

A. Frattari, G. Nicosia, R. Pompoli  
S. Secchi, M. Tosi, R. Zecchin

# Isolamento acustico di pareti interne in laterizio: misure e metodi

**Una campagna di misure acustiche su pareti in laterizio ha permesso di documentare il potere fonoisolante di diverse tipologie e di mettere a punto un modello di previsione semplificato dell'isolamento acustico in opera**

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<sup>[1]</sup>.

La prestazione in opera di un componente edilizio è quasi sempre inferiore a 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.

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 decibel 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<sup>[2]</sup>, metodo che è ripreso anche dalle linee guida definite dal Gruppo di Lavoro 12 dell'UNI<sup>[3]</sup>.

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 vibrazioni che avviene in corrispondenza dei giunti laterali della struttura divisoria e le prestazioni di potere fonoisolante di tutti i componenti coinvolti dalla trasmissione. Il primo dato viene ricavato con misure effettuate in laboratori speciali, per i quali è in fase di definizione una norma internazionale<sup>[4]</sup>. Il secondo dato viene invece dedotto da normali misure di laboratorio, già effettuate su pareti in laterizio da diversi istituti di

ricerca, ma di cui manca ancora una campagna sistematica secondo le più recenti disposizioni normative<sup>[5]</sup>.

In questo panorama, l'ANDIL (Associazione Nazionale Degli Industriali dei Laterizi), che già in passato ha svolto attività di ricerca sperimentali in collaborazione con l'Università di Parma, Ferrara e Bologna<sup>[6,7,8,9,10,11]</sup>, ha promosso un progetto di ricerca con l'Università di Ferrara, Trento e Padova con i seguenti obiettivi principali:

- verifica in laboratorio delle prestazioni acustiche di isolamento al rumore aereo di un limitato numero di 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 EN 12354 (metodo CEN).

Nell'ambito della stessa ricerca sono state poi sperimentate tecniche di misura accelerometriche per la determinazione delle trasmissioni sonore strutturali e tecniche di tipo intensimetrico per la determinazione del potere fonoisolante.

In questo primo articolo vengono presentati i risultati delle misure di laboratorio del potere fonoisolante  $R$  e del suo indice di valutazione  $R_w$  ed una breve descrizione del metodo CEN con l'applicazione ad un caso studio per il quale viene calcolato l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$  delle pareti provate in laboratorio.

I risultati completi della ricerca, con l'elaborazione e l'analisi dei risultati ottenuti dalle misure di laboratorio, l'illustrazione completa del metodo CEN e la descrizione dell'influenza delle modalità costruttive degli edifici ai fini della trasmissione del rumore, verranno pubblicati nei numeri successivi della rivista.

**Le pareti in prova** Le strutture divisorie da sottoporre a prova sono state scelte in modo da avere un insieme rappresentativo di diverse tipologie, diverso spessore e diversa massa superficiale. Sono state provate complessivamente 14 pareti suddivise in tre gruppi: pareti monostrato, pareti multistrato e pareti sperimentali.

Le pareti monostrato sono costituite da strutture trasversalmente continue realizzate mediante blocchi di laterizio alleggerito in pasta, posati con giunti orizzontali di malta continui ed unite verticalmente con giunto di malta o ad incastro. Alcune pareti, realizzate con blocchi per muratura armata, sono state provate con e senza il riempimento in malta dei fori verticali destinati ad accogliere le barre di acciaio.

Le pareti multistrato sono costituite da strati resi trasversalmente discontinui dalla presenza di intercapedini d'aria o di materiale fonoassorbente. Sono realizzate mediante blocchi di laterizio alleggerito in pasta, posati con giunti orizzontali di malta continui ed uniti verticalmente con giunto di malta o ad incastro, mediante tramezze in laterizio normale a fori orizzontali.

Le pareti sperimentali sono speciali pareti multistrato, realizzate con combinazioni di tecniche di posa e materiali innovativi (intercapedini a profondità variabile, risonanza per cavità dei blocchi, desolidarizzazione della parete, ecc.), che permettono di studiare particolari aspetti della propagazione dell'energia sonora all'interno delle strutture edilizie.

L'elenco delle pareti, con la relativa descrizione e con i risultati delle misurazioni, è riportato nelle tabelle 1 e 2. Le pareti sono identificate mediante un codice che indica il gruppo di appartenenza ("A" monostrato, "B" multistrato e "C" sperimentale).

### Misure in laboratorio: descrizione ed analisi dei risultati

Le misure in laboratorio sono state eseguite presso il Laboratorio di Acustica del Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università di Padova.

Il laboratorio è costituito da un complesso di tre camere riverberanti: una di grandi dimensioni e due collegate mediante un'apertura per il montaggio di strutture verticali. La coppia di camere riverberanti, adibite alla misura del potere fonoisolante di componenti verticali di edificio, è stata progettata tenendo conto delle prescrizioni della norma UNI 8270/1 (1982).

Dai risultati ottenuti si può osservare che molte delle tipologie di pareti provate hanno fornito valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante superiori a 50 dB.

In particolare, si può osservare che alle medie frequenze (200-500 Hz), per quasi tutte le pareti testate, i valori del potere fonoisolante ( $R$ ) si discostano molto dalla curva di riferimento utilizzata per il calcolo dell'indice di valutazione ( $R_w$ ) penalizzando molto il risultato. I buoni risultati che si ottengono invece alle basse frequenze, benchè siano molto importanti per la qualità dell'isolamento acustico, influiscono poco sul calcolo dell'indice di valutazione.

Per le singole pareti si possono fare le seguenti considerazioni:

- le pareti A07, A08 e A09, realizzate con blocchi semipieni ad incastro, senza la malta nei giunti verticali, hanno fornito risultati leggermente al di sotto delle aspettative in relazione alla loro massa superficiale; questo può essere giustificato dal mancato riempimento dei giunti verticali che ha determinato dei percorsi sonori preferenziali interrotti soltanto dall'intonaco sui due lati;
- la parete sperimentale C02, ottenuta con un tavolato in tramezze da 8 cm, una intercapedine di 2 cm con fibra di poliestere compressa e un tavolato in tavelle da 6 cm, ha fornito risposte molto interessanti in relazione alla massa superficiale; questo significa che buoni risultati si possono ottenere con pareti doppie separate da materiali resilienti anche senza l'intercapedine;
- il confronto tra le pareti doppie sperimentali C03 (blocchi a T con tagli verticali effettuati allo scopo di creare delle cavità risonanti fonoassorbenti) e C04 (blocchi a T senza tagli) ha mostrato che il vantaggio ottenibile dall'assorbimento viene perso completamente dall'indebolimento della struttura: i tagli verticali riducono in effetti lo spessore utile del blocco.

### Metodo semplificato di previsione del potere fonoisolante apparente

Il potere fonoisolante apparente  $R'$  esprime la quantità di energia sonora trasmessa da una partizione nelle sue reali condizioni di utilizzo. Tale quantità differisce dal potere fonoisolante  $R$ , risultante da misure di laboratorio o da calcolo teorico, in quanto tiene conto, oltre che della trasmissione diretta della parete, anche di eventuali percorsi di trasmissione aerea del suono e dei percorsi di trasmissione strutturale dovuti ai componenti laterali. La nuova norma europea EN 12354-1<sup>[2,3]</sup> indica un metodo di calcolo basato su alcune ipotesi semplificative che permette di stimare il potere fonoisolante apparente di una partizione a partire dai valori del potere fonoisolante relativi ai diversi percorsi di trasmissione strutturale.

$$R' = -10 \lg \left( 10 \frac{R_{Dd}}{10} + \sum 10 \frac{R_{ij}}{10} \right) \text{ (dB)} \quad (1)$$

dove  $R_{Dd}$  e  $R_{ij}$  sono rispettivamente i valori in funzione della frequenza del potere fonoisolante per trasmissione diretta (attraverso la parete di separazione dei due ambienti) e del potere fonoisolante per trasmissione laterale (attraverso il generico percorso  $i-j$ ).

In questa formulazione viene trascurato il contributo della trasmissione aerea tra condotti, prese d'aria ed altri elementi. Per ogni giunto tra parete di separazione e strutture laterali (pareti e solai), si individuano tre percorsi di trasmissione laterale  $ij$ , indicati generalmente con le lettere  $Df$ ,  $Ff$ ,  $Fd$  ( $D$  sta per partizione,  $F$  per laterale).

Tabella 1: Pareti monostrato. Risultati delle misurazioni effettuate in laboratorio.

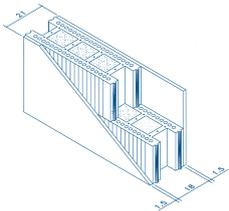
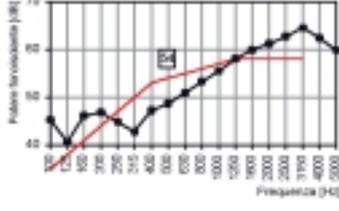
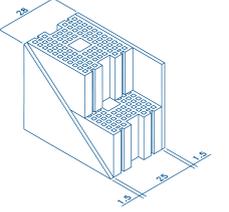
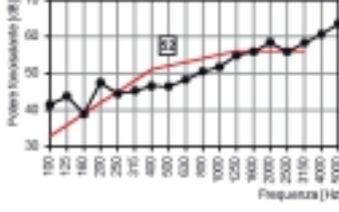
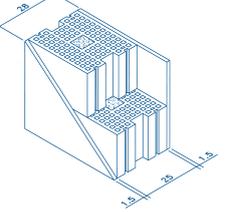
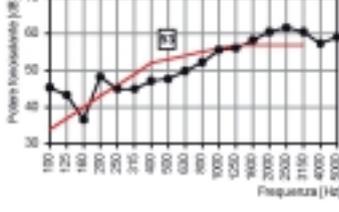
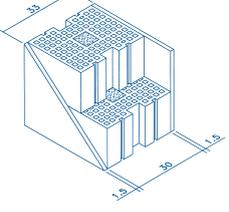
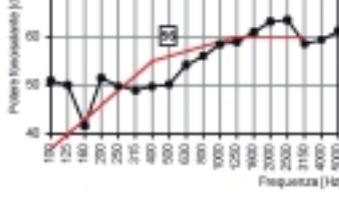
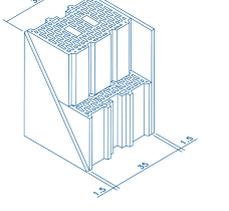
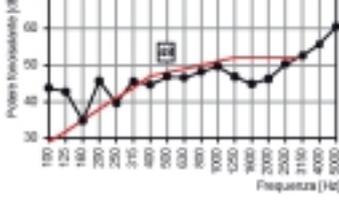
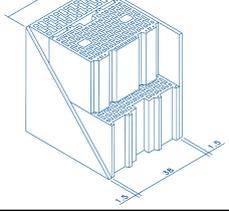
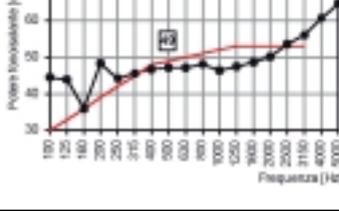
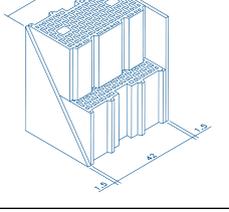
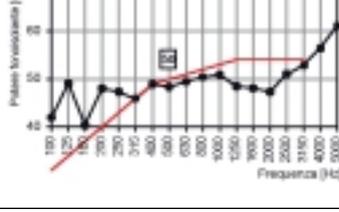
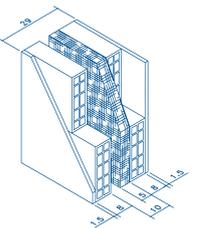
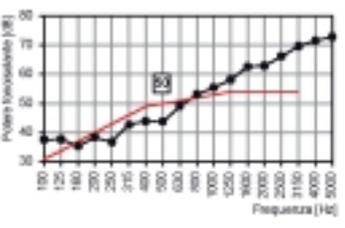
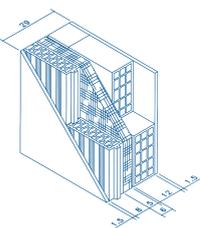
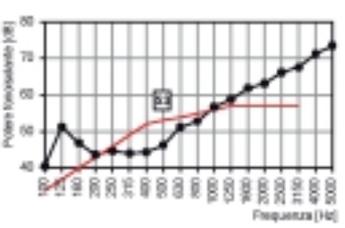
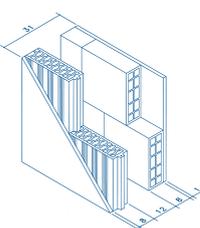
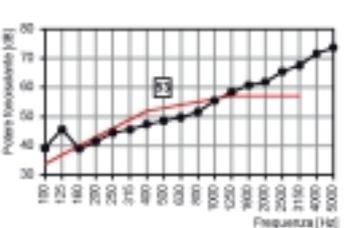
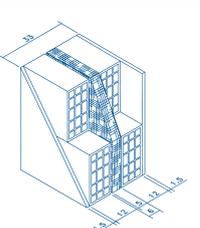
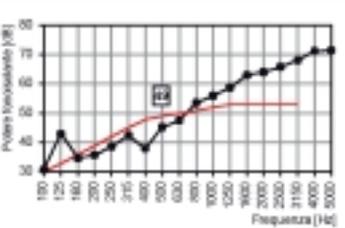
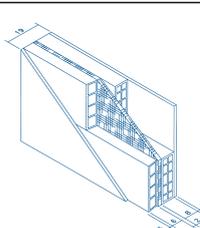
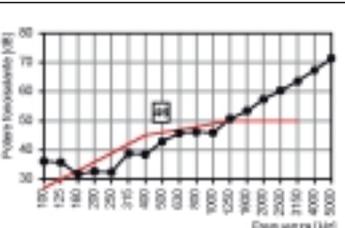
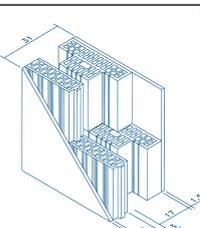
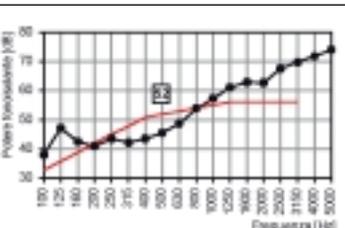
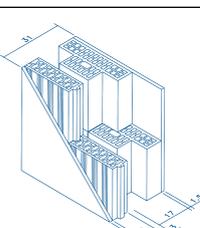
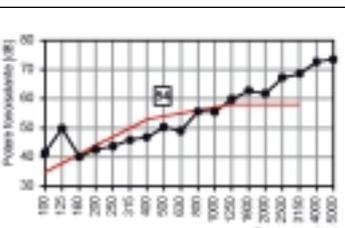
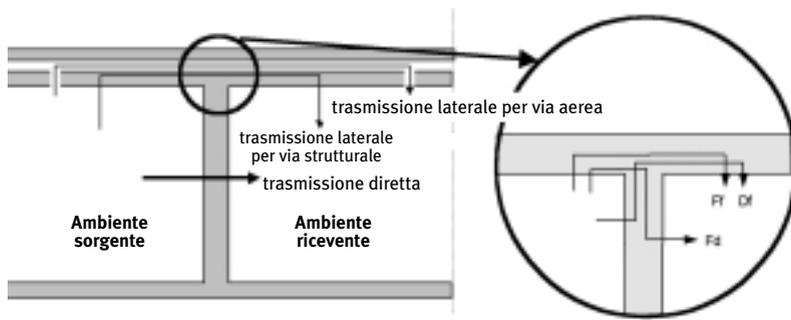
Codice parete	Schema di montaggio (misure in cm)	Descrizione	Spess. [m] e massa sup. [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> (dB) C (dB) C <sub>tr</sub> (dB)	Potere fonoisolante R e indice di valutazione R <sub>w</sub>
A03 Monostrato		Parete realizzata con blocchi ad incastro, alleggeriti in pasta, a tre fori verticali (18x50x20 cm) con fori riempiti di malta, intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.21 360	R <sub>w</sub> = 54 C = -1 C <sub>tr</sub> = -4	
A04 Monostrato		Parete realizzata con blocchi ad "H", alleggeriti in pasta (25x30x19 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.28 300	R <sub>w</sub> = 52 C = -1 C <sub>tr</sub> = -3	
A05 Monostrato		Parete realizzata con blocchi ad "H", alleggeriti in pasta, con fori riempiti di malta (25x30x19 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.28 340	R <sub>w</sub> = 53 C = -1 C <sub>tr</sub> = -4	
A06 Monostrato		Parete realizzata con blocchi ad "H", alleggeriti in pasta, con fori riempiti di malta (30x25x17 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.33 390	R <sub>w</sub> = 56 C = 0 C <sub>tr</sub> = -3	
A07 Monostrato		Parete realizzata con blocchi semipieni ad incastro, alleggeriti in pasta (35x25x24,5 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.38 380	R <sub>w</sub> = 48 C = -1 C <sub>tr</sub> = -2	
A08 Monostrato		Parete realizzata con blocchi semipieni ad incastro, alleggeriti in pasta (38x25x24,5 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.41 420	R <sub>w</sub> = 49 C = -1 C <sub>tr</sub> = -2	
A09 Monostrato		Parete realizzata con blocchi semipieni ad incastro, alleggeriti in pasta (42x25x24,5 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.45 470	R <sub>w</sub> = 50 C = -1 C <sub>tr</sub> = -2	

Tabella 2: Pareti multistrato e sperimentali. Risultati delle misurazioni effettuate in laboratorio.

Codice parete	Schema di montaggio (misure in cm)	Descrizione	Spess. [m] e massa sup. [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> (dB) C (dB) C <sub>tr</sub> (dB)	Potere fonoisolante R e indice di valutazione R <sub>w</sub>
B01 Multi-strato		Parete realizzata con tavolato in tramezze normali a 10 fori (8x25x25 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 10 cm con lana di roccia da 5 cm (50 kg/m <sup>3</sup> ) appoggiata al tavolato; tavolato in tramezze normali a 10 fori (8x25x25 cm) ed intonaco sul lato esterno.	0.29 190	R <sub>w</sub> = 50 C = -1 C <sub>tr</sub> = -4	
B02 Multi-strato		Parete realizzata con tavolato in tramezze normali a 15 fori (12x25x25 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 6 cm con lana di roccia da 5 cm (densità 50 kg/m <sup>3</sup> ); tavolato in tramezze semipiene ad incastro, alleggerite in pasta (8x50x24,5 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno.	0.29 300	R <sub>w</sub> = 53 C = 0 C <sub>tr</sub> = -3	
B03 Multi-strato		Parete realizzata con tavolato in tramezze normali a 10 fori (8x25x25 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 12 cm; tavolato in tramezze semipiene ad incastro, alleggerite in pasta (8x50x24,5 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno.	0.31 260	R <sub>w</sub> = 53 C = 0 C <sub>tr</sub> = -4	
B04 Multi-strato		Parete realizzata con tavolato in tramezze normali a 15 fori (12x25x25 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 6 cm con lana di roccia da 5 cm (densità 50 kg/m <sup>3</sup> ); tavolato in tramezze normali a 15 fori (12x25x25 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno.	0.33 250	R <sub>w</sub> = 49 C = -1 C <sub>tr</sub> = -5	
Co2 Sperimentale		Parete realizzata con tavolato in tramezze a 10 fori (8x50x25 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 2 cm con fibra di poliestere compressa (spessore originario 2,5 cm, massa 0,2 kg/m <sup>2</sup> ); tavolato in tavole a 4 fori (6x80x25 cm) ed intonaco sul lato esterno.	0.19 160	R <sub>w</sub> = 46 C = -1 C <sub>tr</sub> = -5	
Co3 Sperimentale		Parete realizzata con blocchi a "T" (17x33x24,5 cm), alleggeriti in pasta, con tagli verticali, montati sfalsati ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 3 cm; tavolato in tramezze semipiene ad incastro, alleggerite in pasta (8x50x24,5 cm) ed intonaco lato esterno.	0.31 320	R <sub>w</sub> = 52 C = -1 C <sub>tr</sub> = -4	
Co4 Sperimentale		Parete realizzata con blocchi a "T", alleggeriti in pasta, (17x33x24,5 cm) montati sfalsati ed intonaco (1,5 cm) lato esterno; intercapedine di 3 cm; tavolato in tramezze semipiene ad incastro, alleggerite in pasta (8x50x24,5 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno.	0.31 320	R <sub>w</sub> = 54 C = -1 C <sub>tr</sub> = -4	



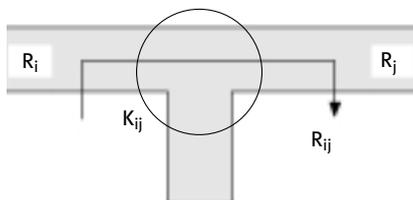
Diversi percorsi di trasmissione del suono (per via aerea e strutturale) tra due ambienti adiacenti.

Per il calcolo del potere fonoisolante apparente tra due ambienti adiacenti si deve quindi determinare il valore del potere fonoisolante  $R_{ij}$  relativo ad ogni singolo percorso di trasmissione sonora.

La stima teorica del potere fonoisolante per trasmissione laterale  $R_{ij}$  si fonda su ipotesi di tipo statistico che non sempre si addicono alla situazione in esame. In particolare, si ipotizza che il campo di vibrazioni che si stabilisce nella partizione e nelle strutture laterali dei due ambienti esaminati, come conseguenza della pressione sonora presente in essi, sia il più possibile uniforme. Questa ipotesi pone evidenti problemi di validità del modello di calcolo in presenza di discontinuità strutturali rappresentate da telai in cemento armato o in acciaio.

Per questo tipo di soluzioni, il metodo di calcolo presentato ha un minor grado di affidabilità, anche se può essere ancora utilizzato per ottenere una prima stima del potere fonoisolante apparente. A questo riguardo si può ritenere che l'inserimento di strutture in cemento armato o in acciaio nel giunto tra partizione e strutture laterali, riducendo l'entità della trasmissione di vibrazioni tra queste, comporti un incremento del valore del potere fonoisolante apparente. Questo può compensare l'incremento di trasmissione dovuto alle diverse condizioni di vincolo della partizione.

Nei limiti di queste ipotesi, il potere fonoisolante relativo ai diversi percorsi di trasmissione sonora può essere ottenuto in funzione del potere fonoisolante delle due strutture interessate ( $R_i$  e  $R_j$ ), dell'indice di riduzione delle vibrazioni  $K_{ij}$  e delle dimensioni principali (superficie  $S$  della partizione e lunghezza  $l_f$  del giunto tra le due strutture (per maggiori dettagli sul metodo CEN vedere anche in<sup>[12]</sup>).



$$R_{ij} = -\frac{R_i + R_j}{2} + K_{ij} + 10 \lg \frac{S}{l_f} \text{ (dB)} \quad (2)$$

Vi sono essenzialmente tre contrapposti limiti alla applicabilità del modello di calcolo definito dalla norma EN 12354-1 per la valutazione delle prestazioni in opera di componenti edilizi:

- l'affidabilità del metodo a fronte di un contesto che presenta notevoli margini di incertezza, soprattutto nella fase di messa in opera dei componenti;
- la scarsa disponibilità dei dati necessari per poter calcolare tutte le componenti della trasmissione laterale (potere fonoisolante, indice di riduzione delle vibrazioni, valore di miglioramento  $\Delta R$ ,

tempo di riverberazione strutturale per tutte le strutture ed i giunti);

- la difficoltà di impiego del metodo da parte di non esperti, spesso non giustificata dalla differenza riscontrabile in pratica tra i valori calcolati di  $R$  ed  $R'$ .

L'affidabilità del modello dipende da differenti fattori: la validità dei dati di input (potere fonoisolante e massa superficiale delle diverse strutture, incrementi  $\Delta R$ , ecc.), la corrispondenza tra modello e situazione reale, il tipo di componenti e di giunti coinvolti, l'accuratezza della messa in opera. In generale non è possibile dare indicazioni precise sull'accuratezza del modello. Comunque misurazioni eseguite su strutture omogenee in muratura di laterizio, in gesso ed in calcestruzzo hanno evidenziato una deviazione standard di 1,5 - 2,5 dB dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (i valori maggiori della deviazione si hanno con situazioni complesse e quando non si correggono i dati in base al tempo di riverberazione strutturale).

Al fine di verificare il metodo di calcolo della norma EN 12354-1 rispetto alle tipologie di strutture tipicamente realizzate in Italia (il modello è stato infatti definito in un contesto nord europeo, dove esistono altre pratiche ed altri materiali per le costruzioni) è stato utilizzato il Laboratorio Sperimentale Aperto (LSA) gestito dal Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università di Trento, che riproduce configurazioni di prova caratteristiche delle comuni realtà costruttive nazionali.

Nell'edificio sperimentale di Trento sono state provate diverse pareti in laterizio, per alcune delle quali è stata ripetuta la prova anche presso il Laboratorio di Acustica dell'Università di Padova.

La campagna di misurazioni eseguite ha permesso di confrontare il valore misurato del potere fonoisolante apparente con quello previsto secondo il modello di calcolo descritto. Nel calcolo del potere fonoisolante apparente secondo la EN 12354-1 sono stati impiegati i dati certificati del potere fonoisolante di laboratorio della parete di separazione e delle diverse strutture laterali (provenienti da altre campagne di misura) ed i dati dell'indice di riduzione delle vibrazioni ottenuti nello stesso laboratorio di Trento.

La stima del potere fonoisolante apparente è stato effettuata in base ai risultati del calcolo del potere fonoisolante  $R_{ij}$  relativo ai diversi percorsi di trasmissione mediante la formula (1).

Dal confronto tra i valori del potere fonoisolante misurato sperimentalmente nell'edificio di Trento e la stima teorica è emersa una buona affidabilità del metodo di calcolo definito dalla normativa europea EN 12354-1 a quasi tutte le frequenze.

In generale, si possono trarre le seguenti considerazioni principali:

- la differenza tra i valori misurati in laboratorio ed in opera, dell'indice di valutazione del potere fonoisolante, è elevata ma in linea con le aspettative. L'edificio sperimentale realizzato a Trento aveva infatti lo scopo di permettere uno studio approfondito delle modalità di trasmissione laterale dell'energia sonora. Per questo è stato realizzato secondo modalità che rendessero particolarmente intensa l'entità della trasmissione laterale;
- la stima condotta secondo la metodologia della norma europea permette di ottenere curve del potere fonoisolante apparente che ben si accordano con i valori realmente misurati. I dati riportati in termini di indice di valutazione del potere fonoisolante apparente evidenziano la tendenza del metodo CEN a sovrastimare l'entità della trasmissione laterale.

### Calcolo del potere fonoisolante apparente tra due ambienti adiacenti: caso studio

In tabella 3 sono riportati i risultati del calcolo del potere fonoisolante apparente (secondo il metodo previsto nella EN 12354) confrontati con i risultati delle misurazioni di potere fonoisolante effettuate nel laboratorio di acustica di Padova relativamente alle pareti in laterizio precedentemente descritte. Il confronto è effettuato sulla base dell'indice di valutazione del potere fonoisolante ottenuto dai dati teorici e sperimentali variabili in funzione della frequenza.

Per il calcolo delle prestazioni in opera delle pareti descritte (potere fonoisolante apparente) sono stati ipotizzati due ambienti adiacenti appartenenti a due distinte unità immobiliari di un edificio residenziale in linea.

Le caratteristiche dei due ambienti sono state lasciate invariate per le simulazioni relative a tutte le pareti esaminate, mentre di volta in volta è stata modificata la natura della parete che costituisce la partizione.

Per quanto riguarda i componenti di confine della parete di separazione sono state fatte, dunque, le seguenti ipotesi:

- solai in laterocemento con travetti a traliccio e blocchi interposti in laterizio alti 20 cm di tipo A, con soprastante soletta in calcestruzzo spessa 4 cm ed intonaco all'intradosso ( $R_w = 50$  dB);
- parete laterale di facciata in blocchi ad H in laterizio alleggerito in pasta (30x25x17 cm), con fori riempiti di malta ed intonacata su ambo i lati ( $R_w = 56$  dB);

### 3 Confronto tra i valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante in laboratorio (dato misurato) ed in opera (dato stimato).

Parete	$R_w$ (dB)	$R'_w$ (dB)	$R_w - R'_w$ (dB)
A03	54	51	3
A04	52	50	2
A05	53	51	2
A06	56	53	3
A07	48	46	2
A08	49	48	1
A09	50	48	2
B01	50	48	2
B02	53	50	3
B03	53	50	3
B04	49	48	1
C02	46	44	2
C03	52	50	2
C04	54	51	3

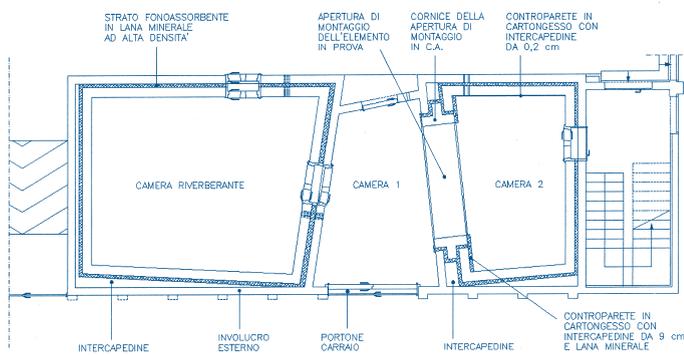
- parete laterale interna in mattoni forati in laterizio normale (8x25x25 cm), a fori orizzontali ed intonacata su ambo i lati ( $R_w = 42$  dB).

Ai fini del calcolo è stato inoltre necessario definire la tipologia dei giunti tra la parete di separazione in esame e le strutture laterali (tre giunti rigidi a croce ed un giunto rigido a T tra la partizione e la facciata). Nel calcolo teorico è stata trascurata la presenza di porte e finestre; queste, oltre a ridurre la trasmissione laterale per via strutturale, potrebbero creare significativi percorsi di trasmissione aerea.

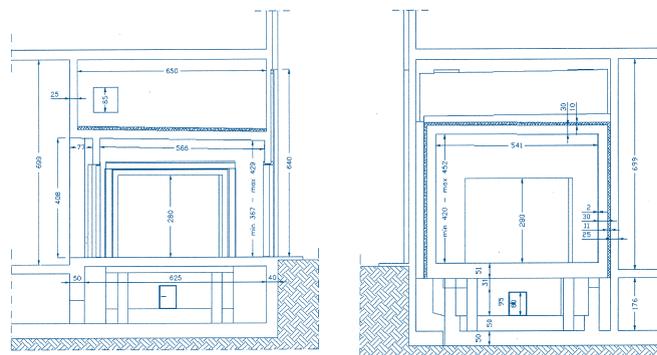
Dai risultati delle simulazioni si osserva che la riduzione del potere fonoisolante delle pareti esaminate, dovuta alla posa in opera nelle condizioni sopra specificate, è compresa tra 1 e 3 dB.

Si sottolinea che i risultati del calcolo possono essere affetti da errori significativi se le condizioni di posa in opera si discostano da quelle descritte e se le caratteristiche delle strutture laterali (pareti e solai) non corrispondono alle ipotesi fatte.

**Considerazioni conclusive** La scelta di una partizione per il conseguimento di determinati valori di isolamento acustico in opera dipende, in generale, dall'andamento in frequenza del potere fonoisolante, dalle caratteristiche spettrali del segnale sonoro disturbante e da altre variabili tecnologiche e costruttive. Non sempre, tuttavia, sono disponibili le informazioni relative alla natura del segnale sonoro disturbante e non risulta, altresì, agevole comparare pareti con diverse tipologie costruttive. Risulta quindi utile, dal punto di vista operativo, confrontare i valori del



Pianta delle camere riverberanti del laboratorio di Acustica del Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università di Padova.



Sezioni trasversali (lato camera 1 e lato camera 2) della doppia camera riverberante per la valutazione del potere fonoisolante di elementi verticali di edificio.

potere fonoisolante, determinati in laboratorio, in termini di indice mononumerico di valutazione.

Dai risultati delle misure di laboratorio si può osservare che molte delle tipologie di pareti provate hanno fornito risultati dell'indice di valutazione del potere fonoisolante superiori a 50 dB. I risultati ottenuti sono stati mediamente in linea con quelli ottenuti nella ricerca precedente svolta negli anni 90-91.

È opportuno inoltre notare che alcune pareti multistrato e sperimentali provate, per le peculiari caratteristiche di isolamento acustico e per la possibilità di utilizzo ai fini impiantistici dell'intercapedine (spessore utile 6÷12 cm), si prestano ad utilizzi specifici all'interno delle unità abitative, quali la separazione fra i bagni o le cucine e le camere.

Si è osservato che l'andamento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante è ben correlabile con la massa superficiale delle pareti con rette di interpolazione che però assumono pendenze diverse in base alla tipologia delle pareti (monostrato, multistrato con materiale resiliente interposto, doppie, monostrato ad incastro con giunti verticali privi di malta).

Per tutte le pareti in laterizio si è osservato un andamento del potere fonoisolante al variare della frequenza mediamente buono alle basse frequenze ma piuttosto carente alle frequenze medie (200-500 Hz). Questo ha penalizzato il risultato del calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante.

È stato poi predisposto un modello di previsione semplificato dell'isolamento acustico di pareti verticali interne appositamente verificato su strutture in laterizio.

Utilizzando questo modello di previsione sono state individuate alcune tipologie edilizie di pareti verticali interne in grado di garantire, in situazioni tipiche, isolamenti acustici in opera ( $R'_w$ ) superiori o uguali a 50 dB. L'affidabilità del modello di previsione è stata verificata con misure dirette di trasmissione laterale ed è risultata molto buona a quasi tutte le frequenze. ¶

La ricerca è stata effettuata in collaborazione tra le Università di Ferrara (coordinamento, modello di previsione e misure in opera), l'Università di Padova (misure in laboratorio) e l'Università di Trento (misure nell'edificio sperimentale) con il supporto dell'Associazione Nazionale Degli Industriali dei Laterizi (AN-DIL) e del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) nell'ambito del progetto finalizzato MSTAI n° 99.01848.PF34. Gli autori desiderano ringraziare gli Ingg. Gianfranco Di Cesare, Gianfranco Righetti e Giorgio Zanmarini per la collaborazione data in tutte le fasi della ricerca.

#### Bibliografia

1. D.P.C.M. 5/12/97, *Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*, in G.U. 297, 22/12/97.
2. EN 12354-1, *Building acoustics; estimation of acoustic performance of buildings from the performance of products. Part 1: airborne sound insulation between rooms*.
3. UNI Progetto di norma U20.00.078, *Acustica in edilizia. Prestazioni acustiche degli edifici: linee guida per il calcolo di progetto e di verifica*.
4. ISO/CD 10848, *Acoustics. Measurements of flanking transmission of airborne and impact sound between adjoining rooms, 1999*.
5. ISO 140-3, *Acoustics. Measurements of sound insulation in buildings and of buildings elements. Part 3: laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements*.
6. A. Farina, G. Raffellini, *Potere fonoisolante di murature in laterizio: verifiche sperimentali di laboratorio e considerazioni applicative*, *Costruire in Laterizio*, n°23/91, pp. 378-385.
7. G. Di Cesare, A. Farina, R. Pompoli, G. Raffellini, *L'isolamento acustico di pareti in laterizio impiegate nella tecnologia edilizia italiana. Risultati sperimentali e considerazioni*, Atti del "9th International Brick/Block Masonry Conference", Berlino 13-16 ottobre 1991.
8. A. Cocchi, A. Farina, P. Fausti, R. Pompoli, G. Semprini, *Prestazioni acustiche dei solai in laterizio*, *Costruire in Laterizio*, n° 38/94, pp. 156-163.
9. G. Raffellini, G. Cellai, *L'isolamento acustico di divisori in laterizio forato: verifiche sperimentali e metodi previsionali*, *Costruire in Laterizio*, n°40/94, pp. 355-361.
10. R. Pompoli, P. Fausti, *Isolamento acustico di strutture divisorie in laterizio*, in *Costruire in Laterizio*, n° 52-53, 1996.
11. R. Pompoli, S. Secchi, *Isolamento acustico delle facciate: confronto normativo, metodi di calcolo e verifiche sperimentali*, *Costruire in Laterizio*, n°73/2000, pp. 62-67.
12. M. Garai, S. Secchi, G. Semprini, *Prestazioni acustiche degli edifici. Calcolo a partire dalle prestazioni dei componenti secondo le nuove disposizioni legislative e normative*, Maggioli Editore, 2000.