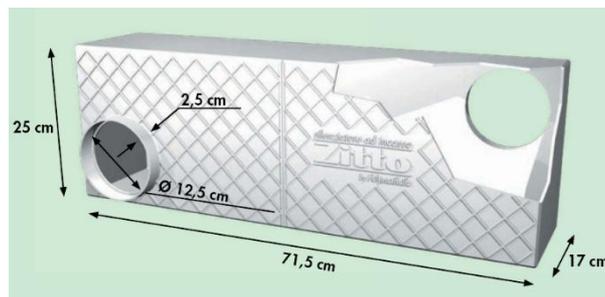
$D_{n,e,w} = 49 \text{ dB}$



$D_{n,e,w} = 51 \text{ dB}$



$D_{n,e,w} = 48 \text{ dB}$



$D_{n,e,w} = 56 \text{ dB}$

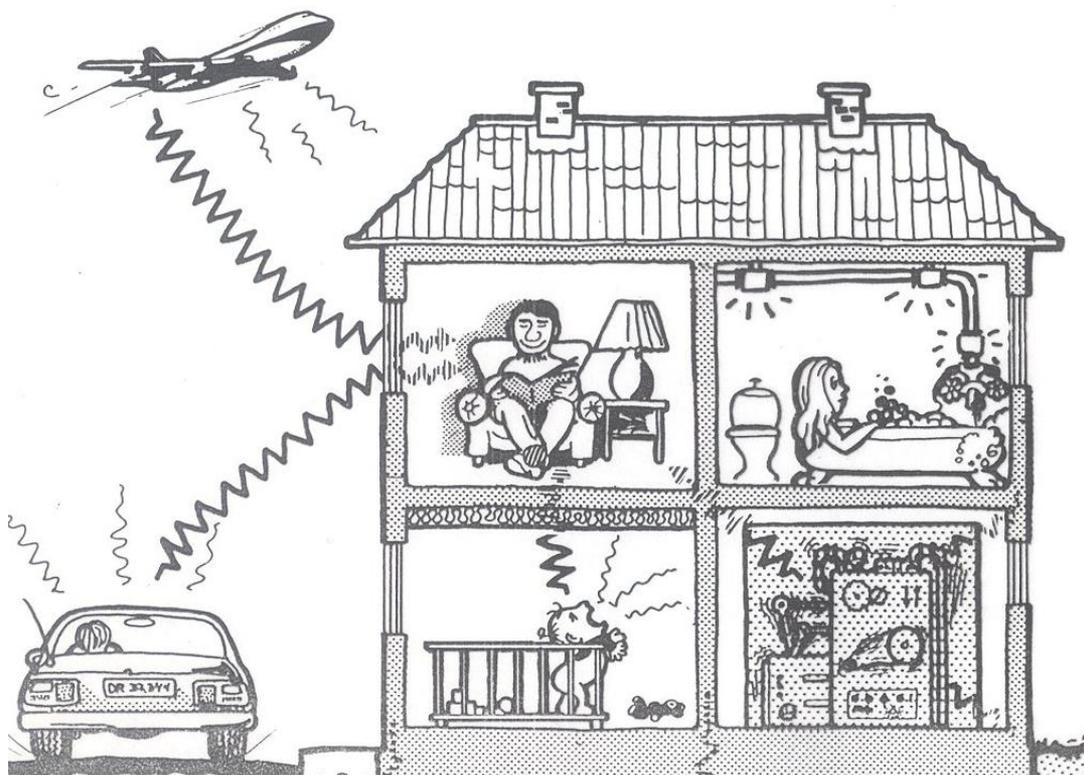


$D_{n,e,w} = 57 \text{ dB}$

Francesco Borchi

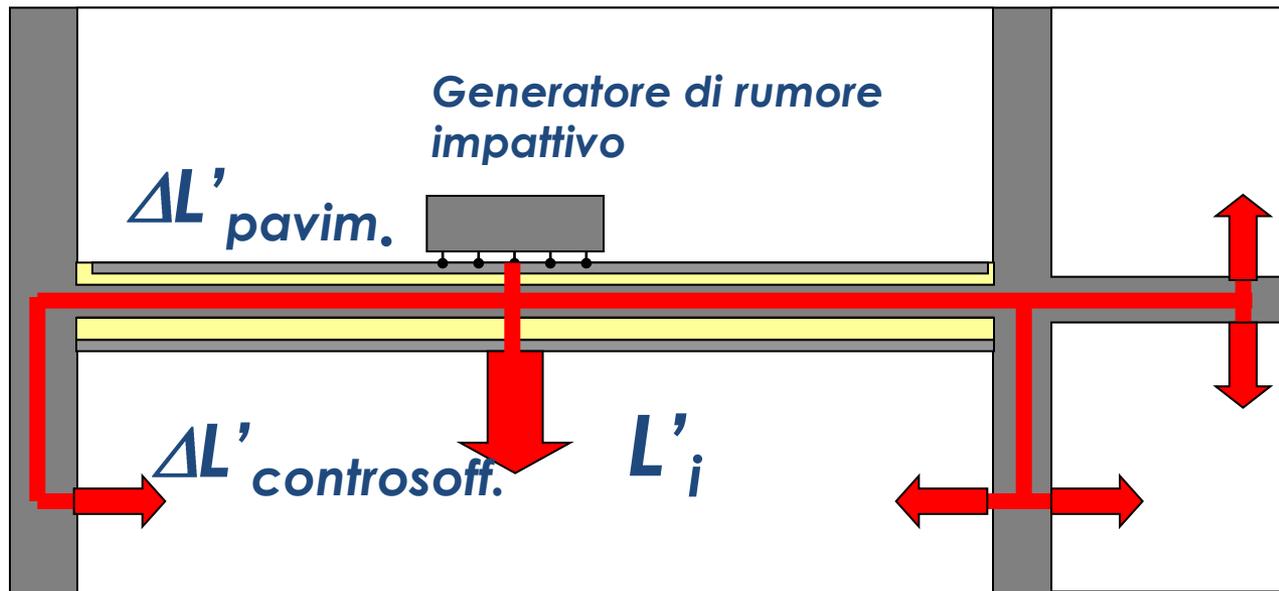
VIE EN.RO.SE. Ingegneria

L'_{nw}
Indice di valutazione del livello
apparente di rumore da calpestio
tra ambienti sovrapposti
UNI EN ISO 12354-2



	Classificazione ambienti	L'_{nw}
A	Residenze o assimilabili	63
B	Uffici ed assimilabili	55
C	Alberghi, pensioni e simili	63
D	Ospedali, cliniche, case di cura e simili	58
E	Scuole e simili	58
F	Attività ricreative e di culto e simili	55
g	Attività commerciali e simili	55

Significato del parametro



$$L'_n = L_i + 10 \lg \left(\frac{A}{A_0} \right) \quad (\text{dB})$$

L_i = Livello medio di pressione sonora nell'ambiente disturbato (dB)

A = Assorbimento equivalente nell'ambiente disturbato (m^2)

A_0 = Assorbimento equivalente di riferimento (= 10 m^2)

Indice di valutazione del livello apparente di rumore da calpestio tra ambienti sovrapposti

$$L'_{n,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K \text{ (dB)}$$

$L_{n,w}$ = Indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio (da dati sperimentali o da calcolo).

ΔL_w = differenza dell'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio dovuta ad eventuali strati di rivestimento applicati al solaio (controsoffitti o pavimenti galleggianti) (dB);

K = termine che tiene conto in maniera globale della trasmissione laterale.

Calcolo semplificato dell'indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio

$$L'_{n,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K \text{ (dB)}$$

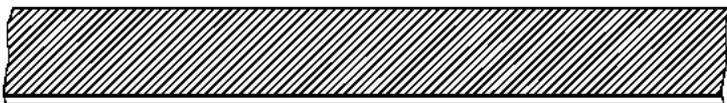
$$L_{n,w} = 164 - 35 \lg(m') \text{ (dB)}$$

m' = massa superficiale del solaio nudo (kg/m²)

$$100 \text{ kg/m}^2 < m' < 600 \text{ kg/m}^2$$

Solai omogenei senza cavità:

Solai di calcestruzzo pieno gettato in opera



Solai di calcestruzzo cellulare pieno, autoclavato



Solai omogenei con cavità:

Solai di pignatte in laterizio e travetti in calcestruzzo



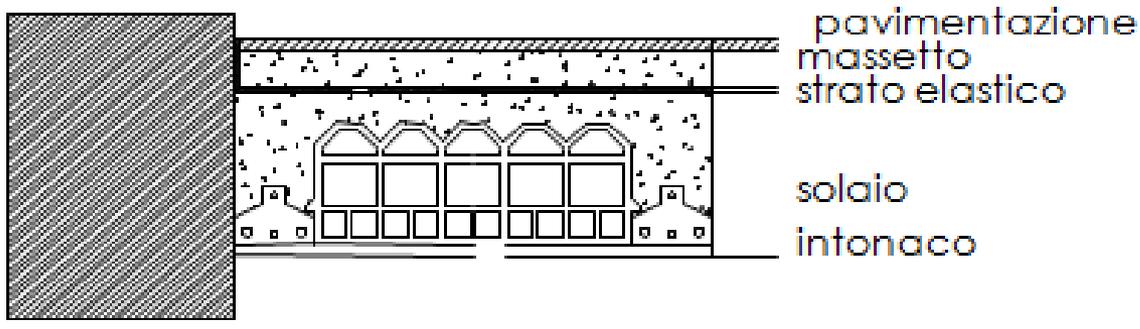
Solai di travetti e alveoli



Calcolo semplificato dell'indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio

$$L'_{n,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K \text{ (dB)}$$

Calcolo della riduzione di livello di rumore da calpestio



$$\Delta L = 30 \lg \frac{f}{f_0} \text{ (dB)}$$

f = frequenza di analisi (Hz).

f₀ = frequenza di risonanza del sistema pavimento galleggiante - solaio (Hz).

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}} \text{ (Hz)}$$

s' = rigidità dinamica dello strato elastico del pavimento galleggiante (MN/m³).

m' = massa superficiale del massetto del solaio (sopra lo strato elastico) (kg/m²).

Nel caso di più strati di materiale elastico sovrapposti: $s'_{tot} = \frac{1}{\left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{s'_i} \right)}$ (MN/m³)

Calcolo semplificato dell'indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio

$$L'_{n,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K \text{ (dB)}$$

Valore del contributo globale di trasmissione laterale K', in dB, per trasmissione di rumori impattivi in funzione della massa superficiale degli elementi connessi

		Massa superficiale media degli elementi laterali omogenei, non coperti da rivestimento isolante (kg/m ²)								
		100	150	200	250	300	350	400	450	500
Massa superficiale del solaio di separazione(kg/m ²)	100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
	250	2	1	1	0	0	0	0	0	0
	300	3	2	1	1	0	0	0	0	0
	350	3	2	1	1	1	0	0	0	0
	400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
	450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
	500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
	600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
	700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
	800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2	

Riduzione del livello di rumore da calpestio con pavimenti resilienti direttamente applicati al solaio

Materiale	spessore mm	ΔL_{nw} dB
Gomma industriale	4	11.8
	4	12.1
	5	10.6
	5	16.8
Piastrille viniliche	2	3.7
	2.5	8.3
	3.5	11.4
Tappeti vinilici	3	17.7
	3.5	15.7
	3.5	18.9
	4	17.4

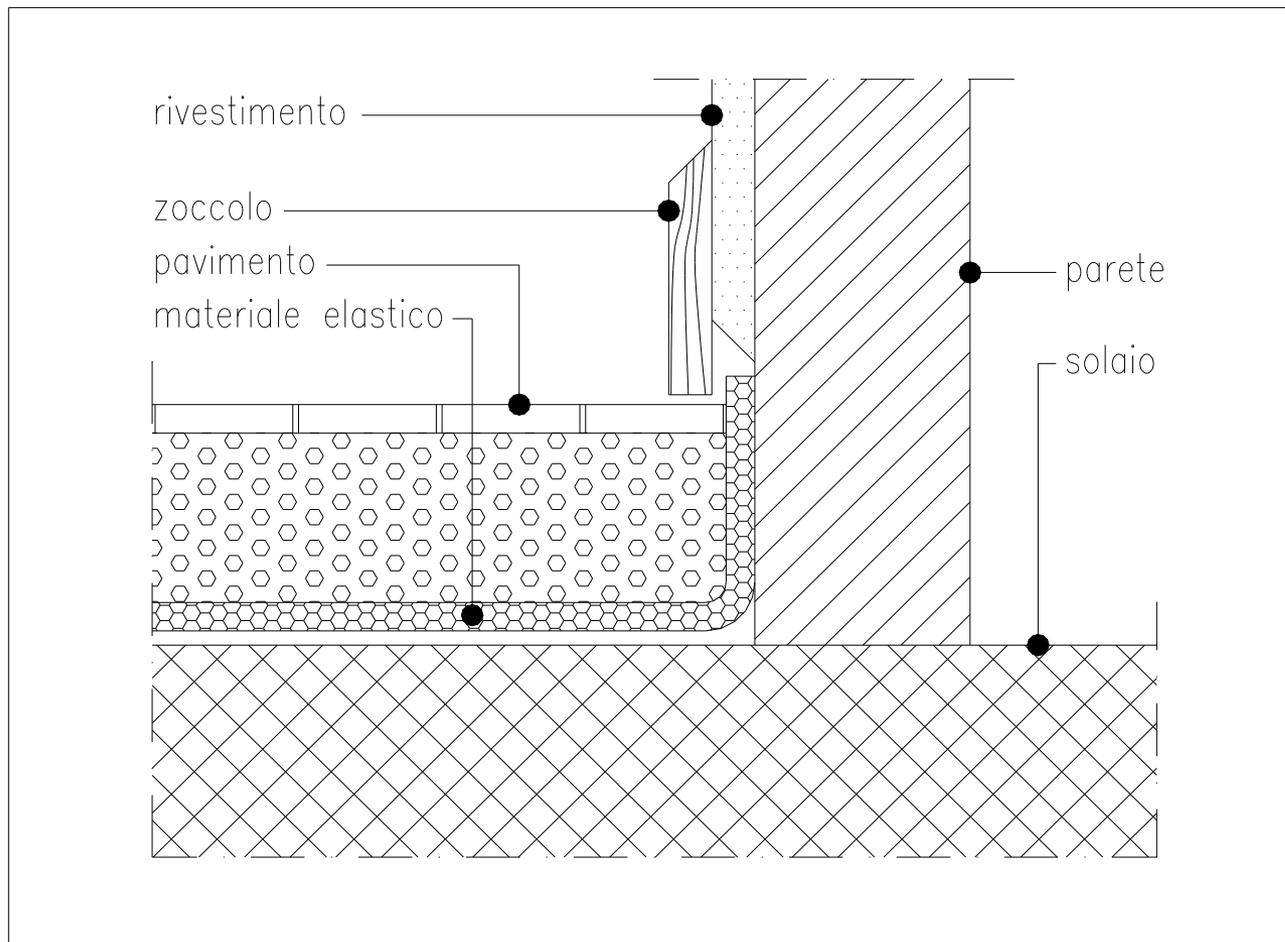
Materiale	spessore mm	ΔL_{nw} dB
Moquettes	4	19.3
	4	20.6
	4	21.5
	4	23.6
	5	20.9
	6	26.3
	7	29.4
	8	28.4
	8	30
	10	33.5
	12	35.6
14	36.8	

Riduzione del livello di rumore da calpestio con pavimenti galleggianti (massetto ripartitore in cls spesso 5 cm)

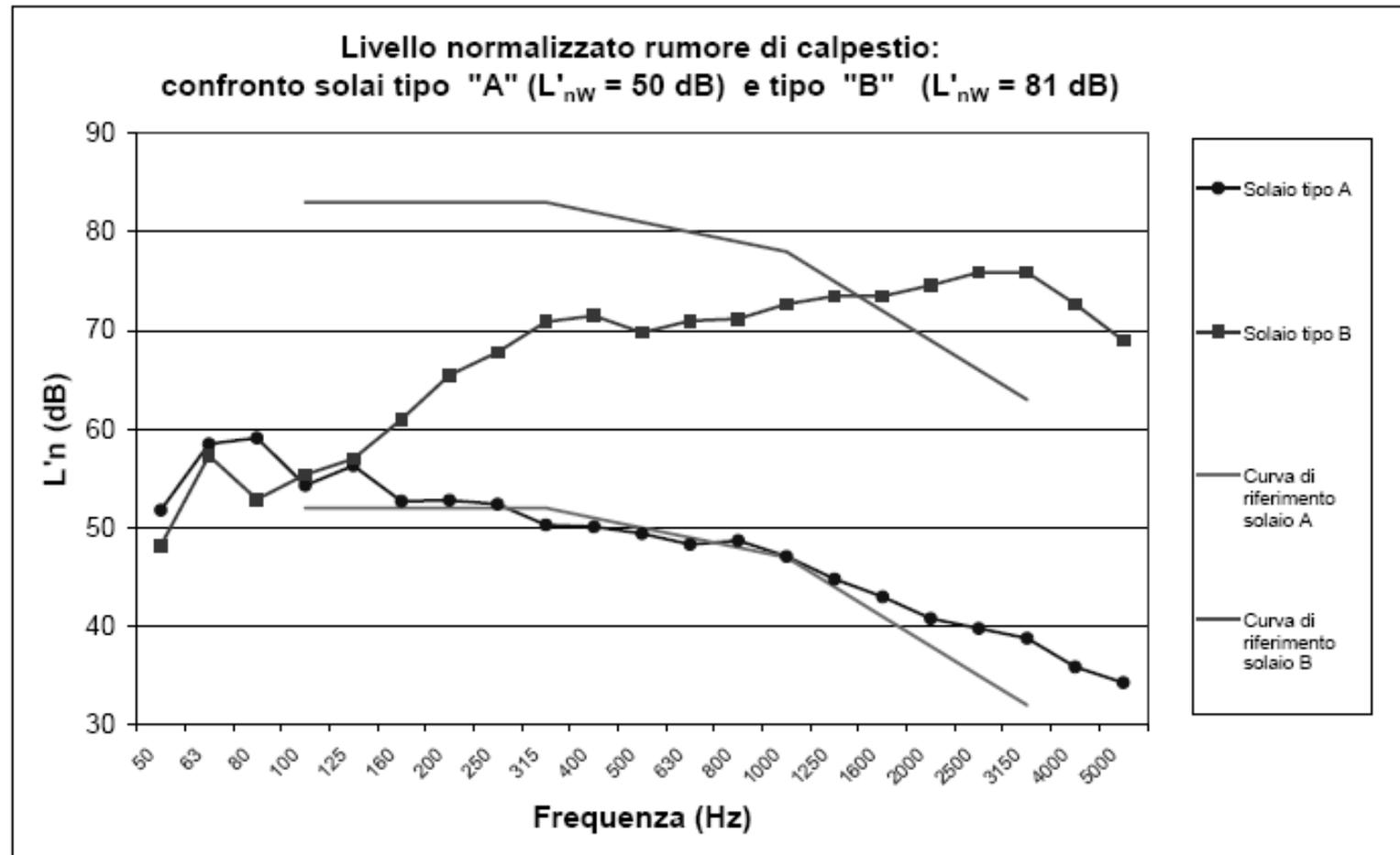
Materiale	spessore mm	ΔL_{nw} dB
Gomma granulata	6	20.3
	7	19.3
	10	20.1
	10	21.8
	10	24.5
Poliuretano espanso	2	15.1
	3	16.8
	3	20.2
	4	21
	6	17.6
Sughero granulata	6	19.8
Sughero in lastre	3	13.3

Materiale	spessore mm	ΔL_{nw} dB
Fibre di vetro o roccia	3	20.5
	3	21.2
	3	22.3
	3	22.5
	15	16
	15	29.6
	20	47.4

Indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio – Pavimenti galleggianti

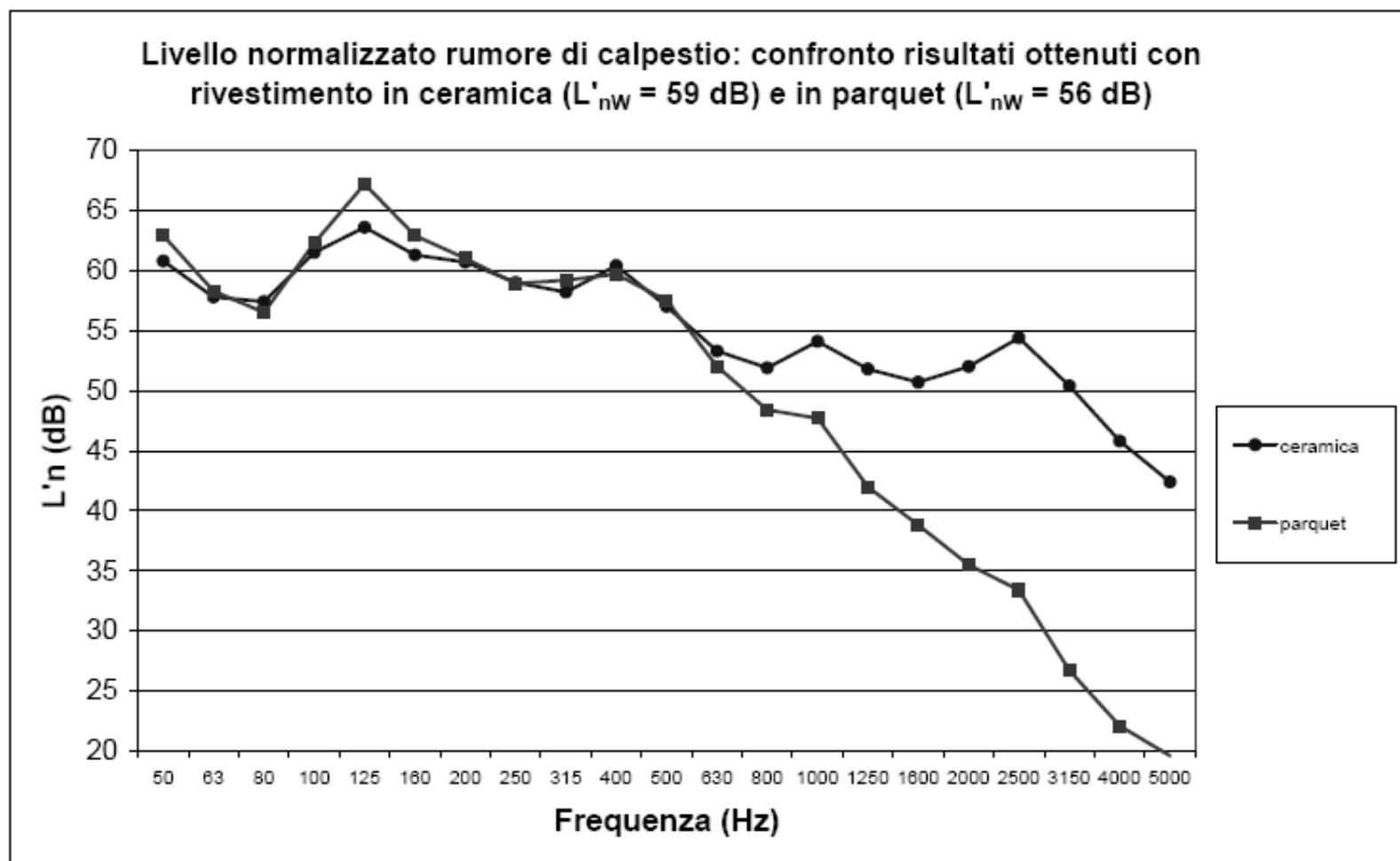


Confronto risultati ottenuti con due solai uguali, uno con pavimento galleggiante e uno senza





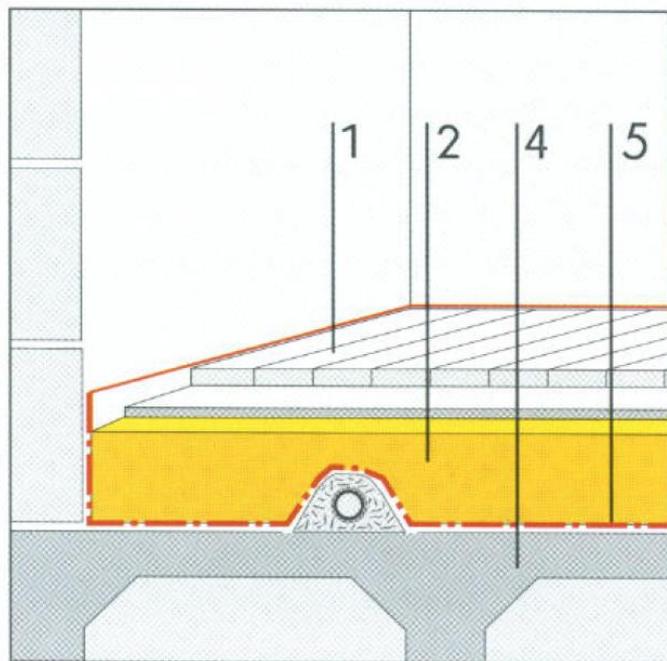
Confronto risultati ottenuti con lo stesso solaio ma con diverse finiture: parquet e ceramica



Indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio – Pavimenti galleggianti

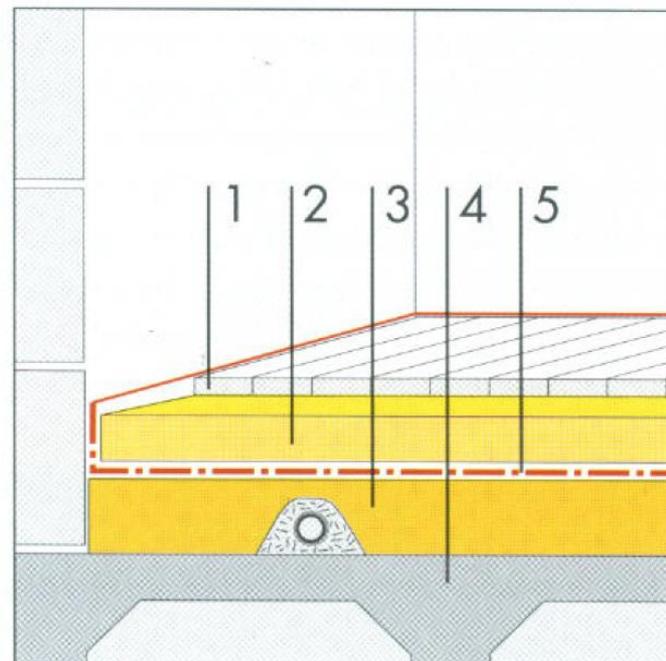
Lo strato di isolamento acustico al calpestio va posto sotto il massetto (spessore minimo 6-8 cm)

SOTTOFONDO MONOSTRATO



Lo strato di isolamento acustico al calpestio va posto tra il massetto di alleggerimento e quello sottopavimento (spessore minimo 4-5 cm)

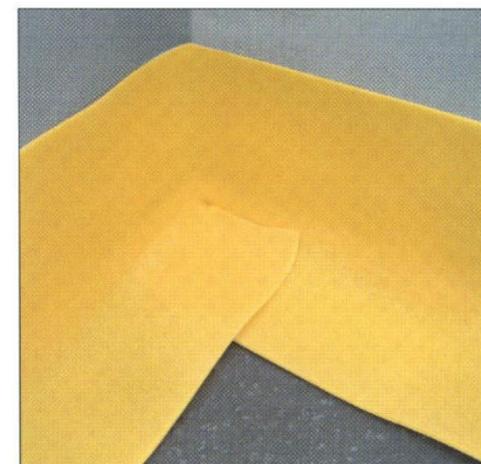
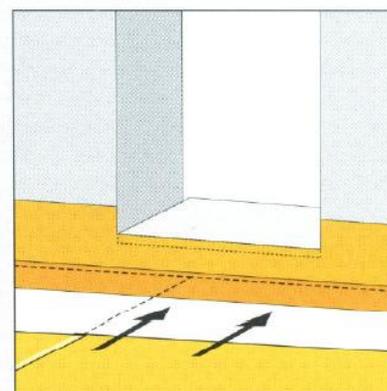
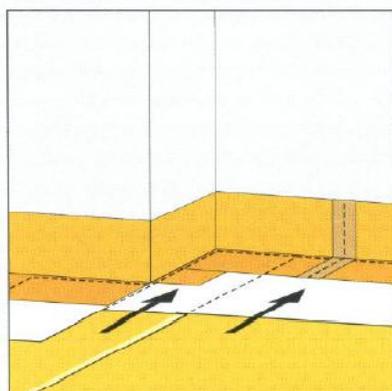
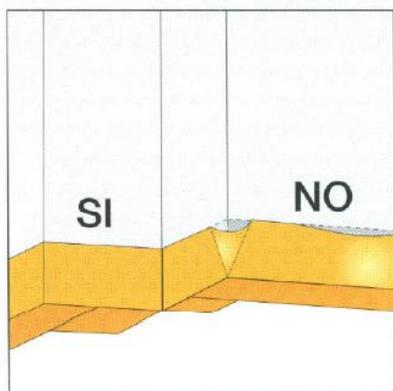
SOTTOFONDO PLURISTRATO



Indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio – Pavimenti galleggianti

POSA IN OPERA – FASE 1

Posa della banda perimetrale



Posa della banda in corrispondenza di un angolo.
Posa della banda in corrispondenza di un angolo.

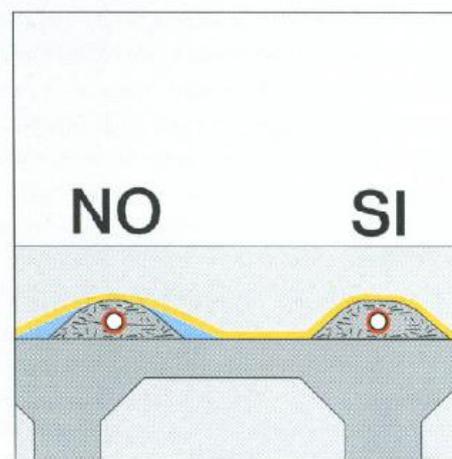
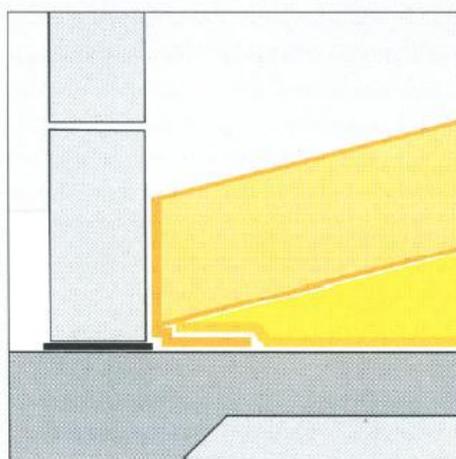
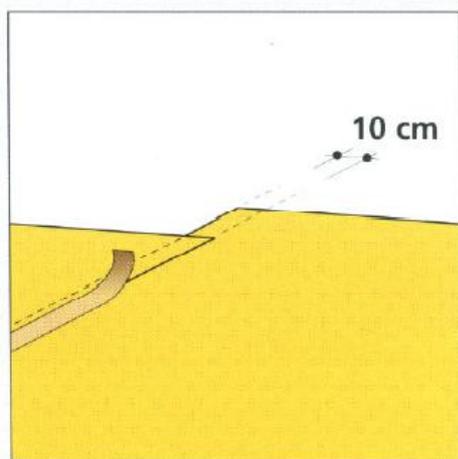


Sovrapposizione del materassino sulla banda.
Sovrapposizione del materassino sulla banda.

Indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio – Pavimenti galleggianti

POSA IN OPERA – FASE 2

Posa del materassino anticalpestio



- I fogli del materassino devono essere tra loro sovrapposti alle estremità laterali di circa 10 cm e fissati con nastro adesivo almeno per punti.
- Eventuali tubazioni che attraversassero in verticale il materassino e il massetto devono essere avvolte da coppelle elastiche.

Indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio – Pavimenti galleggianti

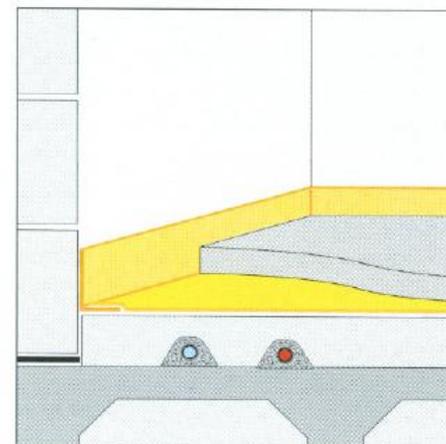
POSA IN OPERA – FASE 3

Posa del massetto di finitura

Proprio perché i materiali anticalpestio sono elastici lo spessore minimo del massetto sottopavimento deve essere adeguato e proporzionato allo spessore del materassino anticalpestio.

In aggiunta allo strato di livellamento impiantistico (di almeno 5 cm) vanno sommati gli spessori del massetto come indicato nella tabella che segue:

Spessore dello strato elastico (mm)	Spessore del massetto (cm)
3-6	5
7-12	7
12-20	8



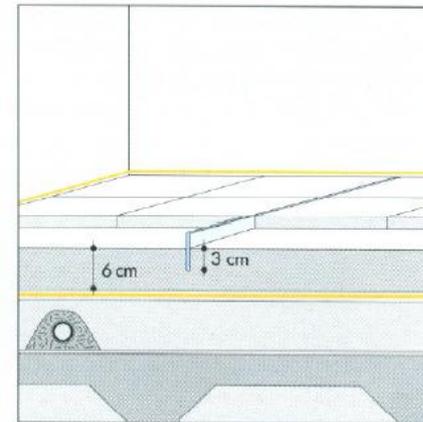
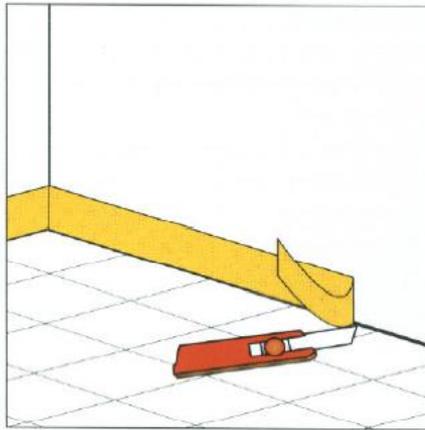
Realizzazione del massetto di finitura.

Indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio – Pavimenti galleggianti

POSA IN OPERA – FASE 4

Posa del pavimento

- Solo dopo aver posato il pavimento si procede alla rifilatura della parte verticale della banda resiliente.
- Eventuali giunti di dilatazione da eseguirsi dopo il getto del massetto, mediante taglio, non devono interessare il materassino elastico che deve rimanere integro.



Indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio – Pavimenti galleggianti

POSA IN OPERA – FASE 5

Posa del battiscopa

- Il battiscopa va posato con l'attenzione di tenerlo rialzato dalla pavimentazione di un paio di mm onde evitare che esso realizzi un collegamento rigido con le pareti laterali.
- Si procede alla chiusura dell'interstizio tramite cordolo di sigillatura elastico.

