

Isolamento acustico di pareti interne in laterizio: misure sperimentali e metodi di previsione

DI/BY R. ALBATICI, A. DI BELLA, P. FAUSTI, A. FRATTARI, G. NICOSIA, R. POMPOLI, S. SECCHI, M. TOSI, R. ZECCHIN

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 [1].

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

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 [4]. 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 [5].

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 [6,7,8,9,10,11], 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

ACOUSTIC INSULATION OF INTERNAL BRICK WALLS: TEST MEASUREMENTS AND PREDICTION METHODS

1

A series of acoustic measurements made on brick walls has allowed for the obtainment of results on the sound reduction index of various types of walls and for the perfection of a simplified estimation model of the in-situ acoustic insulation.

The Prime Minister's Decree dated 5th December 1997 requires that the acoustic performance of buildings be verified with reference to the state of the actual construction [1].

The construction performance of a building component is nearly always inferior to the certified laboratory result, be it in terms of the different construction conditions, be it because of the presence of different sound transmission paths that involve the flanking structures of any two rooms.

This flanking transmission assumes a different importance according to the type of building components and structural joints used between any two rooms, with the former generally varying from between 1 to over 5 decibels of sound transmission contribution. The knowledge of the exact contribution is what is more, of primary importance for the design of the building.

The assessment of the construction performance of the building components is possible thanks to the statistic calculation models that call for the exact knowledge of the acoustic properties of all the components affected by the transmission. One of these calculation methods in particular is the object of an international standard [2], a method that has even been dealt with in the guidelines defined by the Italian Standardisation Institute UNI's Working Group 12 [3].

In order to apply this method, which allows the laboratory value to be converted into a construction value, it is necessary to know the level of vibration transmission that takes place in correspondence with the structure's partition joints and the sound reduction index of all the components affected by the transmission. The first value comes from the measurements made in special laboratories, for which an international standard is currently being defined [4]. The second value is, on the other hand, deduced from normal laboratory measurements, already made on brick walls by various research institutes, for which, however, a systematic campaign according to the latest standard provisions is still lacking [5].

In this context, ANDIL (the Italian Brick Industry Association) that in the past has already carried out experimental research in collaboration with the Universities of Parma, Ferrara and Bologna [6, 7, 8, 9, 10, 11], has promoted a research project with the Universities of Ferrara, Trent and Padua, with the following main objectives:

- laboratory verification of the airborne sound insulation performance of a limited number of internal vertical brick walls of varying types;
- the verification of an estimation method for the acoustic performance of a

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 I e II. 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

construction starting from the values of each component in the laboratory, proposed by the European Standard EN 12354 (CEN method).

In the context of the same research the accelerometric measurement procedures for determining the structural sound transmissions and intensimetric type procedures for determining sound reduction indexes were experimented.

This first article gives the results of the laboratory measurements of the acoustic insulation R and its single number rating R_w as well as a brief description of the CEN method with its application to a case study for which the single number rating of the apparent sound reduction index R'_w of the walls tested in the laboratory is calculated. The complete results of the research, with the elaboration and analysis of the results obtained from the laboratory measurements, the complete illustration of the CEN method and the description of the influence of the construction methods used for the buildings with respect to sound transmission, shall be published in upcoming issues of the magazine.

THE WALLS TESTED

The partitions subjected to testing were chosen in order to provide a representative group of different types, different thickness values and different surface masses. In all, 14 partitions were tested, sub-divided into three groups: homogeneous walls, multi-layered walls and experimental walls.

The homogeneous walls are made up of transversally continuous structures of lightweight masonry blocks, laid with continuous mortar horizontal joints and joined vertically with mortar joints or by interlocking. Some walls, built with reinforced masonry blocks, were tested with or without the mortar filling of the vertical holes needed for the steel bars. The multi-layered walls are made up of layers made transversally discontinuous by the presence of air cavities or noise absorbing material. They have been built with lightweight masonry blocks, laid with horizontal continuous mortar joints and joined vertically with mortar joints or by interlocking, by means of normal horizontal hole brick partitions.

The experimental walls are special multi-layered walls, made with the combination of laying procedures and innovative materials (cavities of varying depths, resonance for the block cavities, desolidarisation of the wall, etc.), which allow the particular aspects of the propagation of the sound energy within the building structures to be studied.

The list of the walls tested, with relative description and with the results of the measurements, can be seen in tables I and II. The walls have been identified by a code indicating each group ("A" homogeneous, "B" multi-layered, "C" experimental).

LABORATORY MEASUREMENTS: DESCRIPTION AND ANALYSIS OF THE RESULTS

The laboratory measurements were made in the Acoustics Laboratory of the Department of Technical Physics of the University of Padua. The laboratory is made up of three reverberation chambers: a large sized one and two others joined by an opening for the assembly of vertical structures. The two reverberation chambers, equipped for the measurement of the sound reduction index of vertical building components, has been designed according to the provisions of the UNI 8270/1 (1982) standard.

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 tabelle 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 [2,3] 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.

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

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 ,

The results show that many of the wall types tested have acoustic insulation index assessment values of over 50dB.

In particular, it may be observed that at the medium frequencies (200-500 Hz), for nearly all the tested walls, the sound reduction indexes (R) shift greatly from the reference curve used for the calculation of the single number rating (R_w), thus greatly penalising the result. On the other hand, even if very important for the quality of the acoustic insulation, the good results obtained at the lower frequencies have little influence on the calculation of the single number rating. For the individual walls the following considerations may be made:

- the walls A07, A08 and A09, made with interlocking perforated blocks, without mortar in the vertical joints have given results that fall slightly below the expectations in relation to their surface mass; this may be justified by the fact that the vertical joints were not filled thus determining the preferential sound paths being interrupted only by the plaster on the two sides;
- the experimental wall C02, obtained with an 8 cm partition layer, a 2 cm cavity with compressed polyester and a 6 cm slab layer, gave very interesting outcomes in relation to the surface mass; this means that positive results may be obtained with double walls separated by resilient materials even without the need for a cavity;
- the comparison between the double experimental walls C03 (T shaped blocks with vertical cuts made to create resonant noise absorbing cavities) and C04 (T shaped blocks without cuts) has shown that the advantage obtained by the absorption is totally lost by the weakening of the structure: the vertical cuts in fact reduce the working thickness of the block.

A SIMPLIFIED METHOD FOR ESTIMATING THE APPARENT SOUND REDUCTION INDEX

The apparent sound reduction index R' expresses the quantity of sound energy transmitted by a wall under its real conditions of use. This quantity differs from the sound reduction index R , resulting from the laboratory measurements or from the theoretical calculation, in that it takes into consideration, in addition to the direct transmission of the wall, even any eventual airborne sound transmission paths and the structural transmission paths given by the flanking components. The new European standard EN 12354-1 [2, 3] shows a calculation method based upon several simplifying hypotheses which allows for the apparent sound reduction index of a partition to be estimated starting from the sound reduction index relative to the different structural transmission paths.

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

where R_{Dd} and R_{ij} are respectively the values, as a function of the frequency, of the sound reduction index for direct transmission (through the dividing wall of the two rooms) and the sound reduction index for flanking transmission (through the generic path $i-j$). This formula ignores the contribution of the airborne transmission through pipes, air vents and other elements. For every joint between the dividing partitions and the flanking structures (walls and ceilings), there are three flanking transmission paths ij , generally shown with the letters D_f , F_f , F_d (D stands for

Tab. I - Pareti monostrato. Risultati delle misurazioni effettuate in laboratorio.

Codice parete	Schema di montaggio (misure in cm)	Descrizione	Spess. [m] e massa sup. [kg/m ²]	R _w (dB) C (dB) C _{tr} (dB)	Potere fonoisolante R e indice di valutazione R _w
A03 Monostrato		Parete realizzata con blocchi ad incastro, alleggeriti in pasta, a tre fori verticali (18 x 50 x 20 cm) con fori riempiti di malta, intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.21 360	R _w = 54 C = -1 C _{tr} = -4	
A04 Monostrato		Parete realizzata con blocchi ad "H", alleggeriti in pasta (25 x 30 x 19 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.28 300	R _w = 52 C = -1 C _{tr} = -3	
A05 Monostrato		Parete realizzata con blocchi ad "H", alleggeriti in pasta, con fori riempiti di malta (25 x 30 x 19 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.28 340	R _w = 53 C = -1 C _{tr} = -4	
A06 Monostrato		Parete realizzata con blocchi ad "H", alleggeriti in pasta, con fori riempiti di malta (30 x 25 x 17 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.33 390	R _w = 56 C = 0 C _{tr} = -3	
A07 Monostrato		Parete realizzata con blocchi semipieni ad incastro, alleggeriti in pasta (35 x 25 x 24,5 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.38 380	R _w = 48 C = -1 C _{tr} = -2	
A08 Monostrato		Parete realizzata con blocchi semipieni ad incastro, alleggeriti in pasta (38 x 25 x 24,5 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.41 420	R _w = 49 C = -1 C _{tr} = -2	
A09 Monostrato		Parete realizzata con blocchi semipieni ad incastro, alleggeriti in pasta (42 x 25 x 24,5 cm), intonacata ambo i lati (spessore intonaco 1,5 cm).	0.45 470	R _w = 50 C = -1 C _{tr} = -2	

indicati generalmente con le lettere *D_f*, *F_f*, *F_d* (*D* sta per partizione, *F* per laterale).

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.

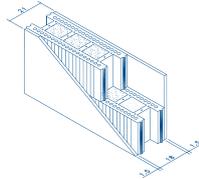
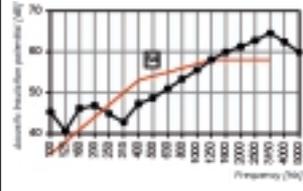
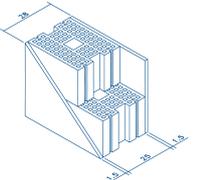
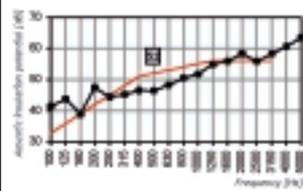
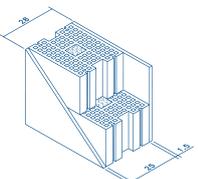
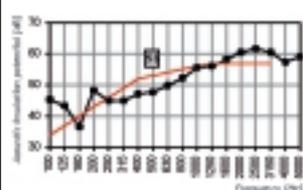
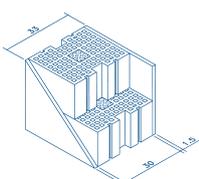
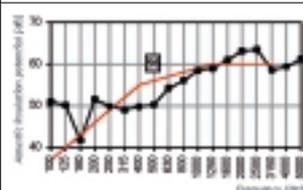
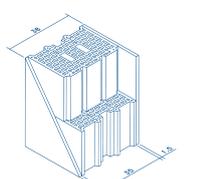
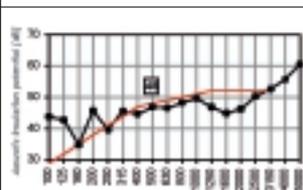
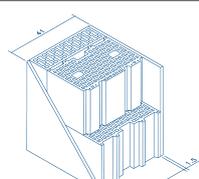
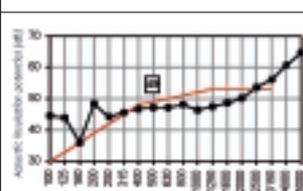
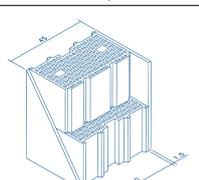
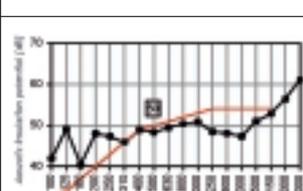
La stima teorica del potere fonoisolante per trasmissione laterale *R_{ij}* si fonda su ipotesi di tipo statistico che non sempre si addicono alla situazione in esame. In particolare, si ipotizza che il campo di

the dividing partition, and F for the flank).

*To calculate the apparent sound reduction index of two adjoining rooms the sound reduction index *R_{ij}* must therefore be determined in relation to every single sound transmission path.*

*The theoretical estimation of the sound reduction index for flanking transmission *R_{ij}* is based upon statistic type hypotheses that do not always respond to the situation in question. In particular, it has been hypothesised that the vibration field that is*

Tab. 1 - Homogeneous walls. The results of the measurements carried out in a laboratory context.

Wall Code	Assembly diagram (in cm.)	Description	Thickness [m] and surface mass [kg/m ²]	R _w (dB) C (dB) C _{tr} (dB)	Acoustic insulation potential R and assessment index R _w
A03 Homogeneous		Wall built with interlocking blocks, made with a lightened mixture, with three vertical holes (18x50x20 cm) with mortar filled holes, plastered on both sides (plaster thickness 1.5 cm).	0.21 360	R _w = 54 C = -1 C _{tr} = -4	
A04 Homogeneous		Wall built with "H" shaped blocks, made with a lightened mixture (25x30x19 cm), plastered on both sides (plaster thickness 1.5 cm).	0.28 300	R _w = 52 C = -1 C _{tr} = -3	
A05 Homogeneous		Wall built with "H" shaped blocks, made with a lightened mixture, with mortar filled holes (25x30x19 cm), plastered on both sides (plaster thickness 1.5 cm).	0.28 340	R _w = 53 C = -1 C _{tr} = -4	
A06 Homogeneous		Wall built with "H" shaped blocks, made with a lightened mixture, with mortar filled holes (30x25x17 cm), plastered on both sides (plaster thickness 1.5 cm).	0.33 390	R _w = 56 C = 0 C _{tr} = -3	
A07 Homogeneous		Wall built with perforated interlocking blocks, made with a lightened mixture (35x25x24.5 cm), plastered on both sides (plaster thickness 1.5 cm).	0.38 380	R _w = 48 C = -1 C _{tr} = -2	
A08 Homogeneous		Wall built with perforated interlocking blocks, made with a lightened mixture (38x25x24.5 cm), plastered on both sides (plaster thickness 1.5 cm).	0.41 420	R _w = 49 C = -1 C _{tr} = -2	
A09 Homogeneous		Wall built with perforated interlocking blocks, made with a lightened mixture (42x25x24.5 cm), plastered on both sides (plaster thickness 1.5 cm).	0.45 470	R _w = 50 C = -1 C _{tr} = -2	

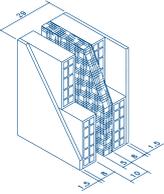
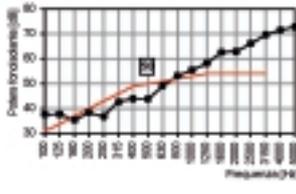
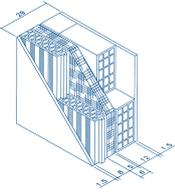
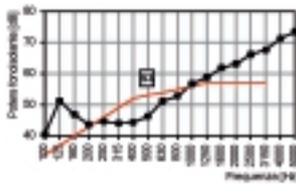
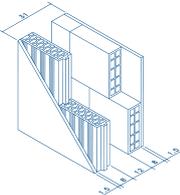
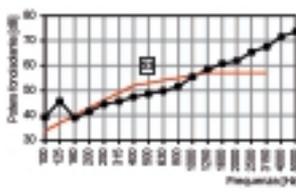
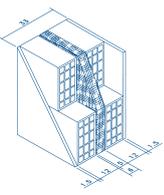
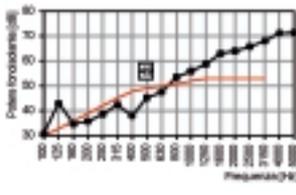
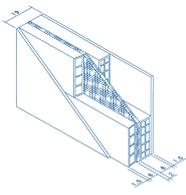
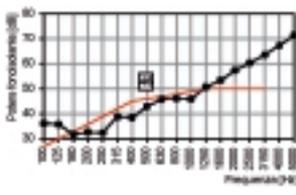
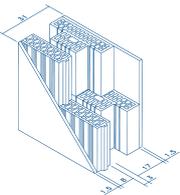
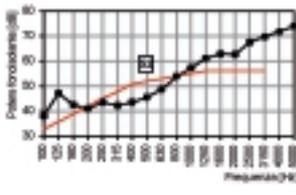
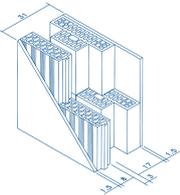
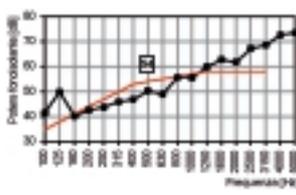
vibrazioni che si stabilisce nella partizione e nelle strutture laterali dei due ambienti esaminati, come conseguenza della pressione sonora presente in essi, sia il più possibile uniforme. Questa ipotesi pone evidenti problemi di validità del modello di calcolo in presenza di discontinuità strutturali 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

formed in the dividing partition and in the flanking structures of the two rooms in question, as a result of the sound pressure present in them, should be as uniform as possible. This hypothesis highlights the problems of the validity of the calculation model in the presence of structural discontinuities represented by reinforced concrete or steel framework.

For this type of solution, the calculation method presented has a lower rate of reliability, even if it may still be used to

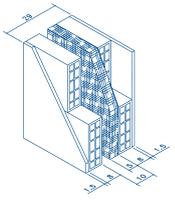
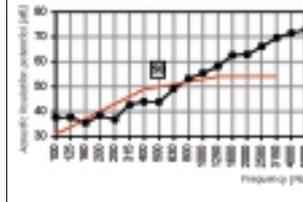
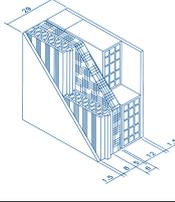
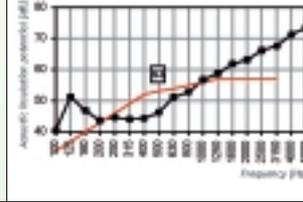
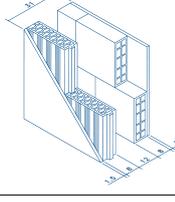
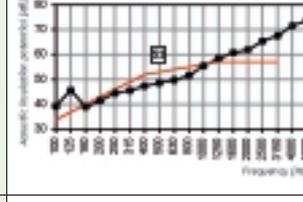
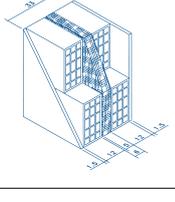
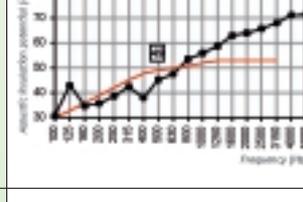
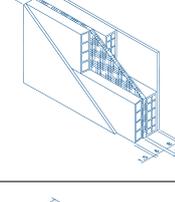
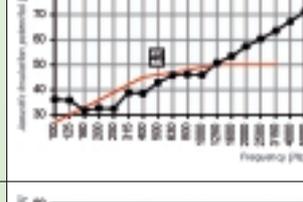
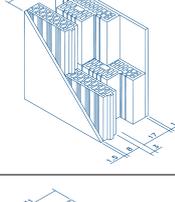
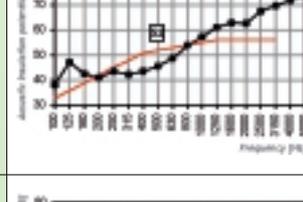
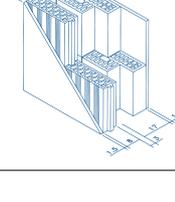
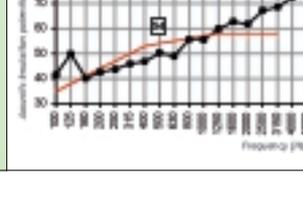
Tab. II - Pareti multistrato e sperimentali. Risultati delle misurazioni effettuate in laboratorio.

Codice parete	Schema di montaggio (misure in cm)	Descrizione	Spess. [m] e massa sup. [kg/m ²]	R _w (dB) C (dB) C _{tr} (dB)	Potere fonoisolante R e indice di valutazione R _w
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 ³) appoggiata al tavolato; tavolato in tramezze normali a 10 fori (8x25x25 cm) ed intonaco sul lato esterno.	0.29 190	R _w = 50 C = -1 C _{tr} = -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 ³); tavolato in tramezze semipiene ad incastro, alleggerite in pasta (8x50x24,5 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno.	0.29 300	R _w = 53 C = 0 C _{tr} = -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 _w = 53 C = 0 C _{tr} = -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 ³); tavolato in tramezze normali a 15 fori (12x25x25 cm) ed intonaco (1,5 cm) lato esterno.	0.33 250	R _w = 49 C = -1 C _{tr} = -5	
C02 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 ²); tavolato in tavole a 4 fori (6x80x25 cm) ed intonaco sul lato esterno.	0.19 160	R _w = 46 C = -1 C _{tr} = -5	
C03 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 _w = 52 C = -1 C _{tr} = -4	
C04 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 _w = 54 C = -1 C _{tr} = -4	

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

obtain an initial estimation of the apparent sound reduction index. To this regard it may be confirmed that the introduction of reinforced concrete or steel structures in the joint between the dividing partition and the flanking structures, reducing the vibration transmission index between these, leads to a rise in the apparent sound reduction index. This may compensate the rise in transmission due to the different limiting conditions of the dividing partition.

Tab. II - Multi-layered and experimental walls. The results of the measurements carried out in a laboratory context.

Wall Code	Assembly Diagram (in cm)	Description	Thickness [m] and surface mass [kg/m ²]	R _w (dB) C (dB) C _{tr} (dB)	Acoustic insulation potential R and assessment index R _w
B01 Multi-layered		Wall built in normal partition layer with 10 holes (8x25x25 cm) and external plastering (1.5 cm); 5 cm rock wool cavity of 10 cm (50 kg/m ³) leaning on the layer; normal partition layer with 10 holes (8x50x24.5 cm) and plastered on the external side.	0.29 190	R _w = 50 C = -1 C _{tr} = -4	
B02 Multi-layered		Wall built in normal partition layer with 15 holes (12x25x25 cm) and external plastering (1.5 cm); 5 cm rock wool cavity of 6 cm (50 kg/m ³ density); perforated interlocking lightweight layer (8x50x24.5 cm) and plastered (1.5 cm) on the external side.	0.29 300	R _w = 53 C = 0 C _{tr} = -3	
B03 Multi-layered		Wall built in normal partition layer with 10 holes (8x25x25 cm) and external plastering (1.5 cm); 12 cm cavity; perforated interlocking lightweight layer (8x50x24.5 cm) and plastered (1.5 cm) on the external side.	0.31 260	R _w = 53 C = 0 C _{tr} = -4	
B04 Multi-layered		Wall built in normal partition layer with 15 holes (12x25x25 cm) and external plastering (1.5 cm); 5 cm rock wool cavity of 6 cm (50 kg/m ³ density); normal partition layer with 15 holes (12x25x25 cm) and plastered (1.5 cm) on the external side.	0.33 250	R _w = 49 C = -1 C _{tr} = -5	
C02 Experimental		Wall built with partition layer with 10 holes (8x50x25 cm) and plastered (1.5 cm) on the external side; 2 cm compressed polyester fibre (original thickness 2.5 cm, mass 0.2 kg/m ²) cavity; slab layer with 4 holes (6x80x25 cm) and plastered on the external side.	0.19 160	R _w = 46 C = -1 C _{tr} = -5	
C03 Experimental		Wall built with "T" shaped lightweight (17x33x24.5 cm) blocks, with vertical cuts, staggered assembly and plastered (1.5 cm) on the external side; 3 cm cavity; perforated interlocking partition lightweight layer (8x50x24.5 cm) and plastered on the external side.	0.31 320	R _w = 52 C = -1 C _{tr} = -4	
C04 Experimental		Wall built with "T" shaped lightweight (17x33x24.5 cm) blocks, staggered assembly and plastered (1.5 cm) on the external side; 3 cm cavity; perforated interlocking partition lightweight layer (8x50x24.5 cm) and plastered on the external side.	0.31 320	R _w = 54 C = -1 C _{tr} = -4	

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 lf del giunto tra le due strutture (per maggiori dettagli sul metodo CEN vedere anche in [12]).

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:

Within the limits of this hypothesis, the sound reduction index relative to the different sound transmission paths may be obtained as a function of the sound reduction index of the two structures in question (R_i and R_j), of the vibration reduction index K_{ij} and of the main dimensions (surface S of the dividing partition and the length lf of the joint between the two structures) (for more details on the CEN method also see [12]).

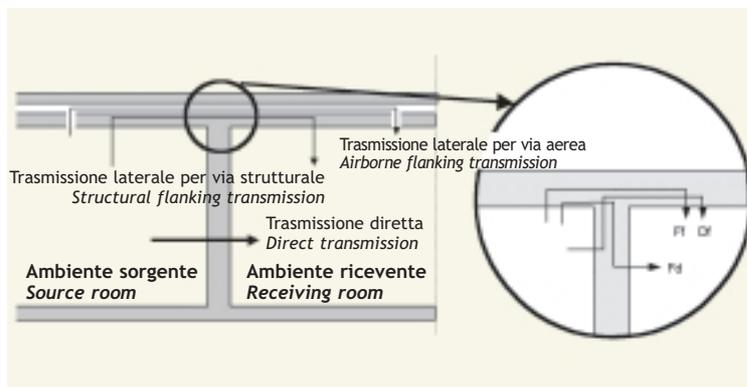


Fig. 1 - Diversi percorsi di trasmissione del suono (per via aerea e strutturale) tra due ambienti adiacenti.
Different sound transmission paths (airborne and structural) between two adjoining rooms.

- 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 ΔR , 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' .

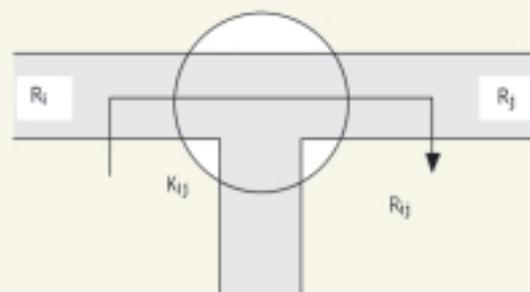
L'affidabilità del modello dipende da differenti fattori: la validità dei dati di input (potere fonoisolante e massa superficiale delle diverse strutture, incrementi ΔR , ecc.), la corrispondenza tra modello e situazione reale, il tipo di componenti e di giunti coinvolti, l'accuratezza della messa in 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



$$R'_{ij} = \frac{R_i + R_j}{2} + K_{ij} + 10 \lg \frac{S}{l_j} \quad (\text{dB}) \quad (2)$$

Essentially, there are three counter-posing limits to the applicability of the calculation method defined by the EN 12354-1 standard for the assessment of the construction performances of building components:

- the reliability of the method in a context that presents considerable margins of uncertainty, especially during the installation of the components;
- the scarce availability of the necessary values for calculating all of the flanking transmission components (sound reduction index, vibration reduction index, improvement value ΔR , structural reverberation time for all the structures and joints);
- the difficulty of adopting this method by non-experts, often not justified by the difference encountered in practice between the calculated values of R and R' .

The reliability of the model depends upon different factors: the validity of the input values (sound reduction index and the surface mass of the different structures, ΔR increases, etc.), the correspondence between the model and the real situation, the type of components and the joints involved, the precision of the construction. In general it is impossible to provide exact indications on the precision of the model. In any case, measurements carried out on homogeneous brickwork structures, in gypsum and concrete have highlighted a standard deviation of 1.5 - 2.5 dB of the single number rating of the apparent sound reduction index (the greater deviation values arise from complex situations and when the values are not corrected according to the structural reverberation time).

With the aim of verifying the calculation method of the EN 12354-1 standard with respect to the types of structures typically built in Italy (the model has in fact been defined in a Northern European context, where other practices and materials are used for buildings) the Laboratorio Sperimentale Aperto (LSA Open Experimental Laboratory) was used. This Laboratory is managed by the Department of Civil and Environmental Engineering of Trent University, and it reproduces testing configurations that are characteristic of the normal national building realities.

In the experimental building of Trent, different brick walls were tested, with some wall types the test was also repeated in the Acoustics Laboratory of the University of Padova.

The measurement campaign allowed for the confrontation of the measured apparent acoustic insulation value with that estimated according to the second calculation model described. In the apparent sound reduction

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 III 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);
- 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.

index calculation according to the EN 12354-1 standard, the certified values of the laboratory sound reduction index of the dividing partition and of the various flanking structures were used (deriving from other measurement campaigns) as well as the values of the vibration reduction index obtained in the Trent laboratory itself.

The estimation of the apparent sound reduction index was carried out on the basis of the results of the R_{ij} sound reduction index calculation relative to different transmission paths by means of the formula (1).

The comparison between the values of the sound reduction index measured experimentally in the building in Trent and the theoretical estimation shows that the calculation method defined by the European standard EN 12354-1 is quite reliable at nearly all frequencies.

The following main general considerations may be made:

- the difference between the values measured in the laboratory and in the construction, of the sound reduction single number rating, is high but in line with the expectations. The aim of the experimental building in Trent, was in fact to allow for an in-depth research of the flanking sound energy transmission procedures. This is why it was carried out according to procedures which made the rate of the flanking transmission particularly intense;
- the estimation carried out according to the European Standard methodology obtained apparent sound reduction index curves that are well in line with the values actually measured. The values highlight that in terms of the apparent sound reduction single number rating, the trend of the CEN method overestimates the rate of the flanking transmission.

The calculation of the apparent sound reduction index of two adjoining rooms: case study

Table III shows the results of the apparent sound reduction index calculations (according to the method provided in EN 12354) compared with the results of the

Tab. III - Confronto tra i valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante in laboratorio (dato misurato) ed in opera (dato stimato). Comparison between the sound reduction index assessment index in the laboratory (measured value) and in the construction (estimated value).

PARETE	R_w (dB)	R'_w (dB)	$R_w - R'_w$ (dB)
WALL			
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

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 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

measurements of the sound reduction index carried out in the acoustics laboratory of Padua in relation to the brick walls previously described. The comparison was made on the basis of the sound reduction single number rating obtained from the variable theoretic and experimental values as a function of the frequency.

To calculate the construction performance of the walls described (apparent sound reduction index) two adjoining rooms were hypothesised in two separate units of a linear residential building.

The characteristics of the two rooms were left unvaried for the simulations relative to all the walls examined, whereas the nature of the wall making up the partition was changed every time.

With regard to the boundary components of the dividing partition the following hypotheses were therefore made:

- cement-block ceilings with stud framework and interposed 20 cm high Type A brick blocks, with overlying concrete 4 cm thick floor and plastered intrados ($R_w = 50$ dB);
- facing flanking wall in H shaped lightweight masonry blocks (30x25x17 cm), with mortar filled holes and plastered on both sides ($R_w = 56$ dB);
- internal flanking wall in normal hollow masonry elements (8x25x25 cm), with horizontal holes and plastered on both sides ($R_w = 42$ dB).

For the positive outcome of the calculation it was also necessary to define the type of joints to be made between the dividing partition in question and the flanking structures (three rigid cross joints and one rigid T joint between the partition and the façade). The theoretical calculation did not take into consideration the presence of doors and windows; in addition to reducing the flanking transmission in a structural way, the latter could also create significant airborne transmission paths.

The results of the simulations show that the reduction of the sound reduction index of the walls examined, due to construction in the above-specified conditions, is of between 1 and 3 dB.

It is important to note that the results of the calculation may be affected by significant errors if the construction conditions shift from those described and if

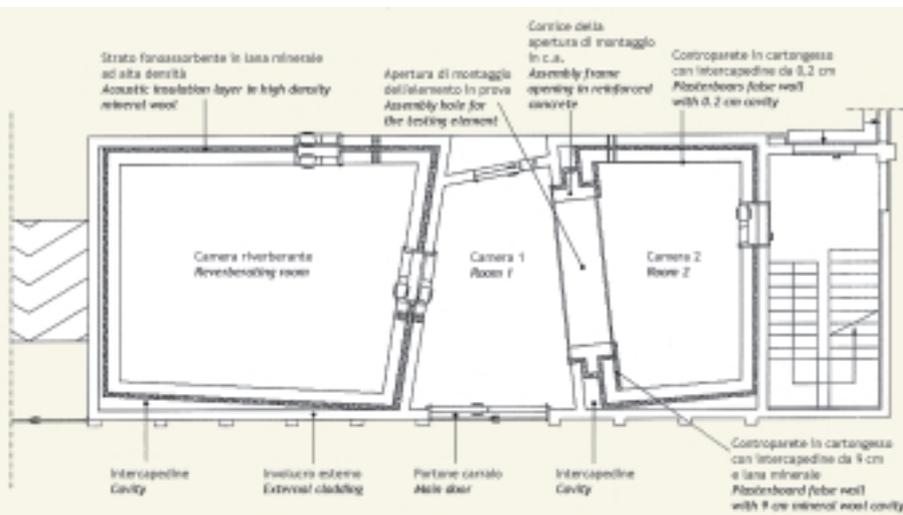


Fig. 3 - Piano delle camere riverberanti del laboratorio di Acustica del Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università di Padova.
Plan of the reverberating rooms of the Acoustics laboratory of the Department of Technical physics of the University of Padua.

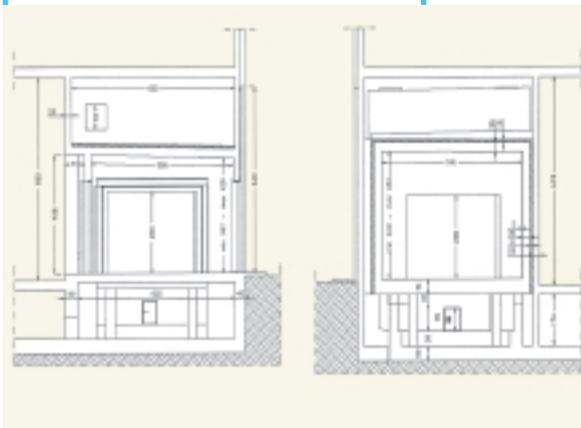


Fig. 4 - Sezioni trasversali (lato camera 1 e lato camera 2) della doppia camera riverberante per la valutazione del potere fonoisolante di elementi verticali di edificio.

Transversal sections (side of room 1 and side of room 2) of the double reverberating room for the sound reduction index assessment of the vertical building elements.

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 (ANDIL) e del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) nell'ambito del progetto finalizzato MSTAIL n° 99.01848.PF34.

Gli autori desiderano ringraziare gli Ingg. Gianfranco Di Cesare, Gianfranco Righetti e Giorgio Zanarini 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.

the characteristics of the flanking structures (walls and ceilings) do not correspond to the hypothesis made.

CONCLUSIVE CONSIDERATIONS

The choice of a partition for obtaining certain acoustic insulation values of the construction depends, generally, on the frequency trend of the sound reduction index, on the spectral characteristics of the disturbing sound signal and upon other technological and constructive variables. Nevertheless, information relative to the nature of the disturbing sound signal is not always available, and what is more it is not easy to compare walls of different constructive types. It is therefore useful, from an operative point of view, to compare the values of the sound reduction index, determined in the laboratory, in terms of a single number rating.

The results of the laboratory measurements show that many of the tested wall types have given sound reduction single number rating of over 50 dB. The results obtained are on average in line with those obtained in the previous research carried out in 1990-91.

Furthermore, it is worth observing that due to their peculiar acoustic insulation characteristics and because of the possibility to use them for cavity wiring installations (working thickness 6÷12 cm), some tested multi-layered and experimental walls, are suitable for specific uses in residential units, for example as bathroom, kitchen or bedroom partitions.

It has been noted that the trend of the acoustic insulation single number rating is easy to correlate with the surface mass of the walls with the linear interpolation that though assumes different angles according to the type of wall (homogeneous, multi-layered with interposed resilient material, double, single-layered interlocking with vertical mortar free joints).

For all the brick walls an acoustic insulation trend has been observed, with the variation of the frequency, that is on the average good at lower frequencies but rather poor at the medium frequencies (200-500 Hz). This has penalised the result of the calculation of the sound reduction single number rating .

A simplified acoustic insulation estimation model was then set up for the internal vertical walls and was appropriately verified on brick structures.

This estimation model identified several building types with internal vertical walls capable of guaranteeing, in typical situations, acoustic insulation of the construction (R'_w) over or equal to 50 dB. The reliability of the estimation model was verified with direct measurements of flanking transmission and it proved very good at nearly all frequencies.

This research was carried out in collaboration with the Universities of Ferrara (co-ordination, estimation model and construction measurements), Padua (laboratory measurements) and Trent (measurements in the experimental building) with the backup of the Italian Brick Industry Association (ANDIL) and the National Research Council (CNR) in the context of the Finalised Project MSTAIL n° 99.01848.PF34. The authors would like to thank the Engineers Gianfranco Di Cesare, Gianfranco Righetti and Giorgio Zanarini for their collaboration in all phases of the research.