

## **Prestazioni acustiche di pareti divisorie tra unità abitative: dalle prove di laboratorio ai valori in opera**

*Il comfort di un edificio dipende anche dalla qualità acustica riscontrabile dagli utenti, caratteristica per lungo tempo considerata secondaria o, perfino trascurabile, dagli operatori edili. Ciò non ha originato un'adeguata crescita culturale delle varie figure coinvolte nel processo costruttivo. Le strategie di protezione dal rumore muovono da un'accurata progettazione preliminare, con l'individuazione dei punti sensibili fino all'esecuzione a «regola d'arte». Di seguito si evidenziano gli errori e le criticità più comuni con le corrispondenti correzioni.*

La **qualità della vita** all'interno di un edificio abitativo può essere valutata secondo diversi parametri: **luminosità degli ambienti**, **ergonomicità** e **proporzioni** degli spazi interni e **qualità acustica riscontrabile** dai fruitori. Per molto tempo, le particolari richieste del mercato, la «moda» costruttiva e le tendenze immobiliari hanno posto in secondo piano la **protezione dal rumore** esterno negli ambienti abitativi, fino a che, con l'emanazione della *Legge Quadro sull'inquinamento acustico* n. 447 del 1995, all'art. 3), comma 1, lettere e) ed f), viene stabilito che è competenza dello Stato la determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e l'indicazione dei criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie.

### **Legge Quadro e decreti attuativi**

La *Legge Quadro* prevedeva **due distinti decreti attuativi**: il primo per i **requisiti acustici passivi** degli edifici e dei loro componenti (facciate, partizioni, solai) per ridurre e controllare l'esposizione al rumore; il secondo per indicare i **metodi previsionali e progettuali** consoni per il raggiungimento dei requisiti prestazionali richiesti. Ad oggi, però, si è assistito all'emanazione del primo decreto attuativo, il **DPCM 5/12/1997**, «*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*», che ha fissato i limiti minimi e massimi per le partizioni del costruito che devono essere garantiti in funzione della destinazione d'uso dell'immobile, quest'ultima suddivisa in sette categorie, ognuna delle quali con specifici valori [tab. 1].

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

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

Tab. 1 - Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici, suddivisi secondo la classificazione degli ambienti abitativi.

A partire dalla data di emanazione del Decreto, diversi sono stati i passaggi e le integrazioni legislative<sup>(1)</sup> che a oggi, tuttavia, non hanno ancora previsto l'abrogazione del Decreto stesso. La sua applicazione ha vissuto, nel corso del tempo, varie fasi: dalla totale o quasi trascuratezza all'enfasi scaturita a partire dalla **sentenza n. 2715 del 2007**, pronunciata dal Tribunale di Torino, dove si condanna il costruttore a **indennizzare il proprietario** dell'appartamento venduto per un valore economico pari al 20% della minusvalenza dell'immobile oggetto di compravendita a causa di un difetto di progettazione e/o costruzione che si ripercuote in un eccessivo rumore. Da come si evince dalla sentenza, così come nella maggior parte delle vertenze giudiziarie, contrariamente a quanto potrebbe sembrare, i fruitori degli appartamenti risultano più sensibili allo scarso **isolamento acustico** delle partizioni interne confinanti con le altre unità immobiliari (muri e solai) che non alla carente prestazione della facciata. Ciò è legato, presumibilmente, non tanto all'«intensità» sonora della sorgente, quanto al «timbro»<sup>(2)</sup> di rumore.

## Sorgenti di rumore

Come noto, la **sorgente di traffico**, che rappresenta la massima espressione del **rumore esterno**, è composta da un rumore che copre tutte le frequenze all'interno dello spettro sonoro, mentre il rumore generato dall'inquilino dell'appartamento confinante è generato normalmente da **sorgenti**

**specifiche (voce umana, televisione, ecc.)** comprese tra le frequenze 2000 e 5000 Hz. All'interno di questo *range*, che corrisponde al massimo dell'intelligibilità della voce umana, l'udito è maggiormente sensibile rispetto al rumore generato dal traffico veicolare, dove sussistono fenomeni di *mascheramento*<sup>(3)</sup>. Un altro aspetto da non trascurare è legato alla durata nel tempo del rumore. Il traffico è di tipo continuo, cioè ha una durata tale, calibrata sull'arco dell'intera giornata, per cui l'orecchio umano lo ignora, lo copre con il passare del tempo, diversamente dal rumore indotto dagli inquilini limitrofi.

È facile, pertanto, intuire come mai le persone trovino **più «disturbante» il rumore prodotto dal vicino piuttosto che quello proveniente dall'esterno generato dal traffico** veicolare. Il parametro che viene utilizzato per misurare il comportamento acustico passivo dell'elemento divisorio tra due unità abitative è l'**indice di valutazione del potere fonoisolante apparente,  $R'_w$** . Tale indice misura la potenza sonora trasmessa nell'ambiente ricevente ed è ottenuto attraverso la somma di diverse componenti, ovvero la trasmissione diretta attraverso la partizione divisoria e quella attraverso i percorsi laterali (solai e pareti laterali), responsabili di un forte abbassamento del potere fonoisolante [fig. 1].

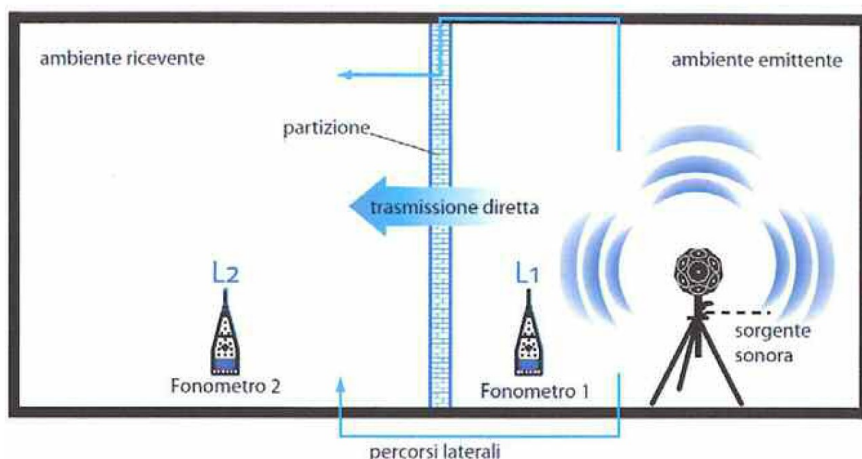


Fig. 1 - Percorsi di trasmissione diretta e laterale tra due ambienti adiacenti.

Per **trasmissione sonora diretta** s'intende la trasmissione attraverso la sola parete di separazione, dovuta sia al suono incidente su di essa, direttamente irradiato da questa nell'ambiente ricevente, sia al suono propagato attraverso percorsi di trasmissione aerea presenti nella parete stessa, come fessure, dispositivi di passaggio dell'aria, ecc. Per **trasmissione sonora indiretta** s'intende, invece, la trasmissione attraverso percorsi diversi rispetto a quello diretto. Si possono individuare

complessivamente tredici percorsi di trasmissione di cui uno solo diretto, attraverso il divisorio, e gli altri dodici di trasmissione laterale in numero di tre per ogni lato (pareti e solai). Il valore di  $R'_w$  viene ricavato da misure in opera a lavori terminati del potere fonoisolante apparente  $R'$ , seguendo le indicazioni fornite dalla norma UNI EN ISO 140-4<sup>(4)</sup>, attraverso la formula:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} \quad (\text{dB})$$

dove:

$L_1$  = misura del livello di pressione sonora misurato nell'ambiente disturbante (dB);

$L_2$  = misura del livello di pressione sonora misurato nell'ambiente ricevente (dB);

$S$  = superficie dell'elemento divisorio i due ambienti ( $\text{m}^2$ );

$A$  = area equivalente di assorbimento acustico dell'ambiente ricevente, pari a  $0,163$  ( $\text{m}^2$ );

$V$  = volume dell'ambiente ricevente ( $\text{m}^3$ );

$T$  = tempo di riverbero dell'ambiente ricevente (s).

determinando quindi l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$  secondo la norma UNI EN ISO 717-1<sup>(8)</sup>.

Il DPCM 5/12/1997 già citato prescrive un valore maggiore o uguale a **50 dB** per l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente,  $R'_w$ , in ambito residenziale, riferendo tale prestazione ad elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari. Il Decreto non differenzia però le prestazioni tra **tipologia di componente** (verticale e orizzontale) e non considera il diverso **grado di sensibilità al rumore** degli ambienti disturbati o il diverso **livello di rumore prodotto** negli ambienti stessi. Per tale motivo, i requisiti acustici sono indicati con il termine integrativo «*passivi*». Un altro aspetto da considerare è legato al fatto che **le prestazioni acustiche vanno valutate già nella fase progettuale** ove non sono di facile definizione molteplici fattori che hanno un'influenza determinante, quali per esempio i giunti di malta orizzontali e verticali tra gli elementi costituenti la parete, lo spessore dell'intonaco, la presenza di punti di discontinuità nella struttura (passaggi di elementi impiantistici, ecc.). **Non esistono parametri e**

**formule che permettano di quantificare, in fase previsionale, il risultato finale** se non la sensibilità e l'esperienza del tecnico acustico.

Da uno studio condotto da Dino Abate e presentato all'AIA<sup>(5)</sup> (Associazione Italiana di Acustica), è risultato che, su centinaia di misurazioni eseguite in opera, circa il **40% delle partizioni verticali non rispettano i limiti normativi**. Tale valore scende al **10% per quanto riguarda le partizioni orizzontali**. Questa differenza è legata al fatto che nella pratica corrente, diversamente dalle partizioni verticali, i solai sono realizzati con **elevate strutture massive**, per esempio laterocemento, e non presentano passaggi impiantistici o particolari elementi di indebolimento della soluzione tecnologica. Gli unici che risultano essere critici sono quelli in legno, caratterizzati spesso da grandi luci e masse ridotte.

Il **secondo Decreto previsto dalla Legge Quadro** n. 447 del 1995, che avrebbe dovuto fornire **indicazioni sui metodi previsionali e progettuali** tali da garantire il raggiungimento dei requisiti prestazionali richiesti, **non è mai stato pubblicato**; a supporto, tuttavia, esistono delle normative tecniche emanate dall'UNI che permettono la quantificazione numerica delle trasmissioni laterali. Tali norme sono la **UNI EN 12354-1**<sup>(6)</sup> e la **UNI TR 11175**<sup>(7)</sup>. Con l'ausilio delle norme sopra citate, è possibile empiricamente determinare la prestazione in opera di un determinato elemento divisorio a partire dal progetto architettonico e dal potere fonoisolante dell'elemento stesso. Nella norma UNI EN 12354-1, in particolare, sono inclusi **due modelli di calcolo**: uno **dettagliato, funzione della frequenza**, che prevede l'esecuzione dei calcoli per bande di ottava da 125 a 2000 Hz, o per bande di un terzo d'ottava da 100 a 3150 Hz, e la determinazione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente secondo la norma UNI EN ISO 717-1<sup>(8)</sup>; uno **semplificato**, che si rifà al solo **indice di valutazione del potere fonoisolante pesato** (pedice *w*). In tali modelli, che si basano su analisi di tipo energetico-statistiche, s'ipotizza che la distribuzione dell'energia sonora all'interno dei due ambienti (emittente e ricevente) avvenga in modo uniforme, trascurando il contributo dei percorsi di trasmissione secondari, come per esempio quelli che coinvolgono la parete di fondo. La trasmissione sonora viene determinata come somma delle trasmissioni attraverso i percorsi sopra citati che vengono, in fase di calcolo previsionale, identificati dall'elemento «*i*» su cui il suono è incidente e dall'elemento «*j*» radiante nell'ambiente ricevente.

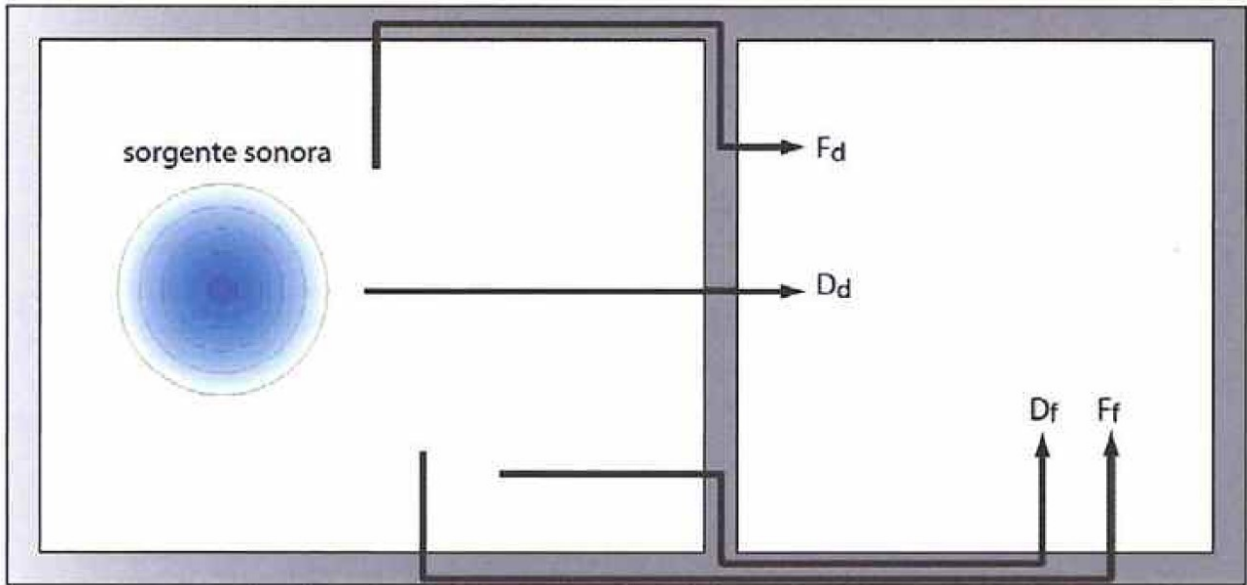


Fig. 2 - Definizione dei percorsi di trasmissione sonora «ij» tra due ambienti adiacenti.

I percorsi sono indicati nella fig. 2, dove, nell'ambiente disturbante gli elementi «i» sono identificati con le lettere «F», per gli elementi di fiancheggiamento, e «D», per la parete di separazione; nell'ambiente disturbato, invece, gli elementi «j» sono indicati con le lettere «f», per gli elementi di fiancheggiamento, e «d», per la parete di separazione. Il modello semplificato a singolo indice prevede la **determinazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$**  secondo la relazione:

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

dove:

$R_{Dd,w}$  = indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta Dd (dB);

$R_{Ff,w}$  = indice di valutazione del potere fonoisolante per il percorso di trasmissione Ff (dB);

$R_{Df,w}$  = indice di valutazione del potere fonoisolante per il percorso di trasmissione Df (dB);

$R_{Fd,w}$  = indice di valutazione del potere fonoisolante per il percorso di trasmissione Fd (dB);

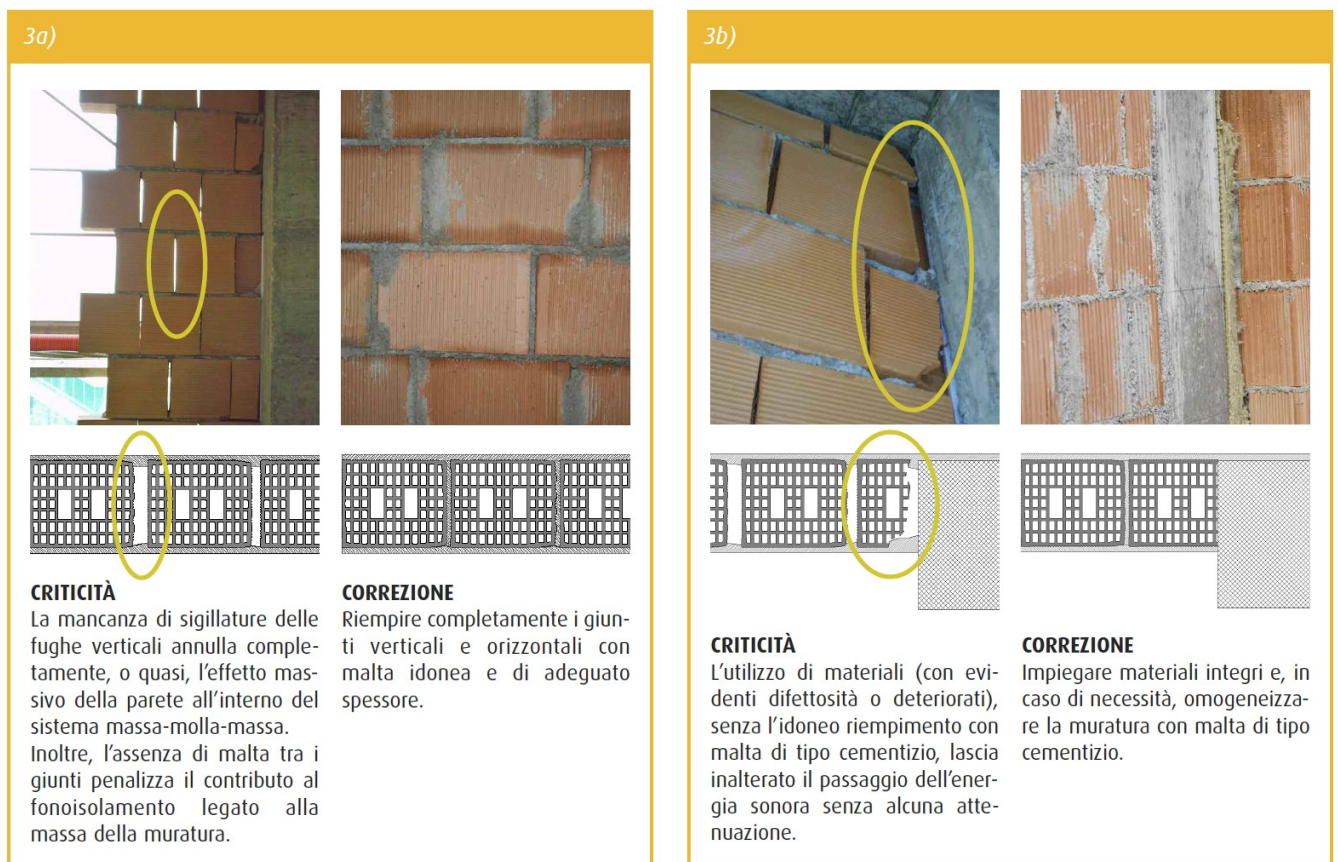
n = numero di elementi laterali in un ambiente (di solito n = 4).

Applicando in modo empirico le norme UNI EN 12354-1 e UNI TR 11175, è possibile così determinare in fase progettuale i risultati che si dovranno poi riscontrare a fine lavori durante i collaudi acustici. Ma è proprio così? In realtà, uno dei limiti di queste norme è legato al fatto che non vengono presi in considerazione alcuni aspetti fondamentali, quale per esempio l'**accuratezza di realizzazione dell'elemento divisorio** ed i **punti di connessione tra l'elemento divisorio stesso con le partizioni laterali**. I modelli, infatti, ipotizzano sistemi costruttivi omogenei in tutto il loro sviluppo.

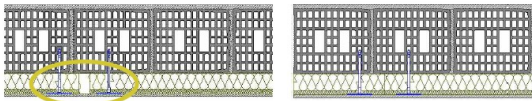
Questo significa che è durante la **fase di progettazione preliminare** che si dovranno **adottare tutte le precauzioni del caso** relativamente all'individuazione dei nodi critici su cui porre attenzione, poi, in fase cantieristica.

## Criticità e correzioni

Fig. 3 - Criticità in corso d'opera.



3c)



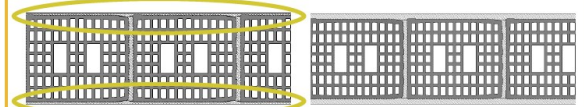
**CRITICITÀ**

Non tenere allineati i pannelli isolanti all'interno dell'intercapedine lasciando del vuoto tra gli stessi: l'effetto di assorbimento delle onde sonore e lo smorzamento trovano qui un punto debole.

**CORREZIONE**

Posizionare i pannelli in modo tale che siano ben accostati gli uni agli altri, cercando di sfalsare gli stessi tra le diverse file.

3d)



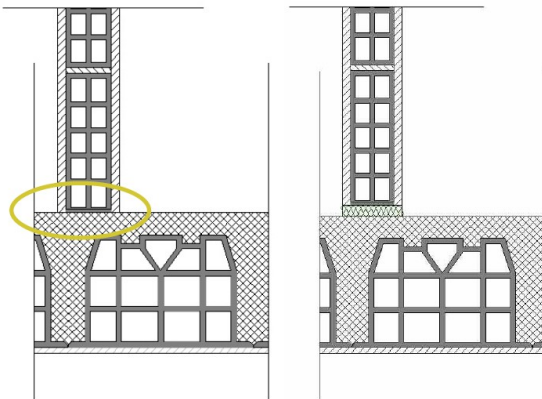
**CRITICITÀ**

Realizzare intonaci molto sottili nello strato interno: in tal modo viene a mancare la massa areica prevista da progetto determinando un abbassamento del potere fonoisolante del sistema.

**CORREZIONE**

Applicare gli strati di intonaco a regola d'arte e con spessori di almeno 1,5 cm.

3e)



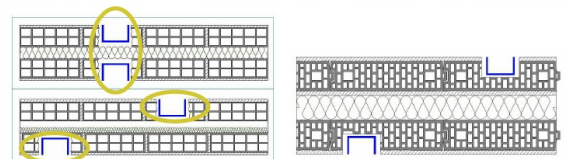
**CRITICITÀ**

Non realizzare una fascia tagliamuro (per pareti di tamponatura): le onde sonore che colpiscono le pareti vengono trasmesse sottoforma di vibrazioni alla struttura laterale senza essere in alcun modo smorzate.

**CORREZIONE**

Predisporre una fascia tagliamuro alla base della parete divisoria (di tamponatura) tra due distinte unità immobiliari.

3f)



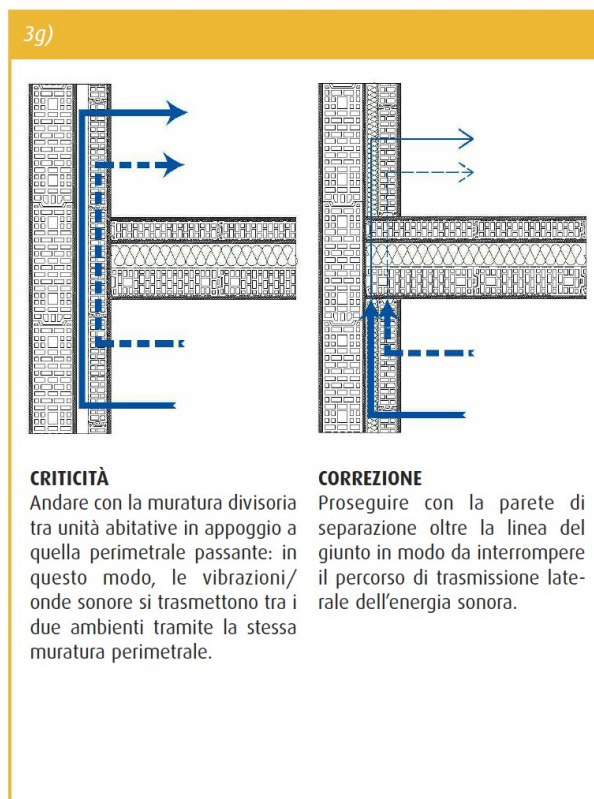
**CRITICITÀ**

Romper la parete per la predisposizione del passaggio degli impianti a servizio dell'unità immobiliare «sfondando» completamente la parete stessa: in questo modo, si creano dei ponti acustici difficilmente recuperabili.

**CORREZIONE**

Dimensionare la muratura in base agli impianti che verranno installati. Lo spessore dovrà essere tale da evitare la rottura completa dello spessore della parete. Sfsare sempre la collocazione delle scatole da incasso per impianti elettrici.





Tra gli errori più comuni si possono annoverare quelli riportati negli schemi qui illustrati [fig. 3], unitamente alle correzioni suggerite per evitarli durante l'esecuzione. È evidente che gli esempi riportati costituiscono un elenco tutt'altro che esaustivo delle criticità che si possono riscontrare in corso d'opera. Solo una lunga esperienza in materia può aiutare il progettista a non avere sorprese a fine lavori. Ormai sono talmente tante le figure tecniche e le competenze che entrano in gioco nella **progettazione acustica degli ambienti** che solo un **professionista specializzato**, e con una forte esperienza in campo, è in grado, fin dalle fasi preliminari, di garantire e gestire lo sviluppo progettuale e costruttivo acustico dell'opera, individuando a priori quelli che saranno i punti «sensibili» dell'immobile.

È importante ricordare che, pur richiamandosi al concetto di «**costruzione a perfetta regola d'arte**», rimangono tuttavia in essere le **trasmissioni sonore strutturali laterali** che riducono il valore del **potere fonoisolante misurato in laboratorio** di alcuni decibel. L'entità della riduzione del potere fonoisolante può essere stimata con un accettabile margine d'incertezza (valutato secondo le normative tecniche), variabile **da 1 a 3 dB** se la costruzione è realizzata con adeguata attenzione. Più gli errori sono importanti, più i ponti acustici abbasseranno il potere fonoisolante apparente  $R'_w$ , fino a rendere non conforme la partizione collaudata ai requisiti previsti dalla specifica normativa. È anche vero, però, che spesso le norme tecniche nascono in base a

esperienze sperimentali svolte su tipologie e partizioni in uso nei Paesi del nord Europa e, quindi, sostanzialmente diverse da quelle nazionali (generalmente in laterizio). Diversi studi hanno dimostrato la **validità del sistema empirico** rispetto a quello riscontrabile nella realtà, sempre però che tutte le accortezze del caso vengano seguite scrupolosamente.

## Note

1. Legge 7 luglio 2009 n. 88 Art. 11) comma 5) - «In attesa del riordino della materia [determinazione e gestione del rumore ambientale ndr.], la disciplina relativa ai requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti di cui all'articolo 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, non trova applicazione nei rapporti tra privati e, in particolare, nei rapporti tra costruttori-venditori e acquirenti di alloggi sorti successivamente alla data di entrata in vigore della presente legge». Legge 4 giugno 2010 n. 96 Art. 15) comma 5) - «In attesa dell'emanazione dei decreti legislativi di cui al comma 1, l'articolo 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, si interpreta nel senso che la disciplina relativa ai requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti non trova applicazione nei rapporti tra privati e, in particolare, nei rapporti tra costruttori-venditori e acquirenti di alloggi, fermi restando gli effetti derivanti da pronunce giudiziali passate in giudicato e la corretta esecuzione dei lavori a regola d'arte asseverata da un tecnico abilitato».
2. Il timbro, inteso come quel particolare della qualità del suono che permette di giudicare diversi due suoni, è quell'attributo della sensazione uditiva che consente all'ascoltatore d'identificare la fonte sonora, rendendola distinguibile da ogni altra.
3. I suoni possono oscurare o nascondere altri suoni. Questo fenomeno è chiamato mascheramento. In fisica acustica esistono delle regole legate a tale fenomeno:
  - i toni puri a frequenze ravvicinate si mascherano l'un l'altro, più dei toni puri a frequenze molto separate;
  - i toni a frequenza più bassa mascherano i toni a frequenza più alta, più efficacemente che viceversa;
  - aumentando l'intensità del tono di mascheramento si amplia la gamma di frequenze che il tono può mascherare;
  - il mascheramento fornito da una banda ristretta di rumore è simile, sotto molti aspetti, al mascheramento fornito da un tono puro;

- il rumore a banda larga maschera i suoni a tutte le frequenze.
4. Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 4: Misurazione in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti.
  5. Dino Abate, Requisiti acustici passivi degli edifici: resoconto delle misurazioni effettuate nel periodo 2000/2007, presentato al 34° Convegno Nazionale dell'Aia, Firenze 13-15 giugno 2007.
  6. Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.
  7. Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale.
  8. Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea.

**Autori:**

Fermo Antonio Mombrini

**A cura di:**

Consorzio POROTON® Italia