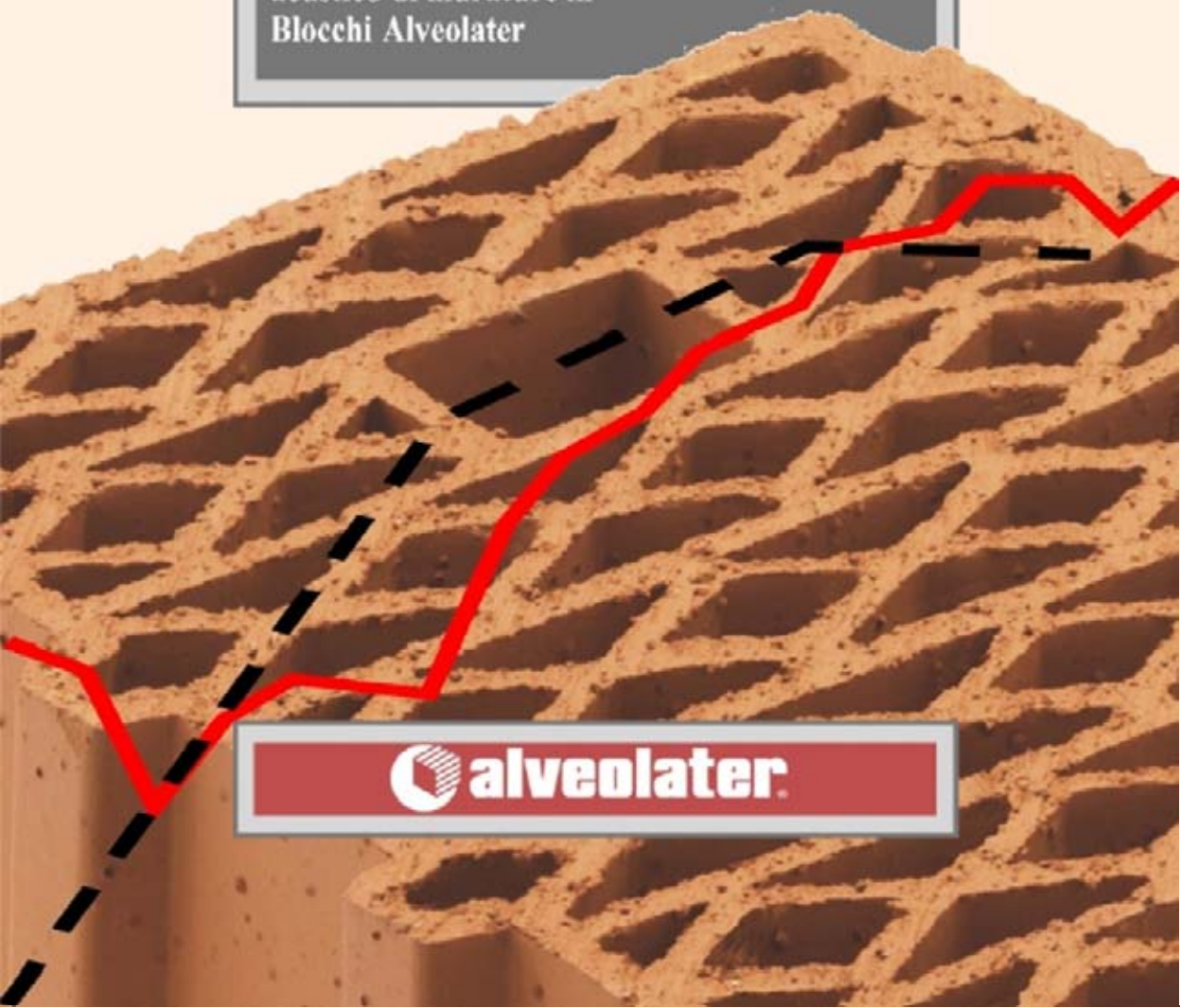
I quaderni del Consorzio Alveolater 7

A cura di Giorgio Zanarini e Martina Zanarini

Acustica: una guida

Suggerimenti per il dimensionamento acustico di murature in Blocchi Alveolater



alveolater

Realizzazione: Martina Zanarini SOFTEC

© Copyright Consorzio Alveolater®
viale Aldo Moro, 16 - 40127 Bologna
tel. 051509873 - fax 051509816
Internet: http://www.alveolater.com
http://www.muraturaarmata.it
E-mail: consorzio@alveolater.com

In copertina: blocco a incastro spessore cm 38 a setti sottili

COPIA OMAGGIO

Indice

La protezione acustica: considerazioni generali	**Pag. 3**
Isolamento acustico degli edifici: il d.p.c.m. 5 dicembre 1997	**6**
Domande e risposte	**11**
Giurisprudenza	**54**
La procedura Isolater	**59**
Bibliografia	**65**
APPENDICE A - Prove tecniche di acustica	**Pag. A-1**
APPENDICE B - Il Consorzio e l'acustica - Rassegna stampa	**Pag. B-1**

La protezione acustica: considerazioni generali

All'inizio del secolo, Robert Koch, oggi considerato uno dei padri dell'igiene, pronunciò queste parole a proposito del rumore: "Un giorno l'uomo dovrà combattere i rumori con la stessa tenacia con cui combatterà il colera e la peste".
Sino ai nostri giorni il problema dell'inquinamento acustico è stato certamente sottovalutato.
Ma "quel giorno", profetizzato da Koch, si sta avvicinando sempre più.
E' evidente che oggi la sensibilità degli operatori del settore, degli enti di controllo, degli organi legislativi ed esecutivi Nazionali ed Europei, ed infine, ma non per ultimo, dell'opinione pubblica, risulta essere sempre maggiormente toccata da problema del rumore.
L'eccessiva esposizione al rumore causa nell'uomo pericolo di pregiudizio per l'apparato uditivo; genera principalmente sensazioni di fastidio e disturbo, ma in caso di elevate esposizioni a livelli elevati, si possono determinare fenomeni di perdita di udito parziale o addirittura di sordità totale. Si tratta pertanto di patologie irreversibili.
Negli ultimi anni l'Italia, anche recependo numerose direttive Europee si è dotata di alcuni validi strumenti normativi, che, seppure con incertezze di interpretazione e di applicazione, costituiscono un moderno corpo di leggi e norme finalizzate a contenere, se non a risolvere, i problemi legati all'inquinamento acustico.
In particolare, dopo il D.P.C.M. 01 marzo1991 che trattava le problematiche legate all'esposizione al rumore negli ambienti abitativi e di vita, e successivamente al Decreto legislativo 277/91 che affrontava le problematiche legate all'esposizione degli addetti lavoratori al rischio rumore, in data 30 ottobre 1995 è stata pubblicata sulla Gazzetta

Ufficiale la Legge n. 447, Legge Quadro sull'inquinamento Acustico.
Tale legge fissa i principi e gli indirizzi per il controllo ed il governo dell' inquinamento acustico, nonché la ripartizione delle competenze tra Stato ed Enti locali.
Si tratta di Legge Quadro che costituisce un intervento organico in campo acustico per la cui completa attuazione è prevista l'emanazione di quattordici provvedimenti da parte dello Stato, delle Regioni, dei Comuni. Nel settore delle costruzioni la legge quadro prevede un decreto sui requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici e sui requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti.
Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" costituisce il primo organico riferimento normativo nazionale per la protezione contro il rumore all'interno degli edifici civili. Certamente il decreto presenta alcuni elementi critici: dalla non definizione delle procedure di vigilanza e controllo alla noncuranza delle caratteristiche delle aree costruttive (gli edifici situati in zone tranquille hanno gli stessi limiti di quelli edificati in aree rumorose con la conseguenza che mentre nel primo caso i limiti sono troppo restrittivi, nel secondo risultano addirittura insufficienti). Ciò nonostante tale norma rappresenta il punto di riferimento nell'ambito di un'eventuale azione civile qualora si intenda contestare l'inadeguatezza, sotto il profilo acustico, della struttura edilizia o la sua mancata realizzazione "a regola d'arte".
Lo sviluppo urbanistico degli ultimi decenni ha prodotto un'incessante espansione delle aree abitate e un notevole aumento della densità abitativa; fattori, quasi mai, accompagnati da un'attenta e adeguata politica di contenimento del rumore. Trattare di acustica edilizia significa finalmente fare attenzione a tutti quegli aspetti che influenzano la qualità acustica all'interno degli ambienti

abitativi. Si devono considerare le sorgenti di rumore, esterne e interne, che possono essere percepite all'interno degli edifici, si deve valutare il tipo di rumore prodotto da tali sorgenti (continuo, intermittente, ad ampio spettro, ecc.) e le modalità con cui si propaga all'interno dell'edificio (via aerea o strutturale). Naturalmente tutto questo processo inizia dalla fase di progettazione e va seguito in fase di realizzazione e gestione al fine di ottenere i limiti imposti dalla normativa vigente.

Isolamento acustico degli edifici: il D.P.C.M. 5 dicembre 1997

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 recante "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", che stabilisce i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, allo scopo di contenere l'esposizione umana al rumore, è stato emanato in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera e) della Legge n. 447/95.

Per quanto, come accennato in precedenza, il decreto in esame presenti evidenti incongruenze ed anche alcune incertezze applicative, ciò non deve costituire pretesto per progettisti ed imprese costruttrici, tenuto anche conto del fatto che soddisfare esigenze minime di comfort acustico in campo residenziale è possibile a costi relativamente contenuti. Viceversa, disattendere le prescrizioni del decreto 5 dicembre 1997 comporta, nella maggior parte dei casi, l'impossibilità pratica di rimediare agli errori commessi con conseguenze, in caso di controversia giudiziaria, che possono andare dal deprezzamento del valore dell'immobile all'annullamento di un eventuale contratto di compravendita, fino all'impossibilità di commercializzazione del bene causa la mancanza di requisiti di abitabilità.

Al di là degli specifici requisiti imposti dal decreto, in linea del tutto generale, si possono tenere presenti alcuni concetti essenziali indispensabili per una buona progettazione acustica:

- scelta attenta dei materiali;
- posa in opera ed accuratezza esecutiva;
- soluzioni progettuali e distribuzioni interne consapevoli.

Nel D.P.C.M. 5 dicembre 1997, il grado di protezione acustica è differenziato a seconda della classe attribuita a

diverse categorie abitative, definita in relazione alla destinazione d'uso dell'immobile, come di seguito indicato in tabella:

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

Per ciascuna categoria sono indicati, per le partizioni verticali e orizzontali (pareti e solai), i valori minimi di isolamento, mentre per gli impianti sono riportati i valori massimi ammissibili di rumore da non superare nell'ambiente ricevente, ossia nel locale in cui è avvertito il maggior disturbo.
In particolare, date le seguenti grandezze:

- **indice del potere fonoisolante apparente** (R'_w), riferito a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari;
- **indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata** ($D_{2m,nT,w}$);
- **indice di valutazione del livello apparente normalizzato di rumore da calpestio** di solai ($L'_{n,w}$);
- **livello massimo di pressione sonora**, ponderata A con costante di tempo "Slow" (L_{ASmax}), per i servizi a funzionamento discontinuo;
- **livello continuo equivalente di pressione sonora**, ponderata "A" (L_{Aeq}), per i servizi a funzionamento continuo;

i limiti imposti dal decreto per le diverse categorie sono i seguenti:

Categoria dell'edificio	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{Asmax}	L_{Aeq}
D	**55**	**45**	**58**	**35**	**25**
A, C	**50**	**40**	**63**	**35**	**35**
E	**50**	**48**	**58**	**35**	**25**
B, F, G	**50**	**42**	**55**	**35**	**35**

Gli impianti sono classificati in funzione delle modalità di funzionamento, fermo restando che gli stessi devono essere considerati fissi, ovvero parte integrante dell'edificio:

- **funzionamento discontinuo**: ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici e rubinetteria
- **funzionamento continuo**: impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento

In relazione a tali categorie di impianti il decreto impone come livelli massimi di rumorosità da non superare negli ambienti disturbati i seguenti valori:

- 35 dB(A) di L_{ASmax} (livello massimo di rumore ponderato "A" con costante di tempo Slow) per i servizi a funzionamento discontinuo;
- 25 dB(A) di L_{Aeq} (livello equivalente di rumore ponderato "A") per i servizi a funzionamento continuo.

Va rilevato che, fino all'emanazione del D.P.C.M. 5 dicembre 1997 la legge, la giurisprudenza e la normativa sono state sempre generalmente tese a imporre limiti alla sorgente-emettitore, al fine di cautelare il recettore in termini di livello sonoro "subìto". Ecco, quindi, i termini di "inquinamento acustico", "normale tollerabilità", "livello limite ammissibile" ecc.

Pertanto, poiché una sorgente con livelli "elevati" determina, presso un recettore, livelli "elevati", la sorgente

dovrà essere ridotta fino a che il livello presso il recettore rientri nei limiti prescritti.
La sostanza concettuale del decreto è invece riassunta nell'articolo 1 "*Il presente decreto [...] determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici e i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore*".
Inquadra cioè:

- le sorgenti sonore degli edifici (gli impianti intesi in senso lato);
- i requisiti acustici passivi (le caratteristiche di isolamento acustico delle strutture e delle partizioni), al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.

Si nota, in altri termini, un approccio completamente diverso al problema: la domanda non è più "quale sia il livello massimo della voce in casa" ma "quanto debba attenuare il muro che divide un appartamento da un altro"; non più "quale sia il livello massimo camminando in casa" ma "quale attenuazione debba garantire il pavimento". Nel caso degli impianti, sono previsti, viceversa, limiti assoluti di funzionamento che non debbono essere superati. In tutti casi, comunque, la legge richiede prestazioni acustiche degli edifici tali che la normalità delle situazioni di emissione non determini disturbo ai recettori. Il progettista, con il supporto del Tecnico Competente in Acustica Ambientale, deve garantire all'Amministrazione che saranno rispettati i requisiti richiesti dalla legge. Ciò avviene attraverso un progetto di dettaglio, ove sono evidenziate le caratteristiche salienti dell'edificio e i parametri finali attesi. In fase di rilascio dell'abitabilità, un tecnico competente dovrà verificare la corrispondenza fra realizzazione e progetto. Il collaudo in opera non è attualmente previsto in forma ufficiale. Ciò non toglie, tuttavia, che l'abitante abbia la possibilità di fare in proprio le verifiche secondo gli strumenti tecnici e normativi

che il decreto mette a disposizione e che, quindi, di fatto, proceda egli stesso alla verifica della rispondenza progettuale. Comunque, una volta risolte le complicazioni normative, le imprese sono obbligate a recepire i dettami del Decreto.

Domande e risposte

Che cosa significa potere fonoisolante e come si misura?

Il potere fonoisolante indica l'abbattimento in dB (decibel) che il suono subisce passando attraverso una parete.
Quando un'onda sonora incontra una parete, la sua intensità sonora viene in parte riflessa, in parte assorbita dal muro stesso e in parte è trasmessa ad un ambiente adiacente.

$$I_{inc} = I_R + I_A + I_T$$

Risulterà semplice comprendere come il potere fonoisolante R, per sua definizione, non sia altro che il rapporto tra l'intensità sonora trasmessa e quella incidente espresso in decibel:

$$R = -\log\left(\frac{I_T}{I_{inc}}\right)$$

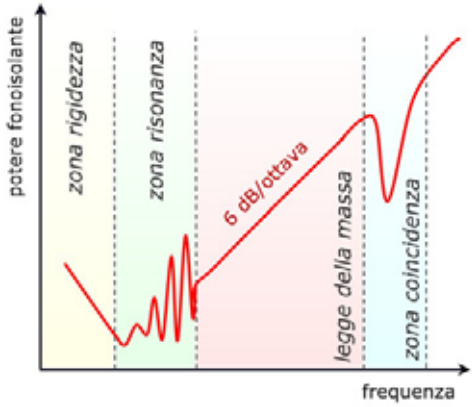
Il potere fonoisolante R varia al variare della frequenza, ma anche al variare delle proprietà fisiche, delle dimensioni e delle condizioni di vincolo della parete.
Esiste una legge empirica approssimata, nota con il nome di legge della massa, secondo la quale, in caso di incidenza normale del suono sulla parete ed in relazione a pareti sottili, il potere fonoisolante può essere così stimato:

$$R_0 \cong 20\log(mf) - 42.5 \text{ [dB]}$$

Per essere un po' più precisi, in un ambiente chiuso, essendo il campo sonoro prossimo ad un campo diffuso, sarà necessario tenere in considerazione i diversi contributi delle onde provenienti dalle varie direzioni, con esclusione per la verità di quelle ad incidenza fortemente

radente assai poco probabili. In questo modo si giunge ad una relazione pratica del tipo:

$$R \cong R_0 - c \ \text{[dB]} \qquad \text{con} \qquad c = 5 \div 6 \text{ dB}$$



In figura il campo di validità della legge di massa.

Osservando il grafico sperimentale dell'andamento del potere fonoisolante in funzione della frequenza si nota però come purtroppo l'andamento lineare (6 dB per ottava) previsto dalla legge di massa si verifica nella pratica solo a frequenza intermedie. La validità della legge della massa non si estende a tutto il campo dell'udibile, ma è limitata alle basse frequenze dalla rigidità e dallo smorzamento interno della parete ("effetto risonanza") e alle più alte da quello che viene chiamato "effetto coincidenza".

Più avanti si darà spiegazione di tali effetti.

L'ampiezza del fenomeno dipende dal fattore di smorzamento del materiale: per materiali come il vetro, con fattore di smorzamento basso, R ha una grande caduta. Per questo motivo si usa un vetro camera, fatto da due lastre di diverso spessore (quindi con diversa frequenza di coincidenza) separate da uno strato d'aria o ancor meglio da un film plastico antisfondamento (come quello usato per le vetrate delle banche), che fa da cuscinetto elastico smorzante.

Nella pratica, la misura sperimentale del potere fonoisolante R di una parete viene effettuata in laboratorio secondo la norma UNI EN ISO 140-3.

Al fine di ridurre al minimo le trasmissioni laterali di energia e dunque tenere conto della sola trasmissione sonora diretta attraverso la partizione, i due ambienti devono poggiare su fondazioni distinte ed essere separati da giunti di tipo elastico. Si misurano i livelli di pressione sonora L_1 e L_2 dell'ambiente trasmittente e dell'ambiente

ricevente e il tempo di riverberazione T dell'ambiente ricevente alle diverse frequenze. Il potere fonoisolante si ottiene dall'espressione:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} \quad [\text{dB}]$$

con S superficie del divisorio e A area equivalente di assorbimento acustico, facilmente ricavabile dal valore del tempo di riverberazione T e dal volume V dell'ambiente ricevente:

$$A = 0{,}163 \frac{V}{T} \quad [\text{m}^2]$$

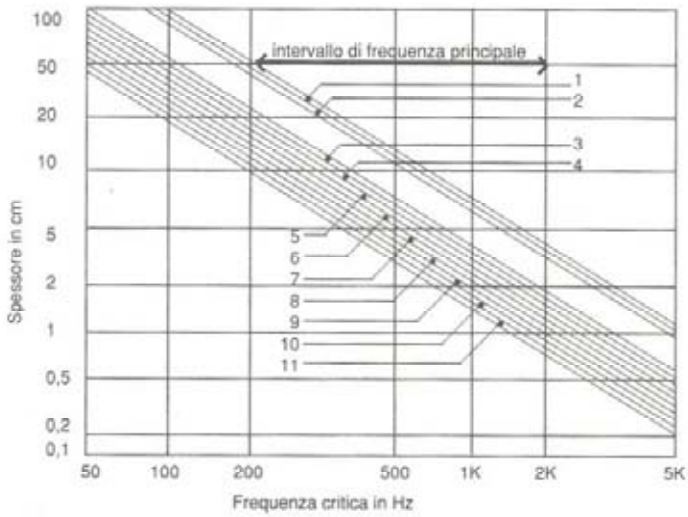
In figura una prova di laboratorio – Camera emittente.

Che cos'è l'effetto di coincidenza?

La legge di massa funziona abbastanza bene per la previsione dell'isolamento per via aerea, ma la sua applicazione è limitata in alta frequenza dall'effetto di coincidenza. Questo effetto si ha quando la lunghezza d'onda del suono incidente è la stessa di quella delle onde flessionali della parete. Per certe frequenze e determinati valori dell'angolo di incidenza dell'onda sonora, le onde flessionali vengono amplificate provocando la trasmissione di una maggiore quantità di energia attraverso la parete, che si traduce in un minore effetto isolante della stessa. In pratica accade che le onde sonore incidenti arrivano sulla parete sotto vari angoli. La parete è più "trasparente" in una determinata regione dello spettro di frequenza, e lì si verifica il cosiddetto "buco di coincidenza".

Che cosa si intende per frequenza critica?

E' la frequenza più bassa a cui si può avere l'effetto di coincidenza per certe pareti; si ottiene quando le onde sonore incidenti sfiorano la parete (sono parallele ad essa). Questa frequenza è chiamata frequenza critica f_c. Il normogramma riportato in figura consente di determinare la frequenza di coincidenza f_c per alcuni tipi di materiali che potrebbero costituire una parete di separazione. Un compensato di 3 cm di spessore, per esempio, ha una frequenza critica di 500 Hz che sfortunatamente cade al centro dello spettro delle frequenze udibili.



Frequenza di risonanza e frequenza critica per vari materiali:
***1.** soffice pannellatura in fibra,*
***2.** piombo,*
***3.** pannello ad alta densità,*
***4.** gesso,*
***5.** refrattario,*
***6.** parete in mattoni,*
***7.** foglio di amianto,*
***8.** cemento,*
***9.** legno compensato,*
***10.** acciaio,*
***11.** vetro*

Un accorgimento che consente di spostare più verso le alte frequenze l'effetto di coincidenza consiste nell'impiego di doppie pareti. Per questo tipo di pareti la frequenza di coincidenza è determinata dallo spessore delle singole pareti costituenti il "sandwich", mentre l'indice di riduzione è più elevato rispetto a quello indicato dalla legge di massa per una parete semplice di uguale massa. Inoltre, la scelta di spessori sensibilmente diversi per le due pareti costituenti la parete doppia, consente di evitare che i due effetti di coincidenza cadano nella stessa frequenza.

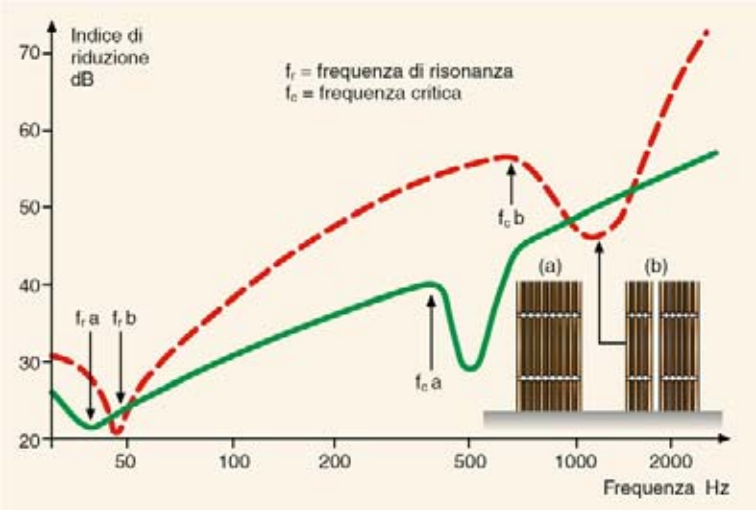
Che cos'è l'effetto di risonanza?

Il buco nelle basse frequenze è dovuto alla risonanza meccanica della costruzione, ovvero dipende principalmente da dimensioni, elasticità e densità della parete stessa. Normalmente la risonanza non cade nel campo delle frequenze udibili ma, nel caso delle doppie pareti, la cavità tra le due pareti si comporta come una molla tra di

esse, e la corrispondente frequenza di risonanza è più alta di quella relativa ad un singolo elemento. Si dovrebbe comunque sempre cercare di tenere la frequenza di risonanza al di sotto dei 75 Hz. La frequenza di risonanza, quando le onde arrivano con incidenza normale, è:

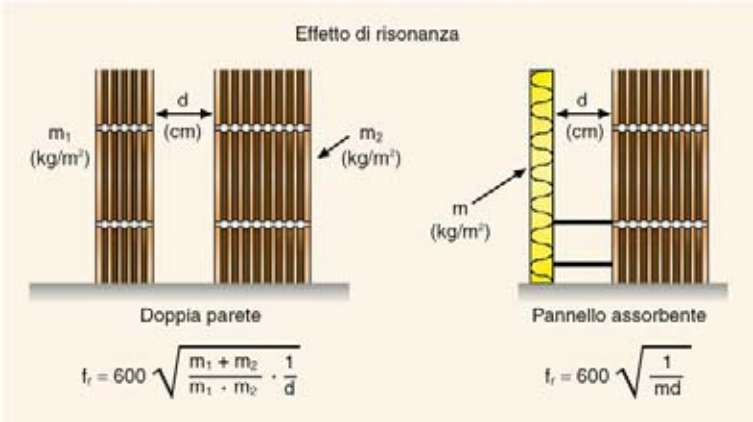
$$f_r = 600\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_1 \cdot m_2} \cdot \frac{1}{d}}$$

mentre, nel caso di incidenza qualsiasi, la precedente relazione va moltiplicata per 1,4.



Frequenza di risonanza e frequenza critica in pareti semplici e doppie .

L'effetto di risonanza può essere ben utilizzato quando si vuole avere un elevato assorbimento dell'energia sonora nell'ambiente in cui essa viene generata. Per raggiungere tale scopo un pannello di spessore relativamente piccolo, rispetto a quello della parete, viene posto ad una distanza "d" da essa in modo che la frequenza di risonanza dello stesso cada nella regione in cui si desidera la massima attenuazione sonora internamente all'ambiente.



L'effetto di risonanza

Che cos'è il tempo di riverberazione?

Quando in un ambiente chiuso, in cui sono contenuti una sorgente sonora e un ricevitore, la sorgente sonora viene

spenta, ciò che si rileva è la cosiddetta coda sonora, ossia il permanere per un breve periodo del campo riflesso, che si attenua progressivamente fino a scomparire del tutto. Per valutare questo fenomeno è stato introdotto da Sabine il tempo di riverberazione ossia il tempo, in secondi, necessario affinché, in un punto di un ambiente chiuso, il livello sonoro si riduca di una certa entità rispetto a quello che si ha nell'istante in cui la sorgente sonora ha finito di emettere.
Di norma, viene utilizzato il tempo di riverberazione T_{60}, cioè l'intervallo di tempo in cui l'energia sonora decresce di 60 dB dopo lo spegnimento della sorgente.
In un ambiente avente dimensioni abbastanza prossime fra loro il valore di T_{60} è calcolabile secondo la formula di Sabine.

$$T = 0{,}163 \frac{V}{A}$$

dove V è il volume dell'ambiente in m^3 e A è l'area equivalente di assorbimento totale in m^2.
Il valore dell'area equivalente di assorbimento A è ricavato con la seguente relazione:

$$A = \sum \alpha_i S_i + \sum A_i$$

dove la prima sommatoria è riferita a pareti e superfici presenti nell'ambiente (con α_i coefficiente di assorbimento i-esimo e S_i superficie i-esima degli elementi), mentre la seconda sommatoria tiene conto dell'assorbimento equivalente di oggetti o persone.

Per chiarezza si definisce coefficiente di assorbimento acustico α il rapporto tra l'energia non riflessa e l'energia incidente.
Il coefficiente di assorbimento acustico si esprime con valori compresi tra 0 e 1 e dipende:

- dal materiale che riveste la parete;
- dallo spessore del materiale;
- dalla presenza di intercapedine tra il materiale e la parete;
- dall'angolo di incidenza del suono sulla parete
- dalla frequenza del suono incidente.

In tabella sono riportati i coefficienti di assorbimento acustico di alcuni materiali a varie frequenze.

Coefficienti di assorbimento acustico di alcuni materiali

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Intonaco liscio su muratura o calcestruzzo	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	
Soffitto sospeso in gesso liscio	0,25	0,20	0,10	0,05	0,05	0,10
Compensato 7 mm con materiale poroso	0,50	0,25	0,15	0,05	0,05	0,10
Legno 16 mm con dietro materiale poroso	0,35	0,20	0,10	0,05	0,05	0,10
Legno 16 mm senza materiale poroso	0,20	0,10	0,10	0,05	0,05	0,10
Rivestimento per pavimenti incollato (legno, sughero, gomma)	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,10
Pavimento di legno su tasselli	0,20	0,15	0,10	0,10	0,05	0,10
Tappeto di medio spessore	0,05	0,08	0,20	0,30	0,35	0,40
Finestre chiuse	0,10	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
Marmo		0,01	0,01	0,01	0,01	
Gesso grezzo		0,02	0,03	0,04	0,04	
Gesso tinteggiato		0,01	0,02	0,03	0,04	
Intonaco cementizio grezzo		0,02	0,03	0,04	0,05	
Intonaco cementizio liscio		0,01	0,02	0,02	0,02	

Coefficienti di assorbimento acustico di alcuni materiali	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Mattoni grezzi		0,02	0,03	0,04	0,05	
Mattoni tinteggiati		0,01	0,02	0,02	0,02	
Stucco		0,12	0,80	0,05	0,04	
Vetro o specchio		0,04	0,03	0,03	0,02	
Vetrate		0,25	0,18	0,12	0,07	
Porta di legno tradizionale		0,11	0,10	0,09	0,08	
Porta in compensato da 8mm		0,22	0,17	0,09	0,10	
Tende pesanti a pieghe		0,31	0,49	0,50	0,66	
Sedia non rivestita		0,02	0,03	0,04	0,04	
Poltrona imbottita		0,37	0,33	0,36	0,40	
Poltrona imbottita per cinema		0,32	0,28	0,30	0,34	
Pannello flessibile con compensato di 5mm a 50mm da muro		0,42	0,35	0,12	0,10	
Parquet in listelli (incerato)		0,11	0,10	0,07	0,08	
Parquet incollato (incerato)		0,04	0,06	0,06	0,06	
Piastrelle		0,01	0,02	0,03	0,04	
Linoleum su feltro		0,08	0,09	0,10	0,12	
Soletta termoplastica		0,03	0,04	0,04	0,03	
Tappeto di lana a ciuffi alti		0,30	0,40	0,50	0,60	
Moquette su calcestruzzo		0,08	0,21	0,26	0,27	
Moquette su feltro		0,14	0,37	0,43	0,27	

Che cosa si intende per potere fonoisolante apparente?

Le misure di potere fonoisolante effettuate in edifici reali tengono inevitabilmente conto di tutte le forme di trasmissione di energia sonora dall'ambiente emittente all'ambiente ricevente (trasmissione diretta, trasmissione laterale aerea, trasmissione laterale strutturale): si parla in questo caso di potere fonoisolante apparente R'.

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A}$$

Il metodo di calcolo dettagliato del potere fonoisolante apparente è relativamente complesso e richiede la conoscenza della partizione in esame e delle strutture laterali e le proprietà dei giunti tra esse. Tale metodo viene descritto in dettaglio nella norma UNI EN ISO 12354-1 Acustica Edilizia – Stima delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalle prestazioni dei componenti – isolamento ai rumori aerei tra ambienti. La valutazione dell'isolamento acustico di un divisorio in opera si può effettuare anche attraverso la determinazione dell'isolamento acustico normalizzato D_n o dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione D_{nT}.

$$D_n = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{A}{A_0}$$

dove A è l'area di assorbimento acustico dell'ambiente ricevente e A_0 l'area equivalente di assorbimento acustico di riferimento, pari a 10 m^2.

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{T}{T_0}$$

dove T è il tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente e T_0 = 0,5 s è il tempo di riverberazione di riferimento.

Il D.P.C.M. del 5 dicembre 1997 richiede la verifica delle prestazioni acustiche degli edifici con riferimento alla situazione di reale messa in opera. Come è possibile garantire in fase di progetto il rispetto dei requisiti acustici?

La prestazione in opera di un componente edilizio è sempre inferiore a quella certificata in laboratorio, sia per le diverse condizioni di realizzazione e di modalità di posa in opera, sia per la presenza di percorsi di trasmissione sonora che coinvolgono le strutture laterali dei due ambienti. Tale trasmissione laterale assume un'entità differenziata a seconda della tipologia dei componenti e dei giunti strutturali tra questi, variando in genere tra 1 ed oltre 5 dB di contributo peggiorativo. La conoscenza esatta di tale contributo è peraltro di primaria importanza per la fase di progettazione.
La valutazione delle prestazioni in opera dei componenti edilizi è possibile grazie a modelli di calcolo statistici che richiedono la conoscenza esatta delle proprietà acustiche di tutti i componenti coinvolti dalla trasmissione. Tra questi metodi di calcolo, uno in particolare è oggetto di una norma internazionale (EN 12354-1, Building acoustics; estimation of acoustic performance of buildings from the performance of products. Part 1: airborne sound insulation between rooms. - Acustica degli edifici. Stima della prestazione acustica di edifici dalla prestazione acustica di prodotti. Parte 1: isolamento ai suoni trasmessi per via aerea tra ambienti), metodo che è ripreso anche dalle linee guida definite dal Gruppo di Lavoro 12 dell'UNI (TR Technical Report UNI 11175, Acustica in edilizia. Prestazioni acustiche degli edifici: linee guida per il calcolo di progetto e di verifica.).
Per l'applicazione del metodo, che permette di convertire il valore di laboratorio nel relativo valore in opera, è necessario conoscere l'entità della trasmissione delle vibra-

zioni che avviene in corrispondenza dei giunti laterali della struttura divisoria e le prestazioni di potere fonoisolante di tutti i componenti coinvolti dalla trasmissione.
Volendo approfondire l'argomento dal punto di vista matematico, si potrebbe scrivere che il potere fonoisolante apparente R' di un divisorio risulta dall'espressione:

$$R' = -10Log\left(10^{-\frac{R_{Dd}}{10}} + \sum 10^{-\frac{Rij}{10}}\right)$$

dove R_{Dd} è il potere fonoisolante del divisorio stesso misurato in laboratorio, mentre R_{ij} sono i poteri fonoisolanti relativi ai diversi percorsi di trasmissione strutturale laterale. Sperimentalmente i valori di R_{ij} vengono ricavati con misure effettuate in laboratori speciali; mentre il valore di R_{Dd} viene invece dedotto da normali misure di laboratorio, già effettuate su pareti in laterizio da diversi istituti. Si ricorda, a questo proposito, l'attività di ricerca svolta dall'ANDIL Assolaterizi in collaborazione con l'Università di Parma, Ferrara, Bologna, Trento e Padova con i seguenti obiettivi principali:

- verifica in laboratorio delle prestazioni acustiche di isolamento al rumore aereo di alcune pareti verticali interne in laterizio, di diverse tipologie
- verifica di un metodo per la previsione delle prestazioni acustiche in opera partendo dai dati dei singoli componenti in laboratorio, proposto dalla normativa europea UNI EN 12354 (metodo CEN).

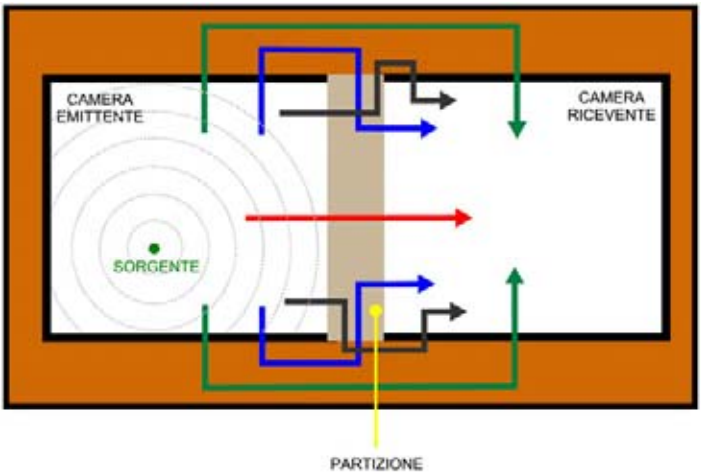
Analoghe iniziative sono state svolte presso il Dipartimento DIENCA della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna, in collaborazione con il Consorzio Alveolater®.

Come si trasmettono i rumori in una struttura?

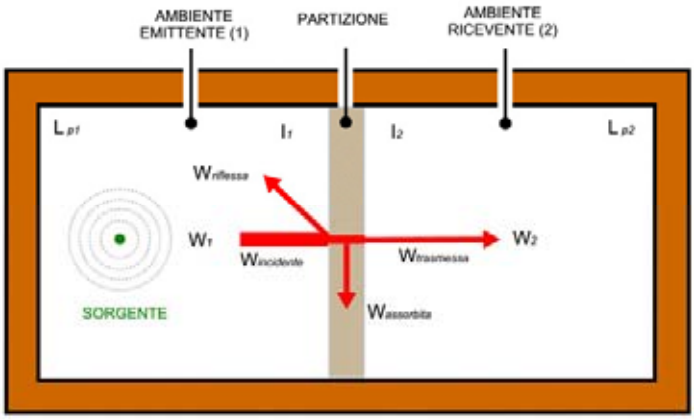
I rumori possono trasmettersi sia per via aerea che per via strutturale. Nel primo caso il rumore si propaga nell'aria

senza incontrare ostacoli (condotte d'aria o aperture) mentre, nel secondo caso, la propagazione avviene attraverso le strutture solide dell'edificio tramite vibrazioni elastiche. Di norma la trasmissione del rumore attraverso due ambienti interessa entrambi i meccanismi anche se, per ciascun componente edilizio, bisogna distinguere tra trasmissione diretta (quando la trasmissione del rumore nell'ambiente ricevente avviene attraverso il solo elemento strutturale considerato) e trasmissione laterale (quando la trasmissione del rumore nell'ambiente ricevente avviene attraverso gli altri elementi strutturali adiacenti a quello considerato). Negli edifici, quindi, il rumore non si trasmette solo attraverso la parete di separazione tra gli ambienti in esame; la propagazione del suono avviene anche attraverso le strutture laterali. Se consideriamo ad esempio la propagazione del suono tra due ambienti confinanti possiamo individuare tredici percorsi di trasmissione di cui uno solo diretto attraverso il divisorio e gli altri dodici di trasmissione laterale in numero di tre per ogni lato (pareti e solai).

Lo stesso tipo di considerazione può ovviamente essere fatto anche per la trasmissione dei rumori di calpestio: i suoni si propagano si attraverso il solaio che attraverso le pareti laterali.



La trasmissione dei rumori in opera (sopra) e in laboratorio (sotto)



E' corretto affermare che l'isolamento acustico di ciascun elemento dell'edificio deve tener conto di due macrotipologie di rumore: rumore aereo e rumore impattivo?

E' esatto. Quando ci si pone il problema della protezione dal rumore degli edifici si ha a che fare con diversi aspetti che riguardano il rumore e la sua propagazione.
Si può in generale affermare che l'isolamento acustico di ciascun elemento dell'edificio deve tener conto proprio di due macrotipologie di rumore: rumore aereo (ad esempio il suono prodotto da un impianto stereo) e rumore impattivo (ad esempio il rumore dovuto al calpestio). Ognuno di questi due tipi di rumori interessa più o meno significativamente alcuni specifici elementi strutturali dell'abitazione. E' importante quindi conoscere quali siano gli elementi dell'edificio maggiormente interessati e come ciascuno di essi si comporti in relazione alla tipologia di rumore che lo coinvolge.
Nel caso di rumori aerei, per esempio, è l'elemento caratterizzato da una minore prestazione acustica ad influenzare la prestazione globale di tutto il sistema. Quindi nel caso di una partizione composta da più elementi, è quasi sempre la prestazione di componenti "acusticamente deboli", come una porta, che va ad influenzare la prestazione totale della parete. Anche la presenza di fessure si rivela critica per le prestazioni acustiche delle partizioni. Per questo motivo bisogna curare attentamente la realizzazione delle pareti, la posa dei laterizi e la sigillatura dei bordi delle finestre.
Nel caso invece di rumori impattivi, la propagazione non riguarda solo gli ambienti attigui ma anche le abitazioni poste a piani distanti tra loro. In questo caso, infatti, trasmettono il rumore sia i solai, sia le partizioni verticali che si connettono ai solai. Pertanto la progettazione non

deve limitarsi all'isolamento di questi ultimi ma anche delle partizioni interne.

Quale è la differenza fra fonoisolamento e fonoassorbimento?

Nell'affrontare il problema della protezione dal rumore sono possibili due diversi approcci, generalmente complementari. Il primo riguarda il comportamento dell'edificio nei confronti dei suoni provenienti dal mondo esterno (o da altre abitazioni), e in questo si può riassumere il concetto di fonoisolamento. Il secondo invece riguarda più direttamente gli aspetti acustici dell'ambiente in cui si vive e come questo si comporta nei confronti di eventuali sorgenti sonore interne ad esso: si tratta, in questo caso, del concetto di fonoassorbimento. In un ambiente abitato, la maggior parte dell'assorbimento acustico è dovuto agli arredi (mobili, tendaggi, arredi in genere) e alle persone.

Che cos'è il rumore riverberante?

Per rumore riverberante si intende il livello sonoro che si registra all'interno di un ambiente, causato dalle riflessioni multiple subite dalle onde sonore. Questo effetto si ha in ambienti in cui le pareti interne hanno superfici dure e lisce, e quindi riflettenti nei confronti delle onde sonore; il tempo impiegato da tali onde per smorzare la loro energia è, pertanto, abbastanza lungo. Come risultato si hanno notevoli livelli sonori interni all'ambiente e fastidiosi effetti di riverbero. Causa del rumore riverberante possono essere sia sorgenti sonore interne all'ambiente, sia esterne, che, entrando nell'ambiente, si amplificano.
Al fenomeno del rumore riverberante ci si oppone intervenendo con azioni atte a ridurre il potere riflettente delle pareti con l'impiego di elementi e materiali fonoassorbenti.

E' possibile definire con maggiore dettaglio il comportamento dei materiali fonoassorbenti?

I materiali fonoassorbenti sono impiegati negli ambienti nei quali sia necessario tenere sotto controllo le riflessioni multiple e la riverberazione, causa di rumore indesiderato. In più, i materiali fonoassorbenti trovano impiego all'interno delle strutture divisorie per contribuire allo smorzamento ed evitare risonanze dannose ai fini dell'isolamento acustico. I materiali fonoassorbenti possono essere suddivisi in tre categorie sulla base del loro principio di funzionamento: si parla di *materiali porosi* quando l'assorbimento acustico è dovuto principalmente alla conversione in calore dell'energia meccanica dell'onda sonora incidente attraverso fenomeni di attrito nelle microcavità del materiale (dissipazione viscosa); si parla di *risonatori acustici* quando, per la dissipazione dell'energia acustica in calore, viene sfruttata la risonanza delle cavità; si parla infine di *pannelli vibranti* nel caso la dissipazione dell'energia sonora sia dovuta alla risonanza propria delle lastre di materiale non poroso montate su appositi telai a debita distanza dalla superficie da trattare, in modo da creare un'intercapedine d'aria con funzione di elemento elastico di smorzamento.

Un risonatore può anche essere costituito semplicemente da un tubo aperto ad una estremità. Quindi un sensibile effetto di assorbimento acustico può essere ottenuto mediante normali mattoni o blocchi disposti a contatto di una parete, con i fori a vista, perpendicolari alla parete stessa. Un dispositivo di questo tipo costituisce un risonatore la cui frequenza di risonanza più bassa è legata alla lunghezza del tubo. Il limite di questa soluzione è rappresentato da un assorbimento selettivo rispetto alla frequen-

Parete in mattoni con fori a vista.

za e raramente ci si trova a dover ridurre il livello sonoro di una sola ristretta banda di frequenza. Si può ovviare adottando elementi la cui foratura sia costituita da fori di diverse dimensioni oppure utilizzando elementi differenziati per dimensione dei fori. Le possibilità di applicazione dei materiali laterizi nel campo dell'assorbimento acustico, benché circoscritte finora come numero di applicazioni, risultano senza dubbio interessanti, non fosse altro per l'adozione di materiali di normale produzione, cosa che riduce fortemente i costi dell'intervento, con l'ulteriore vantaggio di avere prestazioni costanti nel tempo.

Che cos'è l'isolamento acustico standardizzato di facciata?

L'isolamento acustico offerto da una facciata di un edificio dipende essenzialmente dalle prestazioni dei diversi elementi costituenti ed è determinato sostanzialmente dalle prestazioni degli elementi acusticamente più deboli (infissi, cassonetti, prese d'aria).
La determinazione sperimentale dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate viene eseguita secondo il procedimento prescritto dalla norma UNI EN ISO 140-5.
La norma prevede diverse procedure di misura basate sia sull'utilizzo di un altoparlante come sorgente sonora esterna sia sul normale rumore da traffico. L'isolamento acustico normalizzato di facciata (a 2 metri dalla parete) viene derivato dall'espressione:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10\log\frac{T}{T_0}$$

dove $L_{1,2m}$ è il livello di pressione sonora esterno a 2 metri dalla facciata, L_2 è il livello medio di pressione sonora all'interno dell'ambiente ricevente e $T_0 = 0{,}5$ secondi è il tempo di riverberazione di riferimento.

Se si costruisce una parete in aderenza ad una parete esistente, noti i rispettivi poteri fonoisolanti, come si procede per il calcolo della prestazione acustica complessiva della parete così ottenuta?

La determinazione del potere fonoisolante complessivo di due pareti poste in aderenza è un calcolo estremamente complesso poiché sarebbe necessario tenere conto di diversi aspetti legati alla trasmissione del suono nelle strutture.
Innanzitutto si deve considerare che il potere fonoisolante è funzione della frequenza e quindi i risultati andrebbero sommati frequenza per frequenza. In secondo luogo si deve tenere conto che la trasmissione del suono attraverso le strutture dipende da svariati fattori e dalle caratteristiche dei materiali che sono estremamente complessi da calcolare e gestire, quali ad esempio la rigidezza, lo smorzamento interno, il modulo elastico, etc.
Il metodo di calcolo che andrebbe utilizzato si chiama "metodo delle impedenze progressive".
Poiché non è questa la sede per spiegare nel dettaglio questo fenomeno, qui si vuole dare soltanto alcune indicazioni e fornire una stima del risultato che ci si può aspettare.
Se si pongono due pareti in aderenza un metodo estremamente semplificato per stimare il risultato complessivo è quello di fare una valutazione basata sulla legge di massa. Ad esempio, supponiamo di avere una parete con potere fonoisolante pari a $R_{w,1}$ = 48,1dB ed un'altra parete con potere fonoisolante pari a $R_{w,2}$ = 48,9dB.
Da questi risultati si può ricalcolare a ritroso la massa superficiale utilizzando una delle innumerevoli formule empiriche di calcolo che sono funzione della tipologia di materiale.
Utilizzando la formula $R_w = 20 \log M$, la prima parete ha

una massa frontale di 250 kg/m^2 e la seconda parete una massa frontale di 280 kg/m^2, per un totale di 530 kg/m^2.
La stessa formula $R_w = 20 \log M$ darà il risultato
$R_{w,tot} = 20 \log (250+280) = 54,5$ dB
Questo calcolo è una stima valida per pareti rigide poste in aderenza senza intercapedine e senza materiali resilienti o smorzanti tra le due.
Nel caso di intercapedine o di pareti poste in aderenza utilizzando un materiale resiliente nella zona di contatto le considerazioni da fare sono completamente diverse.

Quale è il livello complessivo determinato dal contributo di due sorgenti?

La domanda consente di approfondire la questione della somma di grandezze espresse in decibel.
La scala dei decibel, diffusamente utilizzata in acustica, venne introdotta, a suo tempo, per due motivi principali: il primo, di carattere puramente pratico, legato all'esigenza di ridurre il campo di variabilità delle grandezze associate ai fenomeni sonori che l'orecchio umano è in grado di percepire; il secondo, basato su un'ipotesi di natura psicofisica, secondo la quale la sensazione prodotta dai suoni è direttamente proporzionale al logaritmo della loro intensità sonora.
Vale forse la pena ricordare che, il valore di una grandezza acustica, espresso in decibel (dB), è uguale a 10 volte il logaritmo in base 10 del rapporto tra il valore di tale grandezza ed il corrispondente valore di riferimento.
Nell'eseguire operazioni sui livelli (ad esempio sui livelli di assorbimento acustico) occorre proprio ricordare che si tratta di quantità logaritmiche e come tali andranno trattate.
Date quindi due sorgenti sonore che contribuiscono per livelli sonori rispettivamente pari a $L_{eq,1}$(dB) e $L_{eq,2}$(dB), il livello complessivo risultante dai due contributi sarà

dato dalla relazione:

$$R_{w,tot} = 10\log\left(10^{\frac{R_{w,1}}{10}} + 10^{\frac{R_{w,2}}{10}}\right)$$

Ad esempio, supponiamo di avere una sorgente che da un contributo $L_{eq,1}$=48 dB ed un'altra sorgente che da un contributo di livello sonoro $L_{eq,2}$=50 dB. L'applicazione della formula precedente fornisce come risultato di livello sonoro complessivo un valore indicativo di:

$R_{w,tot}$ = 52,1 dB

Come si procede per il calcolo dell'isolamento acustico di una parete nella quale sono presenti componenti diversi (ad esempio parete con presenza di porte e/o finestre)?

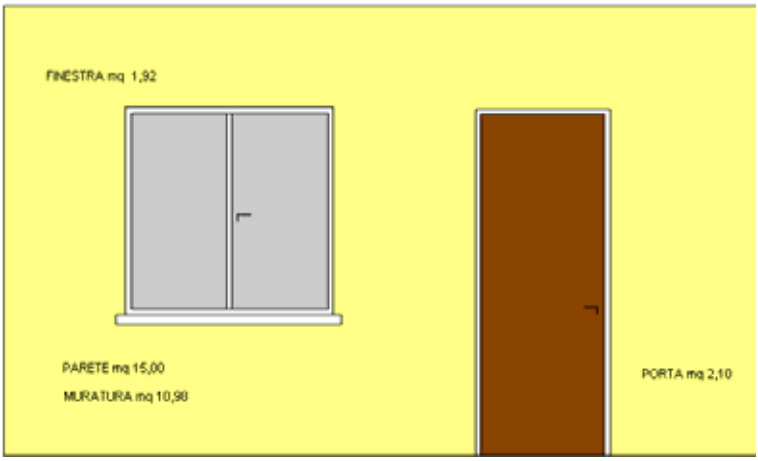
Le pareti presentano, generalmente, disomogeneità dovute a porte, a finestre, a pesi e spessori diversi. Ai fini del buon comportamento di una separazione è necessario porre particolare attenzione alla presenza di elementi acusticamente deboli, che possono compromettere notevolmente il risultato finale. Infatti l'indice risultante di una parete eterogenea è prossimo all'isolamento del componente debole. L'indice di isolamento acustico R varia con il reciproco del suo coefficiente di trasmissione:

$$R = 10\log\frac{1}{T}$$

Il coefficiente di variazione acustico medio di una parete eterogenea, costituita da vari elementi, è così determinabile:

$$T_m = \sum\frac{T_i S_i}{S} = \frac{T_1 S_1 + T_2 S_2 + \ldots\ldots + T_n S_n}{S}$$

dove T_i è il coefficiente di trasmissione della porzione di parete iesima; S_i è la superficie della porzione di parete iesima e S è la superficie totale della parete.



Cerchiamo di chiarire con un esempio come procedere nel caso si debba calcolare l'isolamento di una parete composta da tre aree come in figura.

Si supponga di conoscere superfici e potere fonoisolante delle singole strutture costituenti la parete:

Parete con porta e finestra

Tipologia del componente	S_i [m^2]	R_i [dB(A)]
Muro in blocchi di laterizio	10,98	52
Finestra	1,92	20
Porta	2,10	10
Totale	**15,0**	**?**

Ricordando che dalla formula R = 10 log 1/T è possibile ricavare la sua inversa per la derivazione di T dal valore di R:

$$T = 10^{-\frac{R}{10}}$$

si può scrivere:

$$T_m = \frac{(10^{-5,2} \times 10,98) + (10^{-2} \times 1,92) + (10^{-1} \times 2,10)}{15} = 0,015 \quad [s]$$

e quindi:

$$R_m = 10 \log \frac{1}{T_m} = 10 \log \frac{1}{0{,}015} = 18{,}2 \text{ dB}$$

Naturalmente tale valore è da considerarsi orientativo date le difficoltà di valutare i comportamenti di accoppiamento delle diverse parti. E' comunque importante rilevare come l'indice sia sceso da 52 dB(A) della parete in muratura a soli 18,2 dB(A) complessivi.

Ovviamente con alcuni semplici passaggi è altresì possibile risalire al valore di potere fonoisolante R_i richiesto per un singolo componente, noti quelli degli altri componenti, imponendo il valore R_t di attenuazione globale della parete eterogenea, che generalmente è la richiesta di prestazione:

$$T_i = \frac{T_m S - (T_1 S_1 + \ldots + T_{i-1} S_{i-1} + T_{i+1} S_{i+1} \ldots + T_n S_n)}{S_i}$$

Si supponga, ad esempio, di trovarsi nella condizione di parete eterogenea precedente e, noti i valori di potere fonoisolante di muro e porta, si vogliano stabilire i requisiti minimi di isolamento della finestra per ottenere un valore di isolamento complessivo di 18,5 dB.

$$T_m = 10^{-\frac{R_m}{10}} = 10^{-\frac{18{,}5}{10}} = 0{,}01412 \quad \text{s}$$

$$T_{finestra} = \frac{T_m S - (T_{muro} S_{muro} + T_{porta} S_{porta})}{S_{finestra}} =$$

$$= \frac{10^{-1{,}85} \times 15 - (10^{-5{,}2} \times 10{,}98 + 10^{-1} \times 2{,}10)}{1{,}92} = 0{,}00094 \text{ [s]}$$

$$R_{finestra} = 10 \log \frac{1}{T_{finestra}} = 10 \log \frac{1}{0{,}00094} = 30{,}3 \text{ dB(A)}$$

Dal calcolo precedente si può facilmente dedurre che la presenza della porta, con le caratteristiche acustiche che

la caratterizzano, rimane l'elemento chiave delle prestazioni della parete e che, anche scegliendo per la finestra materiali eccellenti, si ottiene un limitato beneficio in termini di potere fonoisolante complessivo.

$R_{finestra}$=20dB(A) → R_m=18,16 dB(A);
$R_{finestra}$=30dB(A) → R_m=18,49 dB(A);
$R_{finestra}$=50dB(A) → R_m=18,53 dB(A).

Con alcuni calcoli si può addirittura affermare che, nelle condizioni geometriche proposte e fissate per le caratteristiche acustiche di muro e porta, non vi è alcuna possibilità di raggiungere valori di potere fonoisolante superiori a 18,54 dB(A), qualunque sia il potere fonoisolante della finestra scelta. Per ottenere valori superiori di potere fonoisolante della parete risulta indispensabile agire anche sulle caratteristiche acustiche della porta.
Si esamini ora una situazione più semplice: nella parete sia presente un solo elemento di discontinuità, ad esempio una finestra, e, note le superfici dei componenti – muro e finestra – e il potere fonoisolante del muro, si voglia calcolare la prestazione richiesta all'infisso per il raggiungimento di un determinato valore di isolamento acustico di facciata.

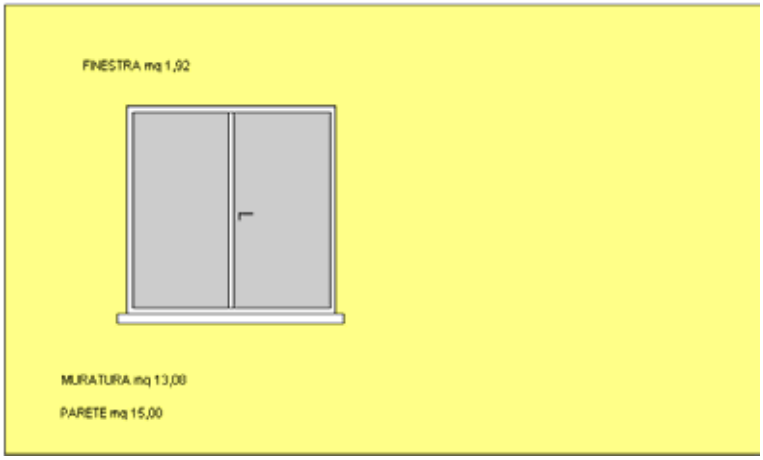
Tipologia del componente	S_i [m^2]	R_i [dB(A)]
Muro in blocchi di laterizio	13,08	52
Finestra	1,92	?
Totale	**15,0**	**40**

$$R_{finestra} = 10\log\frac{1}{T_{finestra}} = 10\log\frac{1}{0{,}000738} = 31{,}32$$

Come già accennato, dal punto di vista acustico la presenza di una zona a basso isolamento incide notevolmen-

te sul risultato complessivo ed è inutile realizzare una parte a forte isolamento se ne esiste una a isolamento molto più basso.

Nella pratica, quando la differenza del potere fonoisolante delle due parti è maggiore di 15 dB, il potere fonoisolante risultante può essere calcolato in base al potere fonoisolante della parte più debole (in genere l'infisso) e alla sua superficie rispetto al divisorio nel suo complesso:



Parete con finestra.

$$R_{complessivo} = R_{infisso} + 10 \log \frac{S_{complessivo}}{S_{infisso}}$$

Nel caso in esame, esistono le condizioni per l'applicazione della formula sperimentale semplificata sopra esposta (la differenza dei poteri fonoisolanti di muro e finestra è pari a circa 21 dB), ed una sua applicazione porterebbe a questo risultato di isolamento acustico complessivo di facciata:

$$R_{complessivo} = 31{,}32 + 10 \log \frac{15}{1{,}92} = 40{,}2$$

Il valore così ottenuto non si discosta di molto dai 40 dB (A) di isolamento ipotizzati, all'inizio, per la facciata.

E' possibile adottare accorgimenti che consentano di minimizzare il contributo degli elementi acusticamente più deboli delle facciate?

Generalmente si pone molta attenzione alla scelta del serramento, e si sceglie quello con un adeguato valore di isolamento acustico, mentre si trascura ciò che sta attorno e che, spesso, costituisce il vero elemento di criticità dell'intera struttura. È questo il caso dei cassonetti degli avvolgibili i quali, a causa della ridotta massa areica delle pannellature e dell'apertura di scorrimento della tapparella, offrono una scarsa barriera di protezione al rumore proveniente dall'esterno. Per migliorarne le caratteristiche, è necessario rivestire la parte interna del cassonetto con materiale fonoassorbente.
Le differenti prestazioni acustiche di un serramento esterno sono condizionate dalla tenuta all'aria, più o meno elevata. E' pertanto necessario fare attenzione al giunto tra telaio e parete, alle battute tra telaio fisso e telaio mobile e al giunto tra telaio mobile e vetro. Un telaio di buona fattura deve avere almeno un doppio battente e una doppia guarnizione, allo scopo di contenere le componenti di rumore in alta frequenza. A parità di caratteristiche del telaio, l'elemento che incide maggiormente sul valore di isolamento acustico del serramento è la superficie vetrata. E' ormai abituale l'impiego di vetri a doppio strato o vetro-camera, soprattutto per contenere la dispersione termica, ma è possibile che si verifichi una diminuzione del potere fonoisolante in corrispondenza della frequenza di risonanza e della frequenza di coincidenza.
Nel primo caso, è necessario intervenire sulla larghezza dell'intercapedine, in modo che la frequenza di risonanza dell'elemento, nel suo insieme, ricada nella parte dello spettro in cui l'orecchio umano è meno sensibile. Nel secondo caso, è importante che le due lastre di vetro abbiano spessori differenti, in modo che la caduta del potere

fonoisolante, in corrispondenza della frequenza critica di una lastra, sia compensata dal mantenimento delle prestazioni acustiche dell'altra.

Che cosa si intende per livello apparente normalizzato di rumore da calpestio?

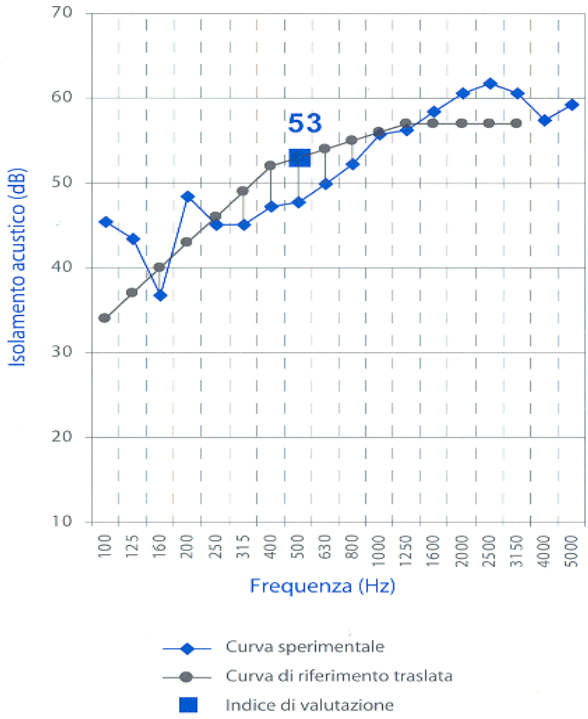
Il requisito acustico che caratterizza il comportamento dei pavimenti e dei solai nei confronti dei rumori impattivi è il livello di rumore di calpestio.
La prestazione viene valutata attraverso la misura del livello di pressione sonora nell'ambiente sottostante quando sul pavimento sovrastante agisce una macchina generatrice di rumori impattivi.
La misura in laboratorio del rumore di calpestio è descritta nella norma UNI EN ISO 140-6 mentre per la misura in opera si fa riferimento alla UNI EN ISO 140-7. Le misure in opera vengono effettuate su edifici finiti e riguardano l'intero solaio. Dalle misure di livello sonoro e tempo di riverberazione per ogni frequenza si calcolano i livelli di rumore di calpestio normalizzato L'_n o normalizzato secondo il tempo di riverberazione L'_{nT}

$$L'_n = L - 10\log\frac{A_0}{A}$$

$$L'_{nT} = L - 10\log\frac{T_0}{T}$$

dove L è il valore medio della pressione sonora misurato nell'ambiente ricevente quando sul pavimento in prova è in funzione il generatore. E' appena il caso di rilevare che, a differenza di quanto avviene per i rumori aerei, per i quali ad un maggior valore di R'_w corrisponde una migliore protezione dal rumore, nel caso di rumore da calpestio l'indice di valutazione del livello apparente normalizzato deve essere il più basso possibile.

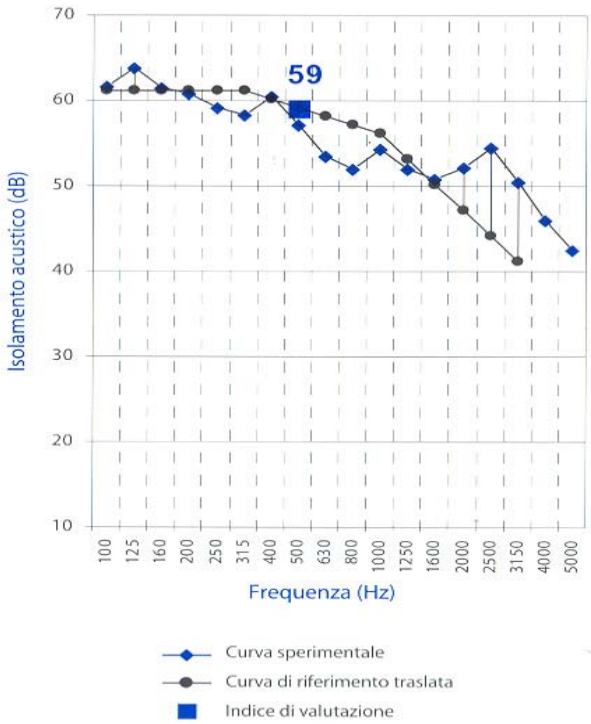
Perché nel D.P.C.M. si parla sempre di indici (indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata, indice di valutazione del livello apparente normalizzato di rumore da calpestio)?



Curva di riferimento e curva sperimentale di rumore aereo

Le misurazioni dei requisiti acustici passivi degli edifici in opera e quelle delle proprietà dei materiali in laboratorio vengono eseguite in funzione della frequenza, generalmente in bande di 1/3 di ottava, nel range 100 ÷ 3150 Hz in opera e 100 ÷ 5000 Hz in laboratorio. La rappresentazione dei valori delle grandezze in funzione della frequenza è molto utile per la valutazione qualitativa del comportamento del campione in prova, ma per una valutazione complessiva di tale comportamento, e anche per la necessità di esprimere in maniera sintetica i valori limite dei requisiti acustici, si è soliti fare uso di un unico parametro denominato *indice di valutazione*. I metodi di calcolo utilizzati per determinare i valori degli indici di valutazione (identificati in formula con il suffisso w) sono riportati nelle normative UNI EN ISO 717 parti 1 e 2. Il valore dell'indice di valutazione è ottenuto facendo scorrere la curva di riferimento, per passi di 1 dB, in alto e in basso rispetto alla curva sperimentale in modo tale che la somma algebrica degli scostamenti sfavorevoli (curva sperimentale al di sotto della curva di riferimento) diviso il numero totale di bande di frequenza considerate, si avvicini inferiormente

il più possibile a 2. Quando questa condizione è verificata l'indice di valutazione è pari al valore a 500 Hz della curva di riferimento.



Curva di riferimento e curva sperimentale di rumore da calpestio.

E' possibile chiarire sinteticamente il concetto di analisi in frequenza?

Un suono può essere costituito da un tono puro o da più toni puri ma più spesso, e a maggior ragione quando si parla di rumore, è costituito da uno spettro continuo, a tutte le frequenze, con diversi livelli sonori. L'analisi della composizione in frequenza dei suoni viene generalmente effettuata mediante la suddivisione del contenuto di energia sonora in bande cioè in prefissati intervalli di frequenza. Ciascuna banda è caratterizzata dalla frequenza nominale di centro banda f_c e dalle frequenza di taglio superiore f_s e inferiore f_i la cui differenza ne determina l'ampiezza $\Delta f = f_s - f_i$. In acustica ambientale, architettonica ed edilizia viene solitamente fatto uso dell'analisi in bande di frequenza di ampiezza percentuale $\Delta f / f_c$ = costante; in particolare le cosiddette "*analisi in ottave*" $\Delta f / f_c = 0.707$ o "*terzi di ottava*" $\Delta f / f_c = 0.232$

Per definizione, nell'analisi in bande di ampiezza percentuale costante, l'ampiezza di banda cresce al crescere della frequenza nominale di centro banda. Per questo la rappresentazione grafica degli spettri ottenuti con questa analisi avviene normalmente in scala semilogaritmica (ascisse in scala logaritmica) in modo che ne risulti un istogramma in cui graficamente ciascuna banda ha la

stessa ampiezza.
Nelle misure di isolamento acustico e qualificazione acustica degli ambienti chiusi, si usano i cosiddetti *rumore bianco* e *rumore rosa*.
Il *rumore bianco*, definito come quel rumore che ha una densità spettrale costante, cioè lo stesso contenuto energetico ad ogni frequenza, è caratterizzato da un andamento costante del livello spettrale continuo e da un aumento di 3 dB del livello nel passaggio da una ottava all'altra, considerato che l'ampiezza di ciascuna banda è il doppio di quella della banda precedente.
Il *rumore rosa*, viceversa, è caratterizzato dal fatto di mantenere lo stesso livello energetico in ciascuna banda nella rappresentazione in bande di ampiezza percentuale costante.

Che cosa significa "livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A"?

Quando si vuole ricondurre la misura della perturbazione sonora alla sensazione che potrà determinare sull'orecchio umano, si esegue proprio una "pesatura" dell'energia misurata nelle diverse bande di frequenza utilizzando la curva di ponderazione in frequenza detta A. Tale curva è stata appositamente studiata per fare in modo che, aggiungendo o sottraendo al segnale misurato alcuni dB nelle diverse bande di frequenza, si tenga conto del fatto che l'orecchio umano non è sensibile alle basse frequenze così come alle alte.
Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A quindi esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A, nell'intervallo di tempo considerato.

Esistono certamente esperienze che possono suggerire alcuni accorgimenti pratici in fase di

realizzazione delle strutture.
Possiamo esaminarne alcuni ?

La conoscenza delle sole nozioni teoriche, seppur indispensabile, non è sufficiente da sola per portare a buon fine la realizzazione di un'opera. Sono necessarie anche nozioni pratiche, frutto dell'esperienza maturata sul campo. Un esempio sono gli elementi antivibranti. Se alla base di una parete divisoria tra unità abitative si ha l'accortezza di posare una striscia di materiale antivibrante, si avrà certamente un beneficio in termini di trasmissione del rumore per via laterale. Attraverso misure sperimentali, è stato possibile rilevare che l'inserimento di uno strato di materiale elastico, sul contorno di una delle due pareti di una doppia parete, determina un miglioramento dell'indice di valutazione R_w di 2÷3 dB. E ancora: se si costruisce una parete doppia come divisorio tra unità abitative, l'utilizzo di tramezze con differente spessore per l'una e l'altra parete o, in alternativa, pareti di massa diversa, può migliorare le prestazioni acustiche del divisorio, poiché le frequenze di risonanza dei rispettivi elementi non coincidono. Nel caso in cui si proceda al rivestimento di una parete con materiale isolante è consigliabile utilizzare dei giunti di ancoraggio i quali, a differenza del tradizionale incollaggio, riducono la trasmissione sonora, poiché il pannello conserva una maggiore elasticità, e quindi può dissipare maggiore energia sonora.

Inoltre, è di particolare importanza la presenza dell'intonaco, che fornisce un significativo contributo al potere fonoisolante della parete, specie alle alte frequenze (oltre i 1.000 Hz), grazie all'effetto sigillante delle porosità e delle fessure presenti e contribuisce ad aumentare la massa dell'intera struttura. Il metodo più diffuso per contenere il livello di rumore di calpestio consiste nello stendere uno strato di materiale resiliente sul solaio nudo, risvoltante sulle pareti per alcuni centimetri, al fine di creare

una barriera di separazione fra la soletta e la caldana: si parla in questo caso di pavimenti galleggianti. Naturalmente, al fine di assicurare la buona riuscita dell'intervento, è necessario assicurarsi che il materiale impiegato sia posto in opera correttamente. Spesso, infatti, sono trascurati importanti punti di trasmissione del rumore, primo fra tutti quello costituito dall'intersezione del solaio con le pareti laterali.

A chi è possibile rivolgersi per effettuare delle prove tecniche di acustica?

Per rispondere a questa domanda è necessario chiarire finalità ed obiettivi. Se si è alla ricerca di chi possa fare valutazioni acustiche, allora viene in aiuto la legge n.447/95 che individua una figura professionale nel campo dell'acustica ambientale, ossia del cosiddetto tecnico competente in acustica, definito ai sensi dell'art. 2, comma 6, e successivamente disciplinato dal D.P.C.M. 31 marzo 1998 recante *"Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera b), e dell'articolo 2, commi 6,7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 Legge quadro sull'inquinamento acustico"*.

Il tecnico competente rappresenta la figura professionale idonea ad effettuare le misurazioni, verificare l'ottemperanza ai valori definiti dalle vigenti norme, redigere i piani di risanamento acustico, svolgere le relative attività di controllo.

All'indirizzo *www.infoacustica.it/Tecnici/tecnici.php* è possibile trovare un elenco dei tecnici competenti regionali.

Se invece si ricerca un Istituto che possa rilasciare certificazioni acustiche, si deve fare ricorso a Università o Istituti privati.

Il Consorzio Alveolater, da anni, si avvale della collaborazione di diverse Università italiane e dell'Istituto Giordano di Bellaria (RN).

Nei rapporti di prova, oltre al potere fonoisolante R_w, vengono sempre indicati dei termini correttivi C e C_{tr}. Di che cosa si tratta esattamente?

Le misurazioni delle proprietà acustiche dei materiali in laboratorio vengono eseguite in funzione della frequenza in bande di 1/3 di ottava nel campo compreso tra 100 e 5000 Hz. La rappresentazione in frequenza è molto utile per la valutazione qualitativa del comportamento del campione in prova. Per la valutazione complessiva di tale comportamento, e per la necessità di esprimere in maniera sintetica i valori limite dei requisiti acustici, si utilizza generalmente un unico parametro: l'indice di valutazione. I metodi di calcolo per la determinazione degli indici di valutazione sono riportati nelle normative UNI EN ISO 717 parti 1 e 2. Risulta evidente come l'utilizzo degli indici di valutazione determini una perdita di informazione rispetto ai dati in frequenza.

Nei rapporti di prova sperimentale vengono evidenziati i coefficienti C e C_{tr}

L'utilizzo di termini di adattamento spettrale, previsto dalla normativa UNI EN ISO 717 Appendice A, tende a compensare parzialmente questa perdita di informazioni e permette di confrontare meglio i risultati di misurazione senza utilizzare i dati in frequenza. L'uso dei termini di adattamento dello spettro (C e C_{tr}) è stato introdotto per correggere il valore dell'indice di valutazione quando il muro deve proteggere da una sorgente di rumore riconducibile al rumore rosa (C) o al rumore da traffico (C_{tr}). Il termine correttivo C viene generalmente adottato nel caso

di attività umane, traffico ferroviario ed autostradale a velocità medie o alte, ed in tutti quei casi di sorgenti che emettono rumore principalmente a frequenze medie o alte. Il termine C_{tr} viene invece generalmente utilizzato per traffico stradale urbano, traffico ferroviario a bassa velocità e per tutte quelle sorgenti che emettono rumore principalmente a frequenze basse e medie.
Se quindi il risultato della prova è:

R_w = 50 dB; C = -1 dB; C_{tr} = -3 dB

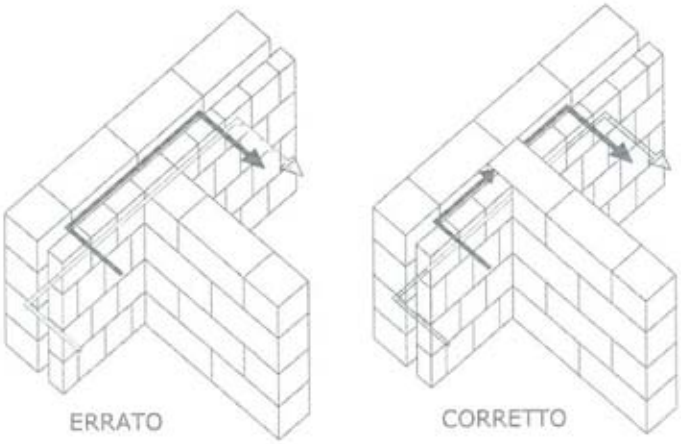
ci si potrà basare su di un valore R_w rispettivamente pari a 49 e 47 dB.

Come si affrontano le problematiche connesse alla realizzazione in opera dei componenti edili?

Esistono una serie di principi generali da osservare, per il controllo del rumore, ed alcune pratiche, magari anche diffuse, da evitare per non incorrere in macroscopici errori costruttivi. Naturalmente il rispetto del requisito di protezione acustica non garantisce dal fatto che non si avverta il disturbo derivante dall'immissione di rumore, ma è evidente che in un eventuale contenzioso giuridico il rispetto dei requisiti di legge consente di affrontare la causa da una posizione favorevole. Per quanto riguarda il controllo dei *rumori aerei* si osservi innanzitutto che se i divisori fra unità immobiliari devono rispettare almeno 50 dB richiesti dal decreto, essi dovranno essere realizzati con pareti certificate in laboratorio con valori di R_w di almeno 53÷55 dB. Questo perché una riduzione di circa 3÷5 dB è generalmente tipica per le prestazioni della parete in opera. Il valore 50 dB in opera richiede una particolare attenzione nella scelta della soluzione da adottare. Infatti, prestazioni di questo livello sono difficilmente raggiungibili da pareti monostrato in laterizio di spessore minore di 30 cm, mentre sensibili miglioramenti possono ottenersi con pareti doppie, con intercapedine riempita di

materiale fonoassorbente, eventualmente anche desolidarizzando i giunti perimetrali. Altro accorgimento per le pareti doppie è quello di utilizzare materiali diversi, oppure uguali ma di spessore differente, al fine di esaltare gli effetti di barriera acustica in una gamma maggiore di frequenze, evitando anche cadute di isolamento in corrispondenza di particolari frequenze di risonanza o coincidenza. Sulla base dello stesso principio esposto è possibile intervenire su strutture esistenti applicando contropareti o controsoffitti desolidarizzati per migliorarne le prestazioni. La trasmissione dei rumori aerei può poi avvenire lateralmente per errori nella soluzione dei nodi di attacco parete divisoria – pareti laterali e solai (cammini di fiancheggiamento). Si osservi la figura per maggior comprensione.

Per i rumori impattivi la massa è meno importante rispetto alla desolidarizzazione. In generale i solai pesanti e rigidi (soletta in cls) si oppongono bene alla trasmissione di rumori aerei ma sono carenti nei confronti dei rumori da calpestio. Per soddisfare le prescrizioni del decreto occorre quindi ricorrere a strutture dotate di pavimenti galleggianti. Un pavimento galleggiante è costituito da un massetto poggiante su uno strato di materiale elastico, in grado di attenuare la trasmissione delle vibrazioni causate dall'energia meccanica dell'impatto. Una grande influenza è esercitata anche dal tipo di finitura superficiale del pavimento (piastrelle, marmo, legno, moquette, …). Naturalmente, grande attenzione deve essere posta nella posa in opera del pavimento galleggiante, senza trascurare



Modalità di esecuzione del nodo fra parete doppia e parete di separazione.
La soluzione corretta riduce la trasmissione laterale.

importanti punti di trasmissione del rumore, costituiti dalle intersezioni strutturali. Circa gli impianti, questi vengono abitualmente posati nel sottofondo, ovvero al di sopra dello strato elastico comprimibile in modo che lo stesso sia steso uniformemente e non subisca piegature e danneggiamenti. Se poi le tubazioni devono necessariamente passare attraverso il divisorio tra unità immobiliari distinte, si tenterà di ovviare con un rivestimento della tubazione, sempre in materiale elastico.

Discorso a parte meritano porte e finestre. Al pari di qualunque altro componente, l'isolamento ai suoni aerei offerto da porte e finestre dipende, oltre che dal tipo di materiale e di telaio, anche dalla modalità di installazione e dalla battuta dei componenti. Se non si riducono drasticamente le fessure che creano una comunicazione fra gli ambienti separati dalla porta, l'impiego di porte più pesanti o di più elaborata concezione non porterà a miglioramenti acustici significativi. La necessaria sigillatura delle battute può essere ottenuta mediante l'uso di profilati o nastri autoadesivi in gomma o neoprene. Nelle porte si deve effettuare un'adeguata sigillatura del fondo mediante una battuta che tuttavia, essendo sporgente dal pavimento, può costituire un pericolo per le persone. Si può quindi ricorrere a dispositivi "fondoporta" che si attivano automaticamente alla chiusura.

Nelle finestre le prestazioni migliorano all'aumentare dello spessore dei vetri e del numero di battute fino a raggiungere valori massimi per vetri stratificati e doppi infissi. Si può passare da un indice di valutazione del potere fonoisolante di circa 15÷20 dB per le finestre a vetro singolo con scarsa tenuta all'aria, fino a valori di 40÷46 dB per finestre con telaio metallico e guarnizioni di tenuta con doppi e tripli vetri. L'isolamento offerto dalle finestre con doppi vetri dipende anche dalla distanza tra le due lastre di vetro. Per intercapedini inferiori a 12 mm, il valore dell'isolamento è uguale, o inferiore, a quello di

vetri a lastra singola a parità di massa superficiale complessiva. Tale limitazione è dovuta agli effetti di risonanza congiunta delle due lastre vetrate particolarmente rilevanti nel campo di frequenze compreso tra 200 e 400 Hz ed è eliminabile solo con spessori dell'intercapedine non inferiori ai 50 mm. Altro accorgimento è quello di utilizzare lastre di vetro di spessore differente in modo da diversificare il comportamento dei vari strati nei confronti dell'energia sonora incidente. Un'attenzione particolare deve essere dedicata al cassonetto: la scarsa tenuta dello stesso può vanificare l'installazione di finestre ad elevata prestazione acustica.

Nelle case non si è soggetti solo a rumori aerei e/o impattivi provenienti dall'esterno e/o dai vicini ma anche a rumori prodotti dai servizi (impianti di climatizzazione o riscaldamento, tubazioni, scarichi e ascensori). E' possibile minimizzare queste componenti?

Bisogna distinguere tra impianti a funzionamento continuo (climatizzatori, impianti di riscaldamento, pompe) e impianti a funzionamento discontinuo (scarichi, tubazioni, ascensori).
Le unità di climatizzazione a servizio delle unità abitative sono solitamente immuni da disturbi acustici. Problemi possono manifestarsi per gli impianti che servono più unità abitative o quando l'unità refrigerante o l'unità di raffreddamento sono poste all'esterno all'abitazione. In questo caso, i problemi che si riscontrano sono generalmente di due tipi:

- rumore aereo prodotto dai gruppi compressori e dalla ventola di raffreddamento;
- vibrazioni trasmesse all'interno dell'edificio.

Relativamente al primo punto, le schede tecniche delle macchine riportano, oramai da tempo, il livello di pres-

sione sonora (L_P) misurato ad una data distanza dall'impianto o, in alternativa, il dato di potenza sonora (L_W).
Basandosi su questi dati, deve essere valutato il luogo ove l'impianto risulta di minore impatto, nel rispetto dei livelli massimi di rumore stabiliti dal citato D.P.C.M..
Per quanto riguarda invece le vibrazioni, è necessario che le staffe di supporto dell'impianto siano provviste di idonei giunti antivibranti.
Nelle centrali termiche, le principali sorgenti di rumore sono costituite dal bruciatore (ventilatore per l'aria comburente), dalla fiamma e dalla canna fumaria. In genere, per impianti autonomi ad uso condominiale, i rischi di disturbo acustico sono limitati al rumore di combustione, prodotto dalla fiamma, percepibile come un "rombo" con frequenze medio-basse. Se l'impianto è obsoleto, si dovrà sostituire la caldaia con una nuova con funzionamento della fiamma di tipo modulato, al fine di ridurre l'"effetto esplosivo" tipico della fase di avviamento.
Per impianti centralizzati, è invece opportuno che la centrale termica sia collocata all'esterno dell'immobile o sotto un locale secondario o di servizio e che sia delimitata da strutture ad elevato potere fonoisolante, specie alle basse frequenze, ossia quelle tipicamente prodotte dalla combustione. La caldaia dovrà, inoltre, essere montata su supporti antivibranti, per interrompere le vie di propagazione delle vibrazioni prodotte dal bruciatore.
Infine, anche la canna fumaria, che può indurre effetti di risonanza alle basse frequenze, dovrà essere collegata alla caldaia con un giunto elastico e ancorata alla parete con supporti antivibranti.
Nel caso di impianti a circolazione forzata, quali quelli di riscaldamento, le principali vie di propagazione del rumore, prodotto dalle pompe di circolazione, sono individuate nelle tubazioni e nei radiatori. A tal fine, le tubazioni devono essere dotate di giunti elastici e ancoraggi flessibili al fine di evitare elevate velocità di circolazione

dell'acqua.
Anche gli elementi termo-radianti possono diventare un'importante sorgente di rumore, specialmente se le tubature non sono state opportunamente isolate. In tal caso, è necessario inserire un collegamento elastico con la tubatura o, in alternativa, un supporto elastico per l'ancoraggio alla parete o al solaio.
Negli impianti a funzionamento discontinuo, gli accorgimenti atti alla riduzione della trasmissione del rumore si basano sul principio di sconnessione degli elementi vibranti dalle strutture.
Il rumore emesso dalle tubazioni è prodotto sia dalle vibrazioni trasmesse direttamente alle pareti, attraverso i condotti, sia dalle turbolenze del fluido che in esse scorre. Per ridurre la trasmissione delle vibrazioni alle pareti, è necessario sconnettere il tubo dall'elemento solido (parete o solaio) utilizzando materiale smorzante (solitamente della gomma morbida o materiale plastico) o appositi "collari", anch'essi in materiale smorzante.
Invece, le vibrazioni prodotte dall'acqua all'interno del tubo, che nella rubinetteria sono causa di rumore da cavitazione, si generano in corrispondenza di restrizioni che causano velocità di scorrimento elevate, accompagnate da pressioni molto basse. Il tipico rumore da cavitazione è contraddistinto da componenti in alta frequenza (sibili) e può, in certi casi, essere piuttosto intenso.
Poiché il rumore generato è direttamente proporzionale al salto di pressione, è opportuno installare a monte dell'impianto di ciascun appartamento, un riduttore di pressione che permetta una maggiore apertura delle valvole. La pressione ottimale non dovrebbe superare 0,2÷0,3 MPa, mentre la velocità di scorrimento dell'acqua nelle tubature non dovrebbe andare oltre 1,5÷2 m/s. In alternativa, un sistema efficace e al tempo stesso economico, è quello di dotare il rubinetto di un elemento rompigetto, il quale provoca una riduzione della pressione dell'acqua all'usci-

ta.
Un altro rischio di disturbo è dato dal "colpo di ariete", fenomeno causato dalla brusca interruzione del flusso d'acqua all'interno tubo. Tipico esempio è il colpo che si avverte quando si chiude repentinamente un rubinetto. Tale fenomeno può essere controllato utilizzando una valvola che estingua lentamente il flusso, oppure installando una camera d'aria ad assorbimento d'urto vicino alla valvola di condotta, in modo che l'aria intrappolata nello spezzone di tubo funga da cuscinetto per assorbire l'urto.
Le emissioni sonore prodotte dallo scarico sono sorgenti sonore piuttosto elevate tanto che, in assenza di adeguate precauzioni, possono produrre, all'interno degli ambienti abitativi che le generano, livelli di rumorosità prossimi a 70 dB. Le cause sono imputabili essenzialmente alle turbolenze prodotte all'aspirazione di aria attraverso l'apertura.
Si può intervenire:

- evitando connessioni rigide con le strutture;
- aumentando la sezione del collettore, in modo da ridurre la velocità di deflusso delle acque;
- evitando pendenze elevate del tubo di collegamento fra sifone e colonna di scarico, al fine di ridurre l'aspirazione d'aria verso il sifone, causa dei tipici gorgoglii.

Generalmente i disturbi derivanti dagli ascensori sono di minor impatto. E' però possibile che essi diventino motivo di disturbo a causa del rumore prodotto dai meccanismi di guida della cabina, dall'apertura-chiusura delle porte, dagli apparecchi di sollevamento. Dal punto di vista dell'impatto acustico, gli impianti oleodinamici o idraulici sono da preferire a quelli a fune, poiché l'unica componente del rumore rilevante è costituita dal motore idraulico di sollevamento. Qualunque sia la soluzione adottata, il rumore generato si propaga per via strutturale ed è quindi necessario intervenire con alcuni accorgimen-

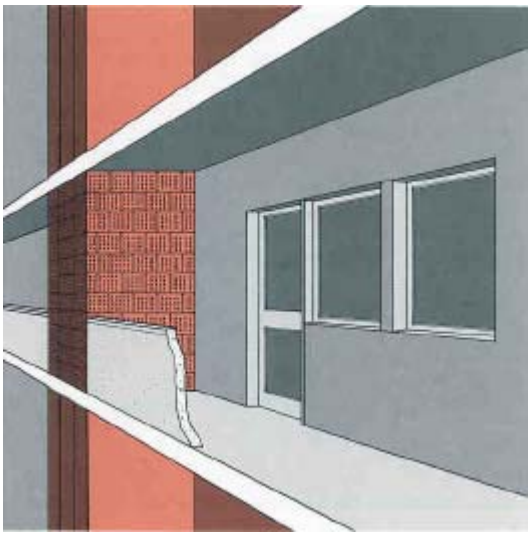
ti basilari:

- realizzare il vano ascensore con pareti ad elevata massa areica;
- applicare elementi elastici a ridosso dei pannelli che supportano i relais e teleruttori;
- montare i motori di sollevamento su supporti antivibranti;
- progettare il fabbricato in modo che le stanze da letto o i locali in cui è richiesta particolare tranquillità non siano accostati al vano ascensore.

Quando vengono realizzate barriere anti-rumore sotto forma di terrapieni, significa che l'isolamento acustico delle pareti perimetrali non è sufficiente?

Una corretta protezione contro il rumore non può basarsi unicamente sulle caratteristiche acustiche dei materiali, dei prodotti e dei componenti edilizi impiegati. È necessario, e certamente corretto, intervenire attraverso un'adeguata progettazione dell'involucro dell'edificio e su ciò che sta attorno o che, attorno, vi si può costruire.
In primo luogo è opportuno definire gli elementi planialtimetrici che consentono di porre ostacolo alla propagazione del rumore.
Frapporre fra la sorgente e il ricettore un filare alberato o della vegetazione non è un valido sistema di protezione contro il rumore (il grado di mitigazione offerto dalle fronde degli alberi è contenuto entro un valore massimo di 2-3 dB, con attenuazioni centrate su frequenze medio-alte, fuori dal campo di interesse di sorgenti quali il traffico veicolare), mentre un semplice rilevato in terra, un muro di cinta (in legno, in laterizio, in calcestruzzo rivestito, ecc.), una scarpata erbosa, sono accorgimenti sufficienti per ridurre in maniera sensibile i livelli di rumorosità in facciata per un edificio esposto al rumore del traf-

fico stradale.
In secondo luogo, curare la distribuzione planimetrica degli edifici e i rapporti in altezza tra i volumi delle strutture edilizie può costituire un interessante intervento passivo.
Ad esempio, la realizzazione di comparti edilizi chiusi favorisce riflessioni sonore multiple con conseguente aumento dei livelli di rumorosità sulla facciata degli edifici esposti, mentre edifici ben distanziati assicurano un livello omogeneo di pressione acustica. Analogamente, nel caso di edifici con facciate curvilinee, il lato rivolto verso la sorgente di rumore (strada, ferrovia, attività produttiva, o altro) dovrà avere una forma convessa allo scopo di favorire la dispersione delle onde sonore.
Nel caso di case a schiera, è utile introdurre uno sfalsamento dei corpi di fabbrica in modo da costituire un ulteriore ostacolo alla propagazione del rumore.
Inoltre, nel caso in cui, sul lato sorgente, siano previsti dei poggioli, è consigliato il rivestimento della parte superiore della loggia con materiale fonoassorbente, oltre che realizzare parapetti monolitici i quali offrono una buona schermatura al rumore per gli ambienti retrostanti.
Anche la corretta e razionale sistemazione degli spazi interni limita la propagazione dei rumori.
Bisogna concentrare il più possibile gli spazi di collegamento verticale ed orizzontale, al fine di contenere le superfici di contatto fra le diverse unità abitative e, all'interno degli appartamenti, prevedere una disposizione non speculare delle aperture, in modo da impedire l'immissione diretta del rumore da una stanza all'altra.



Poggioli con materiale fonoassorbente

La propagazione per via aerea del rumore fra due stanze,

o fra due unità abitative, può essere ridotta protraendo la parete divisoria fin oltre il filo della facciata, in modo che il rumore in uscita dagli ambienti abitativi venga deviato.

A parte il fastidio, l'esposizione al rumore è veramente dannosa? E quali effetti può avere sull'uomo?

Il rumore ha assunto i caratteri di un vero e proprio problema sociale e sanitario. Il rumore non si limita a "disturbare", ma può essere responsabile, nel caso sia molto intenso, continuo e prolungato, di danni a livello del sistema uditivo o ad apparati extrauditivi. Gli elevati tassi di rumore ambientale a cui si è sottoposti per tutta la vita, le attività ludiche rumorose sempre più diffuse già in età giovanile, hanno portato ad un incremento della presbioacusia, ossia una fisiologica perdita uditiva che, in condizioni normali, dovrebbe instaurarsi solo con l'età. Oltre alla diminuzione (reversibile o irreversibile) delle capacità uditive, il rumore può produrre molteplici effetti su altri organi o apparati:

- il cuore, che batte con maggior frequenza ed aumenta la pressione del sangue
- il polmoni, dove si hanno variazioni della frequenza e della profondità del respiro;
- lo stomaco, esponendo al rischio di ulcere;
- la vista, con la riduzione di acuità ed ampiezza del campo visivo;
- la funzione delle ghiandole endocrine.

Naturalmente, anche l'effetto di disturbo non va sottovalutato. Il rumore è responsabile di numerosi effetti sul nostro organismo la cui entità dipende, oltre che dalle sue caratteristiche, anche da variabili legate al soggetto esposto: personalità (ansia, nevrosi, depressione, ecc.), attività svolta in quel momento (maggiore è l'impegno mentale maggiore è il disturbo), rapporto tra il soggetto e il rumo-

re (il fatto che il soggetto sia responsabile dell'emissione o possa controllarne la fonte facilita l'accettazione), abitudine (fenomeno dell'assuefazione). Dato che queste variabili sono estremamente soggettive, si comprende come non risulti facile stabilire un rapporto quantitativo tra livello sonoro e disturbo. Esistono però esperienze comuni di disturbo: sono ben noti ad esempio gli effetti che può avere il rumore sul sonno. Naturalmente il disturbo è ampiamente soggettivo e l'esposizione prolungata al rumore notturno può innescare fenomeni di assuefazione per cui gli effetti di disturbo possono essere più deboli. Inoltre l'attenzione, la concentrazione mentale e i processi di apprendimento vengono disturbati da livelli di rumorosità già a partire da 40 dB, ma anche in questo caso il grado di disturbo dipende dalle caratteristiche del soggetto.

Il produttore dei blocchi utilizzati in una costruzione può essere considerato responsabile del mancato raggiungimento delle prestazioni attese, in opera?

Il produttore dichiara le caratteristiche del proprio prodotto attraverso la scheda (o cartiglio) CE. Nella scheda, come è richiesto dall'Allegato ZA della norma UNI EN 771-1, vengono indicati la massa del blocco, la percentuale di foratura e le caratteristiche geometriche, attraverso un disegno o una tabella che riporta le informazioni sugli spessori delle pareti e dei setti e sulle dimensioni dei fori. A questo si limita la responsabilità del produttore. E' compito del progettista, attraverso i dati forniti, valutare le possibili prestazioni della muratura utilizzando formule sperimentali (ad esempio riportate sul Tecnical Report UNI 11175) o sulla base della propria esperienza. Il produttore può anche fornire il risultato di una verifica sperimentale di laboratorio, con l'esatta indica-

zione delle modalità di posa in opera (tipo di malta, caratteristiche dei giunti, spessore e caratteristiche dell'intonaco), ma, ovviamente, a puro scopo informativo. Infatti, la sola variazione del tipo di malta, utilizzando ad esempio una malta bastarda al posto di una malta cementizia, può ridurre la prestazione di laboratorio di una parete di spessore 30 cm, in elementi semipieni, di 3÷4 dB. La sostituzione di un blocco a facce piane con un blocco a incastro comporta una riduzione ancora superiore delle prestazioni acustiche della parete.

Allo stesso modo un produttore potrebbe fornire anche i risultati di prove eseguite in opera, ma alle variabili legate alla costruzione del muro si sommano le variabili di progetto (dimensione della parete, dimensione del vano ricevente, caratteristiche delle murature perimetrali e dei solai). In merito alla responsabilità del produttore dei materiali, la Corte di Cassazione, con sentenza del 10 settembre 2002, ha stabilito che la ditta fornitrice di materiali per la realizzazione di un'opera non è responsabile dei vizi della stessa se non ha partecipato direttamente alla sua realizzazione. La Cassazione ha quindi stabilito che il produttore è soggetto alla disciplina in tema di compravendita e non all'art. 1669 del Codice Civile, relativo alla rovina e ai difetti degli immobili, che va invece riferito al costruttore, all'appaltatore e al direttore dei lavori.

Giurisprudenza

Il crescente aumento del valore immobiliare ma, soprattutto, la maggiore sensibilità generale della popolazione, hanno contribuito a far crescere l'attenzione nei confronti della qualità costruttiva e del comfort abitativo.
Spesso l'offerta si trova impreparata nel rispondere appieno a tali esigenze, per cui è cresciuto il numero dei contenziosi, in sede civile, fra l'acquirente dell'immobile e il progettista o l'impresa, allo scopo di far cessare le cause del disturbo e per ottenere il risarcimento dei danni subiti.
Le vertenze giudiziarie sono centrate principalmente su tre aspetti:

- la valutazione delle emissioni sonore in relazione al criterio giurisprudenziale della normale tollerabilità, ai sensi dell'art. 844 Codice civile;
- la valutazione dei requisiti acustici passivi dell'edificio, in relazione ai quali verificare il soddisfacimento del cosiddetto criterio di "buona tecnica";
- la quantificazione della svalutazione dell'immobile.

Il principio generale, su cui si fonda lo stesso D.P.C.M. 5 dicembre 1997 è stato definito dal documento interpretativo numero 5 del 1994 "Protezione contro il rumore", in ottemperanza alla Direttiva europea n. 89/106 del 1988, nel quale è richiesto che "l'opera deve essere concepita e costruita in modo che il rumore, cui sono sottoposti gli occupanti della stessa e le persone situate in prossimità, si mantenga a livelli che non nuocciano alla loro salute e tali da consentire loro soddisfacenti condizioni di sonno, riposo e lavoro". Su tale principio fondamentale si sono centrate e sviluppate le disposizioni legislative regolamentari e amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione.
Tale requisito, può riguardare tutte le opere.

La salute delle persone può, infatti, essere influenzata dal livello dei rumori ai quali sono esposte, in relazione alla nozione di "benessere", applicabile al sonno, al riposo e alle attività lavorative.
Tuttavia, correlare il giudizio legato alla percezione sonora del soggetto disturbato con un dato tecnico di verifica sul campo, attraverso cui definire la quantificazione dell'eventuale danno subito, è cosa assai complessa; prova ne sono le differenti interpretazioni giurisprudenziali in materia.
Intraprendere un'azione civile significa voler rivendicare, di fronte al Giudice, il danno subito da un soggetto a seguito di un'accertata menomazione, sia essa di carattere patrimoniale che fisico.
La casistica giurisprudenziale ha individuato tre grandi categorie di danno: *danno patrimoniale, danno biologico e danno morale*.
Il *danno patrimoniale* comprende qualsiasi pregiudizio che incida sulla sfera dei beni di un dato soggetto e che sia suscettibile di valutazione economica.
Il *danno biologico* interessa la sfera del diritto all'integrità psicofisica di una persona, comprendendo aspetti quali lo stress, una malattia che determini un'invalidità permanente o anche solo temporanea, fino a giungere ad una diminuzione della vita di relazione.
Infine, *il danno morale*, ossia il danno che subisce il soggetto a seguito di dolore psichico, qui citato a titolo puramente informativo, giacché applicato solo quando derivi da reato.
Al danno corrisponde la sanzione del risarcimento che può avvenire in forma specifica (art. 2058 c.c.), attraverso il ripristino dello status quo ante, o per equivalente monetario (art. 2056 c.c.) corrispondente alla liquidazione di una somma di denaro commisurata al danno patito.
Nel campo immobiliare, il danno che il bene subisce è principalmente attribuibile ad una diminuzione del suo

valore commerciale, considerato che, noto il vizio del bene oggetto di contratto, lo stesso diviene meno appetibile ed il suo prezzo conseguentemente cala. Inoltre, il valore di un immobile deve essere considerato non solo come valore di vendita, ma anche come valore d'uso. È questo il caso sicuramente più frequente, poiché la contestazione è avanzata da coloro che hanno in godimento quel bene e, proprio per questo, non vogliono cederlo.
Fra le cause responsabili della perdita di valore dell'immobile v'è la considerazione che, *"...in presenza di immissioni di rumore intollerabili, che ostacolano il pieno godimento del bene, queste incidono sulla personale libertà di condurre una vita domestica secondo le convenienti condizioni di quiete."* (Cass.Civ. Sez. Un. 15 ottobre 1998, n. 10186). Tale principio sancisce il diritto di poter fruire liberamente, e quindi anche silenziosamente, della propria abitazione.
Tuttavia, al fine di mettere in relazione la valutazione tecnica, attraverso verifiche sperimentali dei limiti di immissione sonora e requisiti acustici passivi degli edifici, con il profilo giurisprudenziale, inerente la valutazione del danno subito, è necessario verificare se l'opera è stata eseguita a "regola d'arte", ossia rispettando i tradizionali canoni di buona tecnica. Tale valutazione può essere estesa anche alla relazione tecnica redatta dal progettista, qualora la stessa risulti incompleta o difforme a quanto imposto dalla specifica normativa di settore.
La relazione tecnica del progettista diviene, in questo caso, un atto di obbligazione contrattuale nei confronti dell'acquirente o committente dell'opera ma anche dell'impresa di costruzioni, poiché la stessa è conseguenza di una specifica norma (D.P.C.M. 5 dicembre 1997) e come tale soggetta alla valutazione del comportamento soggettivo di cui all'art. 1176 c.c. (Diligenza nell'adempimento), con riferimento alla natura dell'attività esercitata. Infatti, il contenuto dell'obbligazione consiste nelle tecniche

proprie dell'attività specializzata e del grado di diligenza del progettista o dell'impresa, esperti entrambi in un'attività professionale, i quali dovranno operare in riferimento al risultato specifico che ha comportato l'obbligazione assunta, ossia all'individuazione delle necessarie opere di contenimento delle immissioni sonore, per il primo, e alla corretta esecuzione dei lavori, per il secondo.
L'adempimento della prestazione secondo la regola d'arte, costituisce un'obbligazione di risultato che è rilevante per:

- stabilire, ai sensi dell'articolo 1218 del Codice civile, la responsabilità del progettista o dell'impresa di costruzioni, i quali sono tenuti al risarcimento del danno se non hanno eseguito esattamente la prestazione dovuta, fatta eccezione nel caso in cui tale inadempimento sia derivato da cause a loro non imputabili;
- stabilire, da parte dell'acquirente o del committente, secondo quanto previsto dall'articolo 2224 Codice civile, un congruo termine entro il quale il progettista o l'impresa di costruzioni devono conformarsi alle condizioni di contratto e alla regola d'arte. Trascorso inutilmente tale termine, è data facoltà di recedere dal contratto, salvo il diritto al risarcimento del danno.

La verifica può essere estesa anche in relazione a quanto stabilito dall'art. 134 del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 "Testo unico sull'edilizia", il quale prevede che *"... qualora l'acquirente o il conduttore dell'immobile riscontri difformità dalle norme del presente testo unico, anche se non emerse da eventuali precedenti verifiche, deve farne denuncia al comune entro un anno dalla constatazione, a pena di decadenza dal diritto di risarcimento del danno da parte del committente o del proprietario"*.
Nei casi in cui sia disposto il risarcimento monetario a favore del proprietario, tale somma può risultare elevata, nell'ordine del 15-20% del valore dell'immobile, se non

addirittura superiore. Tuttavia, tale somma dipende da numerosi fattori, (posizione, valore dell'immobile, entità del disturbo, ecc.), che rendono la valutazione differente da caso a caso.

A questo punto, è inevitabile rilevare il notevole divario creatosi fra la rivendicazione assunta in ambito amministrativo, per la quale, qualora ne sia accertata la violazione della norma, è prevista l'irrogazione di una sanzione, senza peraltro l'obbligo di ripristino dell'opera, ed un eventuale contenzioso in ambito civile.

Siffatta disparità di trattamento, pone, chi lamenta una grave deficienza strutturale, nella condizione di dover contestare al progettista/costruttore il danno patito esclusivamente davanti al Giudice, in relazione al principio istituito dalla citata direttiva europea n. 89/106 del 1988. Tuttavia, anche questa via non è certo priva di controindicazioni, fra le quali spiccano i lunghi tempi in capo all'ordinamento italiano e, in ogni caso, consapevoli che il risultato è, spesso, incerto.

Pare pertanto auspicabile un sollecito intervento del legislatore nazionale al fine di porre chiarezza a questa iniqua situazione. Tale intervento garantirebbe una maggior tutela nei confronti dell'acquirente e, nel contempo, offrirebbe la dovuta garanzia ai due principali soggetti attivi nella realizzazione dell'opera, ossia il progettista e l'impresa di costruzioni.

La procedura Isolater

Qualche chiarimento sull'isolamento acustico delle pareti interne

Le prestazioni acustiche dei divisori interni sono controllate attraverso l'analisi dell'isolamento acustico ai rumori di tipo aereo.
L'analisi è effettuata in laboratori qualificati su campioni di parete di dimensione standardizzata, misurando la differenza tra i livelli di pressione sonora nell'ambiente emittente nel quale si trova la sorgente sonora e nell'ambiente ricevente ovvero quello disturbato. La procedura è descritta e normata nella UNI-EN ISO 140-3 e prevede che l'analisi sia effettuate in frequenza in bande di 1/3 di ottava.
La determinazione in laboratorio del potere fonoisolante del campione sottoposto a prova tiene conto della sola trasmissione sonora diretta attraverso la partizione, dal momento che i laboratori sono per loro natura strutturati, con sconnessione strutturale degli ambienti, in modo da eliminare ogni altra forma di trasmissione eccezion fatta per quella diretta.
Risulta chiaro che, nelle reali condizioni di posa in opera delle partizioni, oltre alla trasmissione sonora diretta parteciperanno altre vie di trasmissione sia aeree che strutturali.
I dati generati in edifici reali, che tengono dunque conto di tutte le forme di trasmissione sonora, si esprimono in termini di potere fonoisolante apparente R'.
Qualora, come esplicitamente richiesto dal decreto sui requisiti acustici passivi degli edifici, il calcolo del potere fonoisolante apparente R' può essere eseguito in termini di indice di valutazione R'_w, anche le prestazioni di tutti i componenti interessati dalla trasmissione sonora possono essere espressi con indici di valutazione. In questo caso,

se la parete di separazione e le sue pareti laterali sono del tipo a singolo strato, la stima dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w può seguire la metodologia semplificata per la quale è necessario conoscere solo il valore della massa superficiale delle diverse strutture interessate.
Ecco allora la relazione:

$$R'_w = R_w - C_L$$

dove R_w è l'indice di valutazione della partizione (determinato con misure di laboratorio o da stima teorica) e C_L è il contributo valutato in maniera globale della trasmissione laterale.
Il valore di questo indice C_L, funzione del tipo di giunto tra la partizione e le sue strutture laterali e della massa superficiale di queste, si ottiene da tabelle derivate con un metodo che ipotizza che tutti i giunti tra la partizione in esame e le sue strutture laterali siano rigidi.

Tabella: PARETI contributo globale della trasmissione laterale C_L, in dB, per giunti rigidi a croce

		Massa superficiale media delle strutture laterali (kg/m^2) non coperti da rivestimento isolante								
		100	**150**	**200**	**250**	**300**	**350**	**400**	**450**	**500**
Massa superficiale della partizione (kg/m^2)	**100**	1.5	1.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	150	3.0	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
	200	4.5	2.5	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
	250	5.0	3.5	2.5	1.5	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5
	300	6.0	4.5	3.0	2.5	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5
	350	7.0	5.0	3.5	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0
	400	7.5	5.5	4.5	3.5	2.5	2.0	1.5	1.5	1.0
	450	8.0	6.0	5.0	4.0	3.0	2.5	2.0	1.5	1.5
	500	8.5	6.5	5.0	4.5	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5

Tabella: PARETI contributo globale della trasmissione laterale C_L, in dB, per giunti rigidi a T

		Massa superficiale media delle strutture laterali (kg/m^2) non coperti da rivestimento isolante								
		100	**150**	**200**	**250**	**300**	**350**	**400**	**450**	**500**
Massa superficiale della partizione (kg/m^2)	**100**	3.0	1.5	1.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	150	5.0	3.0	2.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
	200	6.5	4.5	3.0	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5
	250	8.0	5.5	4.0	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0
	300	9.0	6.5	5.0	4.0	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
	350	10.0	7.5	6.0	4.5	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5
	400	10.5	8.5	6.5	5.5	4.5	3.5	3.0	2.5	2.0
	450	11.5	9.0	7.5	6.0	5.0	4.0	3.5	3.0	2.5
	500	12.0	9.5	8.0	6.5	5.5	4.5	4.0	3.5	3.0

Tabella: SOLAI contributo globale della trasmissione laterale C_L, in dB, per giunti rigidi a croce

		Massa superficiale media delle strutture laterali (kg/m^2) non coperti da rivestimento isolante								
		100	**150**	**200**	**250**	**300**	**350**	**400**	**450**	**500**
Massa superficiale della partizione (kg/m^2)	**100**	2.5	1.5	1.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	150	4.0	2.5	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
	200	5.0	3.5	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5
	250	6.0	4.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0
	300	7.0	5.0	4.0	3.0	2.5	2.0	1.5	1.5	1.0
	350	7.5	6.0	4.5	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.5
	400	8.0	6.5	5.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0
	450	8.5	7.0	5.5	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0
	500	9.0	7.5	6.0	5.0	4.5	3.5	3.0	3.0	2.5

Quaderni Alveolater®

Tabella: SOLAI contributo globale della trasmissione laterale C_L, in dB, per giunti rigidi a T

		Massa superficiale media delle strutture laterali (kg/m^2) non coperti da rivestimento isolante								
		100	**150**	**200**	**250**	**300**	**350**	**400**	**450**	**500**
Massa superficiale della partizione (kg/m^2)	**100**	4.0	2.5	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0
	150	6.0	4.0	3.0	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5
	200	8.0	5.5	4.0	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0
	250	9.0	7.0	5.0	4.0	3.0	2.5	2.0	1.5	1.5
	300	10.0	8.0	6.0	5.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0
	350	11.0	8.5	7.0	6.0	5.0	4.0	3.5	3.0	2.5
	400	11.5	9.5	8.0	6.5	5.5	4.5	4.0	3.5	3.0
	450	12.0	10.0	8.5	7.0	6.0	5.5	4.5	4.0	3.5
	500	13.0	10.5	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.5	4.0

Nel caso in cui alcune strutture laterali siano del tipo a doppio strato di mattoni, il metodo è caratterizzato da minore affidabilità. Può comunque essere utilizzato per una valutazione di prima approssimazione dell'entità della trasmissione sonora laterale.

Si può affermare che nei casi più ricorrenti la trasmissione laterale comporta un decadimento delle prestazioni comprese in un range di valori da 3 a 5 dB: pertanto se ad un divisorio è richiesto, ad esempio, un valore R'_w=50 dB, il valore R_w certificato in laboratorio dovrà essere non inferiore a 53÷55 dB.

Per il calcolo del potere fonoisolante di pareti monostrato, in termini di indice di valutazione, sono state ricavate alcune formule ottenute sulla base dell'analisi di un consistente numero di dati sperimentali raccolte nell'esame di una vasta gamma di pareti. Tali formule permettono la stima semplificata del potere fonoisolante delle pareti a partire dal solo valore della massa superficiale di queste.

Partendo dalla più generale, si noti come in ambito nazionale sia stata messa a punto una formula valida per pareti

in laterizio normale o alleggerito di massa superficiale complessiva compresa tra 50 e 400 kg/m^2:

$$R_w = 20LogM$$

Sebbene la formula sia caratterizzata da buona affidabilità, recenti ricerche effettuate dal Consorzio Alveolater su pareti monostrato realizzate con blocchi a facce piane in opera a giunti di malta verticali e orizzontali continui, hanno portato a modificare tale relazione nella:

$$R_w = 20{,}5LogM$$

per lo meno nell'intervallo di massa superficiale complessiva 230<M<400 kg/m^2.
Viceversa, per blocchi a incastro a giunti di malta orizzontali continui il confronto con i dati sperimentali raccolti dal Consorzio porta alla relazione:

$$R_w = 18{,}6LogM$$

anch'essa generalmente valida nell'intervallo di massa superficiale complessiva 230<M<400 kg/m^2.
Di minore affidabilità, ma pur sempre utile in fase di progettazione acustica degli edifici, è la formula riportata in appendice alla norma UNI EN ISO 12354-1, valida per pareti di massa superficiale superiore ai 150 kg/m^2:

$$R_w = 37{,}5LogM - 42$$

Un po' diverso è il discorso relativo alle pareti doppie.
La stima semplificata, non ammessa dalle ipotesi di validità delle formule sopra riportate, può comunque essere effettuata in base ad esse, con l'avvertenza di considerare i risultati come valori cautelativi.
Per sfruttare al meglio le proprietà fonoisolanti delle pareti doppie in laterizio a intercapedine vuota occorre che l'intercapedine sia almeno di 10 cm, in modo da portare la frequenza di risonanza di intercapedine al di sopra di 1700 Hz. I
n queste condizioni il valore del potere fonoisolante può

essere stimato con la relazione:

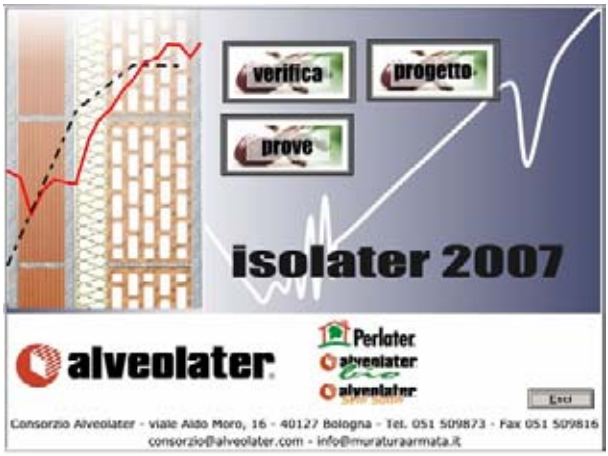
$$R_w = 20LogM + 20Logd - 10$$

dove d è lo spessore dell'intercapedine espresso in cm.
In tutte le altre condizioni, seppure in un ambito di massa superficiale complessiva compreso tra 230<M<400 kg/m^2, i risultati sperimentali del Consorzio Alveolater per pareti doppie con isolante interposto, hanno portato per le pareti doppie alla relazione:

$$R_w = 22{,}3LogM$$

La formula utilizzata per la valutazione del potere fonoisolante dei solai *(R_w=20 Log M)* è stata confermata dalla ricerca condotta da Andil Assolaterizi in collaborazione con l'Università di Parma.

L'applicativo software



La schermata iniziale della procedura Isolater

La procedura Isolater è basata su queste formule e consente la verifica del potere fonoisolante di pareti semplici e pareti doppie in funzione delle caratteristiche dei laterizi, della presenza o meno dell'intonaco, dello spessore dei giunti di malta, dell'eventuale isolante. Nei solai la verifica è basata sulle caratteristiche del solaio (a travetti, in opera, a lastre in calcestruzzo armato), sulla presenza o meno di soletta e di intonaco e sulla massa del pavimento.
Il progetto consente di ottenere le masse frontali delle pareti o dei solai in funzione di un prefissato valore dell'indice di valutazione R_w.
Alla voce Prove si possono trovare i rapporti di prova di tutte le prove acustiche eseguite dal Consorzio Alveolater e alcuni scritti sulle ricerche eseguite.

Bibliografia

Riferimenti legislativi e normativi

[1] D.P.C.M 1 marzo 1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno - (G.U. 8 marzo 1991 n.57)

[2] D.lgs 277/91 - Attuazione delle Direttive Europee in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici - (G.U. 27 agosto 1991 n.200 suppl.ord.)

[3] Legge quadro sull'inquinamento acustico n.447 del 26 ottobre 1995 - (G.U. 30 ottobre 1995 n.254)

[4] D.P.C.M. 5 dicembre 1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici - (G.U. 22 dicembre 1997 n.297)

[5] UNI EN ISO 140-3 1997, Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edifici - Parte 3: misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio.

[6] UNI EN ISO 140-4 2000, Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edifici - Parte 4: misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti.

[7] UNI EN ISO 140-5 2000, Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edifici - Parte 5: misurazioni in opera dell'isolamento acustico degli elementi di facciata e delle facciate.

[8] UNI EN ISO 140-6 2000, Acustica - Misurazione

dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edifici - Parte 6: misurazioni in laboratorio dell'isolamento dai rumori di calpestio di solai.

[9] UNI EN ISO 140-7 2000, Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edifici - Parte 6: misurazioni in opera dell'isolamento dai rumori di calpestio di solai.

[10] UNI EN ISO 717-1 1997, Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 1: isolamento acustico per via aerea.

[11] UNI EN ISO 717-2 1997, Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 2: isolamento del rumore di calpestio.

[12] UNI EN 12354-1 2002, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.

[13] UNI EN 12354-2 2002, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.

[14] UNI EN 12354-3 2002, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.

[15] UNI TR 11175 2005, Guida alle norme della serie EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale.

Riferimenti scientifici

[16] G. Cellai, S. Secchi, L. Busa - La protezione acustica degli edifici - Alinea Editrice (2005)

[17] R. Pompoli - Il fenomeno sonoro, Dispense del corso per Tecnici in Acustica, Scuola di Acustica dell'Università di Ferrara (1996)

[18] R. Pompoli - La scala del decibel, Dispense del corso per Tecnici in Acustica, Scuola di Acustica dell'Università di Ferrara (1996)

[19] R. Pompoli - Cenni sull'analisi in frequenza dei segnali sonori, Dispense del corso per Tecnici in Acustica, Scuola di Acustica dell'Università di Ferrara (1996)

[20] E. Arslan - Danni uditivi ed extrauditivi da rumore, Dispense del corso per Tecnici in Acustica, Scuola di Acustica dell'Università di Ferrara (1996)

[21] R. Pompoli, P. Fausti - Protezione acustica degli edifici, Dispense del corso per Tecnici in Acustica, Scuola di Acustica dell'Università di Ferrara (1996)

[22] A. Giulianini, A. Cocchi - Elementi di acustica tecnica - Libreria Editoriale Petroni (1973)

[23] L. Mattevi - Requisiti acustici degli edifici, manuale tecnico-pratico

[24] L. Mattevi - Assorbimento acustico, manuale tecnico-pratico

[25] N. Tubi - La realizzazione di murature in laterizio - Edizioni Laterconsult (1993)

[26] M. Garai, S. Secchi, Metodi di previsione delle prestazioni acustiche degli edifici: isolamento all'interno degli edifici. Atti del Convegno Nazionale

"Edilizia e Ambiente", Trento 18-20 febbraio 1998.

[27] M.C. Torricelli, Il corretto impiego degli elementi forati di laterizio, Andil Assolaterizi

[28] R. Albatici, A. Di Bella, P. Fausti, A. Frattari, G. Nicosia, R. Pompoli, S. Secchi, M. Tosi, R. Zecchin - Isolamento acustico di pareti interne in laterizio: misure sperimentali e metodi di previsione - L'industria dei Laterizi 72/01

[29] R. Albatici, A. Di Bella, P. Fausti, A. Frattari, G. Nicosia, R. Pompoli, S. Secchi, M. Tosi, R. Zecchin - Isolamento acustico di pareti interne in laterizio: misure e metodi - Costruire in laterizio 83/01

[30] A. Farina, G. Raffellini - Potere fonoisolante di murature in laterizio: verifiche sperimentali di laboratorio e considerazioni applicative - Costruire in laterizio 23/91

[31] A. Cocchi, A. Farina, P. Fausti, R. Pompoli, G. Semprini - Prestazioni acustiche dei solai in laterizio - Costruire in laterizio 38/94

[32] Relazione conclusiva della ricerca svolta in collaborazione tra ANDIL Assolaterizi, Università di Ferrara, Università di Padova, Università di Trento: "Verifica in laboratorio ed in opera dell'isolamento acustico di pareti interne in laterizio: misure sperimentali e metodi di previsione"

[33] R. Pompoli, S. Secchi - Isolamento acustico delle facciate: confronto normativo, metodi di calcolo e verifiche sperimentali - Costruire in laterizio 73/00

[34] P. Fausti, S. Secchi - Verifica delle prestazioni acustiche di divisori interni - Costruire in laterizio 87-/02

[35] R. Pompoli, P. Fausti - Isolamento acustico di strut-

ture divisorie in laterizio - Costruire in laterizio 52-/96

[36] Relazione conclusiva della ricerca svolta in collaborazione tra Consorzio Alveolater e Università di Ferrara: "Potere fonoisolante di pareti divisorie in laterizio alleggerito: risultati sperimentali di laboratorio e formule di previsione"

[37] N. Tubi, G. Zanarini - Costruire in laterizio alveolato - Consorzio Alveolater

[38] A. Converso - Il danno patrimoniale sugli immobili - Atti del Convegno Incidenza del rumore sul valore immobiliare, Politecnico di Milano 2000

[39] A. Campolongo - Influenza del rumore sul valore immobiliare - Atti del Convegno Incidenza del rumore sul valore immobiliare, Politecnico di Milano 2000

[40] R. Spagnolo - Manuale di acustica applicata - Utet (2001)

APPENDICE A - Prove tecniche di acustica

Caratteristiche dell'ambiente di prova in laboratorio e metodologie di misura

L'ambiente di prova in laboratorio è costituito da due camere una delle quali, definita "camera emittente" (volume 57 m^3), contiene la sorgente di rumore, mentre l'altra, definita "camera ricevente" (volume 88 m^3), è caratterizzata acusticamente mediante l'area di assorbimento acustico equivalente. Il campione è posizionato nell'apertura tra le due camere dell'ambiente di prova.

Vengono rilevati il livello di pressione sonora alle varie frequenze, nell'intervallo compreso tra 100 Hz e 5000 Hz, sia nella camera emittente che in quella ricevente, e i tempi di riverberazione di quest'ultima nel medesimo campo di lavoro. L'indice di valutazione R_w del potere fonoisolante R è pari al valore in dB della curva di riferimento a 500 Hz secondo il procedimento della norma ISO 717 parte 1ª.

Il potere fonoisolante R, pari a 10 volte il logaritmo decimale del rapporto fra la potenza sonora incidente e la potenza sonora trasmessa attraverso il campione, viene calcolato utilizzando la formula:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A}$$

dove:

R = Potere Fonoisolante, espresso in dB

L_1 = livello medio di pressione sonora nella camera emittente, espresso in dB
L_2 = livello medio di pressione sonora nella camera ricevente, espresso in dB
S = superficie utile di misura del campione in prova, espressa in m^2
A = area di assorbimento acustico equivalente della camera ricevente, espressa in m^2, calcolata a sua volta utilizzando la seguente formula:

$$A = 0{,}163\frac{V}{T}$$

dove
V = volume della camera ricevente, espresso in m^3
T = tempo di riverberazione espresso in s.

Vengono inoltre calcolati, come proposto dalla norma ISO 717 parte 1ª, i termini correttivi in dB che tengono conto delle caratteristiche di particolari spettri sonori in sorgente e precisamente:

- termine correttivo C da sommare all'indice di valutazione R_w con spettro in sorgente relativo a rumore rosa ponderato A
- termine correttivo C_{tr} da sommare all'indice di valutazione R_w con spettro in sorgente relativo a rumore da traffico ponderato A.

INDICE RAPPORTI DI PROVA

Quaderni Alveolater®

Pareti Semplici

Descrizione	Spess.	R_w	Pag.
Muratura in blocchi alleggeriti a tre fori, con intonaco	18	42	**A-7**
Muratura in blocchi alleggeriti a tre fori con fori riempiti di malta, con intonaco	18	54	**A-8**
Muratura in blocchi ad “H” per muratura armata, con intonaco	25	52	**A-9**
Muratura in blocchi ad “H” per muratura armata, fori riempiti di malta, con intonaco	25	53	**A-10**
Muratura in blocchi ad “H” per muratura armata, fori riempiti di malta, con intonaco	30	56	**A-11**
Muratura in semipieni a incastro, intonaco	35	48	**A-12**
Muratura in semipieni a incastro, intonaco	38	49	**A-13**
Muratura in semipieni a incastro, intonaco	42	50	**A-14**
Muratura in blocchi per muratura armata, con intonaco	30	53	**A-15**
Muratura in blocchi Alveolater A 77/45, intonaco su un lato	20	50	**A-22**
Muratura in blocchi Alveolater A 148/45, intonaco su un lato	12	43	**A-24**
Muratura in blocchi Alveolater i 35 classe 45, con intonaco	35	49	**A-26**
Muratura in blocchi Alveolater i 30 classe 45, con intonaco	30	46	**A-27**
Muratura in blocchi Alveolater 20 classe 45, con intonaco	20	51	**A-28**
Muratura in blocchi Alveolater IPER 30 classe 60, con intonaco	30	50	**A-29**
Muratura in mattoni faccia a vista	12	43	**A-40**

Muratura in blocchi Alveolater A 62/60, con intonaco	30	46	**A-42**
Muratura in blocchi Alveolater A 55/60, con intonaco	35	47	**A-43**
Muratura in blocchi Alveolater T 30 classe 60, con intonaco	30	48	**A-44**
Muratura in blocchi Alveolater T 35 classe 60, con intonaco	35	50	**A-45**
Muratura in blocchi Alveolater A 36/45, con intonaco	45	56	**A-46**
Muratura in blocchi Alveolater A 62/45, con intonaco	30	54	**A-47**
Muratura in blocchi Alveolater A 55/45, con intonaco	35	54	**A-48**
Muratura in tramezze, con intonaco	8	40	**A-54**
Muratura in blocchi a setti sottili BSS 55, con intonaco	35	55	**A-64**
Muratura in blocchi a setti sottili BSS 55, con intonaco	35	55	**A-65**

Pareti Doppie

Descrizione	**Spess.**	**R_w**	**Pag.**
Parete doppia con intercapedine parzialmente riempita in lana di roccia, con due intonaci	8-10-8	50	**A-16**
Parete doppia con intercapedine parzialmente riempita in lana di roccia, con due intonaci	8-6-12	53	**A-17**
Parete doppia con intercapedine, con due intonaci	8-12-8	53	**A-18**
Parete doppia con intercapedine parzialmente riempita in lana di roccia, con due intonaci	12-6-12	49	**A-19**
Parete doppia con intercapedine in materiale resiliente autoadesivo, con due intonaci	6-2-6	39	**A-20**

Parete doppia con intercapedine in fibra di poliestere compressa, con due intonaci	6-2-8	46	**A-21**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 211, con tre intonaci	12-5-17	56	**A-32**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 211, con tre intonaci	12-5-20	55	**A-33**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 211, con tre intonaci	12-8-17	55	**A-34**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 211, con tre intonaci	15-5-8	56	**A-35**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 225, con tre intonaci	8-10-12	59	**A-36**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 211, con tre intonaci	8-5-8	57	**A-37**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 225, con tre intonaci	8-5-12	57	**A-38**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 211, con tre intonaci	8-8-8	56	**A-39**
Muratura doppio strato in mattoni faccia a vista e blocchi Alveolater A 77/45, intonacata	12-20	54	**A-41**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 211, con tre intonaci	8-5-8	57	**A-49**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 211, con tre intonaci	12-5-15	55	**A-50**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 225 non in aderenza, con tre intonaci	8-5-12	54	**A-51**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 225 in aderenza, con tre intonaci	8-5-12	52	**A-52**
Parete doppia con intercapedine di aria, con tre intonaci	8-10-8	56	**A-53**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 211, con due intonaci	8-5-8	53	**A-55**

Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 388, con due intonaci	8-4-8	55	**A-56**
Parete doppia con intercapedine in lana di roccia Rockwool 388, con due intonaci e impianto elettrico	8-4-8	55	**A-57**
Parete doppia in bimattoni con intercapedine in lana di roccia Rockwool 388, con due intonaci	12-4-12	56	**A-58**
Parete doppia in bimattoni con intercapedine in lana di roccia Rockwool 388, con due intonaci e impianto idraulico	12-4-12	56	**A-59**

Pareti con placcaggio o termocappotto

Descrizione	**Spess.**	**R_w**	**Pag.**
Muratura in blocchi Alveolater A77/45 con controparete Calibel 170TS, intonacata	20-5	67	**A-23**
Muratura in blocchi Alveolater A148/45 con controparete Calibel 170TS, intonacata	12-5	61	**A-25**
Muratura in blocchi semipieni placcata con pannelli Labelrock 406.113, intonacata	25-4	58	**A-30**
Muratura in blocchi semipieni placcata su ambo i lati con pannelli Labelrock 406.113, intonacata	4-25-4	65	**A-31**
Capatect System 100 con pannello Coverrock 035 Sp.60 applicato a parete in blocchi semipieni intonacata	6-12	52	**A-60**
Capatect System 100 con pannello Coverrock 035 Sp.100 applicato a parete in blocchi semipieni intonacata	10-12	54	**A-61**
Capatect System 100 con pannello Coverrock 035 Sp.60 applicato a parete in blocchi a setti sottili intonacata	6-35	60	**A-62**
Capatect System 600 E con pannello in polistirene espanso elasticizzato applicato a parete in blocchi a setti sottili intonacata	6-35	56	**A-63**

MURATURA IN BLOCCHI IN LATERIZIO ALLEGGERITO IN PASTA AD INCASTRO A TRE FORI VERTICALI INTONACATA SU ENTRAMBI I LATI

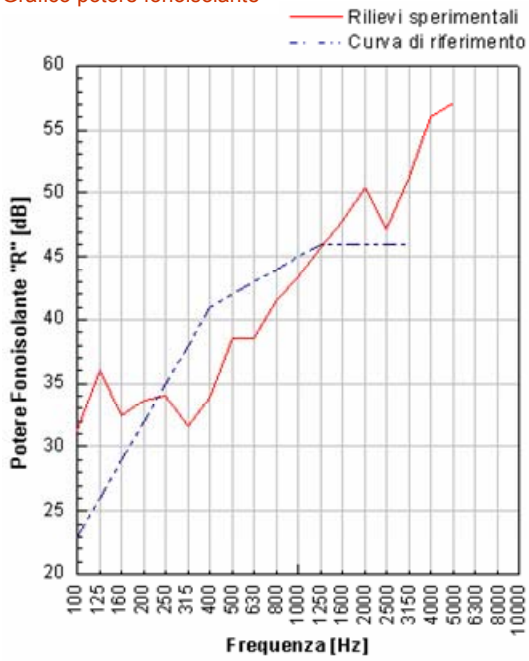
R_w: 42dB
C = -1 dB; Ctr = -3 dB

Disegno parete

Descrizione parete

Parete realizzata con blocchi ad incastro, alleggeriti in pasta a tre fori verticali (**18x50x20** cm, percentuale di foratura 49,9%).
Intonaco su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm).
Giunti ed intonaco in malta idraulica tradizionale tipo M2.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	31,2	23,0
125	36,1	26,0
160	32,5	29,0
200	33,6	32,0
250	34,0	35,0
315	31,6	38,0
400	33,9	41,0
500	38,6	42,0
630	38,5	43,0
800	41,6	44,0
1000	43,4	45,0
1250	45,8	46,0
1600	47,8	46,0
2000	50,4	46,0
2500	47,2	46,0
3150	51,3	46,0
4000	56,1	//
5000	57,1	//

Università di Padova certificato 99 del 28/2/02

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**42,0 dB**

R_w: 54dB
C = -1 dB; Ctr = -4 dB

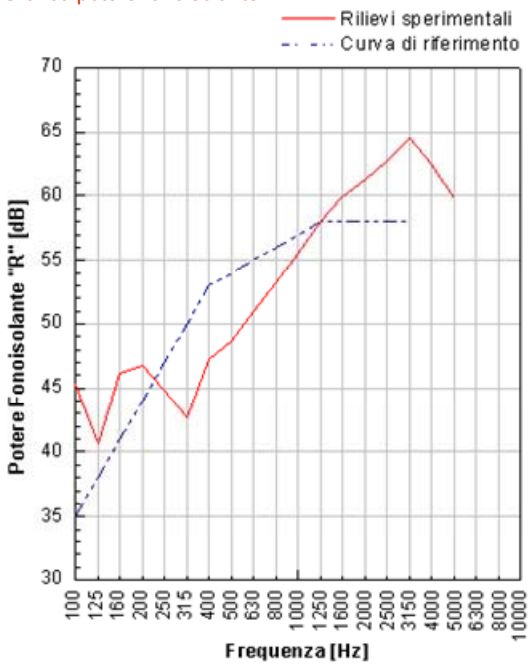
MURATURA IN BLOCCHI IN LATERIZIO ALLEGGERITO IN PASTA AD INCASTRO A TRE FORI VERTICALI, CON FORI RIEMPITI DI MALTA INTONACATA SU ENTRAMBI I LATI

Disegno parete

Descrizione parete

Parete realizzata con blocchi ad incastro, alleggeriti in pasta a tre fori verticali (**18x50x20** cm, percentuale di foratura 49,9%), **con fori riempiti di malta**.
Intonaco su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm).
Giunti ed intonaco in malta idraulica tradizionale tipo M2.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	45,3	35,0
125	40,6	38,0
160	46,2	41,0
200	46,8	44,0
250	44,8	47,0
315	42,7	50,0
400	47,2	53,0
500	48,7	54,0
630	51,0	55,0
800	53,2	56,0
1000	55,5	57,0
1250	58,0	58,0
1600	59,9	58,0
2000	61,2	58,0
2500	62,7	58,0
3150	64,5	58,0
4000	62,4	//
5000	59,8	//

Università di Padova certificato 100 del 28/2/02

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**54,0 dB**

MURATURA IN BLOCCHI AD “H” IN LATERIZIO ALLEGGERITO IN PASTA INTONACATA SU ENTRAMBI I LATI IN MALTA CEMENTIZIA

R_w: 52dB
C = -1 dB; Ctr = -3 dB

Disegno parete

Descrizione parete

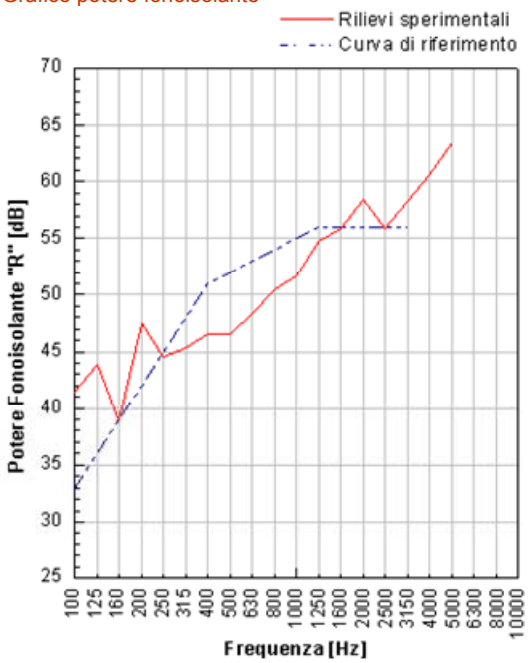
Parete realizzata con blocchi ad “H” per muratura armata, alleggeriti in pasta, (25x30x19 cm, percentuale di foratura 43,7%); intonacata su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm). Giunti ed intonaco in malta idraulica tradizionale tipo M2.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	41,4	33,0
125	43,8	36,0
160	38,9	39,0
200	47,5	42,0
250	44,5	45,0
315	45,3	48,0
400	46,6	51,0
500	46,5	52,0
630	48,3	53,0
800	50,5	54,0
1000	51,7	55,0
1250	54,8	56,0
1600	55,9	56,0
2000	58,4	56,0
2500	55,9	56,0
3150	58,3	56,0
4000	60,6	//
5000	63,4	//

Università di Padova certificato 101 del 28/2/02

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**52,0 dB**

R_w: 53dB
C = -1 dB; Ctr = -4 dB

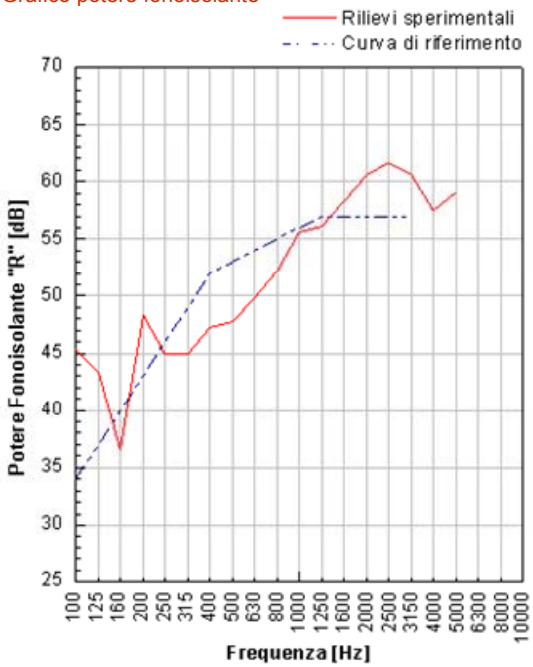
MURATURA IN BLOCCHI AD "H" IN LATERIZIO ALLEGGERITO IN PASTA CON FORI RIEMPITI DI MALTA INTONACATA SU ENTRAMBI I LATI IN MALTA CEMENTIZIA

Disegno parete

Descrizione parete

Parete realizzata con blocchi ad "H" per muratura armata, alleggeriti in pasta, (25x30x19 cm, percentuale di foratura 43,7%), **con fori riempiti di malta**; intonacata su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm). Giunti ed intonaco in malta idraulica tradizionale tipo M2.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	45,4	34,0
125	43,3	37,0
160	36,6	40,0
200	48,3	43,0
250	45,0	46,0
315	45,0	49,0
400	47,2	52,0
500	47,7	53,0
630	49,8	54,0
800	52,2	55,0
1000	55,6	56,0
1250	56,1	57,0
1600	58,3	57,0
2000	60,5	57,0
2500	61,6	57,0
3150	60,5	57,0
4000	57,4	//
5000	59,1	//

Università di Padova certificato 102 del 28/2/02

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**53,0 dB**

MURATURA IN BLOCCHI AD "H" IN LATERIZIO ALLEGGERITO IN PASTA CON FORI RIEMPITI DI MALTAINTONACATA SU ENTRAMBI I LATI IN MALTA CEMENTIZIA

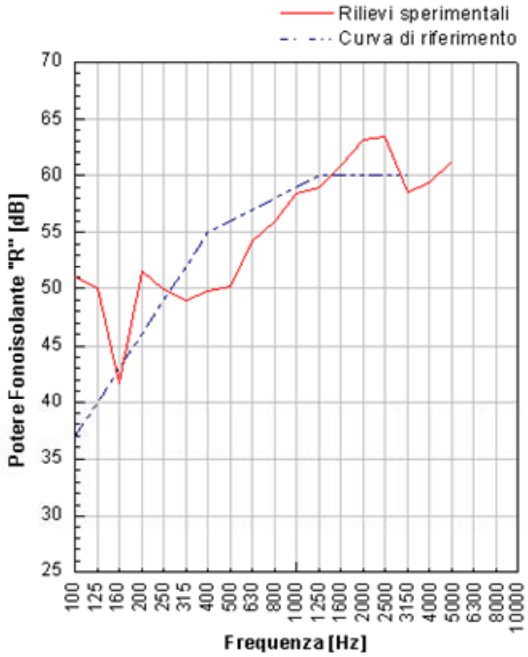
R_w: 56dB
C = 0 dB; Ctr = -3 dB

Disegno parete

Descrizione parete

Parete realizzata con **blocchi ad "H" per muratura armata**, alleggeriti in pasta, (**30x25x17** cm, percentuale di foratura 44,6%), **con fori riempiti di malta.**
Intonaco su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm).
Giunti ed intonaco in malta idraulica tradizionale tipo M2.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	51,0	37,0
125	50,1	40,0
160	41,7	43,0
200	51,6	46,0
250	49,9	49,0
315	49,0	52,0
400	49,8	55,0
500	50,2	56,0
630	54,2	57,0
800	56,0	58,0
1000	58,4	59,0
1250	58,9	60,0
1600	60,9	60,0
2000	63,1	60,0
2500	63,4	60,0
3150	58,5	60,0
4000	59,4	//
5000	61,2	//

Università di Padova certificato 103 del 28/2/02

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**56,0 dB**

R_w: 48dB
C = -1 dB; Ctr = -2 dB

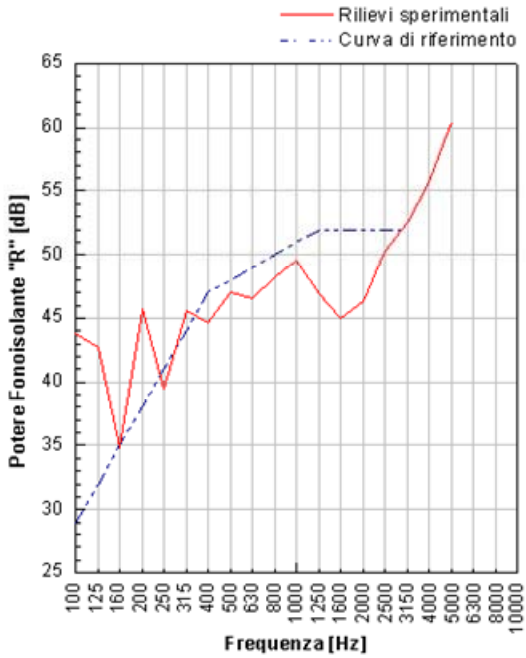
MURATURA IN BLOCCHI SEMIPIENI IN LATERIZIO ALLEGGERITO IN PASTA AD INCASTRO INTONACATA SU ENTRAMBI I LATI IN MALTA CEMENTIZIA

Disegno parete

Descrizione parete

Parete realizzata con blocchi semipieni ad incastro, alleggeriti in pasta, (**35x25x24,5** cm, percentuale di foratura 45%).
Intonaco su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm).
Giunti ed intonaco in malta idraulica tradizionale tipo M2.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	43,8	29,0
125	42,7	32,0
160	34,8	35,0
200	45,7	38,0
250	39,5	41,0
315	45,6	44,0
400	44,7	47,0
500	47,0	48,0
630	46,6	49,0
800	48,2	50,0
1000	49,6	51,0
1250	46,9	52,0
1600	45,0	52,0
2000	46,3	52,0
2500	50,3	52,0
3150	52,6	52,0
4000	55,7	//
5000	60,5	//

Università di Padova certificato 104 del 28/2/02

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**48,0 dB**

MURATURA IN BLOCCHI SEMIPIENI IN LATERIZIO ALLEGGERITO IN PASTA AD INCASTRO INTONACATA SU ENTRAMBI I LATI IN MALTA CEMENTIZIA

R_w: 49dB
C = -1 dB; Ctr = -2 dB

Disegno parete

Descrizione parete

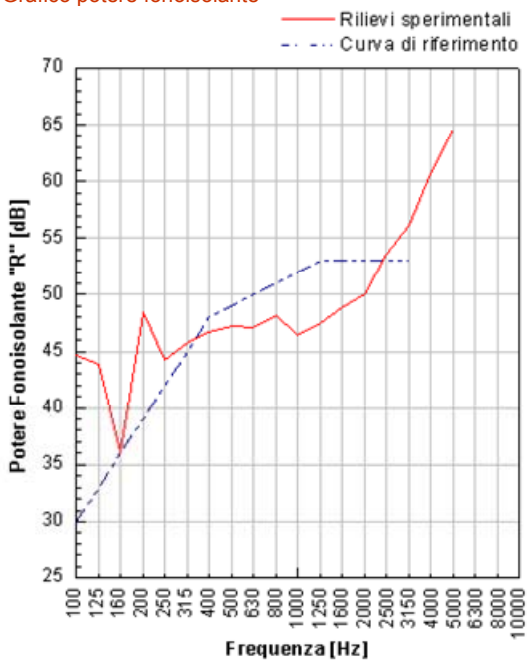
Parete realizzata con blocchi semipieni ad incastro, alleggeriti in pasta, (**38x25x24,5** cm, percentuale di foratura 45%).
Intonaco su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm).
Giunti ed intonaco in malta idraulica tradizionale tipo M2.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	44,6	30,0
125	43,9	33,0
160	36,0	36,0
200	48,4	39,0
250	44,3	42,0
315	45,7	45,0
400	46,7	48,0
500	47,2	49,0
630	47,1	50,0
800	48,1	51,0
1000	46,4	52,0
1250	47,5	53,0
1600	48,8	53,0
2000	50,1	53,0
2500	53,5	53,0
3150	56,1	53,0
4000	60,7	//
5000	64,6	//

Università di Padova certificato 105 del 28/2/02

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**49,0 dB**

R_w: 50dB
C = -1 dB; Ctr = -2 dB

MURATURA IN BLOCCHI SEMIPIENI IN LATERIZIO ALLEGGERITO IN PASTA AD INCASTRO INTONACATA SU ENTRAMBI I LATI IN MALTA CEMENTIZIA

Disegno parete

Descrizione parete

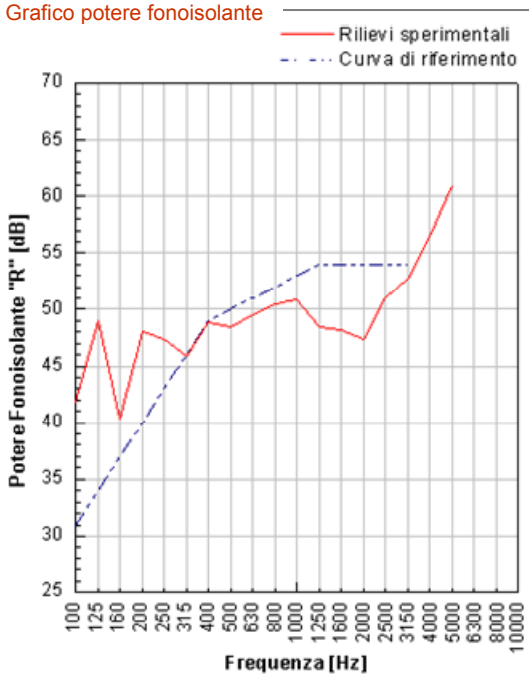
Parete realizzata con blocchi semipieni ad incastro, alleggeriti in pasta, (**42x25x24,5** cm, percentuale di foratura 45%).
Intonaco su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm).
Giunti ed intonaco in malta idraulica tradizionale tipo M2.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	41,9	31,0
125	49,0	34,0
160	40,4	37,0
200	48,0	40,0
250	47,3	43,0
315	45,9	46,0
400	48,9	49,0
500	48,4	50,0
630	49,5	51,0
800	50,4	52,0
1000	50,9	53,0
1250	48,4	54,0
1600	48,1	54,0
2000	47,3	54,0
2500	51,0	54,0
3150	52,8	54,0
4000	56,4	//
5000	61,0	//

Università di Padova certificato 106 del 28/2/02

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**50,0 dB**

MURATURA IN BLOCCHI PER MURATURA ARMATA IN LATERIZIO ALLEGGERITO IN PASTA DISPOSTI FIANCO A FIANCO INTONACATA SU ENTRAMBI I LATI

R_w: 53dB
C = -2 dB; Ctr = -4 dB

Disegno parete

Descrizione parete

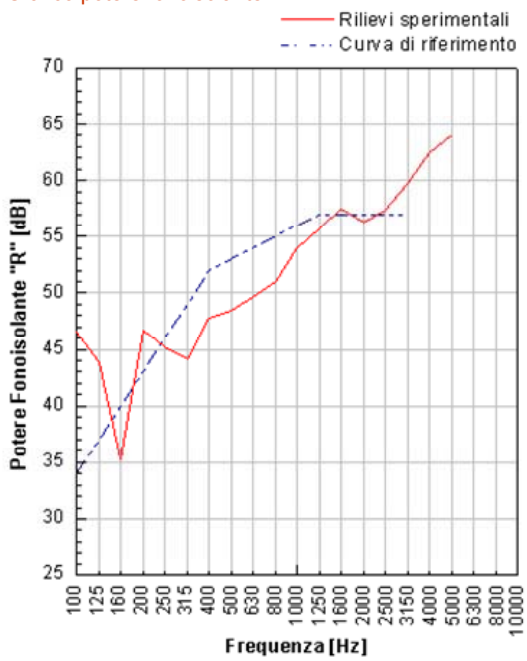
Parete realizzata con blocchi per muratura armata, alleggeriti in pasta, (**30x25x19** cm, percentuale di foratura 43,7%), con fori vuoti, disposti fianco a fianco.
Intonaco su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm) con rete di aggrappo.
Giunti ed intonaco in malta idraulica tradizionale tipo M2.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	46,6	34,0
125	43,9	37,0
160	35,2	40,0
200	46,7	43,0
250	45,2	46,0
315	44,2	49,0
400	47,8	52,0
500	48,5	53,0
630	49,7	54,0
800	51,0	55,0
1000	54,0	56,0
1250	55,7	57,0
1600	57,5	57,0
2000	56,2	57,0
2500	57,3	57,0
3150	59,8	57,0
4000	62,4	//
5000	64,1	//

Università di Padova certificato 107 del 28/2/02

Grafico potere fonoisolante



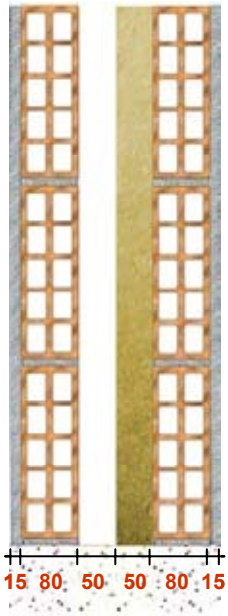
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**53,0 dB**

R_w: 50dB
C = -1 dB; Ctr = -4 dB

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO E INTERCAPEDINE PARZIALMENTE RIEMPITA CON LANA DI ROCCIA (8+10+8)

Disegno parete



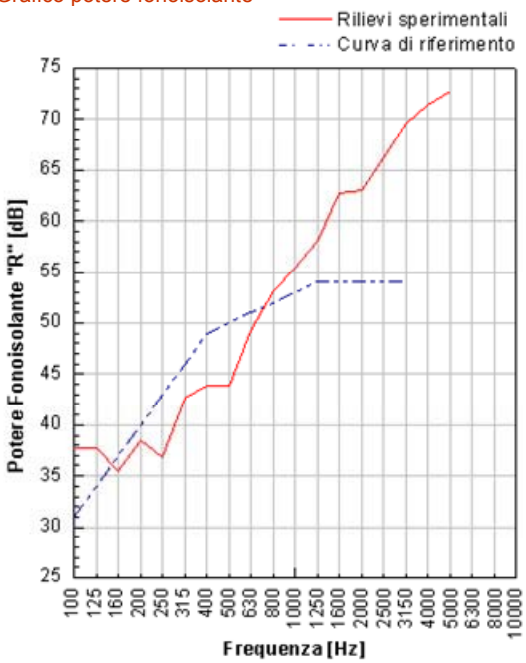
Descrizione parete

Parete doppia in muratura realizzata con:

- tramezza di formato 8x25x25 cm
- intercapedine di cm 10 con pannello in lana di roccia 5 cm (densità 50 kg/m³)
- tramezza di formato 8x25x25 cm
- due intonaci in malta idraulica tipo M2 spessore mm 15.

I laterizi, sono stati posti in opera a fori orizzontali con giunti continui verticali e orizzontali in malta idraulica.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	37,7	31,0
125	37,8	34,0
160	35,8	37,0
200	38,4	40,0
250	36,8	43,0
315	42,7	46,0
400	43,9	49,0
500	43,8	50,0
630	49,2	51,0
800	53,2	52,0
1000	55,4	53,0
1250	58,1	54,0
1600	62,7	54,0
2000	63,0	54,0
2500	66,1	54,0
3150	69,6	54,0
4000	71,4	//
5000	72,7	//

Università di Padova certificato 108 del 28/2/02

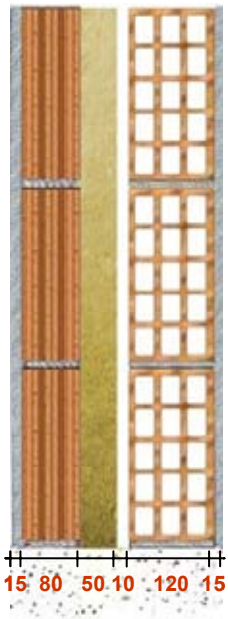
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**50,0 dB**

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO E INTERCAPEDINE PARZIALMENTE RIEMPITA CON LANA DI ROCCIA (8+6+12)

R_w: 53dB
C = 0 dB; Ctr = -3 dB

Disegno parete



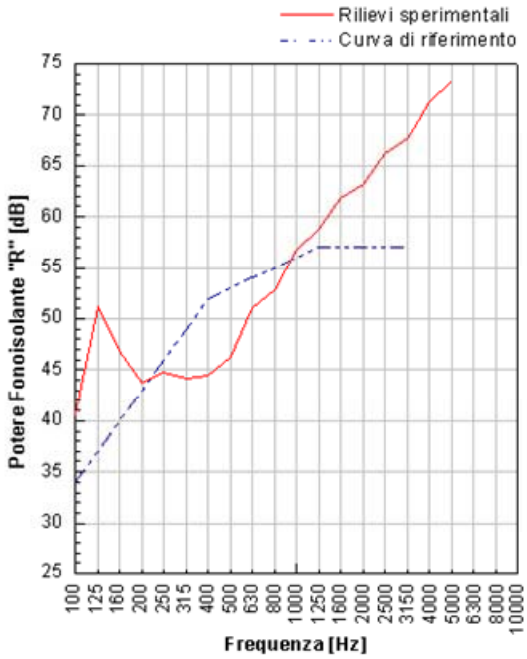
Descrizione parete

Parete doppia in muratura realizzata con:

- tramezze semipiene ad incastro, alleggerite in pasta (**8x50x24,5** cm, percentuale di foratura 45%)
- intercapedine di cm 6 con pannello in lana di roccia 5 cm (densità 50 kg/m³)
- tramezze a 15 fori (**12x25x25** cm, percentuale di foratura 64%)
- due intonaci in malta idraulica tipo M2 spessore mm 15.

I laterizi, sono stati posti in opera con giunti continui verticali e orizzontali in malta idraulica.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	40,5	34,0
125	51,2	37,0
160	46,9	40,0
200	43,7	43,0
250	44,7	46,0
315	44,1	49,0
400	44,4	52,0
500	46,3	53,0
630	51,1	54,0
800	52,8	55,0
1000	56,7	56,0
1250	58,8	57,0
1600	61,8	57,0
2000	63,1	57,0
2500	66,2	57,0
3150	67,6	57,0
4000	71,2	//
5000	73,4	//

Università di Padova certificato 109 del 28/2/02

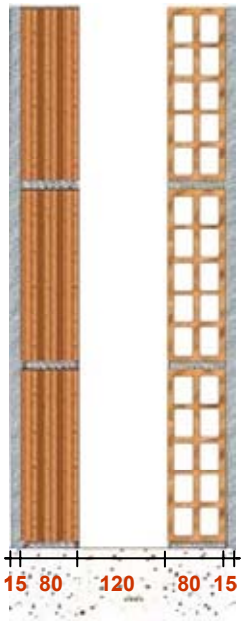
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**53,0 dB**

R_w: 53dB
C = 0 dB; Ctr = -4 dB

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO CON INTERCAPEDINE (8+12+8)

Disegno parete



Descrizione parete

Parete doppia in muratura realizzata con:

- tramezze semipiene ad incastro, alleggerite in pasta (**8x50x24,5** cm, percentuale di foratura 45%)
- intercapedine aria cm 12
- tramezze normali a 10 fori (**8x25x25** cm, percentuale di foratura 61%)
- due intonaci in malta idraulica tipo M2 spessore mm 15.

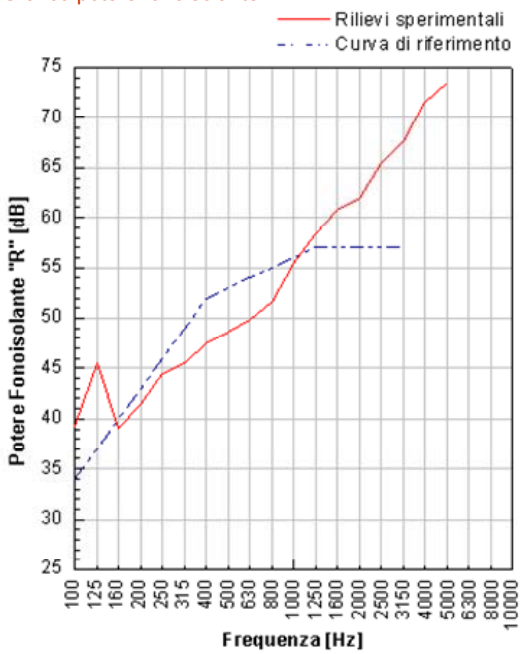
I laterizi, sono stati posti in opera con giunti continui verticali e orizzontali in malta idraulica.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	39,2	34,0
125	45,5	37,0
160	39,0	40,0
200	41,5	43,0
250	44,5	46,0
315	45,5	49,0
400	47,4	52,0
500	48,7	53,0
630	49,8	54,0
800	51,7	55,0
1000	55,4	56,0
1250	58,4	57,0
1600	60,7	57,0
2000	61,9	57,0
2500	65,4	57,0
3150	67,6	57,0
4000	71,5	//
5000	73,5	//

Università di Padova certificato 110 del 28/2/02

Grafico potere fonoisolante



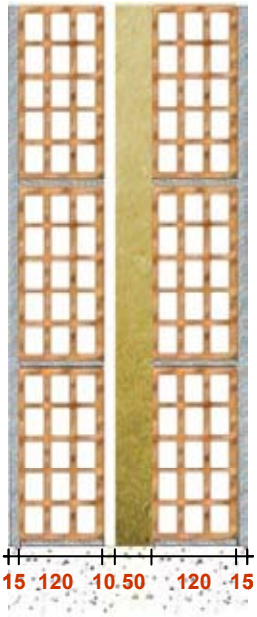
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**53,0 dB**

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO E INTERCAPEDINE PARZIALMENTE RIEMPITA CON LANA DI ROCCIA (12+6+12)

R_w: 49dB
C = -1 dB; Ctr = -5 dB

Disegno parete



Descrizione parete

Parete doppia in muratura realizzata con:

- tramezze a 15 fori (**12x25x25** cm, percentuale di foratura 64%)
- intercapedine di cm 6 con pannello in lana di roccia 5 cm (densità 50 kg/m³)
- tramezze a 15 fori (**12x25x25** cm, percentuale di foratura 64%)
- due intonaci in malta idraulica tipo M2 spessore mm 15.

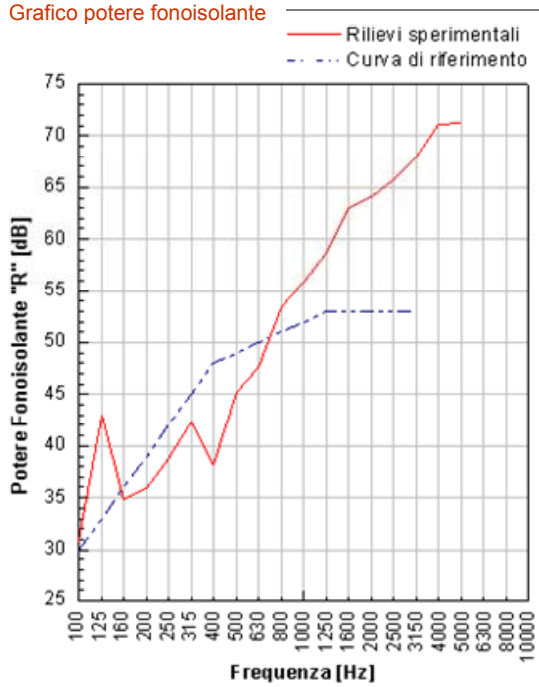
I laterizi, sono stati posti in opera a fori orizzontali con giunti continui verticali e orizzontali in malta idraulica.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	30,8	30,0
125	42,9	33,0
160	34,8	36,0
200	35,9	39,0
250	38,7	42,0
315	42,4	45,0
400	38,1	48,0
500	45,2	49,0
630	47,6	50,0
800	53,5	51,0
1000	55,9	52,0
1250	58,7	53,0
1600	63,0	53,0
2000	64,0	53,0
2500	65,7	53,0
3150	68,0	53,0
4000	71,1	//
5000	71,3	//

Università di Padova certificato 111 del 28/2/02

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**49,0 dB**

R_w: 39dB
C = 0 dB; Ctr = -2 dB

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO E INTERCAPEDINE IN MATERIALE RESILIENTE AUTOADESIVO (6+2+6)

Disegno parete

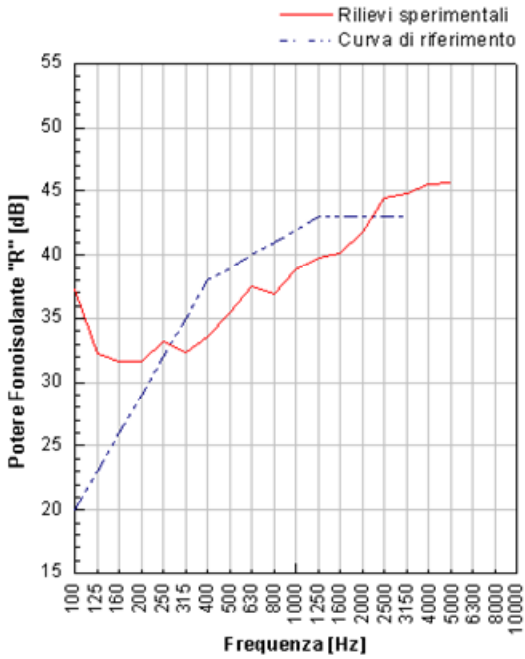
Descrizione parete

Parete doppia in muratura realizzata con:

- tavelloni a 4 fori (**6x80x25** cm)
- intercapedine di cm 2 in materiale resiliente autoadesivo
- tavelloni a 4 fori (**6x80x25** cm)
- due intonaci in malta idraulica tipo M2 spessore mm 15.

I laterizi, sono stati posti in opera a fori orizzontali con giunti continui verticali e orizzontali in malta idraulica. Desolidarizzazione del perimetro del perimetro della parete mediante fascia di neoprene.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	37,3	20,0
125	32,2	23,0
160	31,6	26,0
200	31,7	29,0
250	33,2	32,0
315	32,4	35,0
400	33,5	38,0
500	35,5	39,0
630	37,5	40,0
800	36,9	41,0
1000	38,8	42,0
1250	39,8	43,0
1600	40,2	43,0
2000	41,8	43,0
2500	44,4	43,0
3150	44,8	43,0
4000	45,5	//
5000	45,6	//

Università di Padova certificato 112 del 28/2/02

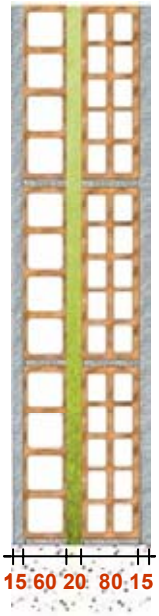
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**39,0 dB**

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO E INTERCAPEDINE IN FIBRA DI POLIESTERE COMPRESSA (6+2+8)

R_w: 46dB
C = -1 dB; Ctr = -5 dB

Disegno parete



Descrizione parete

Parete doppia in muratura realizzata con:

- tavelloni a 4 fori (**6x80x25** cm)
- intercapedine di cm 2 in fibra di poliestere compressa (spessore originario 2,5 cm, massa 0,2 kg/m²)
- tramezze a 10 fori (**8x50x25** cm, foratura 60%)
- due intonaci in malta idraulica tipo M2 spessore mm 15.

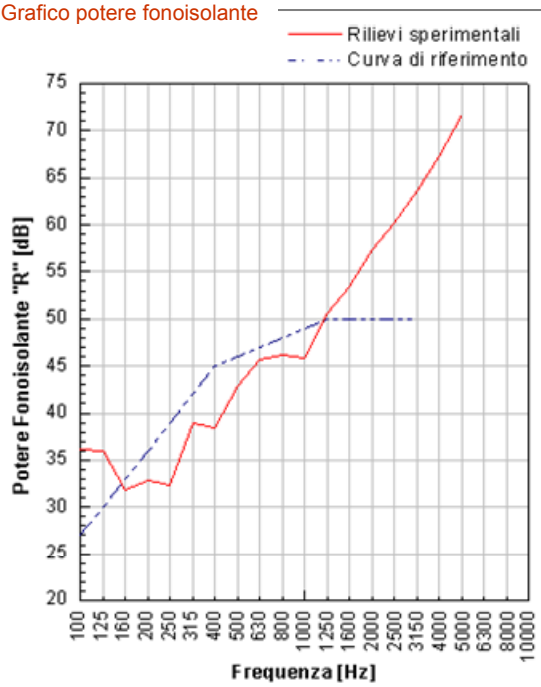
I laterizi, sono stati posti in opera a fori orizzontali con giunti continui verticali e orizzontali in malta idraulica.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	36,2	27,0
125	35,9	30,0
160	31,9	33,0
200	32,8	36,0
250	32,4	39,0
315	38,9	42,0
400	38,5	45,0
500	42,9	46,0
630	45,7	47,0
800	46,1	48,0
1000	45,9	49,0
1250	50,7	50,0
1600	53,4	50,0
2000	57,3	50,0
2500	60,2	50,0
3150	63,6	50,0
4000	67,3	//
5000	71,7	//

Università di Padova certificato 113 del 28/2/02

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Università di Padova (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**46,0 dB**

R_w: 50dB
C = -2 dB; Ctr = -4 dB

MURATURA IN BLOCCHI ALVEOLATER A 77/45 CON STRATO DI INTONACO IN MALTA CEMENTIZIA

Disegno parete

Descrizione parete

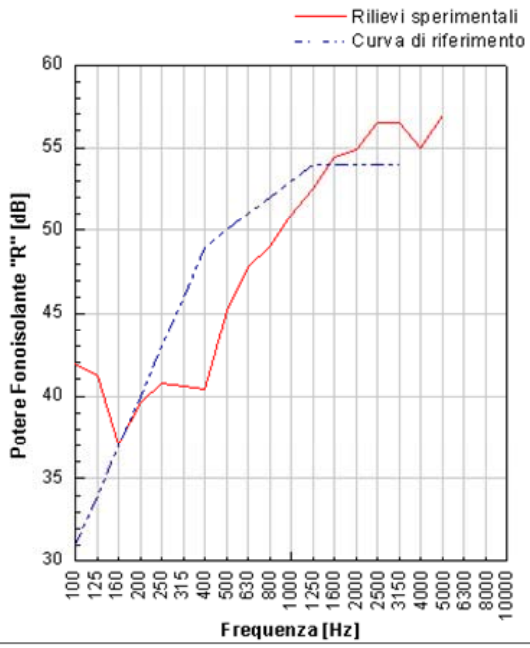
Parete divisoria composta da una muratura in laterizio. **Intonaco** in malta cementizia sulla faccia esposta al rumore, spessore 15 mm. La muratura in laterizio, **spessore totale 200 mm** e massa superficiale 205 kg/m² circa, è stata realizzata con blocchi semipieni in laterizio alleggerito in pasta denominati "ALVEOLATER A 77/45", posati con **asse dei fori verticale**, legati con giunti verticali ed orizzontali continui in malta tradizionale a base cementizia.
Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **20x30x19** e peso 10 kg.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	41,9	31,0
125	41,2	34,0
160	37,1	37,0
200	39,6	40,0
250	40,8	43,0
315	40,6	46,0
400	40,4	49,0
500	45,2	50,0
630	47,8	51,0
800	49,0	52,0
1000	50,9	53,0
1250	52,5	54,0
1600	54,4	54,0
2000	54,9	54,0
2500	56,5	54,0
3150	56,5	54,0
4000	55,0	//
5000	56,9	//

Istituto Giordano certificato 148309 del 24/5/01

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**50,0 dB**

MURATURA IN BLOCCHI ALVEOLATER A 77/45 CON STRATO DI INTONACO IN MALTA CEMENTIZIA E CONTROPARETE CALIBEL 170 TS

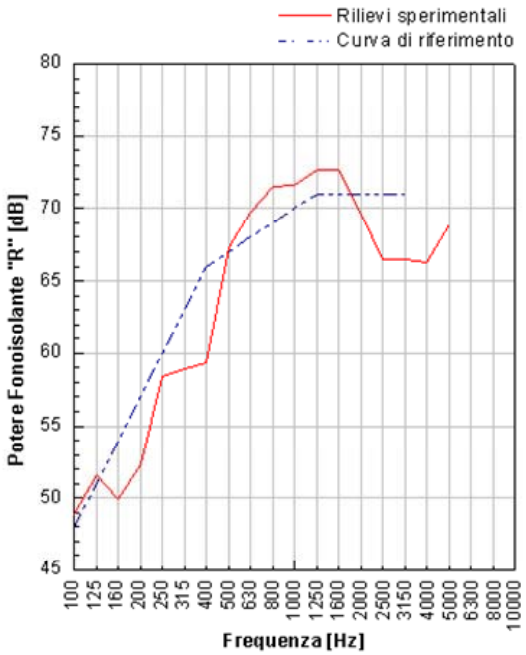
R_w: 67dB
C = -2 dB; Ctr = -6 dB

Disegno parete

Descrizione parete

Parete divisoria composta da una muratura in laterizio, realizzata con blocchi semipieni "ALVEOLATER A 77/45". Intonaco in malta cementizia spessore mm 15 sulla faccia esposta al rumore. Controparete sulla faccia opposta realizzata con elementi prefabbricati "CALIBEL 170 TS".

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	48,9	48,0
125	51,6	51,0
160	49,9	54,0
200	52,3	57,0
250	58,4	60,0
315	58,9	63,0
400	59,3	66,0
500	67,6	67,0
630	69,7	68,0
800	71,5	69,0
1000	71,6	70,0
1250	72,7	71,0
1600	71,7	71,0
2000	69,6	71,0
2500	66,5	71,0
3150	65,5	71,0
4000	66,3	//
5000	68,9	//

Istituto Giordano certificato 148310 del 24/5/01

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**67,0 dB**

R_w: 43dB
C = -1 dB; Ctr = -4 dB

MURATURA IN BLOCCHI ALVEOLATER A 148/45 CON STRATO DI INTONACO IN MALTA CEMENTIZIA

Disegno parete

Descrizione parete

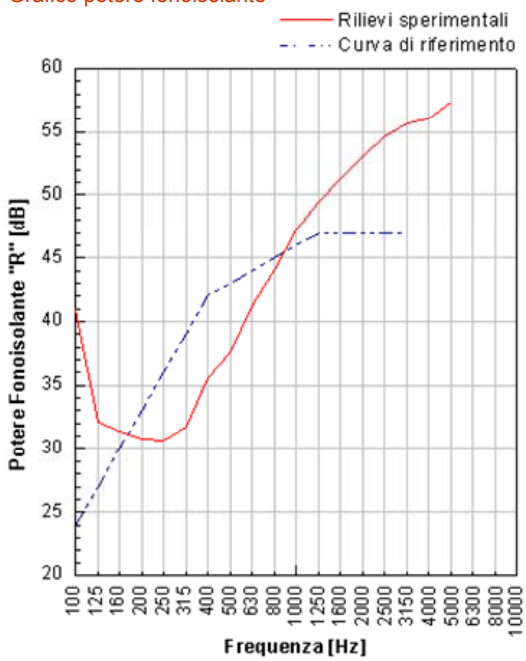
Parete divisoria composta da una muratura in laterizio. **Intonaco** in malta cementizia sulla faccia esposta al rumore, spessore 15 mm. La muratura in laterizio, **spessore totale 120 mm** e massa superficiale 125 kg/m² circa, è stata realizzata con blocchi semipieni in laterizio alleggerito in pasta denominati "ALVEOLATER A 148/45", posati con **asse dei fori verticale**, legati con giunti verticali ed orizzontali continui in malta tradizionale a base cementizia. Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **12x25x19** e peso 5,1 kg.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	40,9	24,0
125	32,1	27,0
160	31,4	30,0
200	30,8	33,0
250	30,7	36,0
315	31,7	39,0
400	35,6	42,0
500	37,6	43,0
630	41,2	44,0
800	44,1	45,0
1000	47,2	46,0
1250	49,4	47,0
1600	51,3	47,0
2000	53,1	47,0
2500	54,6	47,0
3150	55,7	47,0
4000	56,1	//
5000	57,4	//

Istituto Giordano certificato 148311 del 24/5/01

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**43,0 dB**

MURATURA IN BLOCCHI ALVEOLATER A 148/45 CON STRATO DI INTONACO IN MALTA CEMENTIZIA E CONTROPARETE CALIBEL 170 TS

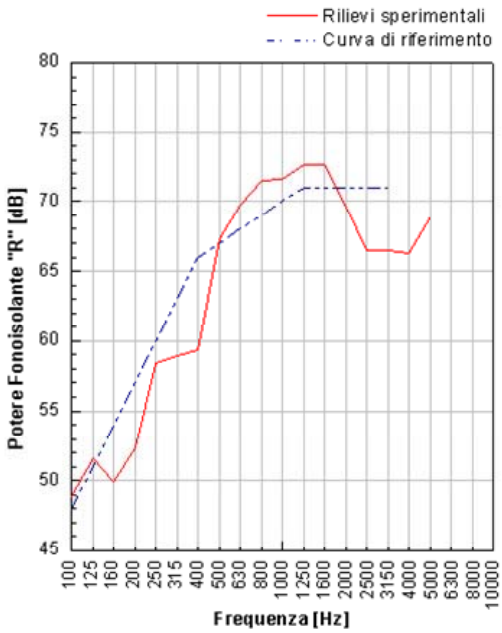
R_w: 61dB
C = -1 dB; Ctr = -5 dB

Disegno parete

Descrizione parete

Parete divisoria composta da una muratura in laterizio, realizzata con blocchi semipieni "ALVEOLATER A 148/45“. Intonaco in malta cementizia sulla faccia esposta al rumore, spessore 15 mm. Controparete sulla faccia opposta realizzata con elementi prefabbricati “CALIBEL 170 TS”.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	46,2	42,0
125	44,8	45,0
160	44,5	48,0
200	47,6	51,0
250	51,7	54,0
315	52,3	57,0
400	55,8	60,0
500	63,7	61,0
630	66,6	62,0
800	68,1	63,0
1000	68,7	64,0
1250	68,2	65,0
1600	65,8	65,0
2000	63,8	65,0
2500	62,3	65,0
3150	62,2	65,0
4000	62,9	//
5000	64,7	//

Istituto Giordano certificato 148312 del 24/5/01

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**61,0 dB**

R_w: 49dB
C = -2 dB; Ctr = -3 dB

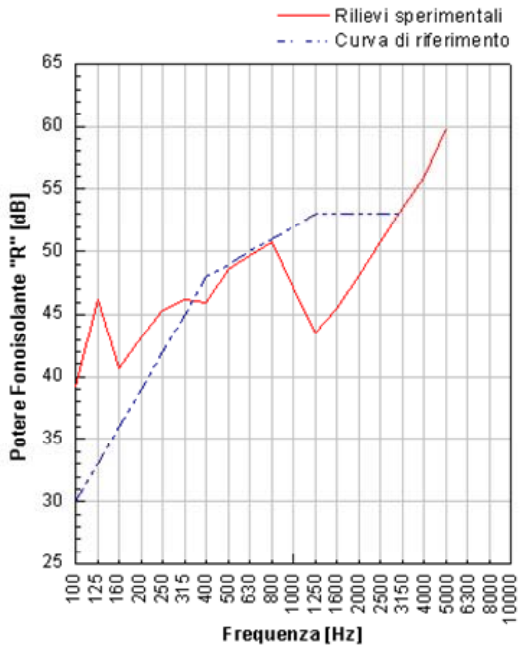
MURATURA IN BLOCCHI ALVEOLATER i 35 classe 45 A INCASTRO CON INTONACI IN MALTA CEMENTIZIA

Disegno parete

Descrizione parete

Parete **intonacata** su ambo le facce realizzata con blocchi denominati "ALVEOLATER i 35 Classe 45" in laterizio alleggerito in pasta, a incastro, posati con **asse dei fori verticale**, legati con giunti orizzontali continui in malta tradizionale a base cementizia. Intonaci in malta cementizia spessore mm 15. Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **35x25x24,5** e peso 16,3 kg.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	39,3	30,0
125	46,2	33,0
160	40,7	36,0
200	43,2	39,0
250	45,3	42,0
315	46,2	45,0
400	46,0	48,0
500	48,6	49,0
630	49,7	50,0
800	50,7	51,0
1000	47,1	52,0
1250	43,6	53,0
1600	45,5	53,0
2000	48,1	53,0
2500	50,7	53,0
3150	53,5	53,0
4000	55,9	//
5000	59,8	//

Istituto Giordano certificato 160938 del 17/6/02

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**49,0 dB**

MURATURA IN BLOCCHI ALVEOLATER i 30 classe 45 A INCASTRO CON INTONACI IN MALTA CEMENTIZIA

R_w: 46dB
C = -1 dB; Ctr = -2 dB

Disegno parete

Descrizione parete

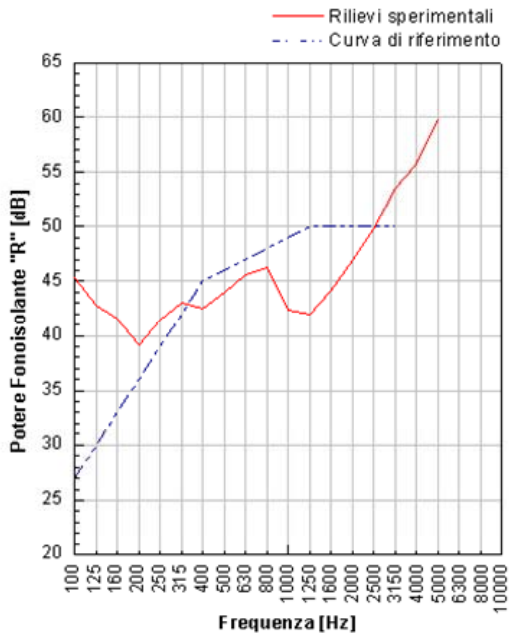
Parete **intonacata** su ambo le facce realizzata con blocchi denominati "ALVEOLATER i 30 Classe 45" in laterizio alleggerito in pasta, a incastro, posati con **asse dei fori verticale**, legati con giunti orizzontali continui in malta tradizionale a base cementizia. Intonaci in malta cementizia spessore mm 15. Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **30x25x24,5** e peso 14 kg.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	45,3	27,0
125	42,7	30,0
160	41,6	33,0
200	39,2	36,0
250	41,4	39,0
315	43,0	42,0
400	42,5	45,0
500	44,0	46,0
630	45,6	47,0
800	46,3	48,0
1000	42,3	49,0
1250	41,9	50,0
1600	44,1	50,0
2000	47,0	50,0
2500	49,7	50,0
3150	53,5	50,0
4000	55,7	//
5000	59,9	//

Istituto Giordano certificato 160939 del 17/6/02

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**46,0 dB**

R_w: 51dB
C = -1 dB; Ctr = -4 dB

MURATURA IN BLOCCHI ALVEOLATER 20 classe 45 CON INTONACI IN MALTA CEMENTIZIA

Disegno parete

Descrizione parete

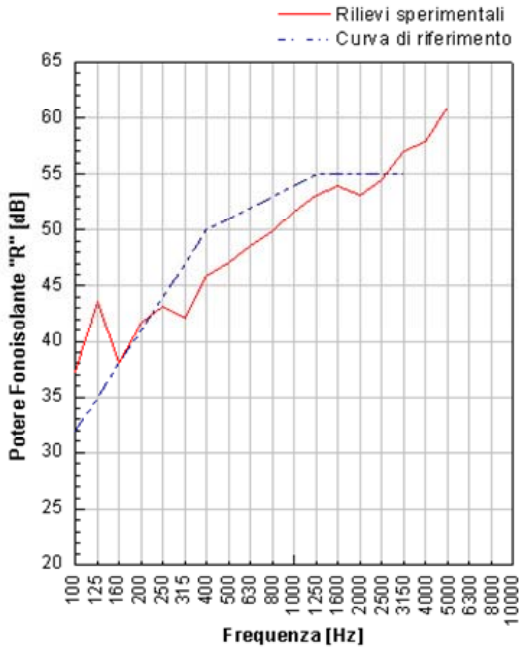
Parete **intonacata** su ambo le facce realizzata con blocchi denominati "ALVEOLATER 20 Classe 45" confezionati con laterizio alleggerito in pasta, posati con **asse dei fori verticale**, legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta tradizionale a base cementizia. Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **20x35x25** e peso 15 kg.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	37,3	32,0
125	43,6	35,0
160	38,1	38,0
200	41,7	41,0
250	43,2	44,0
315	42,1	47,0
400	45,8	50,0
500	47,1	51,0
630	48,6	52,0
800	49,9	53,0
1000	51,6	54,0
1250	53,1	55,0
1600	54,0	55,0
2000	53,1	55,0
2500	54,5	55,0
3150	57,1	55,0
4000	57,8	//
5000	61,0	//

Istituto Giordano certificato 160940 del 17/6/02

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**51,0 dB**

MURATURA IN BLOCCHI ALVEOLATER IPER 30 classe 60 A INCASTRO CON INTONACI IN MALTA CEMENTIZIA

R_w: 50dB
C = -1 dB; Ctr = -2 dB

Disegno parete

Descrizione parete

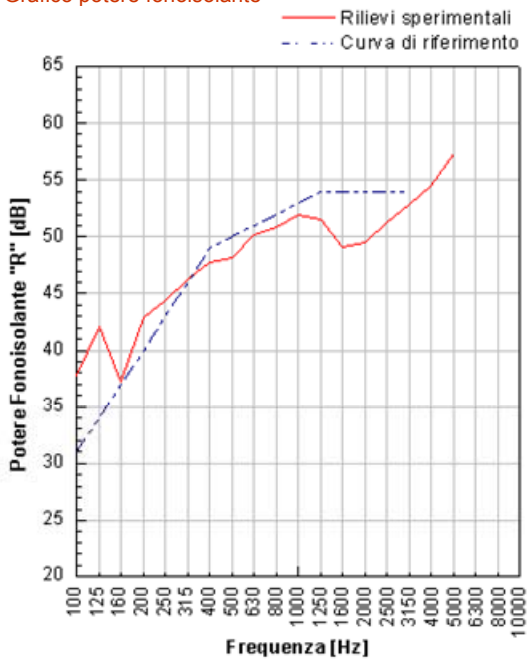
Parete **intonacata** su ambo le facce realizzata con blocchi forati per tamponamento Classe 60 denominati "ALVEOLATER IPER 30" in laterizio alleggerito in pasta, a incastro, posati con **asse dei fori verticale**, legati con giunti orizzontali continui in malta tradizionale a base cementizia. Intonaci in malta cementizia spessore mm 15. Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **30x25x25** e peso 12,8 kg.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	37,8	31,0
125	42,1	34,0
160	37,2	37,0
200	42,9	40,0
250	44,4	43,0
315	46,2	46,0
400	47,7	49,0
500	48,2	50,0
630	50,2	51,0
800	50,8	52,0
1000	51,9	53,0
1250	51,5	54,0
1600	49,1	54,0
2000	49,5	54,0
2500	51,3	54,0
3150	52,9	54,0
4000	54,5	//
5000	57,3	//

Istituto Giordano certificato 160941 del 17/6/02

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**50,0 dB**

R_w: 58dB
C = -2 dB; Ctr = -6 dB

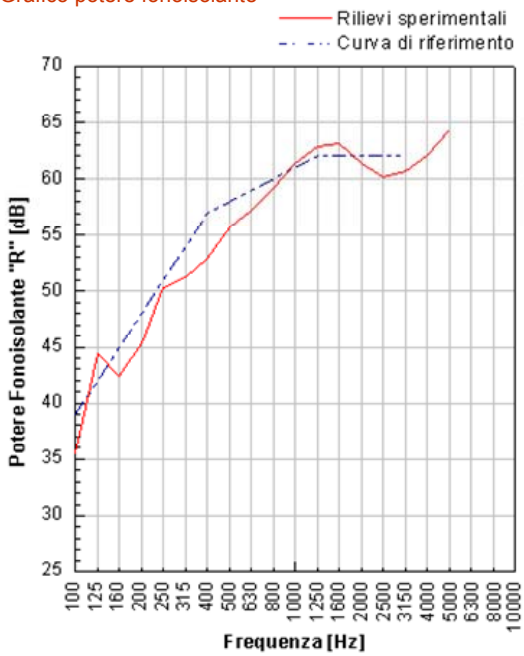
MURATURA IN BLOCCHI SEMIPIENI ALVEOLATER 25x30x19 INTONACATA SU UN LATO E PLACCATA SULL'ALTRO CON PANNELLI LABELROCK 406.113

Disegno parete

Descrizione parete

Parete in muratura realizzata con blocchi semipieni in laterizio "ALVEOLATER Classe 45" formato 25x30x19, posati con asse dei fori verticale, legati con giunti continui verticali e orizzontali in malta tradizionale a base cementizia, intonacata su un lato e placcata sull'altro con pannelli denominati "LABELROCK 406.113". Intonaco in malta cementizia spessore mm 15.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	35,5	39,0
125	44,4	42,0
160	42,4	45,0
200	45,4	48,0
250	50,3	51,0
315	51,3	54,0
400	52,9	57,0
500	55,7	58,0
630	57,2	59,0
800	59,2	60,0
1000	61,4	61,0
1250	62,9	62,0
1600	63,1	62,0
2000	61,3	62,0
2500	60,2	62,0
3150	60,7	62,0
4000	62,0	//
5000	64,3	//

Istituto Giordano certificato 173508 del 8/5/03

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**58,0 dB**

MURATURA IN BLOCCHI SEMIPIENI ALVEOLATER 25x30x19 NON INTONACATA E PLACCATA SU AMBO I LATI CON PANNELLI LABELROCK 406.113

R_w: 65dB
C = -4 dB; Ctr = -11 dB

Disegno parete

Descrizione parete

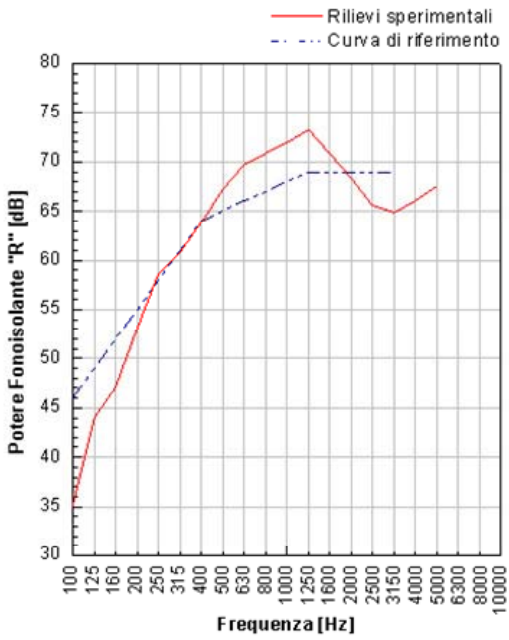
Parete in muratura realizzata con blocchi semipieni in laterizio "ALVEOLATER Classe 45" formato 25x30x19, posata con asse dei fori verticale, legati con giunti continui verticali e orizzontali in malta tradizionale a base cementizia, non intonacata e placcata su ambo i lati con pannelli denominati "LABELROCK 406.113".

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	35,1	46,0
125	44,0	49,0
160	47,0	52,0
200	53,2	55,0
250	58,6	58,0
315	60,8	61,0
400	63,9	64,0
500	67,2	65,0
630	69,6	66,0
800	70,9	67,0
1000	71,9	68,0
1250	73,2	69,0
1600	70,9	69,0
2000	68,3	69,0
2500	65,6	69,0
3150	64,9	69,0
4000	66,1	//
5000	67,5	//

Istituto Giordano certificato 173509 del 11/7/03

Grafico potere fonoisolante



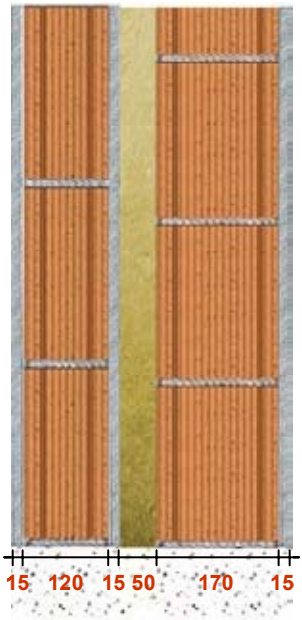
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**65,0 dB**

R_w: 56dB
C = -1 dB; Ctr = -4 dB

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO ALVEOLATER E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 211 (12+5+17)

Disegno parete



Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:
- tramezze in laterizio semipieno "ALVEOLATER Classe 45" formato 12x45x25
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 211" spessore 50 mm e densità 40 kg/m³
- blocchi in laterizio semipieno "ALVEOLATER Classe 45" formato 17x50x22,5
- tre intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

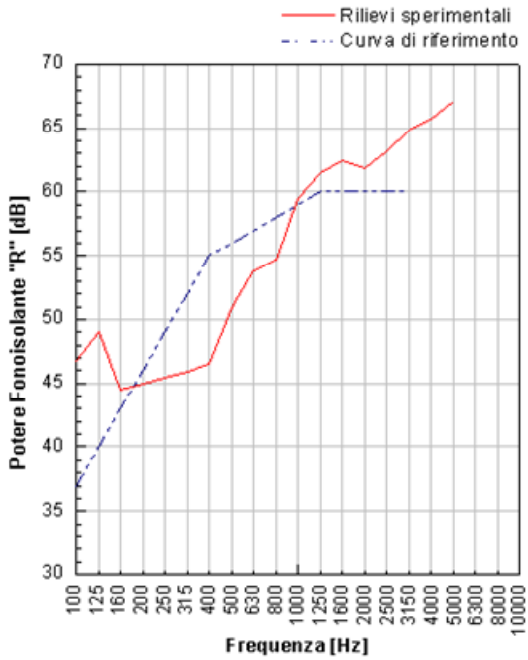
I laterizi, a incastro, sono stati posti in opera a fori verticali con giunti orizzontali continui in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	46,8	37,0
125	49,0	40,0
160	44,5	43,0
200	45,0	46,0
250	45,5	49,0
315	45,9	52,0
400	46,5	55,0
500	51,0	56,0
630	53,8	57,0
800	54,7	58,0
1000	59,4	59,0
1250	61,5	60,0
1600	62,5	60,0
2000	61,8	60,0
2500	63,2	60,0
3150	64,8	60,0
4000	65,7	//
5000	67,1	//

Istituto Giordano certificato 173510 del 11/7/03

Grafico potere fonoisolante



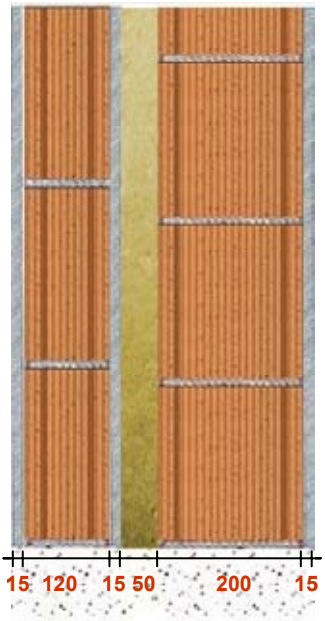
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**56,0 dB**

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO ALVEOLATER E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 211 (12+5+20)

R_w: 55dB
C = -2 dB; Ctr = -6 dB

Disegno parete



Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:
- tramezze in laterizio semipieno "ALVEOLATER Classe 45" formato 12x45x25
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 211" spessore 50 mm e densità 40 kg/m³
- blocchi in laterizio semipieno "ALVEOLATER Classe 45" formato 20x50x22,5
- tre intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

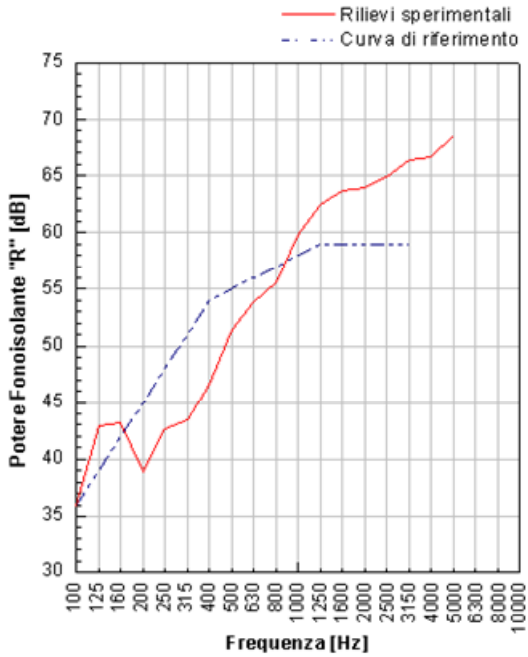
I laterizi, a incastro, sono stati posti in opera a fori verticali con giunti orizzontali continui in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	35,9	36,0
125	42,9	39,0
160	43,2	42,0
200	38,9	45,0
250	42,6	48,0
315	43,5	51,0
400	48,5	54,0
500	51,4	55,0
630	53,8	56,0
800	55,6	57,0
1000	59,8	58,0
1250	62,4	59,0
1600	63,7	59,0
2000	64,0	59,0
2500	64,9	59,0
3150	66,3	59,0
4000	66,7	//
5000	68,5	//

Istituto Giordano certificato 173511 del 11/7/03

Grafico potere fonoisolante



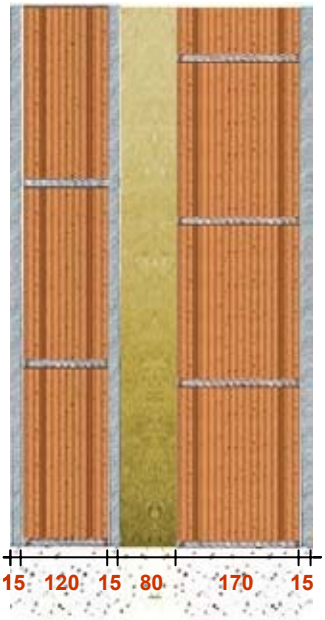
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**55,0 dB**

R_w: 55dB
C = -1 dB; Ctr = -5 dB

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO ALVEOLATER E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 211 (12+8+17)

Disegno parete



Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:
- tramezze in laterizio semipieno "ALVEOLATER Classe 45" formato 12x45x25
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 211" spessore 80 mm e densità 40 kg/m³
- blocchi in laterizio semipieno "ALVEOLATER Classe 45" formato 17x50x22,5
- tre intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

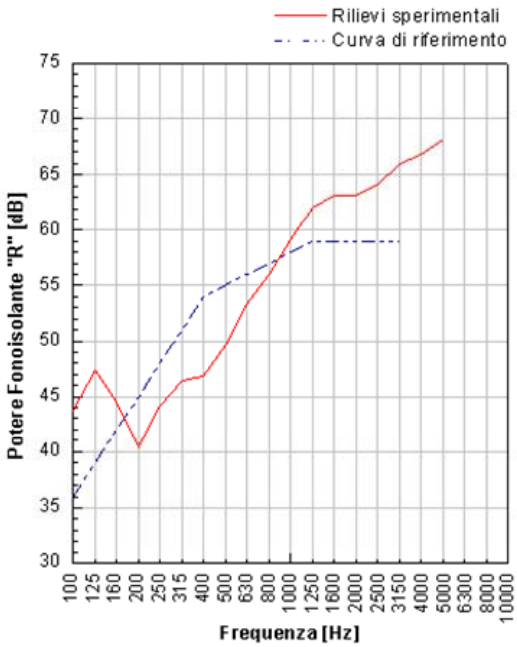
I laterizi, a incastro, sono stati posti in opera a fori verticali con giunti orizzontali continui in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	43,7	36,0
125	47,4	39,0
160	44,5	42,0
200	40,3	45,0
250	44,2	48,0
315	46,4	51,0
400	46,9	54,0
500	49,6	55,0
630	53,3	56,0
800	56,0	57,0
1000	59,1	58,0
1250	62,0	59,0
1600	63,2	59,0
2000	63,1	59,0
2500	64,1	59,0
3150	66,0	59,0
4000	66,8	//
5000	68,1	//

Istituto Giordano certificato 173512 del 11/7/03

Grafico potere fonoisolante



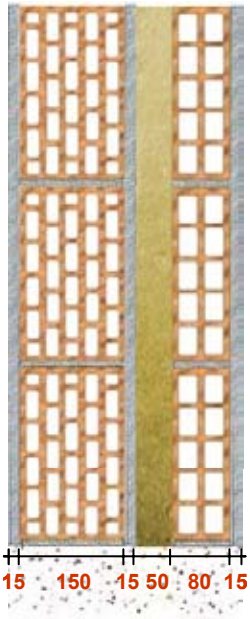
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**55,0 dB**

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO ALVEOLATER E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 211 (15+5+8)

R_w: 56dB
C = -1 dB; Ctr = -4 dB

Disegno parete



Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:

- blocchi in laterizio "ALVEOLATER Classe 60" formato 15x25x25;
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 211" spessore 50 mm e densità 40 kg/m³;
- tramezza in laterizio formato 8x25x25.
- Tre intonaci in malta cementizia spessore mm 15

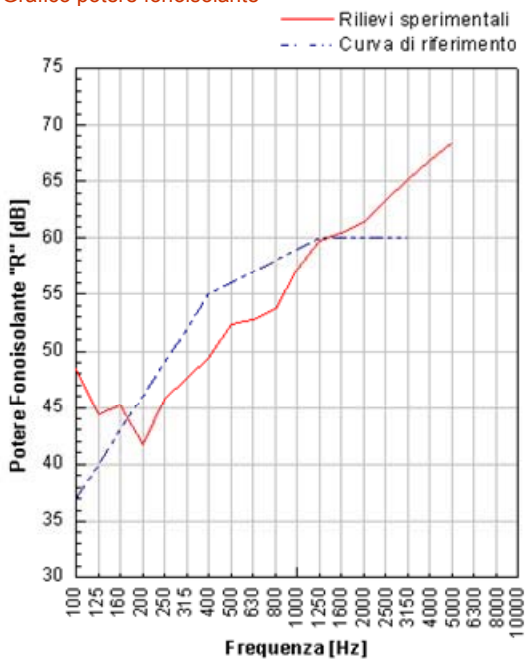
I laterizi sono stati posti in opera a fori orizzontali con giunti continui verticali e orizzontali in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	48,5	37,0
125	44,4	40,0
160	45,2	43,0
200	41,7	46,0
250	45,7	49,0
315	47,6	52,0
400	49,4	55,0
500	52,3	56,0
630	52,8	57,0
800	53,7	58,0
1000	57,2	59,0
1250	59,7	60,0
1600	60,5	60,0
2000	61,4	60,0
2500	63,3	60,0
3150	65,1	60,0
4000	66,8	//
5000	68,4	//

Istituto Giordano certificato 173513 del 11/7/03

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**56,0 dB**

R_w: 59dB
C = -1 dB; Ctr = -3 dB

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO ALVEOLATER E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 225 (8+10+12)

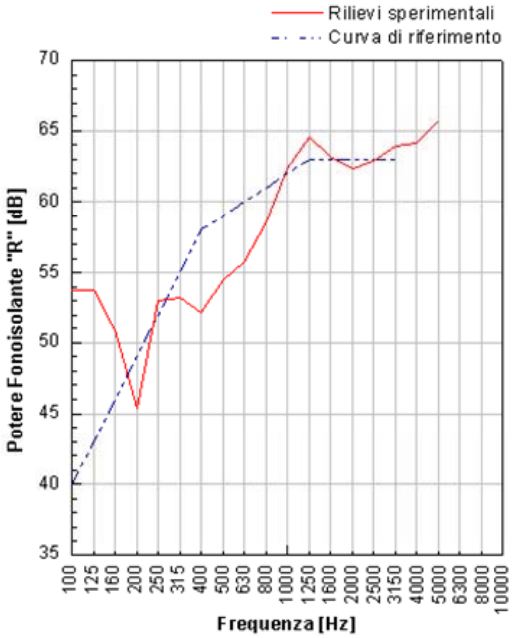
Disegno parete

Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:
- tramezze in laterizio "ALVEOLATER Classe 45" formato 8x45x25
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 225" spessore 100 mm e densità 70 kg/m³
- tramezze in laterizio "ALVEOLATER Classe 45" formato 12x45x25
- tre intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

I laterizi, a incastro, sono stati posti in opera a fori verticali con giunti orizzontali continui in malta tradizionale a base cementizia.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	53,8	40,0
125	53,8	43,0
160	50,9	46,0
200	45,4	49,0
250	53,0	52,0
315	53,2	55,0
400	52,2	58,0
500	54,5	59,0
630	55,7	60,0
800	58,6	61,0
1000	62,3	62,0
1250	64,5	63,0
1600	63,2	63,0
2000	62,3	63,0
2500	62,9	63,0
3150	63,9	63,0
4000	64,1	//
5000	65,7	//

Istituto Giordano certificato 173514 del 11/7/03

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**59,0 dB**

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO ALVEOLATER E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 211 (8+5+8)

R_w: 57dB
C = -1 dB; Ctr = -3 dB

Disegno parete

Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:
- tramezze in laterizio "ALVEOLATER Classe 45" formato 8x45x25
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 211" spessore 50 mm e densità 40 kg/m³
- tramezze in laterizio "ALVEOLATER Classe 45" formato 8x45x25
- tre intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

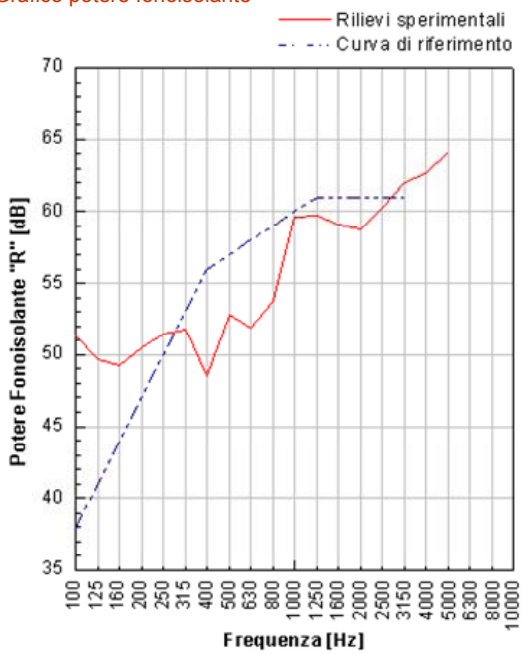
I laterizi, a incastro, sono stati posti in opera a fori verticali con giunti orizzontali continui in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	51,3	38,0
125	49,7	41,0
160	49,2	44,0
200	50,5	47,0
250	51,5	50,0
315	51,8	53,0
400	48,5	56,0
500	52,8	57,0
630	51,9	58,0
800	53,8	59,0
1000	59,6	60,0
1250	59,7	61,0
1600	59,1	61,0
2000	58,8	61,0
2500	60,2	61,0
3150	62,0	61,0
4000	62,7	//
5000	64,1	//

Istituto Giordano certificato 173515 del 11/7/03

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**57,0 dB**

R_w: 57dB
C = -1 dB; Ctr = -3 dB

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO ALVEOLATER E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 225 (8+5+12)

Disegno parete

Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:
- tramezze in laterizio "ALVEOLATER Classe 45" formato 8x45x25
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 225" spessore 50 mm e densità 70 kg/m³
- tramezze in laterizio "ALVEOLATER Classe 45" formato 12x45x25
- tre intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

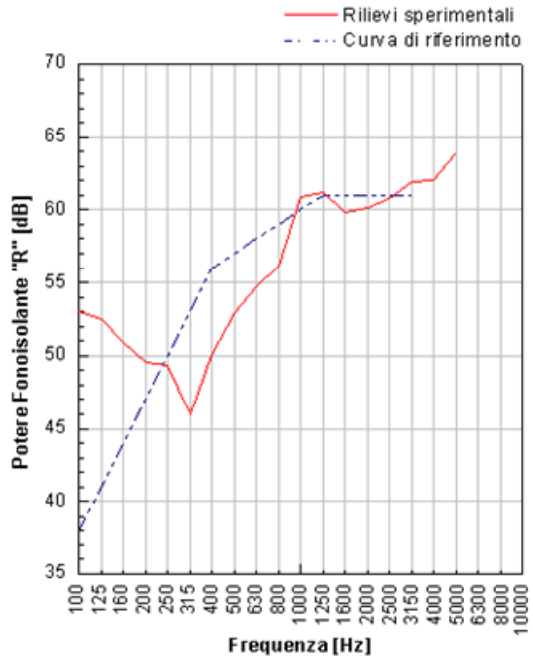
I laterizi, a incastro, sono stati posti in opera a fori verticali con giunti orizzontali continui in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	53,0	38,0
125	52,5	41,0
160	50,9	44,0
200	49,6	47,0
250	49,4	50,0
315	46,0	53,0
400	50,1	56,0
500	52,9	57,0
630	54,7	58,0
800	56,2	59,0
1000	60,9	60,0
1250	61,2	61,0
1600	59,8	61,0
2000	60,1	61,0
2500	60,8	61,0
3150	61,9	61,0
4000	62,0	//
5000	63,9	//

Istituto Giordano certificato 173516 del 11/7/03

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**57,0 dB**

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO ALVEOLATER E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 211 (8+8+8)

R_w: 56dB
C = -2 dB; Ctr = -5 dB

Disegno parete

Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:
- tramezze in laterizio "ALVEOLATER Classe 45" formato 8x45x25
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 211" spessore 80 mm e densità 40 kg/m³
- tramezze in laterizio "ALVEOLATER Classe 45" formato 8x45x25
- tre intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

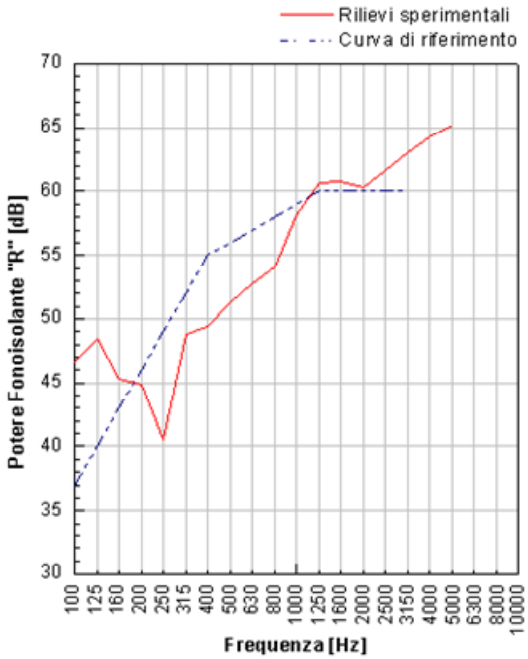
I laterizi, a incastro, sono stati posti in opera a fori verticali con giunti orizzontali continui in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	46,7	37,0
125	48,4	40,0
160	45,3	43,0
200	44,9	46,0
250	40,5	49,0
315	48,8	52,0
400	49,4	55,0
500	51,3	56,0
630	52,8	57,0
800	54,1	58,0
1000	58,2	59,0
1250	60,6	60,0
1600	60,8	60,0
2000	60,3	60,0
2500	61,6	60,0
3150	63,1	60,0
4000	64,3	//
5000	65,2	//

Istituto Giordano certificato 173517 del 11/7/03

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**56,0 dB**

R_w: 43dB
C = -1 dB; Ctr = -2 dB

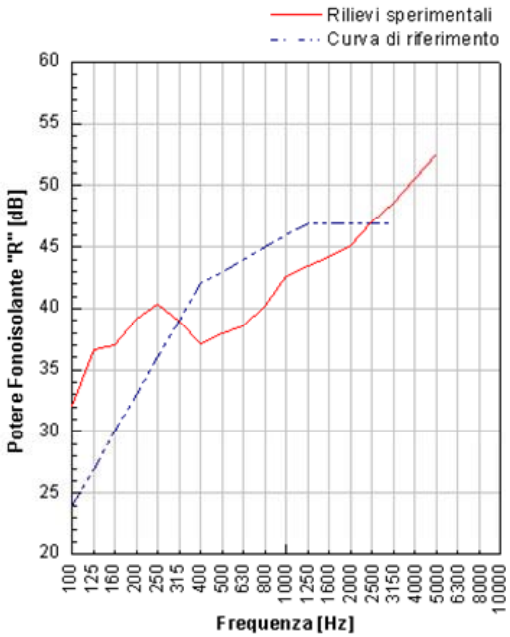
MURATURA IN MATTONI FACCIA A VISTA

Disegno parete

Descrizione parete

Parete realizzata con mattoni pieni denominati "FACCIA A VISTA" legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta tradizionale a base cementizia. I mattoni pieni faccia a vista utilizzati per la realizzazione del campione, del tipo a pasta molle, hanno le seguenti caratteristiche: dimensioni nominali cm 12x5,5x25 e peso kg 2,6 circa.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	32,1	24,0
125	36,7	27,0
160	37,0	30,0
200	39,1	33,0
250	40,4	36,0
315	38,9	39,0
400	37,1	42,0
500	38,0	43,0
630	38,6	44,0
800	40,2	45,0
1000	42,6	46,0
1250	43,5	47,0
1600	44,2	47,0
2000	45,1	47,0
2500	47,1	47,0
3150	48,6	47,0
4000	50,5	//
5000	52,6	//

Istituto Giordano certificato 180228 del 17/2/04

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**43,0 dB**

MURATURA A DOPPIO STRATO IN MATTONI FACCIA A VISTA E BLOCCHI ALVEOLATER A 77/45 SEMIPIENI CLASSE 45 CON INTONACO IN MALTA CEMENTIZIA (12+20)

R_w: 54dB
C = -1 dB; Ctr = -4 dB

Disegno parete

Descrizione parete

Parete doppia in muratura realizzata con:

- parete realizzata con mattoni FACCIA A VISTA 12x5,5x25
-strato di collegamento realizzato con malta a base cementizia 10 mm
- parete realizzata con blocchi ALVEOLATER A 77/45 semipieni classe 45 19.5x19x30
- intonaco in malta cementizia spessore mm 15

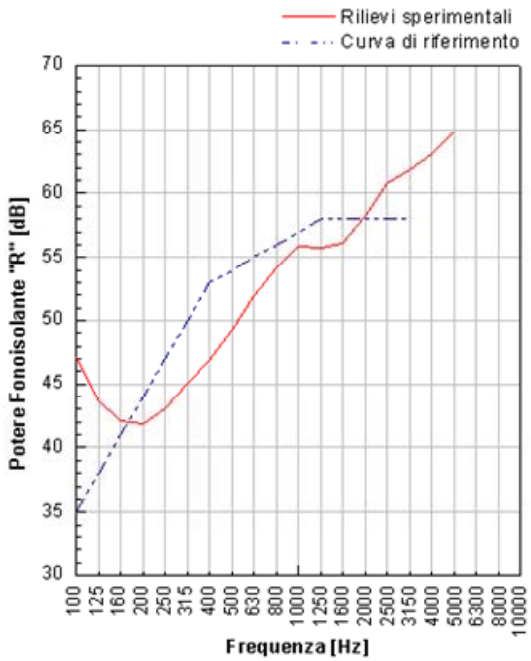
I laterizi, a incastro, sono stati posti in opera a fori verticali con giunti orizzontali continui in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	47,1	35,0
125	43,7	38,0
160	42,1	41,0
200	41,9	44,0
250	43,0	47,0
315	45,1	50,0
400	46,9	53,0
500	49,3	54,0
630	51,9	55,0
800	54,2	56,0
1000	55,9	57,0
1250	55,8	58,0
1600	56,1	58,0
2000	58,3	58,0
2500	60,8	58,0
3150	61,9	58,0
4000	63,1	//
5000	64,9	//

Istituto Giordano certificato 180229 del 30/1/04

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**54,0 dB**

R_w: 46dB
C = -1 dB; Ctr = -2 dB

MURATURA IN BLOCCHI ALVEOLATER A 62/60 classe 60 CON INTONACI IN MALTA CEMENTIZIA

Disegno parete

Descrizione parete

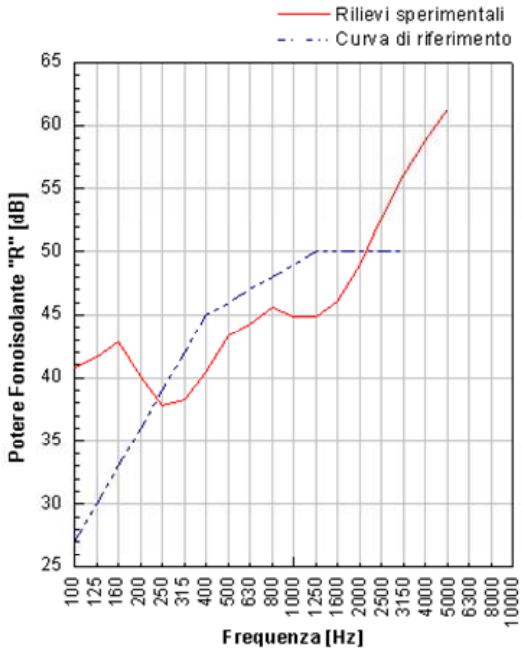
Parete **intonacata** su ambo le facce realizzata con blocchi forati per tamponamento denominati "ALVEOLATER A 62/60", classe 60, posati con **asse dei fori verticale** e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta tradizionale a base cementizia. I blocchi utilizzati sono confezionati con laterizio alleggerito in pasta e provvisti di 41 fori passanti. Intonaci in malta cementizia spessore mm 15. Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **30x25x19** e peso 9,0 kg circa.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	40,8	27,0
125	41,6	30,0
160	42,8	33,0
200	40,1	36,0
250	37,8	39,0
315	38,3	42,0
400	40,5	45,0
500	43,3	46,0
630	44,3	47,0
800	45,6	48,0
1000	44,9	49,0
1250	44,9	50,0
1600	46,1	50,0
2000	49,0	50,0
2500	52,7	50,0
3150	56,1	50,0
4000	58,8	//
5000	61,3	//

Istituto Giordano certificato 180230 del 17/2/04

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**46,0 dB**

MURATURA IN BLOCCHI ALVEOLATER A 55/60 classe 60 CON INTONACI IN MALTA CEMENTIZIA

R_w: 47dB
C = -1 dB; Ctr = -2 dB

Disegno parete

Descrizione parete

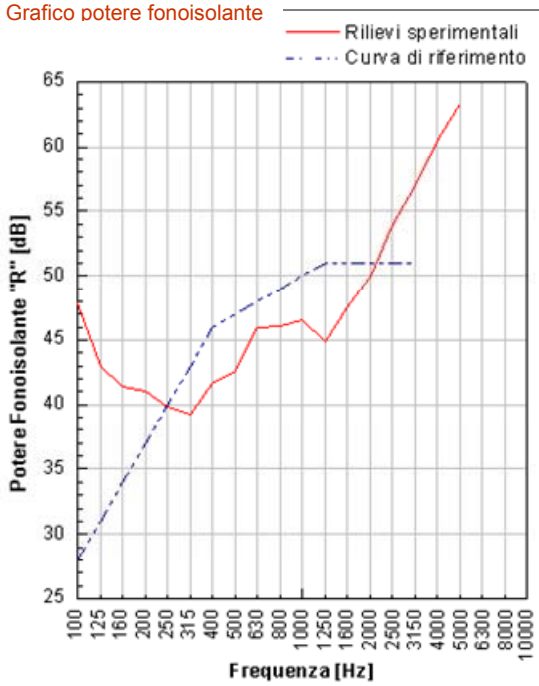
Parete **intonacata** su ambo le facce realizzata con blocchi forati per tamponamento denominati "ALVEOLATER A 55/60", classe 60, posati con **asse dei fori verticale** e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta tradizionale a base cementizia. Intonaci in malta cementizia spessore mm 15. Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **35x25x19** e peso 11,2 kg circa.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	47,9	28,0
125	43,0	31,0
160	41,4	34,0
200	41,1	37,0
250	39,9	40,0
315	39,2	43,0
400	41,7	46,0
500	42,6	47,0
630	45,9	48,0
800	46,1	49,0
1000	46,6	50,0
1250	44,9	51,0
1600	47,5	51,0
2000	49,9	51,0
2500	53,8	51,0
3150	57,0	51,0
4000	60,5	//
5000	63,3	//

Istituto Giordano certificato 180231 del 17/2/04

Grafico potere fonoisolante



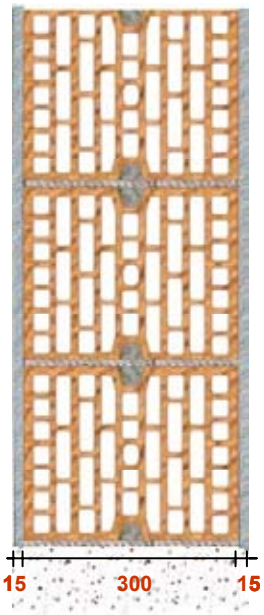
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**47,0 dB**

R_w: 48dB
C = -1 dB; Ctr = -3 dB

MURATURA IN BLOCCHI ALVEOLATER T 30 classe 60 CON INTONACI IN MALTA CEMENTIZIA

Disegno parete



Descrizione parete

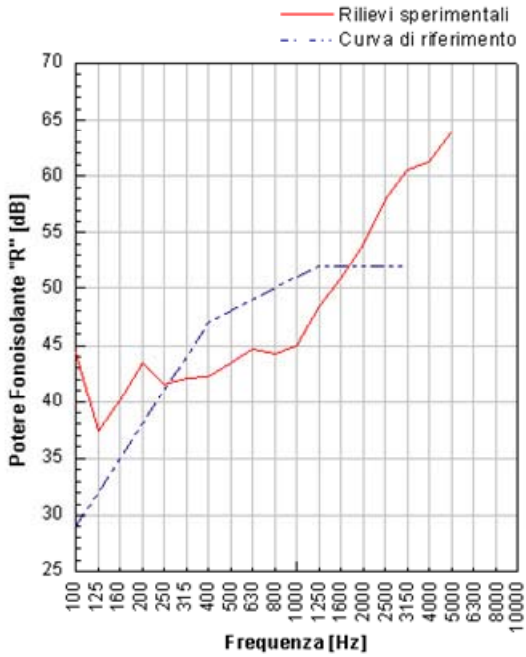
Parete **intonacata** su ambo le facce realizzata con blocchi forati per tamponamento denominati "ALVEOLATER T 30", classe 60, posati con **asse dei fori orizzontale** e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta tradizionale a base cementizia. Intonaci in malta cementizia spessore mm 15. Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **30x25x25** e peso 11,0 kg circa.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	44,4	29,0
125	37,4	32,0
160	40,1	35,0
200	43,4	38,0
250	41,6	41,0
315	42,1	44,0
400	42,3	47,0
500	43,5	48,0
630	44,7	49,0
800	44,3	50,0
1000	44,9	51,0
1250	48,4	52,0
1600	50,9	52,0
2000	54,0	52,0
2500	57,9	52,0
3150	60,6	52,0
4000	61,2	//
5000	63,9	//

Istituto Giordano certificato 180232 del 17/2/04

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**48,0 dB**

MURATURA IN BLOCCHI ALVEOLATER T 35 classe 60 CON INTONACI IN MALTA CEMENTIZIA

R_w: 50dB
C = -1 dB; Ctr = -2 dB

Disegno parete

Descrizione parete

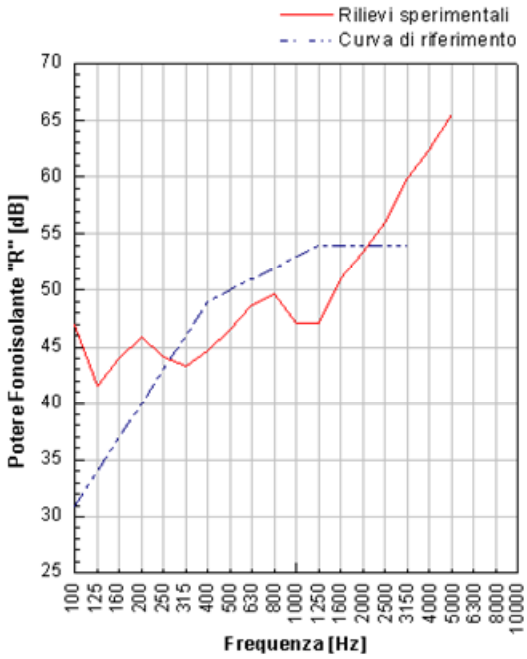
Parete **intonacata** su ambo le facce realizzata con blocchi forati per tamponamento denominati "ALVEOLATER T 35", classe 60, posati con **asse dei fori orizzontale** e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta tradizionale a base cementizia. Intonaci in malta cementizia spessore mm 15. Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **35x25x25** e peso 12,5 kg circa.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	46,9	31,0
125	41,5	34,0
160	44,0	37,0
200	45,9	40,0
250	44,1	43,0
315	43,3	46,0
400	44,6	49,0
500	46,6	50,0
630	48,7	51,0
800	49,6	52,0
1000	47,1	53,0
1250	47,1	54,0
1600	51,0	54,0
2000	53,4	54,0
2500	56,0	54,0
3150	59,9	54,0
4000	62,3	//
5000	65,5	//

Istituto Giordano certificato 180233 del 17/2/04

Grafico potere fonoisolante



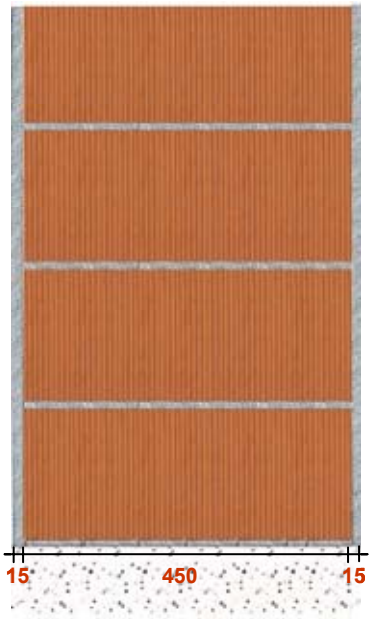
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**50,0 dB**

R_w: 56dB
C = -1 dB; Ctr = -2 dB

MURATURA IN BLOCCHI SEMIPIENI ALVEOLATER A 36/45 CLASSE 45 CON INTONACI IN MALTA CEMENTIZIA

Disegno parete



Descrizione parete

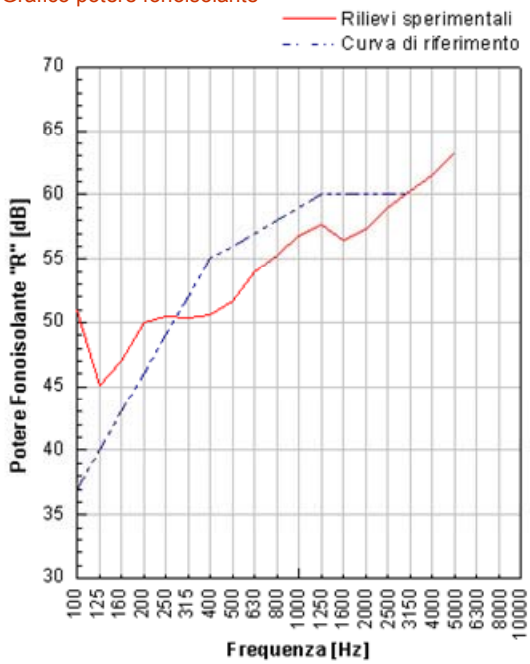
Parete **intonacata** su ambo le facce realizzata con blocchi semipieni denominati "ALVEOLATER A 36/45", classe 45, posati con **asse dei fori verticale** e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta tradizionale a base cementizia. Intonaci in malta cementizia spessore mm 15. Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **45x30x19** e peso 22,8 kg.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	50,9	37,0
125	45,1	40,0
160	47,0	43,0
200	50,0	46,0
250	50,5	49,0
315	50,4	52,0
400	50,6	55,0
500	51,7	56,0
630	54,0	57,0
800	55,3	58,0
1000	56,8	59,0
1250	57,7	60,0
1600	56,5	60,0
2000	57,3	60,0
2500	59,0	60,0
3150	60,3	60,0
4000	61,5	//
5000	63,3	//

Istituto Giordano certificato 184709 del 23/6/04

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**56,0 dB**

MURATURA IN BLOCCHI SEMIPIENI ALVEOLATER A 62/45 CLASSE 45 CON INTONACI IN MALTA CEMENTIZIA

R_w: 54dB
C = -1 dB; Ctr = -3 dB

Disegno parete

Descrizione parete

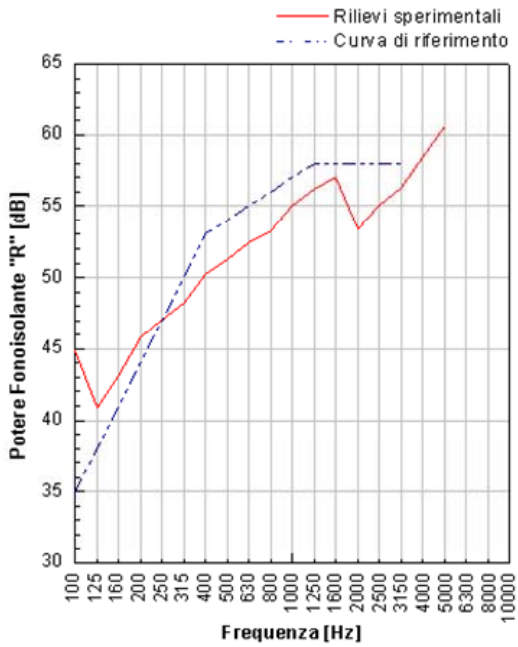
Parete **intonacata** su entrambe le facce realizzata con blocchi semipieni denominati "ALVEOLATER A 62/45", classe 45, posati con **asse dei fori verticale** e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta tradizionale a base cementizia. Intonaci in malta cementizia spessore mm 15. Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **30x25x19** e peso 11,5 kg.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	44,9	35,0
125	40,9	38,0
160	43,1	41,0
200	45,8	44,0
250	47,1	47,0
315	48,2	50,0
400	50,2	53,0
500	51,3	54,0
630	52,4	55,0
800	53,3	56,0
1000	55,0	57,0
1250	56,2	58,0
1600	57,0	58,0
2000	53,4	58,0
2500	55,0	58,0
3150	56,3	58,0
4000	58,4	//
5000	60,6	//

Istituto Giordano certificato 184710 del 23/6/04

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**54,0 dB**

R_w: 54dB
C = -1 dB; Ctr = -4 dB

MURATURA IN BLOCCHI SENIPIENI ALVEOLATER A 55/45 CLASSE 45 CON INTONACI IN MALTA CEMENTIZIA

Disegno parete

Descrizione parete

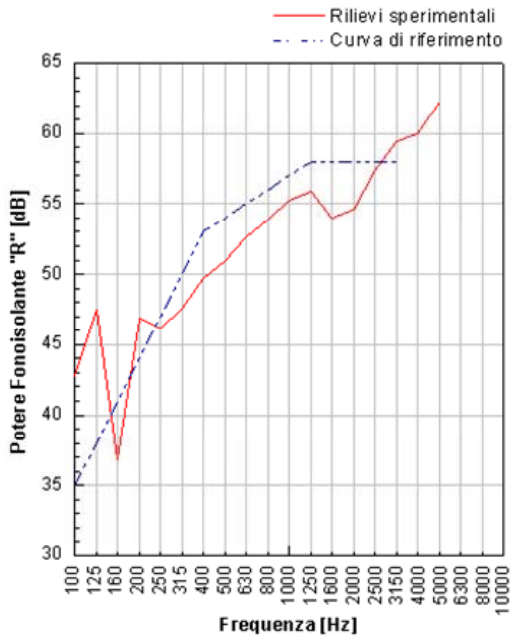
Parete **intonacata** su entrambe le facce realizzata con blocchi semipieni denominati "ALVEOLATER A 55/45", classe 45, posati con **asse dei fori verticale** e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta tradizionale a base cementizia. Intonaci in malta cementizia spessore mm 15. Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **35x25x19** e peso 13,1 kg.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	42,8	35,0
125	47,5	38,0
160	36,8	41,0
200	46,9	44,0
250	46,1	47,0
315	47,6	50,0
400	49,7	53,0
500	51,0	54,0
630	52,6	55,0
800	53,9	56,0
1000	55,2	57,0
1250	55,9	58,0
1600	54,0	58,0
2000	54,6	58,0
2500	57,4	58,0
3150	59,4	58,0
4000	60,0	//
5000	62,3	//

Istituto Giordano certificato 164711 del 23/6/04

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**54,0 dB**

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 211 (8+5+8)

R_w: 57dB
C = -2 dB; Ctr = -4 dB

Disegno parete

Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:

- tramezza in laterizio normale, di formato 8x25x25 cm
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 211" spessore 50 mm e densità 40 kg/m³
- tramezza in laterizio normale, di formato 8x25x25 cm
- tre intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

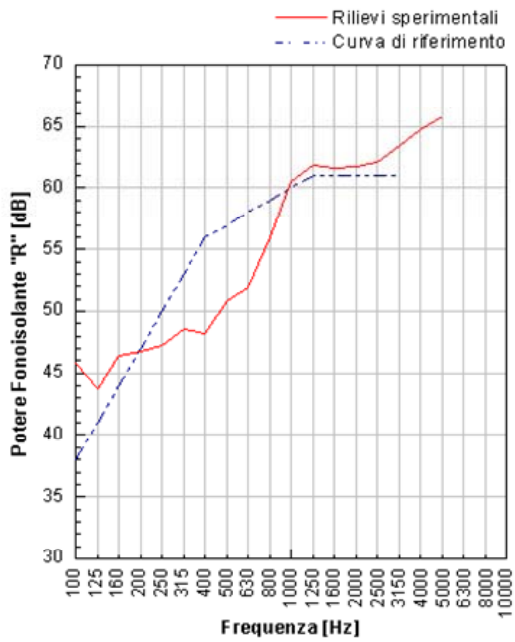
I laterizi, sono stati posti in opera a fori orizzontali con giunti continui verticali e orizzontali in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	45,8	38,0
125	43,8	41,0
160	46,4	44,0
200	46,8	47,0
250	47,2	50,0
315	48,6	53,0
400	48,2	56,0
500	50,8	57,0
630	51,9	58,0
800	56,0	59,0
1000	60,5	60,0
1250	61,8	61,0
1600	61,6	61,0
2000	61,7	61,0
2500	62,1	61,0
3150	63,4	61,0
4000	64,7	//
5000	65,8	//

Istituto Giordano certificato 186400 del 6/8/04

Grafico potere fonoisolante



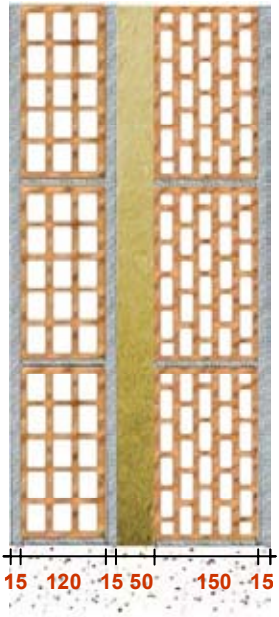
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**57,0 dB**

R_w: 55dB
C = -2 dB; Ctr = -5 dB

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 211 (12+5+15)

Disegno parete



Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:

- tramezza in laterizio normale, di formato 12x25x25 cm
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 211" spessore 50 mm e densità 40 kg/m³
- tramezza in laterizio normale, di formato 15x25x25 cm
- tre intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

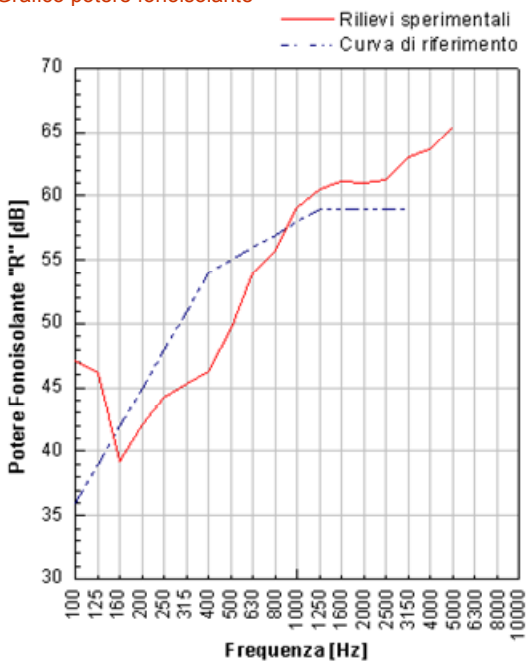
I laterizi, sono stati posti in opera a fori orizzontali con giunti continui verticali e orizzontali in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	47,1	36,0
125	46,2	39,0
160	39,2	42,0
200	42,1	45,0
250	44,2	48,0
315	45,3	51,0
400	46,3	54,0
500	49,6	55,0
630	54,0	56,0
800	55,8	57,0
1000	59,1	58,0
1250	60,5	59,0
1600	61,1	59,0
2000	61,0	59,0
2500	61,3	59,0
3150	63,0	59,0
4000	63,7	//
5000	65,5	//

Istituto Giordano certificato 186401 del 6/8/04

Grafico potere fonoisolante



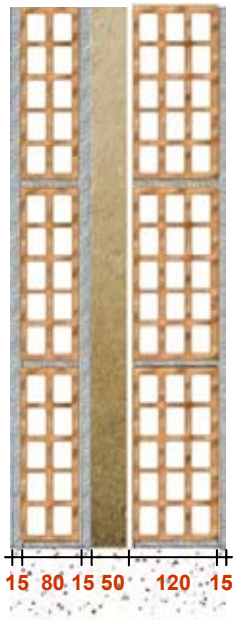
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**55,0 dB**

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 225 (8+5+12)

R_w: 54dB
C = -2 dB; Ctr = -5 dB

Disegno parete



Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:
- tramezza in laterizio normale, di formato 8x25x25 cm
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 225" spessore 50 mm e densità 70 kg/m³
- tramezza in laterizio normale, di formato 12x25x25 cm (la muratura è realizzata non in aderenza allo strato di lana di roccia)
- tre intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

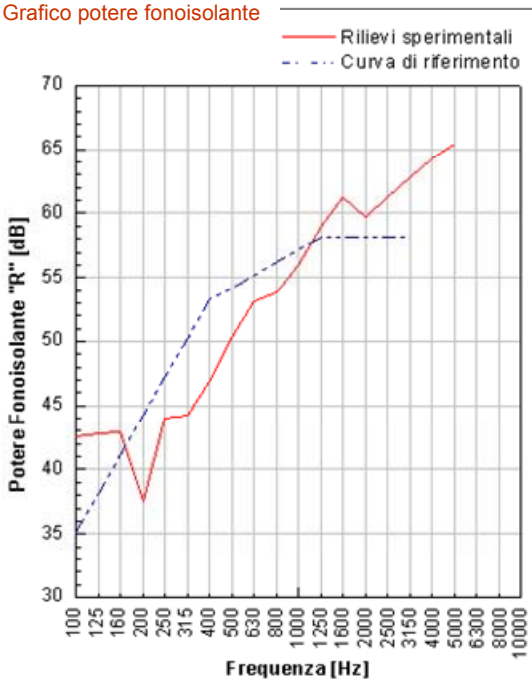
I laterizi, sono stati posti in opera a fori orizzontali con giunti continui verticali e orizzontali in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	42,6	35,2
125	42,8	38,2
160	42,9	41,2
200	37,6	44,2
250	44,0	47,2
315	44,3	50,2
400	46,9	53,2
500	50,3	54,2
630	53,1	55,2
800	53,8	56,2
1000	56,0	57,2
1250	59,0	58,2
1600	61,2	58,2
2000	59,7	58,2
2500	61,3	58,2
3150	62,8	58,2
4000	64,3	//
5000	65,5	//

Istituto Giordano certificato 186402 del 6/8/04

Grafico potere fonoisolante



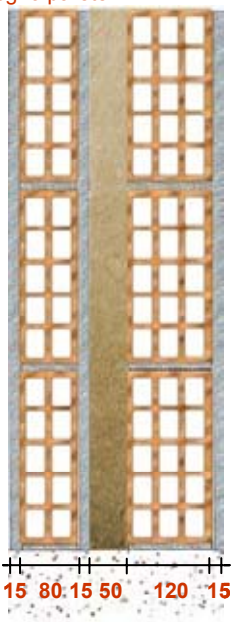
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**54,0 dB**

R_w: 52dB
C = -2 dB; Ctr = -7 dB

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 225 (8+5+12)

Disegno parete



Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:
- tramezza in laterizio normale, di formato 8x25x25 cm
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 225" spessore 50 mm e densità 70 kg/m³
- tramezza in laterizio normale, di formato 12x25x25 cm (la muratura è realizzata in aderenza allo strato di lana di roccia)
- tre intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

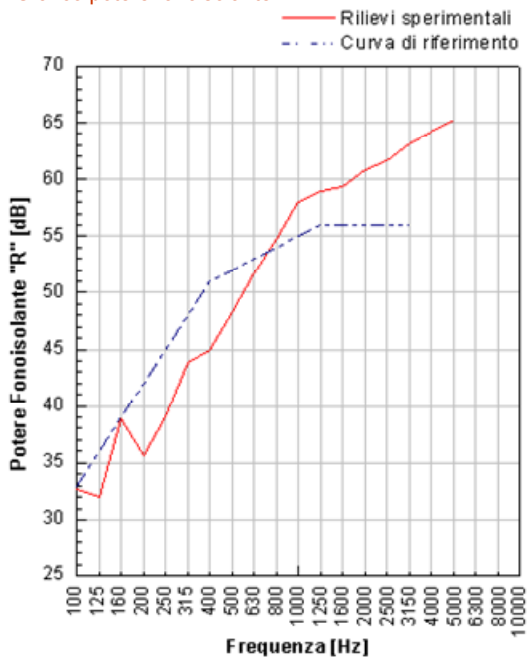
I laterizi, sono stati posti in opera a fori orizzontali con giunti continui verticali e orizzontali in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	32,7	33,0
125	32,0	36,0
160	38,9	39,0
200	35,7	42,0
250	39,0	45,0
315	43,8	48,0
400	45,0	51,0
500	48,3	52,0
630	51,7	53,0
800	54,7	54,0
1000	58,0	55,0
1250	59,0	56,0
1600	59,3	56,0
2000	60,8	56,0
2500	61,6	56,0
3150	63,1	56,0
4000	64,2	//
5000	65,3	//

Istituto Giordano certificato 187380 del 6/9/04

Grafico potere fonoisolante



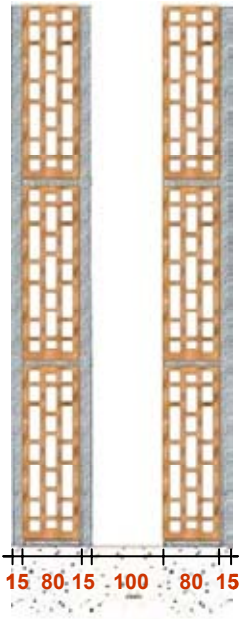
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**52,0 dB**

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO E INTERCAPEDINE DI ARIA (8+10+8)

R_w: 56dB
C = -1 dB; Ctr = -3 dB

Disegno parete



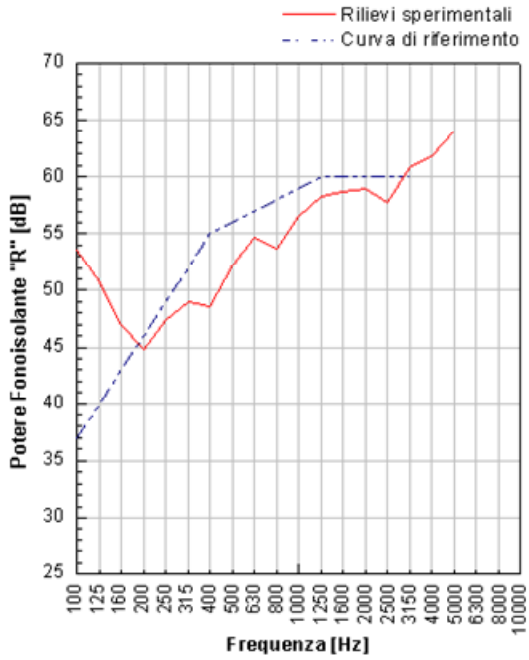
Descrizione parete

Parete doppia in muratura realizzata con:

- tramezza semipiena, di formato 8x25x25 cm
- intercapedine di aria cm 10
- tramezza semipiena, di formato 8x25x25 cm
- tre intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

I laterizi, sono stati posti in opera a fori orizzontali con giunti continui verticali e orizzontali in malta tradizionale a base cementizia.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	53,6	37,0
125	50,7	40,0
160	46,9	43,0
200	44,8	46,0
250	47,4	49,0
315	49,0	52,0
400	48,6	55,0
500	52,2	56,0
630	54,6	57,0
800	53,7	58,0
1000	56,5	59,0
1250	58,3	60,0
1600	58,7	60,0
2000	58,9	60,0
2500	57,8	60,0
3150	60,8	60,0
4000	61,8	//
5000	64,1	//

Istituto Giordano certificato 190638 del 6/12/04

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**56,0 dB**

R_w: 40dB
C = -1 dB; Ctr = -3 dB

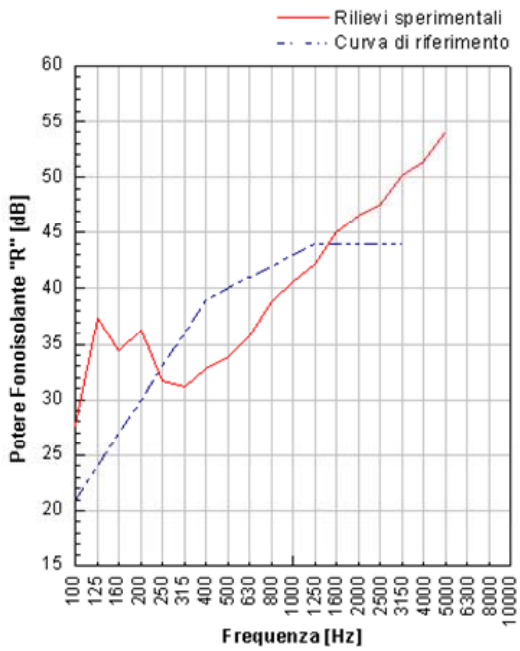
TRAMEZZA ALVEOLATER SEMIPIENA 8x25x25 CLASSE 45

Disegno parete

Descrizione parete

Parete **intonacata** su ambo le facce realizzata con blocchi denominati "TRAMEZZA ALVEOLATER SEMIPIENA", classe 45, posati con **asse dei fori orizzontale** e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta tradizionale a base cementizia. Intonaci in malta cementizia spessore mm 15. Il blocco in laterizio ha dimensioni nominali: cm **8x25x25** e peso 4,5 kg circa.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	27,7	21,0
125	37,3	24,0
160	34,4	27,0
200	36,3	30,0
250	31,7	33,0
315	31,1	36,0
400	32,8	39,0
500	33.8	40,0
630	35,8	41,0
800	38,9	42,0
1000	40,6	43,0
1250	42,2	44,0
1600	45,1	44,0
2000	46,5	44,0
2500	47,4	44,0
3150	50,1	44,0
4000	51,3	//
5000	54,0	//

Istituto Giordano certificato 190639 del 6/12/04

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**40,0 dB**

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 211 (8+5+8)

R_w: 53dB
C = -1 dB; Ctr = -4 dB

Disegno parete

Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:

- tramezza semipiena, di formato 8x50x25 cm
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 211" spessore 50 mm e densità 40 kg/m³
- tramezza semipiena, di formato 8x50x25 cm
- due intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

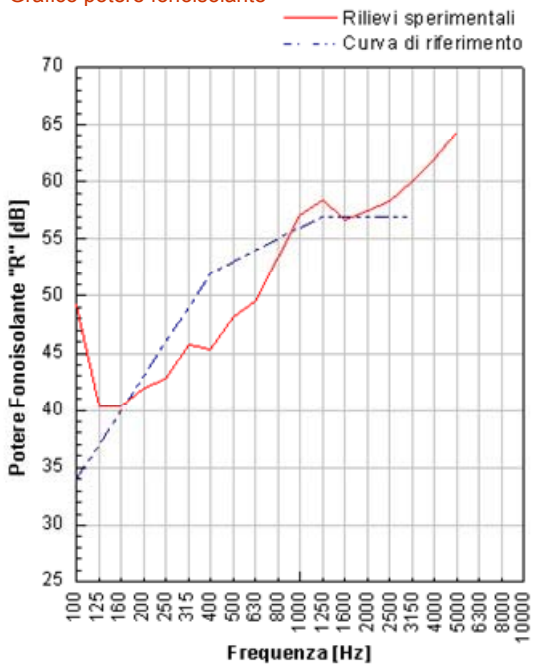
I laterizi, sono stati posti in opera a fori verticali con giunti continui verticali e orizzontali in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	49,2	34,0
125	40,3	37,0
160	40,3	40,0
200	42,0	43,0
250	42,8	46,0
315	45,8	49,0
400	45,4	52,0
500	48,2	53,0
630	49,5	54,0
800	53,4	55,0
1000	57,0	56,0
1250	58,4	57,0
1600	56,7	57,0
2000	57,4	57,0
2500	58,3	57,0
3150	60,0	57,0
4000	61,9	//
5000	64,4	//

Istituto Giordano certificato 201733 del 15/9/05

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**53,0 dB**

R_w: 55dB
C = -1 dB; Ctr = -4 dB

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 388 (8+4+8)

Disegno parete

Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:

- tramezza semipiena, di formato 8x50x25 cm
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 388" spessore 40 mm e densità 157 kg/m³
- tramezza semipiena, di formato 8x50x25 cm
- due intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

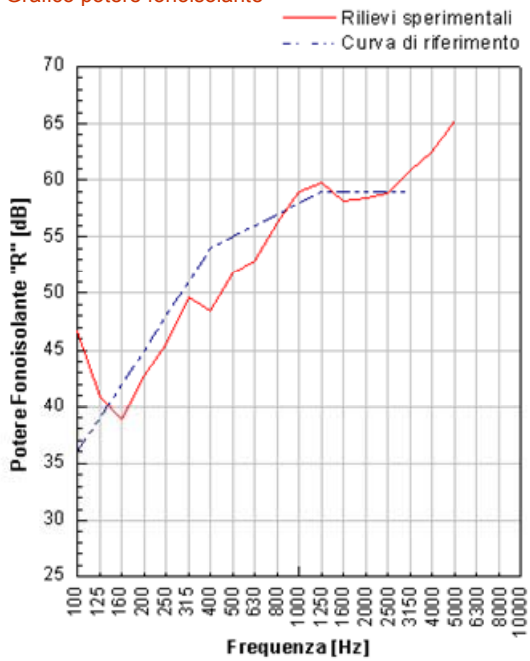
I laterizi, sono stati posti in opera a fori verticali con giunti continui verticali e orizzontali in malta tradizionale a base cementizia.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	46,7	36,0
125	40,9	39,0
160	38,9	42,0
200	42,8	45,0
250	45,5	48,0
315	49,6	51,0
400	48,4	54,0
500	51,8	55,0
630	52,9	56,0
800	56,2	57,0
1000	58,9	58,0
1250	59,7	59,0
1600	58,1	59,0
2000	58,4	59,0
2500	58,8	59,0
3150	60,8	59,0
4000	62,4	//
5000	65,3	//

Istituto Giordano certificato 201734 del 15/9/05

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**55,0 dB**

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN LATERIZIO ALVEOLATER E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 388 (8+4+8) CON IMPIANTO ELETTRICO

R_w: 55dB
C = -1 dB; Ctr = -4 dB

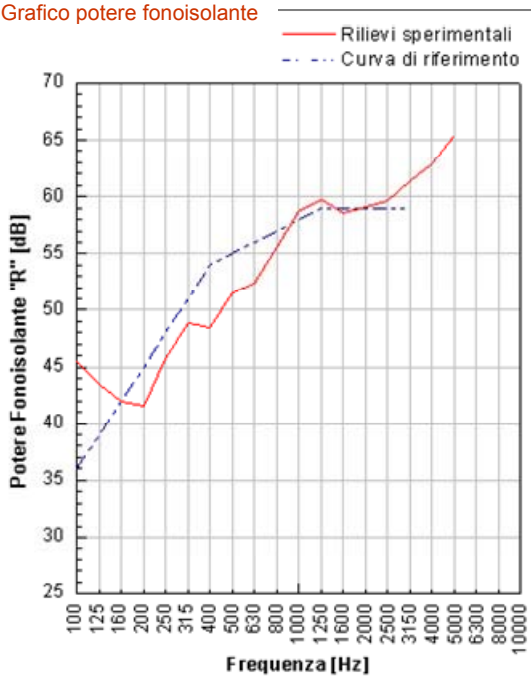
Disegno parete

Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:
- tramezza semipiena Alveolater, di formato 8x50x25 cm
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 388" spessore 40 mm e densità 157 kg/m³
- tramezza semipiena Alveolater, di formato 8x50x25 cm
- due intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

I laterizi, sono stati posti in opera a fori verticali con giunti continui verticali e orizzontali in malta tradizionale a base cementizia. All'interno del campione è stato realizzato un **impianto elettrico** composto da: cannetta (lunghezza 4 m e diametro 25 mm con inseriti tre cavi elettrici) e scatola porta frutti (105x75 mm con presa e interruttore).

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	45,5	36,0
125	43,4	39,0
160	42,0	42,0
200	41,5	45,0
250	45,8	48,0
315	48,9	51,0
400	48,5	54,0
500	51,6	55,0
630	52,4	56,0
800	55,6	57,0
1000	58,7	58,0
1250	59,8	59,0
1600	58,6	59,0
2000	59,1	59,0
2500	59,6	59,0
3150	61,4	59,0
4000	62,9	//
5000	65,4	//

Istituto Giordano certificato 201735 del 15/9/05

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**55,0 dB**

R_w: 56dB
C = -3 dB; Ctr = -4 dB

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN BIMATTONI SEMIPIENI UNI E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 388 (12+4+12)

Disegno parete

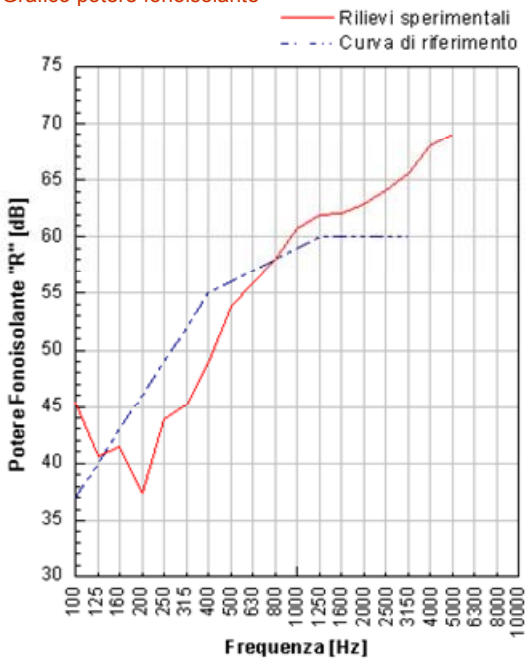
Descrizione parete

Parete doppia in muratura, con interposto materiale isolante, realizzata con:

- Bimattoni semipieni UNI, di formato 12x25x25 cm
- pannelli in lana di roccia "ROCKWOOL 388" spessore 40 mm e densità 157 kg/m³
- bimattoni semipieni UNI, di formato 12x25x25 cm
- due intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

I laterizi, sono stati posti in opera a fori verticali con giunti continui verticali e orizzontali in malta tradizionale a base cementizia.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	45,3	37,0
125	40,7	40,0
160	41,4	43,0
200	37,4	46,0
250	43,9	49,0
315	45,2	52,0
400	48,8	55,0
500	53.9	56,0
630	55,8	57,0
800	58,0	58,0
1000	60,7	59,0
1250	61,9	60,0
1600	62,1	60,0
2000	62,9	60,0
2500	64,1	60,0
3150	65.6	60,0
4000	68,0	//
5000	69,1	//

Istituto Giordano certificato 201736 del 15/9/05

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**56,0 dB**

PARETE DOPPIA CON MURATURA IN BIMATTONI SEMIPIENI UNI E INTERCAPEDINE IN LANA DI ROCCIA ROCKWOOL 388 (12+4+12) CON IMPIANTO IDRAULICO

R_w: 56dB
C = -2 dB; Ctr = -6 dB

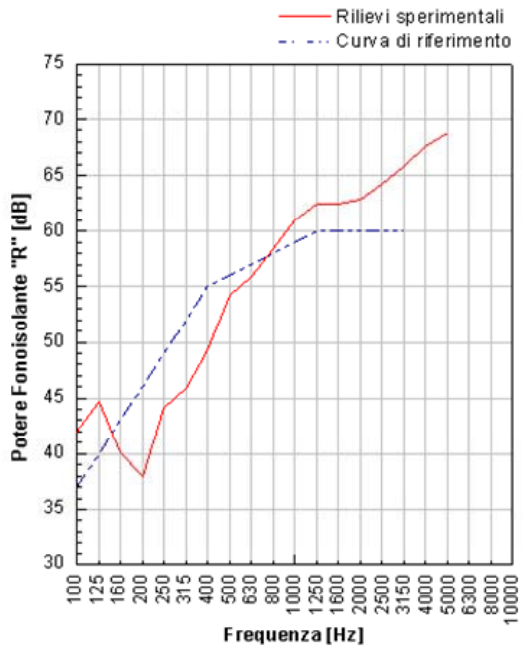
Disegno parete

Descrizione parete

Parete doppia in muratura realizzata con:
- bimattoni semipieni UNI, di formato 12x25x25 cm
- pann. "ROCKWOOL 388" spes. 40 mm, dens. 157 kg/m³
- bimattoni semipieni UNI, di formato 12x25x25 cm
- due intonaci in malta cementizia spessore mm 15.

I laterizi, sono stati posti in opera a fori verticali con giunti continui in malta cementizia. All'interno del campione è stato realizzato un **impianto idraulico**: alimentazione acqua calda e fredda per lavabo (tubazioni mat. plastico lungh. 600 mm diametro 20 mm), scarico per lavabo (lungh. 500 mm diametro 50 mm), alimentazione acqua calda e fredda per bidet (tubazioni mat. plastico lungh. 300 mm diametro 20 mm), scarico per bidet (lungh. 150 mm diametro 50 mm).

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	42,0	37,0
125	44,7	40,0
160	40,1	43,0
200	37,9	46,0
250	44,2	49,0
315	45,9	52,0
400	49,3	55,0
500	54,2	56,0
630	55,9	57,0
800	58,4	58,0
1000	61,0	59,0
1250	62,5	60,0
1600	62,4	60,0
2000	62,9	60,0
2500	64,2	60,0
3150	65,8	60,0
4000	67,6	//
5000	68,8	//

Istituto Giordano certificato 201737 del 15/9/05

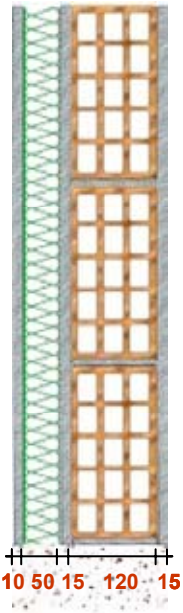
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**56,0 dB**

R_w: 52dB
C = -3 dB; Ctr = -9 dB

CAPATECT SYSTEM 100 CON PANNELLI COVERROCK 035 Sp. 60 APPLICATI A PARETE IN LATERIZIO IN BLOCCHI FORATI

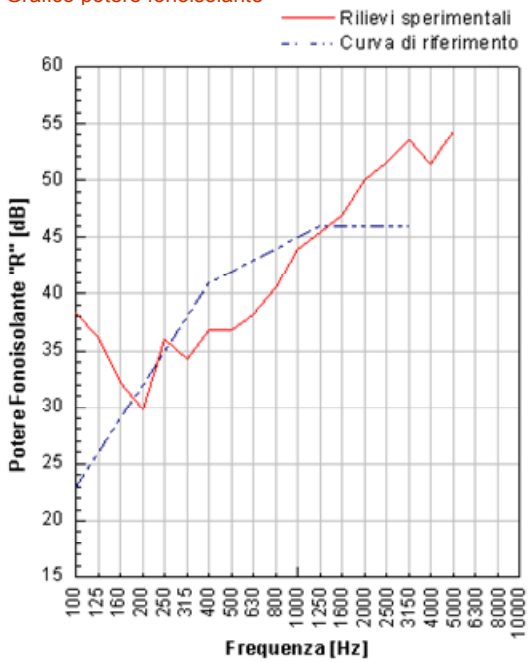
Disegno parete



Descrizione parete

Sistema termoisolante a cappotto denominato "CAPATECT SYSTEM 100" con pannelli in lana di roccia denominati "COVERROCK 035 Sp.60" applicati su parete in laterizi realizzata con blocchi forati, in opera a fori orizzontali, di dimensioni 12x25x25 cm. Intonaco su entrambi i lati in malta cementizia spessore mm 15.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	28,7	33,0
125	31,6	36,0
160	32,1	39,0
200	34,9	42,0
250	38,7	45,0
315	46,7	48,0
400	50,3	51,0
500	52,2	52,0
630	55,6	53,0
800	57,1	54,0
1000	62,3	55,0
1250	63,9	56,0
1600	65,7	56,0
2000	64,9	56,0
2500	63,8	56,0
3150	65,9	56,0
4000	67,2	//
5000	68,2	//

Istituto Giordano certificato 204058 del 9/11/05

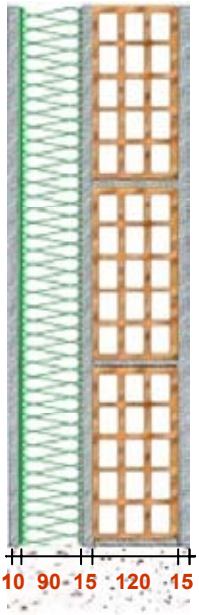
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**52,0 dB**

CAPATECT SYSTEM 100 CON PANNELLI COVERROCK 035 Sp. 100 APPLICATI A PARETE IN LATERIZIO IN BLOCCHI FORATI

R_w: 54dB
C = -2 dB; Ctr = -8 dB

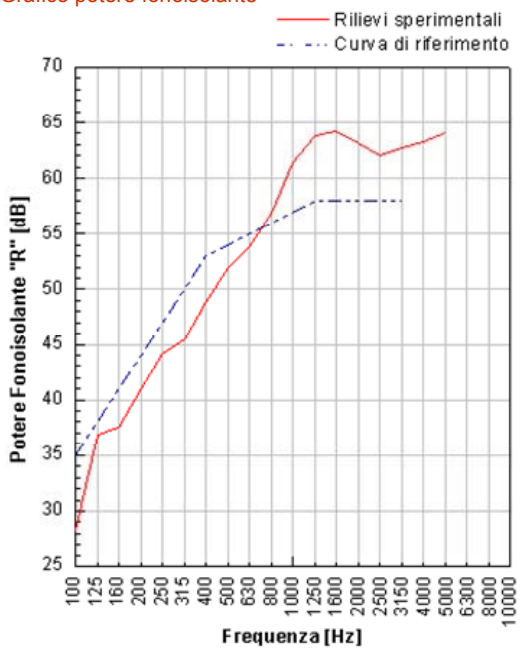
Disegno parete



Descrizione parete

Sistema termoisolante a cappotto denominato "CAPATECT SYSTEM 100" con pannelli in lana di roccia denominati "COVERROCK 035 Sp.100" applicati su parete in laterizi realizzata con blocchi forati, in opera a fori orizzontali, di dimensioni 12x25x25 cm. Intonaco su entrambi i lati in malta cementizia spessore mm 15.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	28,2	35,0
125	36,9	38,0
160	37,5	41,0
200	41,0	44,0
250	44,2	47,0
315	45,5	50,0
400	48,8	53,0
500	52,0	54,0
630	53,8	55,0
800	56,9	56,0
1000	61,3	57,0
1250	63,8	58,0
1600	64,2	58,0
2000	63,1	58,0
2500	62,0	58,0
3150	62,7	58,0
4000	63,2	//
5000	64,0	//

Istituto Giordano certificato 204059 del 9/11/05

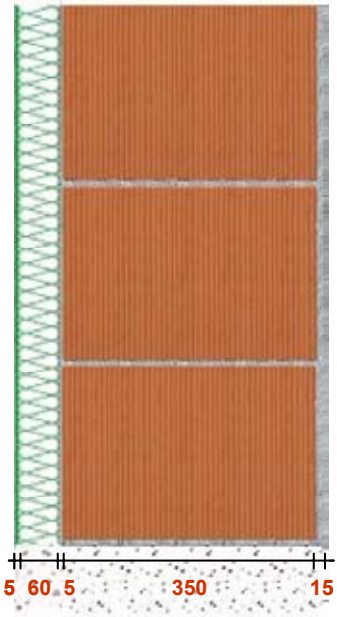
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:95 e ISO 717-1:96).....**54,0 dB**

R_w: 60dB
C = -2 dB; Ctr = -6 dB

CAPATECT SYSTEM 100 CON PANNELLI COVERROCK 035 Sp. 60 APPLICATI A PARETE REALIZZATA CON BLOCCHI A SETTI SOTTILI

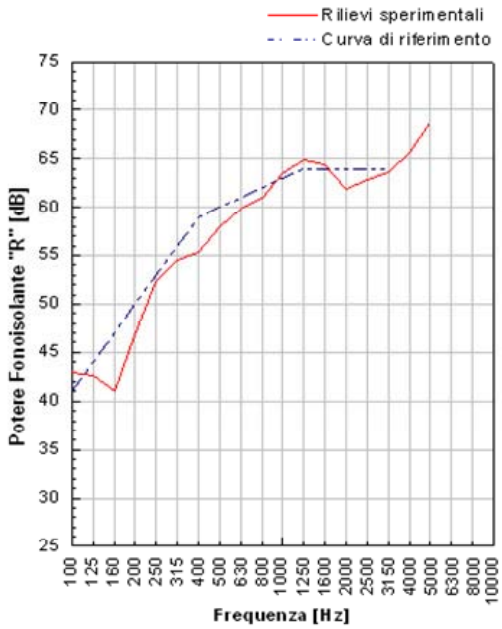
Disegno parete



Descrizione parete

Sistema termoisolante a cappotto denominato "CAPATECT SYSTEM 100" con pannelli in lana di roccia denominati "COVERROCK 035 Sp.60" applicati su parete in laterizi realizzata con blocchi a setti sottili tipo “BSS 55”, in opera a fori verticali.
Intonaco su un lato in malta cementizia spessore mm 15.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	42,9	35,0
125	42,7	38,0
160	41,0	41,0
200	46,7	44,0
250	52,4	47,0
315	54,6	50,0
400	55,4	53,0
500	58,0	54,0
630	59,8	55,0
800	60,9	56,0
1000	63,5	57,0
1250	64,9	58,0
1600	64,4	58,0
2000	61,9	58,0
2500	62,8	58,0
3150	63,7	58,0
4000	65,6	//
5000	68,6	//

Istituto Giordano certificato 222943 del 9/03/07

Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:06 e ISO 717-1:97).....**60,0 dB**

CAPATECT SYSTEM 600 E CON PANNELLI IN POLISTIRENE ESPANSO ELATICIZZATO APPLICATI A PARETE REALIZZATA CON BLOCCHI A SETTI SOTTILI

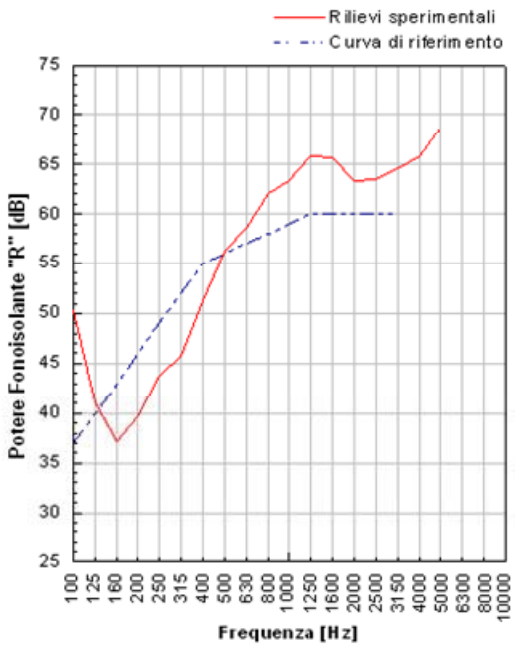
R_w: 56dB
C = -2 dB; Ctr = -6 dB

Disegno parete

Descrizione parete

Sistema termoisolante a cappotto denominato "CAPATECT SYSTEM 600 E" con pannelli in polistirene espanso elasticizzato denominati "CAPATECT DALMATINER E", spessore 60 cm, applicati su parete in laterizi realizzata con blocchi a setti sottili tipo "BSS 55", in opera a fori verticali.
Intonaco su un lato in malta cementizia spessore mm 15.

Grafico potere fonoisolante



Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	50,3	37,0
125	41,0	40,0
160	37,2	43,0
200	39,6	46,0
250	43,8	49,0
315	45,7	52,0
400	51,3	55,0
500	56,3	56,0
630	58,6	57,0
800	62,0	58,0
1000	63,4	59,0
1250	65,9	60,0
1600	65,6	60,0
2000	63,4	60,0
2500	63,5	60,0
3150	64,5	60,0
4000	65,9	//
5000	68,6	//

Istituto Giordano certificato 222944 del 9/03/07

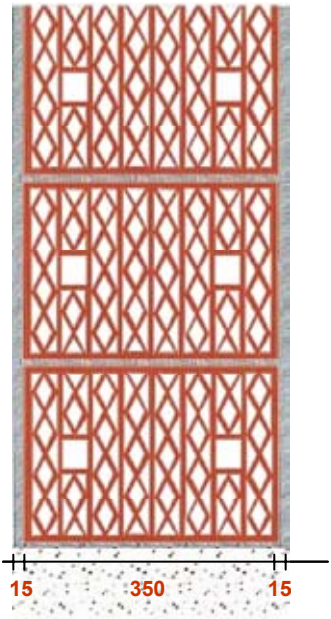
Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:06 e ISO 717-1:97).....**56,0 dB**

R_w: 55dB
C = -2 dB; Ctr = -2 dB

PARETE SEMPLICE REALIZZATA CON BLOCCHI A SETTI SOTTILI TIPO BSS 55

Disegno parete



Descrizione parete

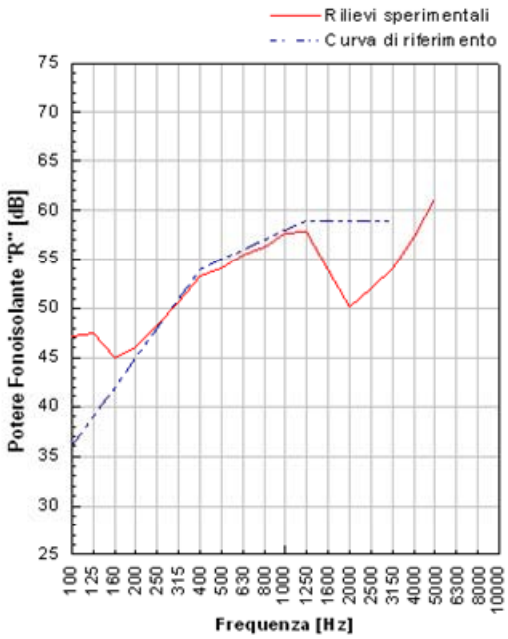
Parete in laterizi realizzata con blocchi a setti sottili tipo "BSS 55", in opera a fori orizzontali.
Intonaco su entrambi i lati in malta cementizia spessore mm 15.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	47,2	36,0
125	47,5	39,0
160	45,0	42,0
200	46,1	45,0
250	48,2	48,0
315	50,7	51,0
400	53,3	54,0
500	54,1	55,0
630	55,5	56,0
800	56,3	57,0
1000	57,7	58,0
1250	57,9	59,0
1600	53,9	59,0
2000	50,2	59,0
2500	52,0	59,0
3150	54,0	59,0
4000	57,3	//
5000	61,2	//

Istituto Giordano certificato 222945 del 9/03/07

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:06 e ISO 717-1:97).....**55,0 dB**

PARETE SEMPLICE REALIZZATA CON BLOCCHI A SETTI SOTTILI TIPO BSS 55

R_w: 55dB
C = -1 dB; Ctr = -2 dB

Disegno parete

Descrizione parete

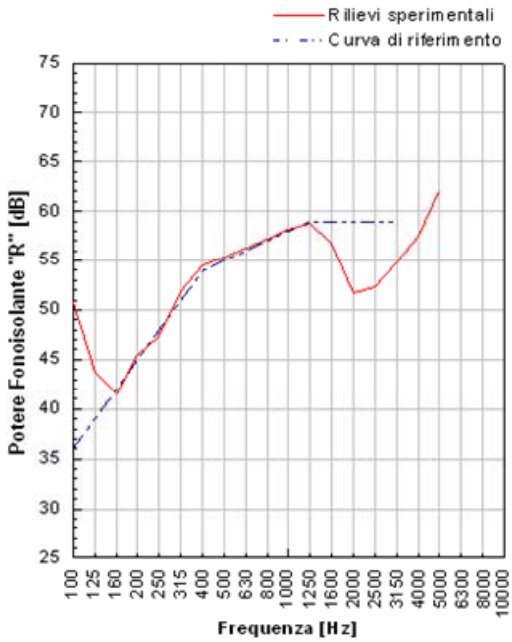
Parete in laterizi realizzata con blocchi a setti sottili tipo "BSS 55", in opera a fori verticali.
Intonaco su entrambi i lati in malta cementizia spessore mm 15.

Analisi in frequenza

Frequenza [Hz]	R [dB]	Riferimento [dB]
100	50,8	36,0
125	43,8	39,0
160	41,6	42,0
200	45,4	45,0
250	47,4	48,0
315	51,9	51,0
400	54,5	54,0
500	55,4	55,0
630	56,2	56,0
800	57,2	57,0
1000	58,2	58,0
1250	58,8	59,0
1600	56,8	59,0
2000	51,8	59,0
2500	52,3	59,0
3150	54,9	59,0
4000	57,6	//
5000	62,1	//

Istituto Giordano certificato 222946 del 9/03/07

Grafico potere fonoisolante



Indice di valutazione R_w a 500 Hz (dB)

Istituto Giordano (ISO 140-3:06 e ISO 717-1:97).....**55,0 dB**

APPENDICE B - Il Consorzio e l'acustica - Rassegna Stampa

Da Alveolater Notizie n.5 (giugno 1996)

OK, il decibel è giusto!

L'insufficiente conoscenza delle prestazioni dei materiali ha finora impedito una corretta progettazione "acustica" degli edifici, ma oggi ci sono dati e formule per non sbagliare.

I decreti esistenti in Italia sull'isolamento acustico dei fabbricati, pochi e riferiti soprattutto all'edilizia scolastica o sovvenzionata (circolari n. 1769 del 30 aprile 1966 e n. 3150 del 22 maggio 1967), sono stati sempre regolarmente disattesi, tant'è che è difficile trovare edifici scolastici che rispettino i valori imposti. Più che imputarne le cause a una generale trascuratezza progettuale, si può forse ritenere che l'insufficiente conoscenza delle prestazioni dei materiali e la conseguente mancanza di dati di riferimento ne siano stati il motivo principale. D'altra parte anche in questo campo il laterizio ha dovuto scontare l'inerzia dovuta alla consuetudine e all'abitudine (un bel muro in laterizio isola bene, anche se non si sa quanto…). Oggi i dati ci sono; le normative, seppure un po' vecchie, anche; nuove normative sono in gestazione; quindi il progetto dei fabbricati dev'essere completo anche sotto questo aspetto. Molti produttori, da tempo, dispongono di alcuni risultati sperimentali. Ma è stato solo con la ricerca fatta dall'Andil-Assolaterizi, in collaborazione con l'Università di Parma e di Ferrara, che si è potuto avere un quadro completo e omogeneo sulle prestazioni delle pareti e dei solai costruiti con laterizi di produzione attuale, normali o alleggeriti in pasta. La sperimentazione è stata estesa in laboratorio a pareti semplici e doppie nonché a solai, per un totale di 41 prove, tutte certificate. I dati hanno consentito di fare alcune interessanti considerazioni. Pe le pareti semplici, con massa M compresa fra 100 e 700 chilogrammi al metroquadrato, vale la legge di massa secondo la formula:

$R'_w = 15{,}4 \log M + 8$ (dB)

(dove R'w esprime l'indice di valutazione del potere fonoisolante).

Questa relazione, confrontata con analoghe relazioni di letteratura, fornisce risultati tendenzialmente più elevati per bassi valori della massa e più bassi per valori elevati della massa. Per le pareti in laterizio alleggerito, con massa M compresa tra 100 e 500 chilogrammi al metroquadrato, si è invece ricavata la relazione:

$R'_w = 16{,}9 \log M + 3{,}6$ (dB).

Quaderni Alveolater®

Formula dalla quale si ottengono valori leggermente inferiori a quelli della precedente. Per le pareti doppie, con distanza d minore o uguale a 5 centimetri, e quindi con frequenza naturale dell'intercapedine al di sopra del campo di frequenze di interesse in edilizia, l'isolamento può essere calcolato, assimilando la parete doppia ad una parete semplice di massa pari alla somma delle masse dei componenti, con la seguente relazione, almeno in prima approssimazione:
$R'_w = 20 \log M$ (dB).
Il riempimento dell'intercapedine con un materiale fonoassorbente può migliorare le prestazioni da 1 a 2,5 decibel. Se poi una delle due pareti è contornata da uno strato di materiale elastico, l'isolamento aumenta ulteriormente di 3÷4 decibel. Allo stesso modo, per i solai la sperimentazione ha portato a questo risultato:
$R'_w = 22{,}4 \log M - 6{,}5$ (dB)
(dove M è la massa del solaio per unità di superficie (kg/m^2)).

Potere fonoisolante di pareti in blocchi alveolati[1]

Tipo di parete	Spess.	Elementi costituenti la parete	R'_w (a 500 Hz)	Peso parete
Tramezzatura monostrato	8+3	Blocchi alveolati semipieni cm 8x22,5x45 fori verticali	**38,5**	112
Tramezzatura monostrato	12+3	Blocchi alveolati semipieni cm 12x22,5x45 fori verticali	**41,5**	164
Parete monostrato portante	25	Blocchi alveolati semipieni cm 25x30x19 foratura 45% a fori verticali	**38**	225
Parete monostrato portante	30+3	Blocchi alveolati semipieni cm 30x25x19 foratura 45% a fori verticali	**46,5**	330
Parete monostrato portante	30+3	Blocchi alveolati forati cm 30x25x19 foratura 55% a fori verticali	**44,5**	285
Parete monostrato di tamponamento	30+3	Blocchi alveolati forati cm 30x25x19 foratura 60% a fori orizzontali	**43**	268
Parete portante a doppio strato con intercapedine riempita di isolante	37+3	Forati di laterizio normale cm 8x25x25 + lana di roccia cm 4 + blocchi alveolati semipieni cm 25x30x19 foratura 45% a fori verticali	**49**	302
Parete portante a doppio strato senza intercapedine	37+3	Mattone facciavista di laterizio normale cm 5,5x12x25 foratura 32% + blocchi alveolati semipieni cm 25x30x19 foratura 45% a fori orizzontali	**54,5**	469
Parete monostrato portante	45+3	Blocchi alveolati semipieni cm 30x45x19 foratura 45% a fori verticali	**49**	428

I valori ottenuti degli indici di valutazione del potere fonoisolante (R'_w) sono stati anche analizzati alla luce della proposta di revisione della norma Iso 717/1. Si è così riscontrato che i valori di R'w sovrastimano di 3 decibel circa la prestazione di isolamento nei confronti del rumore prodotto dal traffico stradale.
Alcuni approfondimenti, fatti sulla base della norma Ansi S del 3 maggio 1969, portano inoltre a concludere che se si vogliono isolare due ambienti, nei quali l'attività prevalente sia la trasmissione e l'ascolto della parola, si possono utilizzare indifferentemente, per garantire un'adeguata riservatezza, una parete semplice, che ha un indice di valutazione del potere fonoisolante di 46÷47 decibel, oppure una qualsiasi delle pareti doppie esaminate. Le verifiche in opera sul comportamento dei solai (ma la stessa valutazione può essere fatta per le pareti) hanno rilevato un isolamento inferiore di circa 1÷2 decibel rispetto a quello di laboratorio, a causa, come era prevedibile, della trasmissione attraverso le pareti laterali. Anche in campo acustico, quindi, i valori sperimentali vanno utilizzati con attenzione, ma soprattutto devono essere impiegate soluzioni costruttive che diano adeguati margini di sicurezza.

Da Alveolater Notizie n.8 (novembre 1997)

Progettazione acustica: le tecnologie ci sono

Normative europee e nazionali impongono la progettazione acustica degli edifici; la tecnologia può aiutarci ma mancano i dati.

Tutti i paesi industrializzati sono impegnati nella lotta contro l'inquinamento acustico. La Comunità europea, attraverso le direttive e l'attività normativa, sta svolgendo una progressiva regolamentazione delle emissioni sonore.
Con la direttiva sui prodotti da costruzione [*Concil directive 89/106/Ecc – Construction products; pr. En 12354-1 Acustica degli edifici. Stima della prestazione acustica di edifici dalla prestazione acustica di prodotti. Parte 1: isolamento ai suoni trasmessi per via aerea tra ambienti; pr. En 12354-2 Acustica degli edifici. Stima della prestazione acustica di edifici dalla prestazione acustica di prodotti. Parte 2: isolamento ai suoni trasmessi per calpestio tra ambienti; En Cen/Tc 126 n.215 e n.212 Acustica degli edifici. Stima della prestazione acustica di edifici dalla prestazione acustica di prodotti. Parte 3: Isolamento contro i suoni provenienti dall'esterno. Parte 4: Isolamento di suoni provenienti dall'interno di un edificio*] la Comunità ha rivolto l'attenzione anche alla progettazione edilizia, indicando i requisiti essenziali delle costruzioni e dei loro componenti: Tra que-

sti il requisito di protezione dal rumore. Con l'emanazione di questa direttiva comunitaria è iniziata un'intensa attività normativa del Cen (Comitato europeo di normazione), peraltro non ancora esaurita, tesa a definire grandezze e metodi di misura delle prestazioni acustiche dei singoli componenti edilizi e dell'intero edificio. Quando questa attività sarà completata, gli enti formatori dei vari paesi comunitari avranno a disposizione un corpo normativo che consentirà di caratterizzare acusticamente tutte le strutture edilizie e i progettisti potranno disporre di codici di calcolo per la previsione delle prestazioni acustiche di tali strutture. Sono ormai pronte le norme che riguardano la previsione della trasmissione del rumore e del calpestio all'interno degli ambienti, della trasmissione del rumore dall'esterno verso l'interno e viceversa. Altre norme riguardano poi il controllo delle riverberazioni all'interno degli ambienti e la rumorosità degli impianti. In Italia, nel 1995, è stata emanata la legge n. 447, comunemente nota come "Legge quadro sul rumore": essa delinea le strategie per la lotta contro l'inquinamento acustico per i prossimi anni. Questa legge quadro pone grande attenzione alle prestazioni acustiche degli edifici, dando incarico al ministero dell'Ambiente di definire i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, e al ministero dei Lavori pubblici di fissare i criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie. Entrambi i ministeri stanno attualmente predisponendo i relativi documenti legislativi. Il compito di trasferire l'applicazione dei codici di calcolo europei alla realtà costruttiva e produttiva italiana risulta però particolarmente impegnativo e oneroso. Il loro impiego, infatti, richiede non solo la conoscenza dei dati acustici dei singoli componenti – ottenibili, per esempio, con prove di laboratorio – ma anche dei sistemi di montaggio e assemblaggio, dati che possono essere ottenuti solamente in speciali laboratori. Laboratori di questo tipo sono attualmente completamente assenti sul territorio nazionale. E' necessario, pertanto, che al più presto le strutture di ricerca e di certificazione, che si dedicano allo studio del comportamento acustico dei sistemi costruttivi nell'edilizia, adeguino i loro laboratori a questa nuova esigenza e che da parte delle associazioni dei produttori e dei costruttori si dia inizio a una vasta e sistematica campagna di misure per acquisire dati. Acquisite queste informazioni, indispensabili per l'impiego dei codici di calcolo europei, le nuove tecnologie informatiche potranno poi aprire nuovi scenari. Sarà infatti possibile, con la tecnica dell'"auralizzazione", valutare l'efficacia di progetto edilizio, ascoltando, per esempio all'interno di un ambiente che ancora non esiste, suoni e rumori esterni che attraversano le strutture di confine. Con questa tecnica si potrà in futuro valutare la qualità acustica di un

edificio e di un ambiente già nella fase iniziale di progettazione, consentendo quindi di attuare gli interventi correttivi necessari per soddisfare anche le esigenze soggettive di chi dovrà in futuro abitare quell'edificio.

Software per il calcolo acustico

Nel n.5 di Alveolater Notizie del giugno 1996 sono stati pubblicati i risultati della ricerca sulle prestazioni acustiche di muri e solai, esito della collaborazione fra Andil-Assolaterizi e le università di Parma e Ferrara. Partendo dalle formule sperimentali ottenute elaborando i dati sperimentali di laboratorio, il Consorzio Alveolater ha sviluppato un software che consente un rapido dimensionamento acustico, in fase di progetto, o la verifica delle prestazioni prevedibili nel caso di pareti e solai esistenti. La procedura, denominata Isolate opera in ambiente Windows (3.x e 95). Per documentare la validità delle formule, alla procedura è collegato un piccolo archivio di articoli apparsi su Costruire in laterizio e, per l'uso migliore dei risultati, anche delle norme attualmente in vigore.

Da Alveolater Notizie n.9 (giugno 1998)

Varata la legge sull'isolamento acustico

Dal 21 febbraio di quest'anno è in vigore il decreto per la determinazione dei requisiti acustici degli edifici. Quali sono i criteri cui devono rispondere le nuove costruzioni? E quali le metodologie che bisogna adottare? Vediamo.

Sulla Gazzetta Ufficiale n.297 del 22 dicembre 1997 è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, 5 dicembre 1997, dal titolo Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici, emanato su proposta del Ministro dell'Ambiente, di concerto con i Ministri della Sanità, dei Lavori Pubblici, dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato. E' un decreto molto breve, composto da una premessa, nella quale si conferma la necessità di fissare criteri e metodologie per il contenimento dell'inquinamento da rumore all'interno degli ambienti abitativi, da 3 articoli "tecnici" (Campo di applicazione,, Definizioni, Valori limite), dall'articolo sull'entrata in vigore (prevista dopo 60 giorni dalla pubblicazione: e quindi in vigore dal 21 febbraio di quest'anno) e da un allegato. L'allegato prende in considerazione il rumore da calpestio trasmesso attraverso i solai, la capacità di isolamento delle pareti interne di separazione fra unità immobiliari e di facciata e il rumore prodotto dagli impianti tecnologici. Gli ambienti abitativi sono classificati in sette categorie, riportate nella tabella A, mentre i limiti ammessi sono stabiliti nella tabella

B. Come prevedibile, i limiti relativi ad ospedali e case di cura sono i più impegnativi: un isolamento acustico in opera di 55 dB fra due unità immobiliari (e quindi fra due stanze, o fra stanze e corridoi) o di 45 dB per le facciate è certamente elevato e può creare qualche problema al progettista, che dal 21 febbraio, e limitatamente ai nuovi edifici, dovrà necessariamente eseguire anche queste verifiche e trovare soluzioni efficaci e documentate.
Lo stesso problema avrà il direttore dei lavori che dovrà maturare una specifica sensibilità e competenze anche per il controllo della corretta esecuzione delle opere ai fini acustici.
Allo stato attuale tuttavia la norma si trova in netto anticipo rispetto alla realtà produttiva e dei cantieri: esistono certamente prove di potere fonoisolante in laboratorio ma molto più rare sono state le verifiche in opera. Se in passato ci fosse stata maggiore attenzione nell'applicazione delle circolari per l'edilizia scolastica (Circolare 3150 del 22 maggio 1967) e per l'edilizia residenziale, anche sovvenzionata (Circolare 1769 del 30 aprile 1969), si sarebbe certamente raggiunta una competenza progettuale che oggi, purtroppo non è diffusa in modo generale, come sarebbe auspicabile. Ma una norma, se più avanzata rispetto al sapere diffuso, può assumere il compito di stimolo, anche e soprattutto per le industrie del settore che dovranno, in tempi strettissimi, adeguarsi e proporre soluzioni e sistemi, anche se non necessariamente del tutto nuovi, certamente caratterizzati da semplicità e certezza di risultati.

Da Alveolater Notizie n.12 (novembre 1999)

Ecco i dati acustici delle murature

Finalmente è stato misurato l'isolamento acustico delle murature in opera, ovvero nelle effettive condizioni d'impiego con porte e finestre.
Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 impone limiti di protezione acustica per gli edifici. Deve essere valutato l'isolamento acustico in opera, nelle effettive condizioni di impiego e quindi si deve tener conto delle aperture di porte e finestre presenti sulle pareti. Finora tutte le prove sperimentali eseguite da singoli produttori, o da Consorzi o dall'Andil-Assolaterizi, sono state condotte in laboratorio ad eccezione di una prima campagna sperimentale che risale agli anni '91-'92, finalizzata però prevalentemente alla definizione del comportamento dei solai. Mancavano quindi dati attuali per le murature.
L'Andil-Assolaterizi, in collaborazione con il Laboratorio di progettazione edilizia del Dipartimento di Ingegneria civile e ambientale

dell'Università di Trento, ha realizzato quindi una prima serie di sperimentazioni in un fabbricato (laboratorio sperimentale aperto) già utilizzato nel corso della ricerca Brite-Euram condotta alcuni anni or sono. Il fabbricato, con dimensioni in pianta di 6,50 x 9,30 metri, è costituito da uno scheletro portante in conglomerato cementizio armato, con solai in laterocemento, tamponature in blocchi di laterizio alleggerito in pasta di spessore 30 cm, intonacate, e copertura piana. E' stata valutata la pressione sonora esterna ed interna, interessando la parete esposta a est, e operando sulla parete senza aperture, con una e due aperture. In quest'ultimo caso anche la parete opposta, a ovest, presentava due aperture della stessa dimensione. Si sono utilizzati serramenti in abete, con telaio mobile a un'anta, di luce netta 120 x 90 cm, con montanti e traverse a doppia battuta di 6,5 x 8 cm, con telaio fisso a doppia battuta 6,5 x 9 cm, vetrocamera 4-15-4 e guarnizioni di gomma sulle battute del telaio.
Le prove hanno dato questi risultati: parete senza aperture R'w = 48 dB; parete con un solo serramento R'_w = 44 dB; parete con due serramenti (e due sulla parete opposta) R'_w = 44 dB. L'aggiunta di un serramento sulla facciata direttamente interessata dall'onda incidente e di due serramenti sulla facciata opposta non ha comportato una sostanziale variazione del comportamento acustico dell'edificio rispetto al caso di un unico serramento. Si è rilevato solo un evidente calo di isolamento a 200 Hz e una leggera diminuzione a 800 Hz, mantenendo tuttavia invariato il valore di riferimento a 500 Hz. Questi risultati, per quanto non siano direttamente trasferibili ad ogni realtà di cantiere, dimostrano comunque come materiali di qualità e corretta posa in opera possano garantire i livelli di isolamento che la legge impone.
Sempre nello stesso laboratorio sperimentale aperto sta per iniziare una seconda campagna di prove per valutare l'isolamento acustico di pareti di separazione fra unità immobiliari distinte. La conclusione è prevista per il prossimo mese di maggio.

Da Alveolater Notizie n.14 (novembre 2000)

Ora tocca ai divisori mostrare i decibel

Dopo una prima ricerca sulle prestazioni acustiche delle pareti esterne, subito un'altra su quelle interne. Con già i primi risultati.
Terminate le verifiche sperimentali sulle pareti esterne, con e senza infissi, l'Andil-Assolaterizi ha proseguito nella ricerca per verificare le prestazioni acustiche di pareti divisorie più utilizzate per la separazione fra due unità immobiliari e per testare le caratteristiche di alcu-

ne soluzioni innovative. Il d.p.c.m. 5 dicembre 1997 richiede infatti, come è noto, che le pareti divisorie fra due appartamenti garantiscano un isolamento di 50 dB valutato in opera. Il limite dei 50 dB si è dimostrato molto impegnativo, soprattutto per le soluzioni monostrato. Provata in opera nel fabbricato sperimentale di Trento, la parete di spessore 30 cm, con intonaco 2 cm su entrambe le facce e realizzata con blocchi a forma di H per muratura armata e con cavità riempite di malta, ha raggiunto il valore richiesto Alcune pareti sono invece rimaste al di sotto di questo valore. Nel laboratorio dell'Università di Padova hanno superato i 50 dB la stessa parete, con intonaco di 1,5 cm anziché 2, la parete monostrato di spessore 42 cm più intonaco e la parete realizzata con un doppio tavolato in tramezze 8x25-x25 cm in laterizio normale (intercapedine 10 cm, lana di roccia 5 cm, intonaco esterno 1,5 cm). La ricerca terminerà entro l'anno.

E l'Emilia Romagna emana un nuovo Schema di Regolamento

Sempre a proposito di prestazioni acustiche, la Regione Emilia Romagna ha emanato uno Schema di Regolamento edilizio tipo nel quale sono trattate anche le problematiche sull'isolamento acustico delle pareti divisorie. Il regolamento riporta una formula per il calcolo del potere fonoisolante apparente delle partizioni interne R'w (valore in opera) per partizioni omogenee aventi massa superficiale > 150 kg/m2:

$R_w = 37{,}5 \log m' - 42$ dB (m' = massa della parete)

$R'_w = R_w - 3$ dB

La stessa riduzione di 3 dB vale anche nel caso si disponga di prove sperimentali di laboratorio. Il Regolamento fornisce due soluzioni tecniche conformi che "garantiscono" (così è scritto nel Regolamento) un valore di R'w ≥ 50 dB, ed esattamente:

- parete di mattoni pieni o semipieni UNI, intonacata con 1,5 cm di malta M3 su entrambi i lati, spessore totale 28 cm; ovvero con qualunque parete in muratura di massa superiore a 440 kg/m^2;
- parete a intercapedine realizzata con forati 8x25x25 cm; lana di vetro di massa superiore a 100 kg/m^3, spessore 4 cm; forati 12x2-5x25 cm; intonaco di 1,5 cm sulle facce esterne della parete.

Queste due soluzioni possono essere prese come utile riferimento e suggerimento operativo. Il Regolamento prevede anche una formula per il calcolo del potere fonoisolante di pareti composte (ad esempio muro e infisso) e una formula per determinare l'isolamento acustico di facciata, per pareti semplici o composte, partendo dal valore di R_w dei singoli componenti.

Da Alveolater Notizie n.15 (maggio 2001)

Isolamento acustico di pareti in laterizio

La nuova Ricerca, condotta presso le Università di Ferrara, Padova e Trento, permetterà di accrescere le conoscenze sinora acquisite.

Il d.p.c.m. del 5 dicembre 1997 richiede la verifica delle prestazioni acustiche degli edifici con riferimento alla situazione di reale messa in opera. La prestazione in opera di un componente edilizio è quasi sempre inferiore di quella certificata in laboratorio, sia per le diverse condizioni di realizzazione, sia per la presenza di percorsi di trasmissione sonora che coinvolgono le strutture laterali dei due ambienti (trasmissione laterale).

La trasmissione laterale assume un diverso valore a seconda della tipologia dei componenti e dei giunti strutturali tra questi, e peggiora la prestazione di laboratorio per una quantità da 1 a oltre 5 decibel. La valutazione delle prestazioni in opera dei componenti edilizi è possibile attraverso modelli di calcolo statistici che richiedono la conoscenza esatta delle proprietà acustiche di tutti i componenti coinvolti dalla trasmissione. Un metodo di calcolo è attualmente all'esame del gruppo di lavoro 12 dell'Uni. Per l'applicazione del metodo, che permette di convertire il valore di laboratorio nel valore in opera, è necessario conoscere sia l'entità della trasmissione delle vibrazioni che avviene in corrispondenza dei giunti laterali della struttura divisoria, sia le prestazioni di potere fonoisolante di tutti i componenti. Per accrescere le conoscenze necessarie, l'Andil-Assolaterizi, ha promosso un progetto di ricerca con l'Università di Ferrara, Trento e Padova con i seguenti obiettivi:

- la verifica in laboratorio delle prestazioni acustiche di isolamento al rumore aereo di pareti verticali in laterizio, di diversa tipologia;
- la verifica in opera degli stessi elementi e, successivamente,
- la verifica del metodo Cen per la previsione delle prestazioni acustiche in opera partendo dai dati dei singoli componenti in laboratorio.

La prima fase del progetto è stata eseguita presso il Laboratorio di Acustica del Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università di Padova, con pareti di 10 m^2 (3,6x2,8 m).

Le prove finora effettuate hanno dato i risultati riportati in tabella. Questi risultati si aggiungono a quelli ottenuti nella ricerca condotta nel '91-'92, in collaborazione con l'Università di Parma e Ferrara, di cui abbiamo parlato sul numero 5 di Alveolater Notizie. Allora, elaborando i risultati sperimentali ottenuti su 42 divisori diversi, dei quali 19 pareti semplici, 11 pareti doppie e 12 solai, e confrontando

il valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w con la massa per unità di superficie M, si ottennero le seguenti relazioni:
- per le pareti semplici
$R'_w = 15,4 \log M + 8$ dB (dB)
Valida per $100<M<700$ kg/m^2 (rispetto alle altre relazioni di previsione i valori così ottenuti tendono ad essere superiori per bassi valori di M e inferiori per alti valori di M);

Ricerca Andil-Università di Padova. Risultati delle prime prove.
Parete realizzata con tavolato in tramezze normali (25x25x8 cm) e intonaco sul lato esterno (spessore 1,5 cm), intercapedine di 10 cm con lana di roccia di 5 cm (densità 50 kg/m^3) appoggiata al tavolato in tramezze normali (25x25x8 cm) e intonaco sul lato esterno (spessore 1,5 cm). Spessore totale parete 29 cm. Indice di valutazione **(Rw) 50 dB**.
Parete realizzata con tavolato in tramezze normali (25x25x12 cm) e intonaco sul lato esterno (spessore 1,5 cm), intercapedine di 6 cm con lana di roccia di 5 cm (densità 50 kg/m^3) appoggiata al tavolato in tramezze normali (25x25x12 cm) e intonaco sul lato esterno (spessore 1,5 cm). Spessore totale parete 33 cm. Indice di valutazione **(Rw) 49 dB**.
Parete realizzata con blocchi in laterizio alveolato a incastro (23,5x25x38 cm), intonacata ambo i lati (spessore 1,5 cm). Spessore totale parete 41 cm. Indice di valutazione **(Rw) 49 dB**.
Parete realizzata con blocchi in laterizio alveolato a incastro (23,5x25x42 cm), intonacata ambo i lati (spessore 1,5 cm). Spessore totale parete 45 cm. Indice di valutazione **(Rw) 50 dB**.
Parete realizzata con blocchi in laterizio alveolato a incastro (23,5x25x35 cm) intonacata ambo i lati (spessore 1,5 cm). Spessore totale parete 38 cm. Indice di valutazione **(Rw) 48 dB**.
Parete realizzata con blocchi speciali per muratura armata a forma di "H" in laterizio alveolato (25x16,5x30 cm) con i fori per le armature riempiti di malta, intonacata ambo i lati (spessore 1,5 cm). Spessore totale parete 28 cm. Indice di valutazione **(Rw) 56 dB**.
Parete realizzata con elementi preassemblati costituiti da due forati in laterizio rettificati (25x25x6 cm), a fori verticali e posa con malta, con interposto uno strato da 2 cm di materiale resiliente, rasata su ambo i lati. Spessore totale parete 15 cm. Indice di valutazione **(Rw) 39 dB**.
Parete realizzata con blocchi (50x20x18 cm) per isolamento acustico a grandi fori riempiti di malta, intonacata ambo i lati (spessore 1,5 cm). Spessore totale parete 21 cm. Indice di valutazione **(Rw) 54 dB**.
Parete realizzata con blocchi a "T" tipo "Trieste" in laterizio alveolato (25x16,5x17 cm), con tagli verticali, montati sfalsati e intonaco sul latp esterno (spessore 1,5 cm), intercapedine da 3 cm, tramezze alveolate semipiene (45x25x8 cm) e intonaco sul latp esterno (spessore 1,5 cm). Spessore totale parete 31 cm. Indice di valutazione **(Rw) 52 dB**.
Parete realizzata con blocchi a "T" tipo "Trieste" in laterizio alveolato (25x16,5x17 cm), montati sfalsati e intonaco sul latp esterno (spessore 1,5 cm), intercapedine da 3 cm, tramezze alveolate semipiene (45x25x8 cm) e intonaco sul latp esterno (spessore 1,5 cm). Spessore totale parete 31 cm. Indice di valutazione **(Rw) 54 dB**.
Parete realizzata con tavolato in tramezze normali (25x25x8 cm), intercapedine da 12 cm, tramezze alveolate semipiene (45x25x8 cm) e intonaco sul lato esterno (spessore 1,5 cm). Spessore totale parete 31 cm. Indice di valutazione **(Rw) 53 dB**.

- per le pareti doppie
$R'_w = 20 \log M$ (dB)
Dove M è uguale alla somma delle masse M1 e M2 delle pareti.
L'inserimento di materiale fonoassorbente nell'intercapedine determinò un incremento dell'indice di valutazione Rw da 1 a 3 dB; mentre l'inserimento di un sottile strato di materiale elastico sul contorno di una delle due pareti che costituiscono una parete doppia determinò un miglioramento di 3÷4 dB sul valore di Rw. Questo risultato mise chiaramente in rilievo l'importanza delle condizioni di vincolo delle pareti e l'influenza che le trasmissioni laterali possono produrre sull'isolamento acustico di una parete.
E' importante sottolineare che per sfruttare al meglio le proprietà fonoisolanti delle pareti doppie, nel caso di strutture in laterizio, occorre che l'intercapedine "d" sia di almeno 10 cm. In queste condizioni il valore di Rw può essere stimato con la relazione:
$R'_w = 20 \log M + 20 \log d - 10$ (dB)
Dove "d" è espresso in cm.
Per i solai si ottenne la relazione:
$R'_w = 22{,}4 \log M - 6{,}5$ (dB)
Dove M è la massa per unità di superficie del solaio in kg/m^2.
Nel prossimo numero si darà notizia delle prove eseguite in opera presso il laboratorio aperto dell'Università di Trento. Le informazioni qui riportate sono tratte dal sito www.laterizio.it di Andil-Assolaterizi.

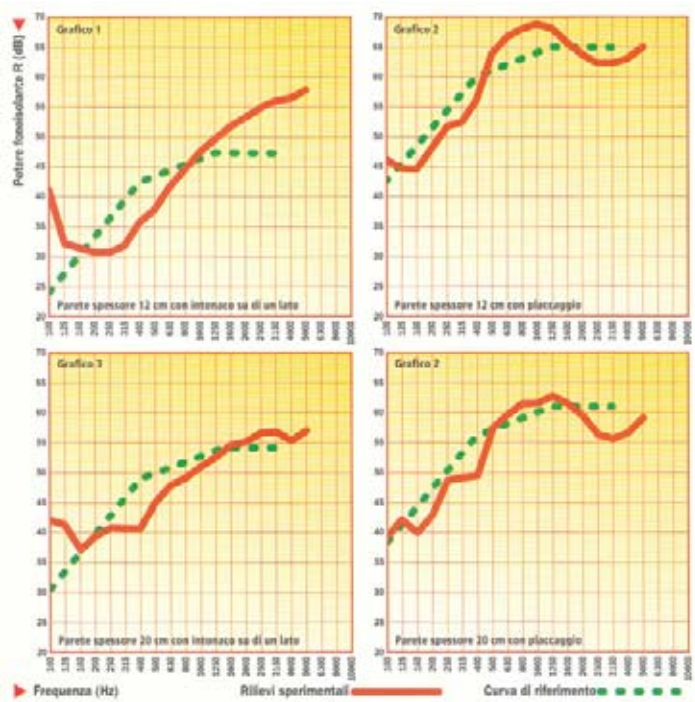
Da Alveolater Notizie n.16 (novembre 2001)

Potere fonoisolante di pareti divisorie

Da una serie di prove di laboratorio emergono alcune utili indicazioni sul potere fonoisolante di pareti divisorie in elementi di laterizio con spessori di 12 e 20 cm.
Il rispetto delle indicazioni del d.p.c.m. 5 dicembre 1997, che impone un isolamento acustico di 50 o 55 dB fra diverse unità immobiliari, è dovuto anche nel caso si eseguano opere di ristrutturazione su fabbricati esistenti. Spesso però le ristrutturazioni non intervengono sulle pareti di separazione, che quindi potrebbero non assicurare il richiesto valore di isolamento. Nelle nuove costruzioni può invece essere importante ottenere il rispetto del decreto senza ricorrere a pareti di spessore elevato. Le leggi regionali che consentono l'aumento dello spessore delle murature perimetrali, anche ai fini del miglioramento del benessere acustico, senza influire sulla volumetria del fabbricato, non trattano infatti alla stessa stregua le pareti divisorie interne tra unità immobiliari. Partendo da queste semplici consi-

Quaderni Alveolater®

derazioni, si è voluto testare il comportamento di due tipi di pareti: la parete in blocchi semipieni spessa 20 cm (che può essere considerata parete portante, seppure di spessore al limite inferiore di quanto consentito dal d.m. 20 novembre 1987) e la parete in elementi semipieni di spessore 12 cm, parete divisoria non strutturale, utilmente impiegabile fra unità immobiliari diverse nel caso di costruzione con struttura intelaiata. Entrambe le pareti sono state costruite a giunti continui verticali e orizzontali, allo scopo di ottimizzarne la massa, e intonacate da una sola parte. Sulle stesse pareti così provate è stato poi montato un rivestimento costituito da un cartongesso da 1,2 cm assemblato ad un materassino di lana minerale di spessore 5 cm, il tutto collegato mediante punti di malta alla parete, sul lato grezzo, in modo che il costo di questo pannello potesse compensare, almeno in larga parte, il costo dell'intonaco.



Nei grafici, le analisi in frequenza delle pareti campione sottoposte a prova:
- grafico 1, parete spessore 12 cm con intonaco su di un lato;
- grafico 2, parete spessore 12 cm con placcaggio;
- grafico 3, parete spessore 20 cm con intonaco su un lato;
- grafico 4, parete spessore 20 cm con placcaggio.

Si riportano in tabella 1 i valori dell'indice di valutazione e, nei grafici a fianco, le analisi in frequenza utili nel caso si conoscano con sufficiente esattezza le frequenze del rumore dal quale ci si vuole proteggere.

Tab. 1 - Valori dell'indice di valutazione
Parete in blocchi semipieni spessore 12 cm con intonaco su di un lato: **Rw = 43 dB**. Massa frontale parete: ~ 150 kg/m^2
Parete in blocchi semipieni spessore 12 cm con intonaco su di un lato e placcaggio in cartongesso di 1,2 cm con lana minerale di 4 cm sul lato opposto (spessore totale 18,5 cm circa): **Rw = 61 dB**. Massa frontale parete: ~ 175 kg/m^2
Parete in blocchi semipieni spessore 20 cm con intonaco su di un lato: **Rw = 50 dB**. Massa frontale parete: ~ 235 kg/m^2
Parete in blocchi semipieni spessore 20 cm con intonaco su di un lato e placcaggio in cartongesso di 1,2 cm con lana minerale di 4 cm sul lato opposto (spessore totale 26,5 cm circa): **Rw = 67 dB**. Massa frontale parete: ~ 260 kg/m^2

È interessante notare che in entrambe le prove il placcaggio aumenta il potere fonoisolante R_w di circa 17 dB e quindi sembra possibile, con le opportune cautele, estrapolare il dato anche per pareti analoghe ma di diverso spessore. Si riportano inoltre (v. tabella 2), la classificazione degli ambienti abitativi e i livelli R'_w previsti dal d.p.c.m. 5 dicembre 1997.

Tab. 2 - Classificazione degli ambienti abitativi

Categoria	R'w
A - edifici adibiti a residenza e assimilabili	50
B - edifici adibiti ad uffici e assimilabili	50
C - edifici adibiti ad alberghi, pensioni e attività assimilabili	50
D - edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55
E - edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	50
F - edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili	50
G - edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili	50

Isolamento acustico di pareti in laterizio 2

Dopo i risultati delle prime prove di potere fonoisolante ecco quelli di isolamento acustico in opera di pareti in laterizio alveolato.

Nel corso della ricerca finanziata da Andil-Assolaterizi, oltre alle prove di potere fonoisolante condotte presso il laboratorio di acustica dell'Università di Padova (vedi Alveolater® Notizie n. 15), sono state eseguite anche prove di isolamento acustico, in opera, presso il Laboratorio Sperimentale aperto dell'Università di Trento.

Le prove sono state eseguite su un edificio a due piani con struttura in cemento armato, chiusure perimetrali in laterizio alveolato di 30 cm di spessore, solaio al primo piano di 20+4 cm e uguale solaio in copertura, isolato con guaina di conglomerato polimerico bituminoso.

La dimensione degli ambienti di prova era di 4,38 x 3,90 metri circa per la camera emittente e di 4,38 x 4,80 circa per la camera ricevente, entrambe con altezza di 2,73 metri. Naturalmente l'esatta misura delle camere variava in funzione dello spessore della parete in prova.

Tutte le pareti hanno fornito valori di isolamento acustico (potere fonoisolante apparente R'w) compresi fra 45 e 50 dB, inferiori di 4÷8 dB rispetto ai risultati ottenuti sulle stesse pareti in laboratorio a causa della conformazione dell'edificio, particolarmente soggetto

agli effetti delle trasmissioni laterali, soprattutto attraverso il solaio di copertura.

Ricerca Andil-Università di Trento. Risultati delle prove.	
Pareti monostrato	Parete realizzata con mattoni semipieni, foratura ~33%, (15x30x13 cm) intonacata su entrambi i lati (spessore intonaco 1 cm). Spessore totale parete 17 cm. Indice di valutazione **(R'w) 45 dB**.
	Parete realizzata con blocchi a incastro, alleggeriti in pasta, a tre fori verticali (18x50x20 cm) con fori riempiti di malta; intonacata su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm). Spessore totale parete 21 cm. Indice di valutazione **(R'w) 48 dB**.
	Parete realizzata con blocchi ad "H" alleggeriti in pasta (25x30x17 cm), intonacata su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm). Spessore totale parete 28 cm. Indice di valutazione **(R'w) 45 dB**.
	Parete realizzata con blocchi ad "H" alleggeriti in pasta con fori riempiti di malta (25x30x17 cm), intonacata su entrambi i lati (spessore intonaco 2 cm). Spessore totale parete 28 cm. Indice di valutazione **(R'w) 49 dB**.
	Parete realizzata con blocchi ad "H" alleggeriti in pasta con fori riempiti di malta (30x25x17 cm), intonacata su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm). Spessore totale parete 33 cm. Indice di valutazione: **(R'w) 50 dB**.
	Parete realizzata con blocchi semipieni a incastro, alleggeriti in pasta (42x25x24,5 cm), intonacata su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm). Spessore totale parete 45 cm. Indice di valutazione **(R'w) 47 dB**.
Pareti sperimentali	Parete realizzata con un doppio tavolato in tavelle a 4 fori (6x80x25 cm) con interposto uno strato di 2 cm di materiale resiliente autoadesivo; intonacata su entrambi i lati (spessore intonaco 1,5 cm). Desolidarizzazione del perimetro della parete ottenuta mediante fascia di neoprene. Spessore totale parete 17 cm. Indice di valutazione **(R'w) 45 dB**.
	Parete realizzata con blocchi a "T", alleggeriti in pasta, (17x33x24,5 cm), montati sfalsati e con intonaco sul lato esterno (spessore intonaco 1,5 cm); intercapedine di 3 cm; tavolato in tramezze semipiene a incastro, alleggerite in pasta (8x50x24,5 cm) e con intonaco sul lato esterno (spessore intonaco 1,5 cm). Spessore totale parete 31 cm. Indice di valutazione **(R'w) 47 dB**.
	Parete realizzata con blocchi a "T", alleggeriti in pasta, (17x33x24,5 cm), montati sfalsati e con intonaco sul lato esterno (spessore intonaco 1,5 cm); intercapedine di 6 cm con inserita lana di roccia di 5 cm (densità 50 kg/m3); tavolato in tramezze semipiene a incastro, alleggerite in pasta (8x50x24,5 cm) e con intonaco sul lato esterno (spessore intonaco 1,5 cm). Spessore totale parete 34 cm. Indice di valutazione **(R'w) 48 dB**.

Dall'analisi dei risultati in funzione della frequenza, si rileva che l'isolamento è quasi sempre relativamente basso alle medie frequenze (200÷500 Hz), mentre si hanno buoni risultati alle basse frequenze, importanti per la qualità dell'isolamento acustico, sebbene abbiano scarsa influenza nella determinazione del valore R'_w, per le modalità di calcolo del valore R'_w stesso. La parete di spessore 45 cm, ottenuta con blocchi a incastro di 42 cm e intonaco, ha fornito risultati leggermente inferiori alle aspettative. La mancanza del giunto verticale di malta, o forse ancor più una posa dei blocchi non perfettamente aderenti, può avere determinato dei percorsi preferenziali del suono, interrotti soltanto dall'intonaco. Un risultato brillante, in relazione alla massa, è stato ottenuto con il doppio tavolato in tramezze da 6 cm con 2 cm di materiale resiliente autoadesivo interpo-

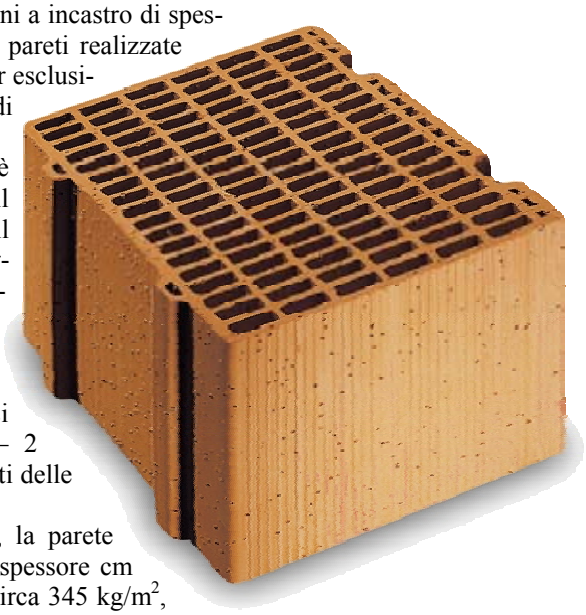
sto (spessore totale 17 cm), che può costituire un'interessante soluzione qualora si voglia avere un isolamento di grado superiore fra ambienti della stessa unità immobiliare.

Da Alveolater Notizie n.18 (novembre 2002)

Ottimi i setti sottili, anche per l'acustica

I blocchi a setti sottili con disegno ottimizzato ai fini termici forniscono ottime prestazioni anche di isolamento acustico.
E le prove lo confermano.

Nuove prove di potere fonoisolante, eseguite presso l'Istituto Giordano di Bellaria (Rn), consentono di confrontare il comportamento acustico di pareti realizzate con blocchi semipieni a incastro di spessore 30 cm con il comportamento di analoghe pareti realizzate con blocchi a setti sottili tipo Iper, classe 60, per esclusivo uso di tamponamento, sempre a incastro e di spessore 30 cm.



La prova con blocchi di classe 45 (semipieni) è stata estesa anche a pareti di spessore di 35 cm il cui risultato ha sostanzialmente confermato il valore ottenuto presso il laboratorio dell'Università di Padova nell'ambito della ricerca Andil-Assolaterizi (se ne è parlato sul n. 15 di Alveolater® Notizie). In quell'occasione si ottenne R_w = 48 dB (– 1; – 2). In questo caso, con elementi identici e forniti dallo stesso produttore, si è ottenuto 49 dB, con fattori di correzione C = – 2 dB e C_{tr} = – 3 dB, e quindi ampiamente nei limiti delle tolleranze sperimentali.

Tornando al confronto fra spessori omogenei, la parete intonacata con blocchi a incastro di classe 45 spessore cm 30, massa superficiale della sola parete pari a circa 345 kg/m^2, ha fornito un risultato di 46 dB (C = – 1 dB; C_{tr} = – 2 dB); la parete in blocchi Iper 30 cm (massa superficiale della sola parete circa 285 kg/m2) è stata invece accreditata di 50 dB (C = – 1 dB; C_{tr} = – 2 dB).

L'analisi in frequenza mostra andamenti piuttosto diversificati.

Mentre la parete in blocchi semipieni si pone decisamente al di sopra della curva di riferimento per frequenze comprese fra 100 e 200 Hz, mentre è al di sotto nelle frequenze fra 1000 e 2000 Hz, la parete in blocchi Iper segue con molta maggiore aderenza la curva di riferimento con leggeri scostamenti migliorativi a 125 Hz e peggiorativi a 1600-2500 Hz. Questo fa ritenere che il disegno, ottimizzato ai fini termici (con diciotto file di fori nel senso perpendicolare alla direzio-

ne del flusso termico), consenta anche un miglioramento delle prestazioni acustiche, e prevalga, almeno nella tipologia a incastro, rispetto all'incremento della massa.
Salvo successivi necessari approfondimenti, considerando intonaci di massa complessiva di 55 kg, il potere fonoisolante della parete in blocchi tradizionali segue la relazione R_w = 17,7 log M mentre la parete in blocchi Iper segue quasi esattamente la relazione R_w = 20 log M.

Progettazione acustica

Pubblicate le prime tre parti della norma Uni En 12354 riguardante le prestazioni acustiche degli edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti.

Sono state pubblicate nel mese di novembre tre parti della norma Uni En 12354 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti e precisamente: 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.
La parte 1 descrive i modelli di calcolo per valutare l'isolamento dal rumore trasmesso per via aerea tra ambienti di edifici; la 2 definisce i modelli di calcolo per l'isolamento acustico al calpestio tra ambienti sovrapposti; la 3 fornisce un modello di calcolo per l'isolamento acustico di una facciata o di una diversa superficie esterna di un edificio.
I risultati dovrebbero corrispondere ai valori ottenuti con misurazioni in opera secondo la Uni En Iso 140-5. I risultati del calcolo possono essere altresì utilizzati per determinare il livello di pressione sonora immesso in ambiente interno dovuto, per esempio, al rumore del traffico stradale.
In sede Cen è già stata pubblicata come En la parte 4 della stessa norma, relativa alla valutazione della trasmissione del rumore generato in ambiente interno verso l'ambiente esterno.
Tale norma è utile per la previsione e valutazione della propagazione del rumore in ambiente esterno per integrazione con le norme Uni En Iso 9614-1 e Uni En Iso 9614-2.
La versione italiana della En 12354 parte 4 vedrà la luce il prossimo anno.

Nuova direttiva europea sul rumore

La direttiva definisce un approccio comune per evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale.

Nella Gazzetta ufficiale europea n. 189 del 18 luglio 2002 è stata pubblicata la direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. La direttiva definisce un approccio comune per evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale compreso il fastidio, e a tal fine prevede l'attuazione progressiva delle seguenti azioni:

- determinazione dell'esposizione al rumore ambientale mediante la mappatura acustica realizzata sulla base di metodi di determinazione comuni agli stati membri;
- informazione del pubblico in merito al rumore ambientale e ai relativi effetti;
- adozione da parte degli stati membri, in base ai risultati della mappatura acustica, di attività volte ad evitare e/o ridurre il rumore ambientale, in particolare quando i livelli di esposizione possono avere effetti nocivi per la salute umana, nonché di conservare l'eventuale buona qualità acustica dell'ambiente.

La direttiva riguarda in particolare il rumore ambientale nelle zone edificate, nei parchi pubblici o in altre zone silenziose degli agglomerati, nelle zone silenziose in aperta campagna, nei pressi delle scuole, degli ospedali e di altri edifici e zone particolarmente sensibili al rumore. Inoltre fornisce una base per lo sviluppo di misure comunitarie di contenimento del rumore generato dalle principali sorgenti (veicoli stradali e su rotaia e relative infrastrutture, aeromobili, attrezzature utilizzate all'aperto e attrezzature industriali, macchinari mobili).

L'Allegato I alla direttiva definisce i descrittori acustici suddividendoli in Lden (livello giorno-sera-notte) e Lnight (livello del rumore notturno), e indica i relativi metodi di misura, richiamando le norme:

- **Iso 8297** (1994), Acoustics, Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment. Engineering method;
- **En Iso 3744**, Acustica, Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante pressione sonora. Metodo tecnico progettuale in un campo essenzialmente libero su un piano riflettente;
- **En Iso 3746**, Acustica, Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante pressione sonora. Metodo di controllo con una superficie avvolgente su un piano riflettente;

- **Iso 1996-1** (1982), Acoustics, Description and measurement of environmental noise. Basic quantities and procedures;
- **Iso 1996-2** (1987), Acoustics, Description and measurement of environmental noise. Acquisition of data pertinent to land use;
- **Iso 9613-2**, Acoustics, Attenuation of sound propagation outdoors. General method of calculation.

Da Alveolater Notizie n.20 (novembre 2003)

E' solo una questione di potere. Fonoisolante.

Attraverso una serie di prove sperimentali, effettuate da Alveolater® in collaborazione con Rockwool Italia, si è misurato il potere fonoisolante di dieci diversi tipi di parete. E i dati sono ora a disposizione.

Si è conclusa nel mese di luglio una serie di prove di potere fonoisolante, condotte in collaborazione con Rockwool Italia presso l'Istituto Giordano di Bellaria (Rn), su pareti doppie con intercapedine riempita di lana di roccia e su pareti monostrato placcate con cartongesso e lana di roccia. Il comportamento delle pareti doppie è stato ottimizzato realizzando complessivamente tre intonaci di 1,5 cm ognuno. In questo modo il risultato è sempre superiore rispetto ai valori ottenibili con la formula 20 log M, che ha caratterizzato una precedente serie di prove su pareti doppie eseguita presso il laboratorio dell'Università di Parma. Il risultato migliore si è avuto con pareti fra loro non molto dissimili (8 e 12 cm, entrambe in blocchi Alveolater® classe 45, a incastro e fori verticali) con intercapedine di 10 cm e lana di roccia da 70 kg/m^3 (R_w = 59 dB; coefficienti correttivi C = –1 e Ctr = –3).

Questa parete ha uno spessore complessivo ancora accettabile, 34,5 cm, ma soprattutto fornisce un ottimo isolamento a tutte le frequenze, da 100 a 5000 Hz. La prestazione ottenuta conferma l'importanza, già riscontrata nelle precedenti sperimentazioni, delle ampie intercapedini, almeno pari a 10 cm. L'analisi in frequenza mostra poi le attitudini di ogni singola soluzione.

Si può quindi concludere che:

- le pareti doppie con blocchi a incastro di massa e spessore nettamente differenziate, con intercapedine massimo di 8 cm (prove 4, 6 e 7) danno un buon isolamento alle alte frequenze (da 1600 a 5000 Hz) e seguono la legge R_w = 21 log M;
- le pareti doppie con elementi a incastro fino a 12 cm e intercapedine massimo di 8 cm (prove 1, 2, 3) forniscono un buon isolamento alle basse frequenze (da 100 a 315 Hz) e seguono la legge R_w = 23 log M;

- se l'intercapedine aumenta a 10 cm (prova 5) la parete fornisce un buon isolamento a tutte le frequenze (da 100 a 5000 Hz). Il risultato trova riscontro nella formula $R_w = 24 \log M$;
- le pareti doppie a giunti verticali e orizzontali continui, realizzate con blocchi forati (F/A 60% circa) con intercapedine 5 cm (prova 8) isolano bene alle alte frequenze (da 1600 a 5000 Hz); il risultato trova riscontro nella formula $R_w = 23 \log M$.

Pareti doppie	
1 - Parete cm 8+5+8 - spessore complessivo con intonaco cm 25,5 - massa kg/m^2 245 • tramezza Alveolater® cm 8x45x19 (F/A 45%) a incastro, fori verticali, giunti orizzontali continui, doppio intonaco cm 1,5 per parte; • intercapedine: lana di roccia, densità 40 kg/m^3, a completo riempimento dell'intercapedine; • tramezza Alveolater® cm 8x45x19 (F/A 45%) a incastro, fori verticali, giunti orizzontali continui, intonaco cm 1,5 sulla faccia esterna.	**2 - Parete cm 8+8+8** - spessore complessivo con intonaco cm 28,5 - massa kg/m^2 250 • tramezza Alveolater® cm 8x45x19 (F/A 45%) a incastro. fori verticali, giunti orizzontali continui, doppio intonaco cm 1,5 per parte; • intercapedine: lana di roccia, densità 40 kg/m^3, a completo riempimento dell'intercapedine; • tramezza Alveolater® cm 8x45x19 (F/A 45%) a incastro, fori verticali, giunti orizzontali continui, intonaco cm 1,5 sulla faccia esterna.
3 - Parete cm 8+5+12 - spessore complessivo con intonaco cm 29,5 - massa kg/m^2 280 • tramezza Alveolater® cm 8x45x19 (F/A 45%) a incastro, fori verticali, giunti orizzontali continui, doppio intonaco cm 1,5 per parte; • intercapedine: lana di roccia, densità 70 kg/m^3, a completo riempimento dell'intercapedine; • tramezza Alveolater® cm 12x45x19 (F/A 45%) a incastro, fori verticali, giunti orizzontali continui, intonaco cm 1,5 sulla faccia esterna.	**4 - Parete cm 12+5+17** - spessore complessivo con intonaco cm 39 - massa kg/m^2 365 • tramezza Alveolater® cm 12x45x19 (F/A 45%) a incastro, fori verticali, giunti orizzontali continui, doppio intonaco cm 1,5 per parte; • intercapedine: lana di roccia, densità 40 kg/m^3, a completo riempimento dell'intercapedine; • tramezza Alveolater® cm 17x50x19 (F/A 45%) a incastro, fori verticali, giunti orizzontali continui, intonaco cm 1,5 sulla faccia esterna.
5 - Parete cm 8+10+12 - spessore complessivo con intonaco cm 34,5 - massa kg/m^2 285: • tramezza Alveolater® cm 8x45x19 (F/A 45%) a incastro, fori verticali, giunti orizzontali continui, doppio intonaco cm 1,5 per parte; • intercapedine: lana di roccia, densità 70 kg/m^3, a completo riempimento dell'intercapedine; • tramezza Alveolater® cm 12x45x19 (F/A 45%) a incastro, fori verticali, giunti orizzontali continui, intonaco cm 1,5 sulla faccia esterna.	**6 - Parete cm 12+5+20** - spessore complessivo con intonaco cm 41,5 - massa kg/m^2 390 • tramezza Alveolater® cm 12x45x19 (F/A 45%) a incastro, fori verticali, giunti orizzontali continui, doppio intonaco cm 1,5 per parte; • intercapedine: lana di roccia, densità 40 kg/m^3, a completo riempimento dell'intercapedine; • tramezza Alveolater® cm 20x50x19 (F/A 45%) a incastro, fori verticali, giunti orizzontali continui, intonaco cm 1,5 sulla faccia esterna.
7 - Parete cm 12+8+17 - spessore complessivo con intonaco cm 41,5 - massa kg/m^2 375 • tramezza Alveolater® cm 12x45x19 (F/A 45%) a incastro, fori verticali, giunti orizzontali continui, doppio intonaco cm 1,5 per parte; • intercapedine: lana di roccia, densità 40 kg/m^3, a completo riempimento dell'intercapedine; • tramezza Alveolater® cm 17x50x19 (F/A 45%) a incastro, fori verticali, giunti orizzontali continui, intonaco cm 1,5 sulla faccia esterna.	**8 - Parete cm 8+5+15** - spessore complessivo con intonaco cm 32,5 - massa kg/m^2 270 • tramezza laterizio normale cm 8x25x25 (F/A 65%), giunti orizzontali e verticali continui, doppio intonaco cm 1,5 per parte; • intercapedine: lana di roccia, densità 40 kg/m^3, a completo riempimento dell'intercapedine; • blocco Alveolater® cm 15x25x25 (F/A 60%), fori verticali, giunti orizzontali e verticali continui, intonaco cm 1,5 sulla faccia esterna.

Quaderni Alveolater®

Le pareti monostrato placcate, soprattutto con placcaggio su entrambe le facce, rappresentano la soluzione ideale per pareti divisorie fra unità immobiliari nelle costruzioni in muratura portante. Lo spessore

Potere fonoisolante delle pareti doppie								
Pareti	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Potere fonoisolante misurato alle frequenze indicate								
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
Basse frequenze	50.8	46.5	50.8	46.4	52.4	41.9	44.9	46.0
Medie frequenze	56.2	56.2	57.7	57.0	60.0	57.7	57.2	55.5
Alte frequenze	61.6	62.9	61.6	64.6	63.8	66.0	65.6	65.1
Rw (a 500 Hz)	57	56	57	56	59	55	55	56
Coefficiente C	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1	-1
Coefficiente Ctr	-3	-5	-3	-4	-3	-6	-5	-4

di muratura in semipieni di 25 cm è infatti praticamente coincidente con lo spessore minimo ammesso (24 cm) dall'ordinanza 3274 della Protezione Civile per le zone 1, 2 e 3.

Pareti semplici con placcaggio			
9 - Parete cm 5,3+25+5,3 - spessore complessivo con intonaco cm 35,6; - massa kg/m^2 285 • blocco Alveolater® cm 25x30x19 (F/A 45%), fori verticali, setti rettilinei e allineati, giunti orizzontali e verticali continui, senza intonaco; • placcaggio su entrambe le facce con pannelli in cartongesso spessore cm 1,3 e lana di roccia spessore cm 4.		**10 - Parete cm 5,3+25** - spessore complessivo con intonaco cm 31,8; - massa kg/m^2 290 • blocco Alveolater® cm 25x30x19 (F/A 45%), fori verticali, setti rettilinei e allineati, giunti orizzontali e verticali continui, intonaco cm 1,5 su lato non placcato; • placcaggio su un lato con pannelli in cartongesso spessore cm 1,3 e lana di roccia spessore cm 4.	
Potere fonoisolante		**Potere fonoisolante**	
Rw (a 500 Hz) (dB)	65	Rw (a 500 Hz) (dB)	58
Coefficiente C (dB)	-2	Coefficiente C (dB)	-4
Coefficiente Ctr (dB)	-6	Coefficiente Ctr (dB)	-11

Da Alveolater Notizie n.21 (maggio 2004)

Il potere fonoisolante delle pareti adesso lo si può anche calcolare!

Dai risultati di recenti prove sperimentali sono state ricavate formule empiriche per la valutazione del potere fonoisolante delle pareti divisorie in laterizio alleggerito.

Dall'elaborazione dei risultati sperimentali ottenuti nelle campagne di misura effettuate presso il laboratorio del Dipartimento di fisica tecnica dell'Università di Padova negli anni 2000 e 2001 (in collaborazione tra Andil Assolaterizi e le università di Ferrara, Padova e Trento), e presso l'Istituto Giordano negli anni dal 2001 al 2004, e delle quali si è parlato in precedenti numeri di Alveolater® Notizie, sono state ricavate formule empiriche di previsione dell'Indice di valutazione del potere fonoisolante R_w in funzione della massa per unità di area M delle partizioni esaminate.

Poiché si fa riferimento soltanto a pareti divisorie in laterizio alleggerito con masse superficiali comprese rispettivamente tra 230 e 470 kg/m^2 per le pareti semplici, 230 e 390 kg/m^2 per le pareti doppie e 170 e 300 kg/m^2 per le pareti con placcaggio, e quindi con notevole limitazione del campo di massa superficiale, si è scelta una funzione di interpolazione molto semplice, del tipo

$R_w = A \log M$.

Nonostante il limitato numero di prove, tali formule empiriche permettono di effettuare una stima, seppure di larga massima, del potere fonoisolante, di pareti di caratteristiche analoghe a quelle provate.

Pareti semplici

Tutte le sedici pareti esaminate sono costituite da blocchi in laterizio alleggerito con densità superficiale compresa tra 230 e 470 kg/m^2 e spessori compresi tra 20 e 42 cm, ottenute da laterizio avente una densità compresa tra 550 e 1000 kg/m^3. Il confronto analitico tra la massa superficiale M e l'indice di valutazione Rw ha portato alla seguente relazione:

$R_w = 19{,}9 \log M$ (dB)

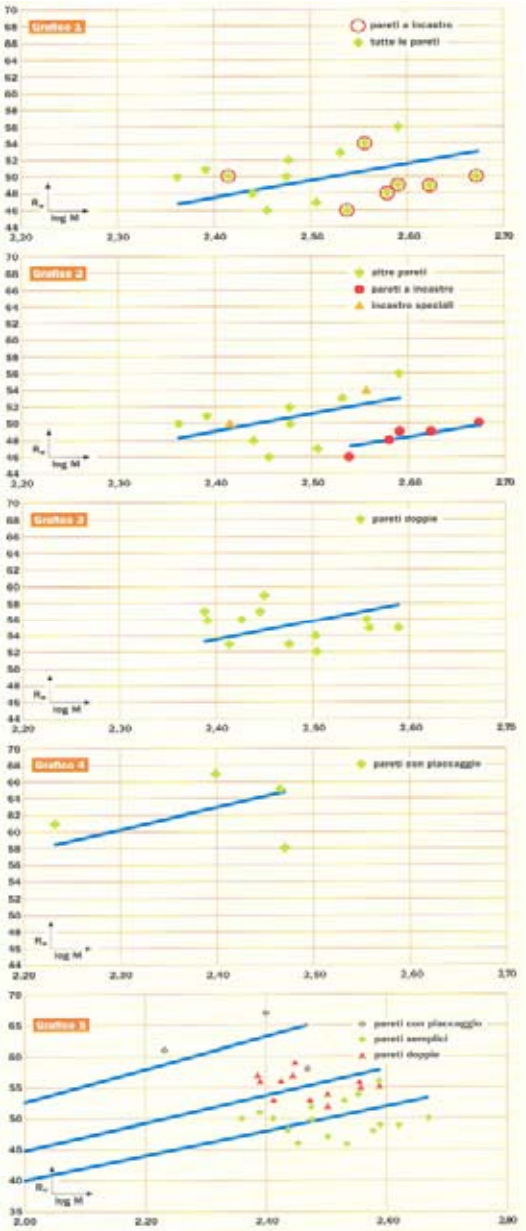
(valida per $230 < M < 470$ kg/m^2)

Nel grafico 1 sono riportati i risultati sperimentali relativi alle pareti analizzate.

È molto importante evidenziare la dispersione dei risultati che, in questo caso, riporta differenze anche di 7 dB a parità di massa.

Il valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante dipende, oltre che dalla massa, anche dal tipo di giunto, dalla presenza e spessore della malta sui giunti verticali, dalla geometria della foratura e dalla composizione del laterizio. Per quanto non sia possibile effet-

tuare correlazioni indipendenti in funzione di tutte queste variabili, si possono però mettere in evidenza alcune tipologie di pareti il cui comportamento acustico è senza dubbio influenzato da una di queste caratteristiche.



Nel grafico 2 è riportato il confronto tra le pareti ad incastro senza malta sui giunti verticali e le restanti pareti.

Come si può osservare dal grafico riportato, tutte le pareti costituite

da blocchi semipieni ad incastro sono caratterizzate da indici di valutazione inferiori a 50 dB, ad eccezione di due pareti (blocchi a incastro speciali), di cui una realizzata con blocchi per tamponamento a setti sottili, caratterizzati da 20 file di fori nel senso perpendicolare all'onda acustica e l'altra ottenuta da cassero in laterizio con tre grossi fori riempiti di malta.

Inoltre nelle pareti costituite da blocchi ad incastro senza malta sui giunti verticali le curve presentano "buchi" molto marcati nel range di frequenze compreso tra 1000 e 3000 Hz circa.

Infine va menzionato che le tre partizioni aventi R_w pari a 53, 54 e 56 dB sono costituite da blocchi in laterizio alleggerito previsti per la costruzione di pareti in muratura armata nei quali i fori previsti per l'alloggiamento delle armature sono riempiti completamente di malta.

Pareti doppie

Sono state esaminate dodici pareti doppie, costituite da blocchi in laterizio alleggerito.

In quasi tutti i casi l'intercapedine è riempita con materiale fonoassorbente (lana di roccia, fibre di poliestere compresse ecc.).

L'analisi dei dati sperimentali porta alla seguente formula di interpolazione tra M e R_w:

$R_w = 22{,}3 \log M$ (dB)

(valida per $240 < M < 400$ kg/m^2).

È interessante notare che alcune pareti esaminate nella campagna di misure 2003 presso l'Istituto Giordano mostrano prestazioni molto buone nonostante la loro ridotta massa superficiale.

La lana di roccia utilizzata contribuisce, senza dubbio, alle ottime prestazioni delle partizioni sopra menzionate, anche se il numero di prove a disposizione non permette di determinare le relazioni tra i valori di R_w e i valori degli spessori (compresi tra 5 e 10 cm) e delle densità (40 e 70 kg/m^3) delle lane utilizzate.
Nel grafico 3 sono riportati i valori di R_w in funzione della massa M per le pareti analizzate e la relativa retta di tendenza.
Pareti con placcaggi Infine sono state esaminate quattro pareti placcate. Le prove sono state effettuate nelle campagne di misura del 2001 e 2003 presso l'Istituto Giordano.
Nel grafico 4 sono riportati i valori degli indici di valutazione in funzione della massa superficiale delle partizioni esaminate.
Nonostante il numero molto limitato di prove a disposizione si è comunque determinata la relazione empirica
$R_w = 26{,}2 \log M$
allo scopo di avere un'indicazione di larga massima di quanto una parete con placcaggio faccia variare la prestazione rispetto alle pareti semplici e doppie. Tali sistemi con placcaggio sono molto efficaci e i valori degli indici di valutazione sono molto elevati (da 58 a 67 dB).
Dai valori sperimentali si rileva che un sistema con placcaggio può apportare un incremento dell'indice di valutazione anche superiore a 15 dB.

Confronto fra risultati
Nel grafico 5 è riportato il confronto tra le linee di tendenza dell'indice di valutazione del potere fonoisolante in funzione della massa relative alle pareti semplici, doppie e con placcaggio.
Da tale grafico si può osservare come viene migliorato mediamente il valore dell'isolamento acustico passando dalle pareti semplici alle pareti doppie e alle pareti con placcaggio.
Per fare un esempio, considerando una massa superficiale di 300 kg/m^2, sono stati ottenuti valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante in laboratorio R_w compreso tra 47 e 52 dB con pareti semplici, tra 53 e 58 dB con pareti doppie, tra 58 e 65 dB con pareti placcate.

Da Alveolater Notizie n.22 (novembre 2004)

E' solo una questione di potere. Fonoisolante. 2

Una nuova serie di prove sperimentali, che si aggiungono a quelle già pubblicate sul n. 20 di An, ha permesso di misurare il potere fonoisolante di altre undici pareti. I risultati confermano le elevate prestazioni del laterizio.

Nel corso dei primi mesi del 2004 sono state effettuate, presso i laboratori dell'Istituto Giordano di Bellaria (Rn), undici nuove prove di potere fonoisolante per completare il panorama del comportamento delle pareti doppie e semplici in laterizio normale e alleggerito in pasta (i dati relativi alla prima serie di prove sono stati riportati sul numero 20 di Alveolater® Notizie). I risultati di quest'ultima serie confermano le elevate prestazioni delle pareti in laterizio.

Le prime prove sono riferite a pareti in blocchi di laterizio alleggerito in pasta a facce piane, semipieni e con disegno conforme alle prescrizioni sia del d.m. 20 novembre 1987 sia della norma allegata all'ordinanza 3274 della Protezione civile, e quindi blocchi con percentuale di foratura non superiore al 45 per cento con setti continui e rettilinei per tutto lo spessore del blocco, in entrambe le direzioni. Si sono provati pareti in blocchi di spessore 30, 35 e 45 cm intonacate su entrambi i lati con intonaco in malta di 1,5 cm.

Successivamente le prove si sono indirizzate verso gli elementi per tamponamento, nello spessore di 30 e 35 cm, per verificare l'eventuale influenza dell'orientamento dei fori.

A conclusione del ciclo di prove sono state testate ancora pareti doppie in laterizio normale con le combinazioni di laterizio forato di spessore 8, 12 e 15 cm, tutte con intercapedine riempita di lana di roccia (produzione Rockwool) con densità 40 e 70 kg/m^3. I risultati sono riportati nella tabella. Gli elementi semipieni, in tutti e tre gli spessori provati, sono ovviamente idonei per pareti di separazione fra unità immobiliari. La coincidenza dei risultati negli spessori 30 e 35 (in entrambi i casi 54 dB) rientra nelle tolleranze sperimentali mentre il valore di 56 dB ottenuto con la parete di spessore 45 cm, leggermente inferiore alle attese (seppur decisamente elevato), può essere attribuito alla diversa composizione della malta impiegata.

Con i blocchi di spessore cm 45 è stata impiegata una malta bastarda a elevato dosaggio di calce; mentre in tutte le altre prove è stata impiegata malta cementizia. L'influenza della malta non è affatto trascurabile: una prova di confronto sullo spessore di 30 cm, con malta bastarda, ha fornito un valore inferiore di ben 4 dB alla prova eseguita con lo stesso materiale in opera con malta cementizia.

Ma nelle pareti di elevato spessore non è da escludere una tendenza

asintotica verso un valore limite non lontano dai 56 dB rilevati, tendenza riscontrata anche in una precedente serie di prove condotte presso il laboratorio di acustica dell'Università di Padova.

Pareti sottoposte a prova. Risultati.

1 – Doppia parete cm 8+5+8 • tramezza in laterizio normale, formato cm 8x25x2-5, con giunti verticali e orizzontali di malta continui; doppio intonaco di cm 1,5 per parte; • lana di roccia spessore cm 5, Rockwool 211, densità kg/m^3 40, a completo riempimento dell'intercapedine; • tramezza in laterizio normale, formato cm 8x25x2-5, con giunti verticali e orizzontali di malta continui; intonaco di cm 1,5 sulla faccia esterna. Massa dell'elemento in laterizio: kg 2,9 Spessore totale della parete: cm 25,5 circa.		**2 – Doppia parete cm 12+5+15** • tramezza in laterizio normale, formato cm 12x25x25, con giunti verticali e orizzontali di malta continui; doppio intonaco di cm 1,5 per parte; • lana di roccia spessore cm 5, Rockwool 211, densità kg/m^3 40, a completo riempimento dell'intercapedine; • tramezza in laterizio normale, formato cm 15x25x25, con giunti verticali e orizzontali di malta continui; intonaco di cm 1,5 sulla faccia esterna. Massa dell'elemento in laterizio cm 15: kg 6. Massa dell'elemento in laterizio cm 12: kg 4,2. Spessore totale della parete: cm 36,5 circa.	
Potere fonoisolante		**Potere fonoisolante**	
Rw (a 500 Hz) (dB)	**57**	Rw (a 500 Hz) (dB)	**55**
Coefficiente C (dB)	-2	Coefficiente C (dB)	-2
Coefficiente Ctr (dB)	-4	Coefficiente Ctr (dB)	-5
3 – Doppia parete cm 8+5+1+12 • tramezza in laterizio normale, formato cm 8x25x2-5, con giunti verticali e orizzontali di malta continui; doppio intonaco di cm 1,5 per parte; • lana di roccia spessore cm 5, Rockwool 211, densità kg/m^3 70, a completo riempimento dell'intercapedine; • tramezza in laterizio normale, formato cm 12x25-x25, con giunti verticali e orizzontali di malta continui, costruita non in aderenza alla lana di roccia; intonaco di cm 1,5 sulla faccia esterna. Massa dell'elemento in laterizio cm 8: kg 2,9. Massa dell'elemento in laterizio 12 cm: kg 4,2. Spessore totale della parete: cm 29,5 circa.		**4 – Doppia parete cm 8+5+12** • tramezza in laterizio normale, formato cm 8x25x25, con giunti verticali e orizzontali di malta continui; doppio intonaco di cm 1,5 per parte; • lana di roccia spessore cm 5, Rockwool 211, densità kg/m^3 70, a completo riempimento dell'intercapedine; • tramezza in laterizio normale, formato cm 12x25x25, con giunti verticali e orizzontali di malta continui, costruita in aderenza alla lana di roccia; intonaco di cm 1,5 sulla faccia esterna. Massa dell'elemento in laterizio cm 8: kg 2,9. Massa dell'elemento in laterizio cm 12: kg 4,2. Spessore totale della parete: cm 29,5 circa.	
Potere fonoisolante		**Potere fonoisolante**	
Rw (a 500 Hz) (dB)	**54**	Rw (a 500 Hz) (dB)	**52**
Coefficiente C (dB)	-2	Coefficiente C (dB)	-2
Coefficiente Ctr (dB)	-5	Coefficiente Ctr (dB)	-7
5 – Muratura monostrato 30/25 • blocchi Alveolater® T 30, forati per tamponamento, classe 60, formato cm 30x25x25, spessore cm 30, posa in opera a fori orizzontali, con giunti verticali e orizzontali di malta continui, intonaci di cm 1,5 in malta cementizia. Peso dell'elemento: kg 11. Spessore totale della parete: cm 33.		**6 – Muratura monostrato 30/19** • blocchi Alveolater® A 62/60 forati per tamponamento, classe 60, formato cm 30x25x19, spessore cm 30, posa in opera a fori verticali, con giunti verticali e orizzontali di malta continui, intonaco di cm 1,5 in malta cementizia. Peso dell'elemento: kg 9. Spessore totale della parete: cm 33.	
Potere fonoisolante		**Potere fonoisolante**	
Rw (a 500 Hz) (dB)	**48**	Rw (a 500 Hz) (dB)	**46**
Coefficiente C (dB)	-1	Coefficiente C (dB)	-1
Coefficiente Ctr (dB)	-3	Coefficiente Ctr (dB)	-2

Quaderni Alveolater®

Le prove eseguite con blocchi per tamponamento a fori orizzontali hanno mostrato un migliore comportamento rispetto ai blocchi con posa a fori verticale, seppure a parità di percentuale di foratura e con disegno sostanzialmente confrontabile.

(...continua) Pareti sottoposte a prova. Risultati.

7 – Muratura monostrato 35/25
• blocchi Alveolater® T 35, forati per tamponamento, classe 60, formato cm 35x25x25, spessore cm 35, posa in opera a fori orizzontali, con giunti verticali e orizz. di malta continui,
intonaci di cm 1,5 in malta cementizia.
Peso dell'elemento: kg 12,5.
Spessore totale della parete: cm 38

Potere fonoisolante	
Rw (a 500 Hz) (dB)	**50**
Coefficiente C (dB)	-1
Coefficiente Ctr (dB)	-2

8 – Muratura monostrato 35/19
• blocchi Alveolater® A 55/60, forati per tamponamento, classe 60, formato cm 35x25x19, spessore cm 35, posa in opera a fori verticali, con giunti verticali e orizzontali di malta continui, intonaci di cm 1,5 in malta cementizia.
Peso dell'elemento: kg 11,2.
Spessore totale della parete: cm 38.

Potere fonoisolante	
Rw (a 500 Hz) (dB)	**47**
Coefficiente C (dB)	-1
Coefficiente Ctr (dB)	-2

9 – Muratura monostrato 30
• blocchi Alveolater® A 62/45, semipieni, classe 45, formato cm 30x25x19, spessore cm 30, posa in opera a fori verticali, con giunti verticali e orizzontali di malta continui, intonaci di cm 1,5 in malta cementizia.
Peso dell'elemento: kg 11,5.
Spessore totale della parete: cm 33.

Potere fonoisolante	
Rw (a 500 Hz) (dB)	**54**
Coefficiente C (dB)	-1
Coefficiente Ctr (dB)	-3

10 – Muratura monostrato 35
• blocchi Alveolater® A 55/45, semipieni, classe 45, formato cm 35x25x19, spessore cm 35, posa in opera a fori verticali, con giunti verticali e orizzontali di malta continui, intonaci di cm 1,5 in malta cementizia.
Peso dell'elemento: kg 13,1.
Spessore totale della parete: cm 38.

Potere fonoisolante	
Rw (a 500 Hz) (dB)	**54**
Coefficiente C (dB)	-1
Coefficiente Ctr (dB)	-4

11 – Muratura monostrato 45
• blocchi Alveolater® A 36/45, semipieni, classe 45, formato cm 45x30x19, spessore cm 45, posa in opera a fori verticali, con giunti verticali e orizzontali di malta continui, intonaci di cm 1,5 in malta cementizia.
Peso dell'elemento: kg 22,8.
Spessore totale della parete: cm 48.

Potere fonoisolante	
Rw (a 500 Hz) (dB)	**56**
Coefficiente C (dB)	-1
Coefficiente Ctr (dB)	-2

La prova eseguita sulla parete doppia con due tramezze tradizionali di 8 cm di spessore, con tre intonaci e lana di roccia di densità 40 kg/m^3 ha fornito il migliore risultato. Evidentemente nelle tramezze tradizionali si è raggiunto un perfetto equilibrio fra spessore, dimen-

sione, disegno e percentuale di foratura, mentre la differenza riscontrata fra le due pareti di 8+12 cm di spessore, realizzate con gli stessi materiali ma con diverso metodo di inserimento della lana di roccia, evidenzia ancora una volta l'estrema importanza delle modalità di posa in opera.

Per contenere (e prevenire) l'inquinamento acustico da traffico

Sulla Gazzetta Ufficiale n. 127, del 1° giugno 2004, sono state pubblicate le disposizioni per il contenimento dell'inquinamento acustico dovuto al traffico veicolare. Le disposizioni si basano su 11 articoli. Il primo fornisce 52 definizioni necessarie ai fini dell'applicazione del decreto; il secondo definisce invece il campo di applicazione (strade extra urbane, urbane, strade locali).
L'articolo 3 fissa le fasce di pertinenza acustica, rimandando alle tabelle dell'allegato 1; mentre l'articolo 8 stabilisce, tra l'altro, che gli interventi per il rispetto dei valori massimi consentiti sono a carico del titolare della concessione edilizia, se la concessione è stata rilasciata dopo l'entrata in vigore del decreto.
L'articolo 6 fissa in 35 e 40 dB(A) i limiti massimi notturni L_{eq} rispettivamente per ospedali e abitazioni qualora per motivi di carattere ambientale si preveda un intervento di protezione acustica.
Per le scuole, e per gli stessi motivi, il limite diurno è fissato in 45 dB(A).

Valori limite assoluti di emissione per strade di nuova realizzazione

Tipo di strada	Sottotipi a fini acustici	Ampiezza fascia di pertinenza acustica	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			diurno dB(A)	notturno dB(A)	diurno dB(A)	notturno dB(A)
A – Autostrada		250	50	40	65	55
B – Extraurbana principale		250	50	40	65	55
C – Extraurbana secondaria	C_1	250	50	40	65	55
D – Urbana di scorrimento	C_2	150	50	40	65	55
E – Urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al d.p.c.m.			
F – Locale		30				

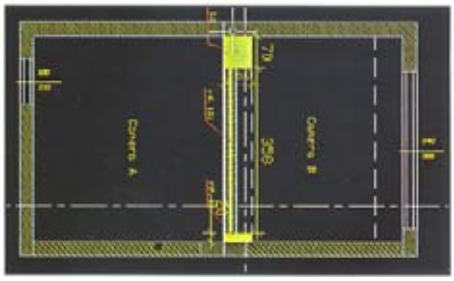
* per le scuole vale il solo limite diurno

Quaderni Alveolater®

Da Alveolater Notizie n.25 (maggio 2006)

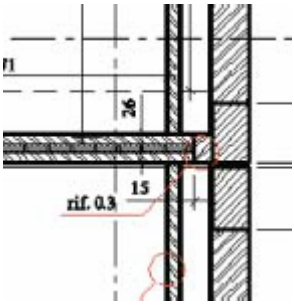
Valutazione dell'isolamento acustico di una parete doppia

La ricerca ha l'obiettivo di valutare le prestazioni di isolamento acustico in laboratorio di una parete doppia
in laterizio e di quantificare l'influenza di alcuni aspetti legati alla realizzazione in opera.



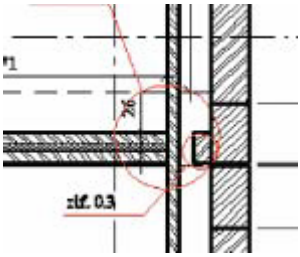
Tra il Consorzio Alveolater e il Dipartimento di ingegneria energetica, nucleare e del controllo ambientale (Dienca) della Facoltà di ingegneria dell'Università di Bologna è stato stipulato un accordo per la ricerca Prestazioni acustiche di parete doppia soggetta a trasmissioni laterali.

L'obiettivo è quello di valutare le prestazioni di isolamento acustico in laboratorio di una parete doppia in laterizio e di quantificare l'influenza di alcuni aspetti legati alla realizzazione in opera: trasmissione strutturale attraverso connessioni con una parete laterale e presenza di tracce sulla stessa parete di prova. La parete oggetto di studio è costituita da un doppio strato in laterizio con intercapedine riempita con materiale fonoassorbente di superficie pari a 10,8 m^2 (3,60 x 3,00 metri), realizzata nel modo seguente:



- tramezza in laterizio del tipo Alveolater® formato 8 x 50 x 25 cm a incastro, intonacata su ambo i lati;
- pannelli fonoassorbente in lana di roccia del tipo Tervol F216 spessore 50 mm e densità 80 kg/m^3;
- tramezza in laterizio del tipo Alveolater® formato 8 x 50 x 25 cm a incastro, intonacata sul lato esterno.

La parete verrà inizialmente testata in condizioni standard di laboratorio (assenza di trasmissioni laterali) secondo lo schema di fig. 1. Successivamente verrà connessa con una parete laterale in laterizio del tipo Alveolater® formato 8 x 50 x 25 cm a incastro, intonacata sul lato interno secondo due tipologie di giunto (v. figg. 2 e 3).



La ricerca prevede quindi diverse fasi di studio che consentiranno di determinare alcuni parametri acustici prestazionali della parete, legate alle seguenti configurazioni di prova.

1 - Parete in prova connessa solo alla cornice strutturale del laboratorio:

- valutazione del potere fonoisolante R di laboratorio secondo la UNI EN ISO 140/3.

2 - Parete in prova connessa con le pareti laterali tramite il giunto di tipo 1:

- valutazione del potere fonoisolante R della parete giuntata (secondo procedure di misura della UNI EN ISO 140/3;

- valutazione dell'indice di riduzione delle vibrazioni Kij (secondo procedure di misura della ISO F/DIS 10848).

3 - Parete in prova connessa con le pareti laterali tramite il giunto di tipo 2:

- valutazione del potere fonoisolante R della parete giuntata (secondo procedure di misura della UNI EN ISO 140/3.
- valutazione dell'indice di riduzione delle vibrazioni Kij (secondo procedure di misura della ISO F/DIS 10848).

4. Parete in prova connessa con le pareti laterali tramite il giunto di tipo 2 e realizzazione di tracce impiantistiche sulla parete di prova:

- valutazione del potere fonoisolante R della parete giuntata (secondo procedure di misura della UNI EN ISO 140/3).

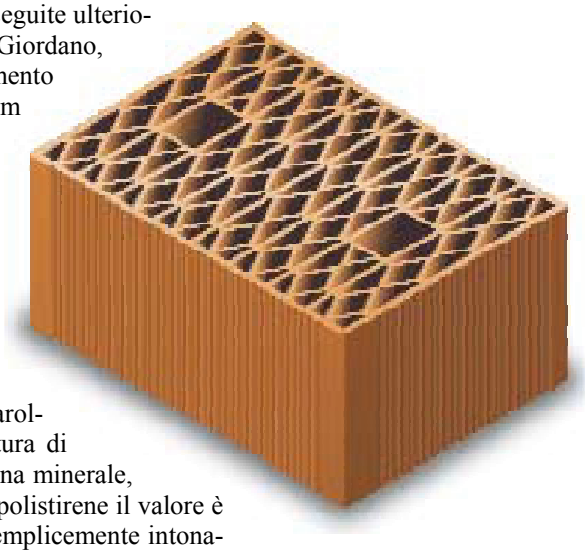
I risultati della ricerca verranno pubblicati sui prossimi numeri.

Da Alveolater Notizie n.27 (maggio 2007)

Prestazioni acustiche di blocchi a setti sottili

Sottoposti a nuove prove di potere fonoisolante i blocchi Alveolater® Setti Sottili hanno fatto registrare valori decisamente interessanti.

Nel periodo gennaio-febbraio 2007 sono state eseguite ulteriori prove di potere fonoisolante presso l'Istituto Giordano, su pareti realizzate con elementi per tamponamento Alveolater® Setti Sottili di formato 35x25x19 cm (spessore 35 cm), a facce piane.



Sulla parete realizzata con un solo intonaco, sono stati provati due rivestimenti a cappotto, uno in lana di roccia Rockwool con leganti a base di resina termoindurente, a doppia densità, denominato Coverrock 035 (spessore nominale 60 mm) e rasatura armata esterna Caparol sistema Capatect (spessore 4 mm), e un secondo cappotto in polistirene espanso (densità 20 kg/m^3) e rasatura armata esterna sempre Caparol-Capatect (spessore 3,5 mm) con strato di finitura di spessore 1,5 mm. Il risultato, con cappotto in lana minerale, è stato di 60 dB (C = – 2; Ctr =– 6) mentre con polistirene il valore è stato di 56 dB (C = – 2; Ctr = – 6). La parete semplicemente intonacata con intonaco cementizio di 1,5 cm di spessore per parte è stata accreditata di 55 dB (C = – 1; Ctr = – 2). Successivamente si è provata la parete con gli stessi blocchi posti in opera a fori orizzontali. Il risultato è stato ancora di 55 dB (C = – 1; Ctr = – 3), ma con una

distribuzione in frequenza leggermente diversa.
Il valore di 55 dB della parete intonacata è decisamente interessante. Infatti in entrambi i casi la parete ha una massa frontale di 330 kg/m^2 e quindi segue la legge sperimentale Rw = 21,84 log M, nettamente migliorativa rispetto alla legge sperimentale Rw = 20,5 log M ottenuta con blocchi a disegno tradizionale.

alveolater

Acustica: una guida

Che cos'è il potere fonoisolante e come si misura, che cosa sono l'effetto di coincidenza, di risonanza; che cos'è il tempo di riverberazione; che differenza c'è fra potere fonoisolante e potere fonoisolante apparente; come si trasmettono i rumori in una struttura; come funzionano i materiali fonoassorbenti e che differenza c'è fra isolamento e assorbimento acustico.

A queste e a molte altre domande vuole dare risposta il Quaderno n° 7 Acustica: una guida che raccoglie informazioni ricavate dai testi in bibliografia, anche su aspetti legali conseguenti al mancato raggiungimento degli standard acustici attesi .

Le appendici riportano sia una amplissima serie di risultati sperimentali, con il valore del potere fonoisolante, l'analisi in frequenza e i coefficienti correttivi, sia tutti gli articoli pubblicati su questo argomento nel periodico Alveolater Notizie, con l'auspicio di fornire informazioni sintetiche ma essenziali per affrontare correttamente uno dei temi più sensibili nell'attuale panorama edilizio.

alveolater