

I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI:

procedure e accorgimenti per l'applicazione delle norme.

A CURA DI L. BARBARESI, M. MICHELUTTI

01



in collaborazione con:

 **EDILCLIMA**[®]
ENGINEERING & SOFTWARE



Copyright © EDIZIONI EDILCLIMA S.r.l.

Via Vivaldi, 7 - 28021 Borgomanero (NO)
tel. 0322.83.58.16 - fax 0322.84.18.60

commerciale@edilclima.it - www.edilclima.it

Tutti i diritti sono riservati a norma di Legge
e a norma delle convenzioni internazionali

I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI:
procedure e accorgimenti per l'applicazione delle norme.
Edizione MARZO 2017

A cura di:

Ing. Luca Barbaresi - Ricercatore presso il Dipartimento di Ingegneria Industriale - Università di Bologna

Ing. Marta Michelutti - Technical Support - Edilclima S.r.l.

Composizione grafica: UNIDEA S.r.l. - Gozzano (NO)

Impaginazione: Edilclima S.r.l. - Borgomanero (NO)

Stampato da: UNIDEA S.r.l. - Gozzano (NO)



Premessa

Gli strumenti per la progettazione acustica degli edifici sono contenuti all'interno delle norme UNI EN 12354. Il metodo proposto permette, partendo dalle prestazioni acustiche dei singoli elementi, di stimare la prestazione acustica in opera di un componente edilizio. Tuttavia il metodo non vale per tutte le possibili tipologie edilizie e soluzioni costruttive esistenti.

Scopo del seguente opuscolo è quello di prendere in esame quali possano essere le condizioni di applicabilità dello stesso e quali siano i casi in cui è necessario adottare delle semplificazioni rispetto alla realtà.

1. Strumenti previsionali in acustica edilizia

La verifica dei requisiti acustici passivi degli edifici o di componenti di essi, in fase previsionale, è svolta secondo il modello di calcolo CEN presente nelle norme della serie UNI EN 12354 (1-6), ripreso anche dalla UNI TR 11175 (7). Per spiegare l'uso dei modelli di calcolo, si farà riferimento a come questi sono stati implementati nei software commerciali a supporto dei progettisti che eseguono le verifiche sulla base dei metodi di calcolo presenti nelle normative vigenti. Di seguito verrà brevemente descritto il modello di calcolo per determinare il potere fonoisolante apparente e le trasmissioni laterali.

Le norme della serie UNI EN 12354 sono 6 e generalmente solo le prime 3 sono implementate nei software in quanto direttamente collegate ai requisiti acustici passivi e quindi al DPCM 5/12/97. Dovrebbe essere così anche per la parte 5 relativa al rumore degli impianti, ma, a causa della complessità del modello e dell'ancor maggiore difficoltà nel reperire i dati di input, tale parte non è presente in nessun software commerciale.

La determinazione del potere fonoisolante apparente prevista dalla norma UNI EN 12354 consente di determinare i singoli contributi coinvolti nella trasmissione del rumore tra due ambienti, secondo la seguente espressione:

$$(1) \quad R' = -10 \lg \left(10^{-\frac{R_{Dd}}{10}} + \sum_{F=1}^n 10^{-\frac{R_{Ff}}{10}} + \sum_{F=1}^n 10^{-\frac{R_{Df}}{10}} + \sum_{F=1}^n 10^{-\frac{R_{Fd}}{10}} \right) \quad [\text{dB}]$$

in cui R_{Dd} , R_{Ff} , R_{Df} , R_{Fd} rappresentano i valori del potere fonoisolante per le trasmissioni che avvengono attraverso il percorso diretto (Dd) ed i percorsi laterali (Ff, Df, Fd).

Dal valore del potere fonoisolante apparente (per ogni banda di frequenza) così ottenuto, è possibile determinare l'indice del potere fonoisolante R'_w della partizione posta in opera mediante il confronto con la curva di riferimento (con il metodo descritto nella norma UNI EN ISO 717-1 [8]).

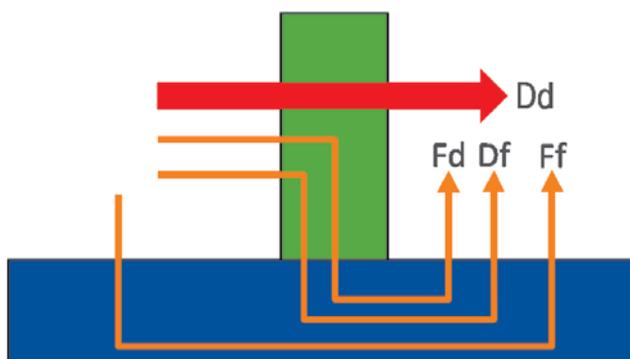


Figura n. 1 – Schema dei percorsi di trasmissione del rumore diretta (Dd) e laterale (Df, Fd, Ff)

I termini presenti nell'espressione (1) possono essere ricavati dalle seguenti espressioni:

$$(2) \quad R_{Dd} = R_{s,situ} + \Delta R_{D,situ} + \Delta R_{d,situ} \quad [\text{dB}]$$

$$(3) \quad R_{ij} = \frac{R_{i,situ} + R_{j,situ}}{2} + \Delta R_i + \Delta R_j + K_{ij} + 10 \log \frac{S}{l_0 \cdot l_{ij}} \quad [\text{dB}]$$

dove:

$R_{i,situ}$ ed $R_{j,situ}$ rappresentano il potere fonoisolante delle due strutture "i" e "j" coinvolte nella trasmissione laterale [dB];

ΔR_i e ΔR_j rappresentano la differenza di potere fonoisolante dovuta all'eventuale aggiunta di strati di rivestimento sulle strutture [dB];

K_{ij} è l'indice di riduzione delle vibrazioni caratteristico del tipo di giunto e dell'accoppiamento tra le due strutture [dB];

S è la superficie dell'elemento di separazione [m²];

l_{ij} è la lunghezza di accoppiamento tra l'elemento "i" e l'elemento "j" [m];

l_0 è la lunghezza di riferimento, pari ad 1 [m].

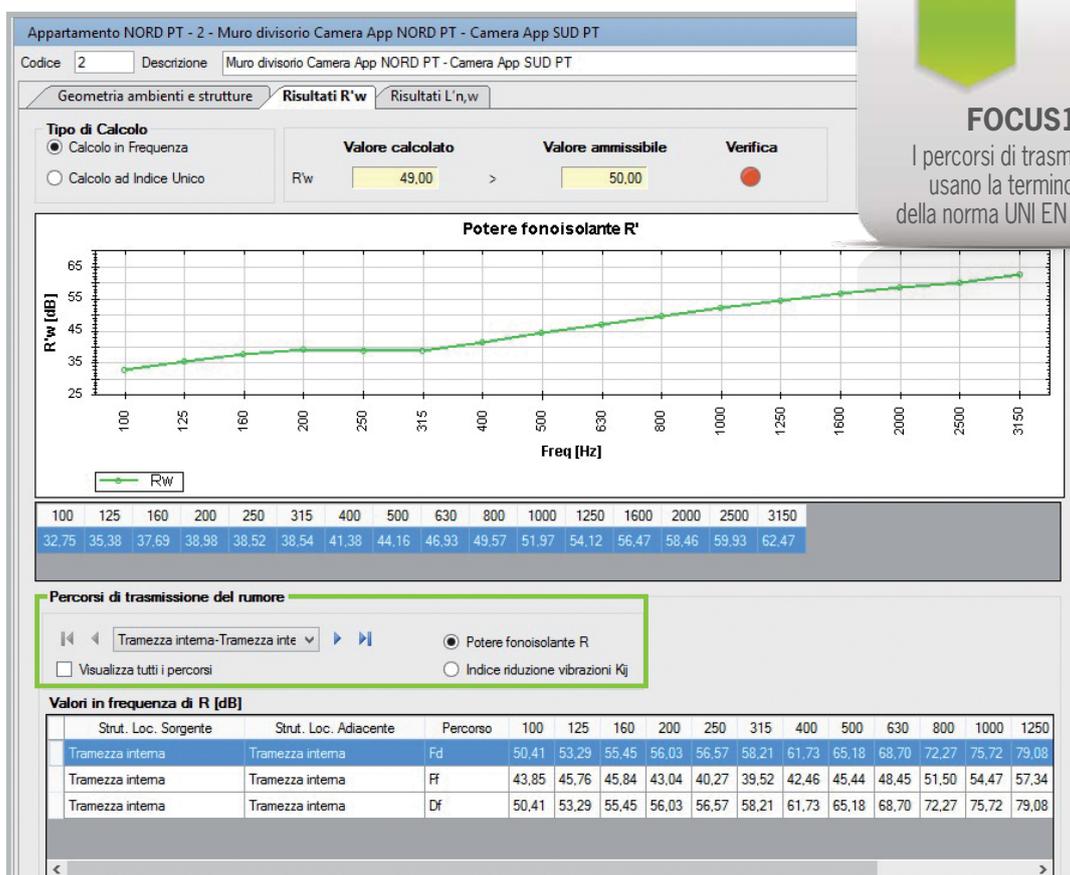
La norma UNI EN 12354-1 prevede la possibilità di calcolare i termini K_{ij} a partire dal confronto delle masse superficiali (m' e m'_{\perp}) delle due pareti che confluiscono nel giunto utilizzando la relazione

$$(4) \quad M = \log \frac{m'_{\perp}}{m'} \quad [\text{dB}]$$

e dalle relazioni contenute nell'appendice E della norma stessa.

Nel caso ad esempio di un giunto a "T"

$$(5) \quad K_{ij} = 5,7 + 5,7 \cdot M \quad [\text{dB}]$$



FOCUS1

I percorsi di trasmissione usano la terminologia della norma UNI EN 12354-1



per i percorsi Df e Fd e la relazione

$$(6) \quad K_{ij} = 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 \quad [\text{dB}]$$

per i percorsi Ff.

Se si volesse dividere in blocchi un software, a grandi linee si potrebbe dire che esso è articolato in un database delle soluzioni costruttive, una sezione di input dei dati necessari per il calcolo, una sezione di verifica dei risultati ed una di output.

2. Database

La presenza di un database delle soluzioni costruttive, normalmente implementabili anche dall'utente, correttamente organizzata, è sicuramente uno dei pregi dei software commerciali che, oltre a riportare i dati indispensabili per il modello di calcolo (potere fonoisolante di laboratorio, massa superficiale), contiene una serie di informazioni utili dal punto di vista professionale, come la descrizione dettagliata dei componenti edilizi e le certificazioni o rapporti di prova ad essi associati.

Il database sull'isolamento acustico, viene creato usando i dati ricavati dalle schede tecniche basate sui rapporti di prova di laboratori o dai prospetti presenti nelle norme di riferimento, come il prospetto B.4 della UNI TR 11175. L'elemento tratto dal prospetto B.4 è privo di dati in frequenza e presenta solo l'indice di valutazione.

Il tecnico competente in acustica (edilizia) deve saper riconoscere questi casi e preferire la soluzione che riporta i dati in frequenza, visto che si tratta dello stesso elemento.

Num	Descrizione	Spessore [mm]	M.V. [kg/m³]
1	Intonaco di calce e gesso	15,00	1400
2	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	80,00	1200
3	Polistirene espanso, estruso con pelle	30,00	35
4	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	80,00	1200
5	Intonaco di calce e gesso	15,00	1400

FOCUS2

Un'apposita sezione aiuta il progettista a verificare se la formula scelta è applicabile

Quando non è possibile utilizzare una delle soluzioni precaricate nei database, generalmente viene data la possibilità di stimare il potere fonoisolante R'_w o il livello di calpestio attraverso delle formule previsionali presenti in letteratura.

La prima vera differenza tra i diversi software la si riscontra proprio nella tipologia e complessità delle formule previsionali presenti. Tutti permettono di stimare, ad esempio, l'indice di valutazione del potere fonoisolante a partire dalla legge di massa con l'utilizzo di formulazioni semi-empiriche (IEN G. Ferraris [9], CSTB Francia, ISO-CEN, per citarne alcune [1]), ma solo alcuni implementano i modelli di calcolo in frequenza derivanti, ad esempio, dal coefficiente di trasmissione, o dal metodo ad impedenze progressive [11] o il metodo di Sharp e Davy [12]. Il progettista deve sapere qual è il limite del modello previsionale, perché spesso la possibilità di creare qualsiasi stratigrafia fa dimenticare che, aumentando il numero di strati, aumenta anche l'incertezza del risultato finale.

Un altro aspetto sottovalutato nell'utilizzo di database è la scelta degli infissi, poiché spesso si tende a confondere i dati tecnici relativi ai soli vetri con quelli dell'intero infisso (vetro + telaio); questo errore porta a sovrastimare l'isolamento di facciata anche di 4-5 dB. La scarsa disponibilità di dati in frequenza degli elementi trasparenti di facciata, spesso non permette l'utilizzo del modello di calcolo in frequenza, ma solo di quello semplificato con l'utilizzo dei soli indici di valutazione.

Molta attenzione deve essere riposta anche nell'utilizzo di contropareti o "strati aggiuntivi" da applicare agli elementi di separazione. Infatti se si utilizzano soluzioni "codificate" per le quali è indicato direttamente l'incremento del potere fonoisolante, bisogna ricordarsi che quest'ultimo dipende sempre dall'isolamento della struttura di base prima dell'applicazione dello strato aggiuntivo. A parità di controplaccaggio tanto maggiore è il potere fonoisolante della partizione di base tanto minore sarà l'incremento del potere fonoisolante. Spetta all'utente capire quando è significativo l'uso di un contro-placcaggio e quando può essere ininfluenza. Infatti il software, applicando il modello di calcolo, si deve occupare solo del calcolo non della verifica della congruità dei dati di input.

3. Input dati

Le prime versioni di software previsionali, applicando strettamente il modello CEN, permettevano l'inserimento dei dati di input attraverso dei menù a tendina in cui scegliere dal database le strutture da utilizzare e prevedevano che l'inserimento dei dati geometrici avvenisse attraverso la compilazione di appositi campi in cui inserire i dati fondamentali per il calcolo, come, ad esempio, altezza e larghezza della parete di separazione, superficie degli infissi, volume dell'ambiente ricevente.

La norma UNI EN 12354-1 è applicabile a tutti gli elementi rettangolari per i quali siano rilevanti solo le trasmissioni laterali di primo ordine. Da qui deriva la schematizzazione degli ambienti ricevente e sorgente a parallelepipedi, con una partizione in comune (altrimenti sarebbe impossibile calcolare il potere fonoisolante in generale).

Il passo successivo al modello a parallelepipedi perfettamente accoppiati è consistito nel poter traslare lungo le due direzioni l'ambiente ricevente e l'ambiente sorgente (ambienti sfalsati) possibilità prevista e descritta nelle figure 10 e 11 della norma UNI EN 12354-1 e qui schematizzato nella figura n. 2.

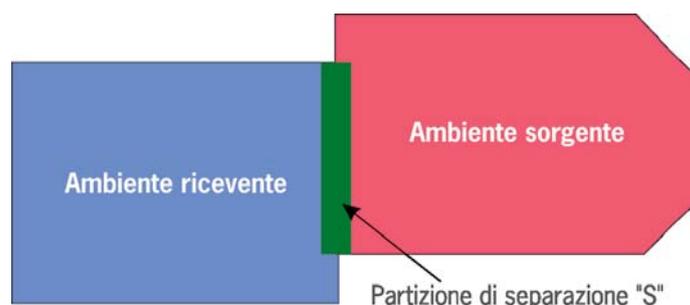


Figura n. 2 – Esempio di ambienti sfalsati:
in verde la parete di separazione, in blu l'ambiente ricevente, in rosso l'ambiente sorgente



L'inserimento dati comporta un lavoro preliminare da parte del progettista che deve identificare gli ambienti ed i componenti edilizi significativi per la trasmissione del rumore, semplificando, se necessario, le disposizioni planimetriche articolate in situazioni più semplici. Questa operazione può essere fatta solo se si conosce esattamente il modello di calcolo.

Volendo fare un esempio, è inutile riprodurre realisticamente una partizione non connessa direttamente alla partizione di separazione perché la prima non è interessata da alcun fenomeno di trasmissione laterale, secondo il modello CEN che prevede solo contributi del primo ordine e quindi dei soli elementi connessi all'elemento di separazione (figura n. 3).



Figura n. 3 – Esempio di ambienti non sfalsati:
in verde la parete di separazione, in blu l'ambiente ricevente, in rosso l'ambiente sorgente

Il potere fonoisolante, essendo normalizzato rispetto alla superficie dell'elemento divisorio, è in funzione di quest'ultimo: maggiore è la superficie maggiore sarà il potere fonoisolante. Spesso, a causa della sola differenza di spessore tra i muri o per una distribuzione interna dei vani, non simmetrica tra le unità immobiliari, si vengono a creare "piccole" superfici di separazione (> 2 o 3 m²) per le quali la verifica del potere fonoisolante apparente può risultare impossibile, non tanto per la tipologia di partizione scelta, ma per il contributo negativo del termine di normalizzazione dovuto alla superficie stessa.

Per gli elementi laterali costituiti da diverse parti, si dovrebbe tenere conto del potere fonoisolante della parte più grande collegata direttamente con l'elemento di separazione.

Se nell'elemento vi sono discontinuità complete, come porte o pesanti elementi trasversali, si possono trascurare le parti che si trovano dietro queste discontinuità.

Strutture adiacenti al divisorio e tipologia di giunti							
Struttura loc. sorgente	Area	Rw	Struttura loc. ricevente	Area	Rw	Giunto	Lunghezza giunto
M1 - Parete esterna - O - 19,54	19,54	50	M1 - Parete esterna - O - 19,54	19,54	50	e12	2,70
S2 - Soffitto interpiano - OR - 27,03	27,03	65	S2 - Soffitto interpiano - OR - 27,03	27,03	65	e12	4,10
P1 - Pavimento su cantina - OR - ...	27,03	64	P1 - Pavimento su cantina - OR - ...	27,03	64	e12	4,10

FOCUS3

Senza configurazione guidata si possono creare quante righe occorrono e gestire in autonomia gli elementi laterali

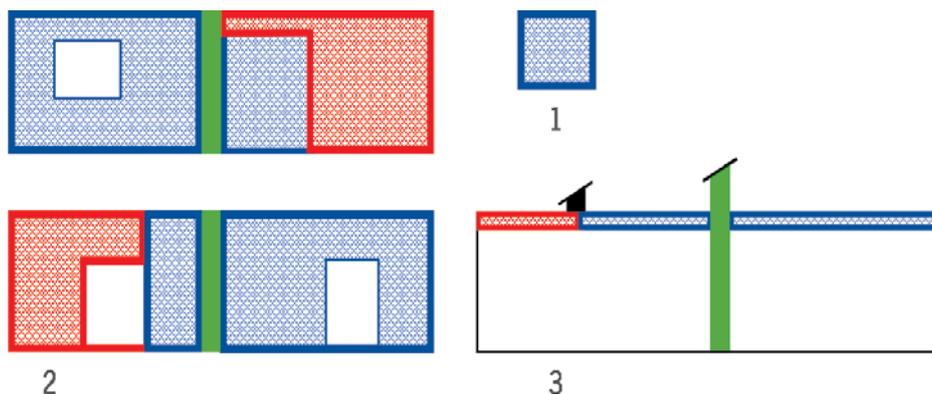


Figura n. 4 – Esempio di pareti discontinue:
in verde la parete di separazione, in blu la struttura da considerare, in rosso le strutture da non considerare

Se una costruzione laterale è composta da più tipi di elementi, ognuno collegato direttamente all'elemento di separazione, ognuno di questi tipi deve essere considerato come un elemento laterale indipendente (nella figura n. 5 l'elemento laterale "f" è costituito dai due tipi "a" e "b").

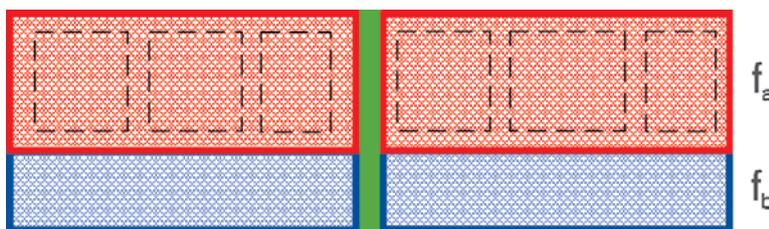
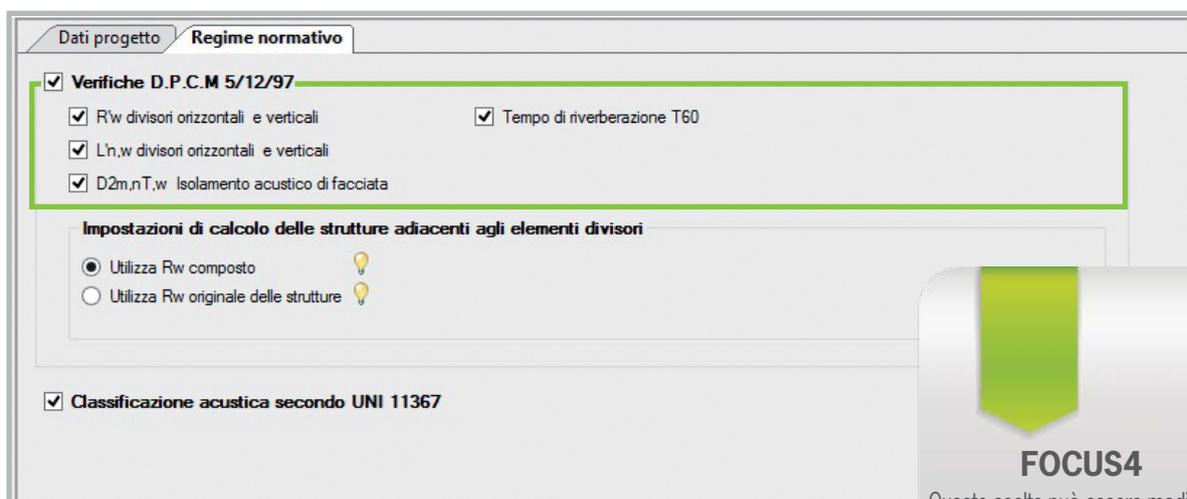


Figura n. 5 – Esempio di pareti discontinue:
in verde la parete di separazione, in rosso le strutture di tipo "a", in blu le strutture di tipo "b"

Terminata la definizione dell'involucro dell'edificio o dei singoli ambienti devono essere definiti i giunti di collegamento tra le strutture, in funzione di essi si calcolano gli indici di riduzione delle vibrazioni K_{ij} dai quali dipende la trasmissione laterale.



FOCUS4

Questa scelta può essere modificata a posteriori, tutti i risultati saranno automaticamente aggiornati



I giunti sono descritti in base alla forma (a “T” o a “croce”) in funzione delle masse superficiali dei componenti che li costituiscono (leggeri e pesanti), dalla presenza o meno di strati resilienti e dal percorso di propagazione del rumore.

La combinazione di queste informazioni permette di calcolare l'indice di riduzione specifico del giunto. La difficoltà nella scelta è data dal comprendere quali siano effettivamente i percorsi di propagazione del rumore e quali siano gli strati coinvolti.

Un errore frequente si verifica in presenza di strati addizionali, infatti il potere fonoisolante e l'indice di riduzione delle vibrazioni del giunto è in relazione con l'elemento strutturale di base, considerando separatamente l'effetto dello strato addizionale mediante la grandezza ΔR , come riportato nella figura n. 6.

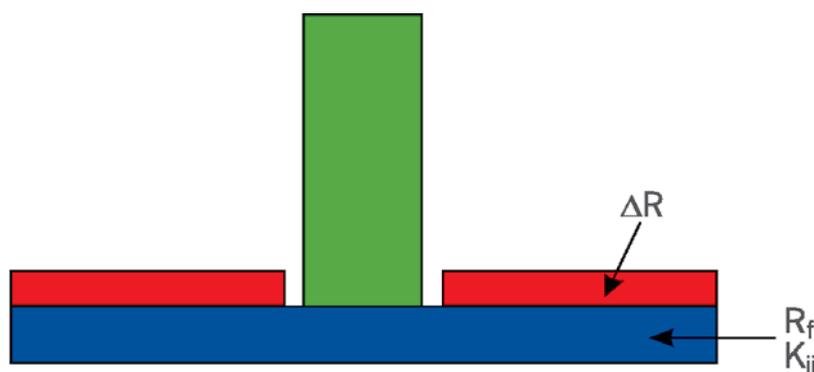


Figura n. 6 – Strato fonoisolante addizionale interno (in rosso)

Con strati addizionali esterni, come un rivestimento esterno leggero, che hanno un'influenza trascurabile sul comportamento dell'elemento strutturale di base, il calcolo dovrebbe riguardare solo l'elemento di base interno.

L'effetto del rivestimento o della parete esterna può essere trascurato o preso in considerazione mediante un ulteriore indice di riduzione delle vibrazioni (figura n. 7).

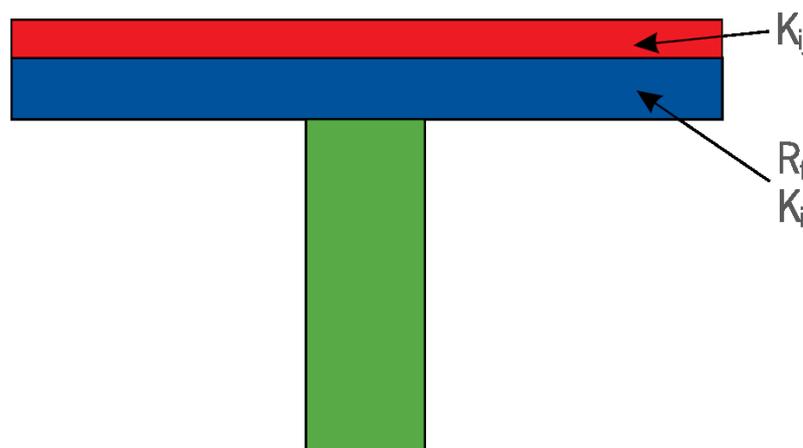


Figura n. 7 – Strato fonoisolante addizionale esterno (in rosso)

Per elementi laterali con intercapedine, il calcolo dovrebbe, per prima cosa, riguardare l'elemento interno, prendendo in considerazione il contributo dell'elemento esterno attraverso un ulteriore indice di riduzione delle vibrazioni. Questo indice può essere basato sulle misurazioni effettuate in condizioni simili o essere valutato prendendo in considerazione i vari percorsi di trasmissione che contribuiscono all'indice di riduzione delle vibrazioni (figura n. 8).

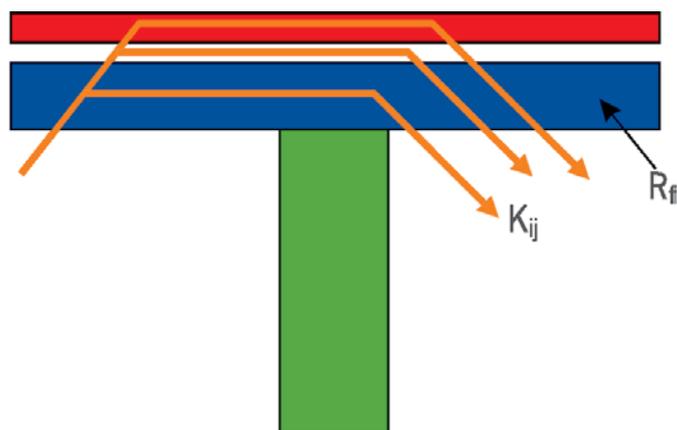


Figura n. 8 – Elementi laterali con intercapedine

Con pareti doppie quali elementi di separazione, il potere fonoisolante dovrebbe comprendere l'effetto sulla trasmissione da uno strato all'altro tramite gli eventuali collegamenti attorno al perimetro dell'elemento (figura n. 9).

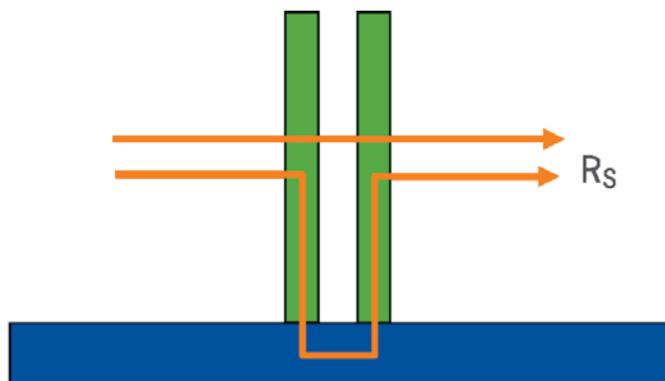


Figura n. 9 – Elementi di separazione (in verde) con intercapedine

La facilità con cui si possono selezionare ed identificare gli elementi coinvolti nella trasmissione laterale, ottenendo quindi maggior precisione nella schematizzazione dei giunti, può essere un criterio per la scelta del software. Un tipico caso spesso sottovalutato è rappresentato nella figura n. 10.

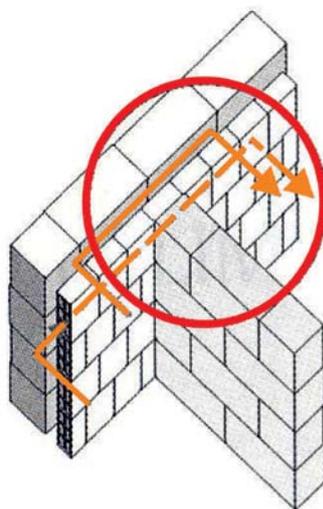


Figura n. 10 – Doppia parete con giunto a T sullo strato interno leggero



Nel caso di una doppia parete con giunto a T che si interrompe sul placcaggio interno leggero, ai fini del calcolo non deve essere considerata la massa superficiale di tutta la parete doppia, ma solo il potere fonoisolante e la massa superficiale della parete interna leggera. In termini di R'_w finale la differenza tra i due approcci può essere compresa tra 2 e 8 dB [14].

4. Verifica dei requisiti acustici passivi

Una volta che sono stati inseriti tutti gli elementi costruttivi, le masse superficiali e i giunti, è possibile effettuare il calcolo per la verifica dei requisiti acustici passivi. Notoriamente tutti i software permettono il calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente $R'_{w'}$ dell'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ e del livello di calpestio normalizzato secondo il tempo di riverberazione $L'_{nT,w}$ o l'assorbimento acustico $L'_{n,w}$. Alcuni, data una partizione di separazione, permettono di effettuare la verifica di R'_w invertendo anche l'ambiente sorgente con il ricevente.

Come riporta la norma UNI EN 12354-1, la previsione dell'indice di valutazione tramite il modello dettagliato è mediamente corretta (nessun errore sistematico) con uno scarto tipo da 1,5 dB a 2,5 dB (il valore inferiore se si tiene conto di tutti gli aspetti, quello superiore in caso di situazioni complesse e se si trascura il tempo di riverberazione strutturale). Le previsioni con il modello semplificato mostrano uno scarto tipo di circa 2 dB, con una tendenza a sopravvalutare leggermente l'isolamento.

Sull'isolamento di facciata è possibile fare alcune ulteriori osservazioni: in primo luogo, come descritto in precedenza, si è spesso costretti ad utilizzare il metodo semplificato a causa della mancanza dei dati in frequenza del potere fonoisolante degli infissi e questo riduce l'accuratezza del risultato; in secondo luogo bisogna capire come deve essere applicato il modello nei casi in cui una della partizioni esterne sia una copertura o un solaio su un portico o ci siano più affacci.

Anche per la stima della trasmissione laterale esiste una metodologia semplificata e una dettagliata. La prima consiste nell'attribuire un contributo di 2 dB dovuto alla trasmissione laterale per facciate connesse rigidamente e pari a 0 dB per facciate che non lo sono. Il secondo metodo prevede l'identificazione dei giunti ed il calcolo analitico del relativo indice di riduzione, considerando la facciata e le connessioni tra essa e le partizioni esistenti dell'ambiente ricevente.

Appartamento NORD PT - 1 - Facciata OVEST Soggiorno App NORD PT

Codice 1 Descrizione Facciata OVEST Soggiorno App NORD PT

Geometria ambienti e strutture Risultati $D_{2m, nT, w}$

Locale: 1 - 1 - Soggiorno e Angolo Cottura

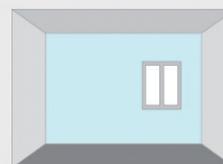
Elementi di facciata del locale

Verifica	Codice	Descrizione	Esp.	Area	Rw	Forma facciata	Strato aggiuntivo lato interno	Strato aggiuntivo lato esterno
<input checked="" type="checkbox"/>	M1	Parete esterna	O	19,54	50	0	-	-
<input checked="" type="checkbox"/>	M1	Parete esterna	N	14,72	48	0	-	-
<input type="checkbox"/>	M2	Tramezza interna	-	8,07	43	0	-	-

Strutture che delimitano l'elemento di facciata Configurazione guidata

Elemento facciata	Elemento adiacente	Area	Rw	Giunto	Lunghezza giunto
M1 - Parete esterna	M4 - Parete divisoria - 14,72	14,72	57	e42	2,70
M1 - Parete esterna	S2 - Soffitto interpiano - OR - 27,03	27,03	65	e42	5,37
M1 - Parete esterna	M1 - Parete esterna - N - 8,96	8,96	48	e42	2,70
M1 - Parete esterna	P1 - Pavimento su cantina - OR - 27,03	27,03	64	e42	5,37

FOCUS5
Il progettista sceglie se verificare insieme più tratti di facciata



Nel caso della copertura esistono tre interpretazioni: va considerata interamente, va considerata solo la superficie proiettata sul piano verticale della facciata, non va considerata.

A supporto delle ultime due ipotesi si può ricordare che il termine ΔL_{fs} ipotizza come sorgente il rumore proveniente dalla strada e pertanto, se la partizione non è esposta direttamente a tale sorgente, il suo contributo in termini di trasmissione del rumore può essere trascurato.

Inoltre al punto “4.4 Interpretazioni” della norma, si consiglia, nel caso di geometrie complesse, di considerare le parti separatamente oppure insieme, come involucro totale dell’ambiente ricevente, a seconda dei requisiti e delle condizioni di misurazione prescritte (tipo di sorgente, posizione della sorgente, posizione del microfono esterno).

Sulla facciata forse più che per altri requisiti è il tecnico che deve saper mediare tra il modello di calcolo, la rigidità dell’input dei software e la realtà del progetto architettonico.

5. Considerazioni finali

L’uso dei software facilita certamente il compito del progettista nella gestione ed organizzazione delle verifiche dei requisiti acustici passivi.

L’utilizzo di software commerciali è utile per rendere più veloce ed efficace l’elaborazione dei dati, in particolare se si desidera effettuare una verifica integrale dell’edificio.

L’utilizzo di un software tuttavia non deve indurre ad accettare in maniera acritica i risultati, siano essi positivi o negativi senza avere la sensibilità delle grandezze in gioco, tentando di risolvere una criticità con cambiamenti causali delle impostazioni del software (es: mettere o non mettere la fascia resiliente sotto muro).

Le norme della serie UNI EN 12354 e la UNI TR 11175 contengono degli esempi svolti e pertanto sarebbe interessante, in fase di scelta di un software, provare a riprodurre quegli esempi e su di essi analizzare i cambiamenti che i diversi parametri selezionabili producono.

LA SOLUZIONE EDILCLIMA PER I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Il software **EC704** esegue il calcolo dei requisiti acustici passivi degli edifici secondo le norme UNI EN 12354 e consente di verificare i limiti previsti dal D.P.C.M. 5/12/1997.

Le maschere utilizzate per i Focus sono un esempio delle funzionalità del programma.

Per maggiori informazioni: www.edilclima.it



BIBLIOGRAFIA

- [1] UNI EN 12354-1:2002, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.
- [2] UNI EN 12354-2:2002, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.
- [3] UNI EN 12354-3:2002, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.
- [4] UNI EN 12354-4:2003, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Trasmissione del rumore interno all'esterno.
- [5] UNI EN 12354-5:2009, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici.
- [6] UNI EN 12354-6:2006, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi.
- [7] UNI TR 11175:2005, Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale.
- [8] UNI EN ISO 717-1:2012, Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio Isolamento acustico per via aerea.
- [9] Brosio E., Esempi di progettazione e realizzazione. Mezzi di previsione delle prestazioni acustiche di materiali e componenti, *Rivista italiana di acustica* n.4 pp. 5-27.
- [10] Josse, R. and Lamure J., Transmission du son par un paroi simple, *Acustica* 14 (1964), 266-280.
- [11] Beranek L., *Noise and vibration control engineering*, Wiley (1992) pp. 245-366.
- [12] DAVY J.L. Predicting the sound insulation of single leaf walls – extension of Cremer's model. *J. Acoust. Soc. Am.* 2009, 126 (4) pp. 1871–1877.
- [13] Munjal ML., Response of multilayered infinite plate to an oblique plane wave by means of transfer matrices. *Journal of Sound and Vibration*, vol. 163 (1993) pp.333-343.
- [14] Barbaresi L., Semprini G, Garai M., Valutazioni in laboratorio degli effetti della trasmissione laterale in partizioni verticali in laterizio, *Atti 34° Convegno Nazionale AIA*, Firenze 2007, ISBN 978-88-88942-20-3, paper 2E7.

AMPLIA LA TUA PROSPETTIVA, ACCENDI LA VISIONE DEL BIM

AUTODESK® REVIT®

EC770
INTEGRATED TECHNICAL
DESIGN FOR REVIT®

EC700
CALCOLO PRESTAZIONI
ENERGETICHE DEGLI EDIFICI



NUOVO
INPUT
GRAFICO
DI EC700



SCEGLI COME REALIZZARE IL TUO PROGETTO ENERGETICO: PARTENDO DA REVIT®
OPPURE DAL NUOVO INPUT GRAFICO DI EC700 IL RISULTATO NON CAMBIA!



I dati relativi alle prestazioni energetiche degli edifici sono il risultato di quanto EC700, in conformità alle UNI/TS 11300-4-5-6 e UNI 10349, è in grado di elaborare indipendentemente dal punto di partenza:

inserisci in EC700 i dati necessari alla caratterizzazione dell'edificio attraverso il nuovo input grafico con vista 3D;

in alternativa

disegna il modello architettonico in Revit® e, mediante il plug-in EC770, esporta in EC700 i dati per caratterizzare il tuo progetto energetico.



Vai ai contenuti del sito

 **EDILCLIMA®**
ENGINEERING & SOFTWARE

 **AUTODESK**
Value Added Services
Authorized Developer



www.edilclima.it

EDILCLIMA S.r.l. - Via Vivaldi, 7 - 28021 Borgomanero (NO) - tel. 0322 835816 - fax 0322 841860 - commerciale@edilclima.it