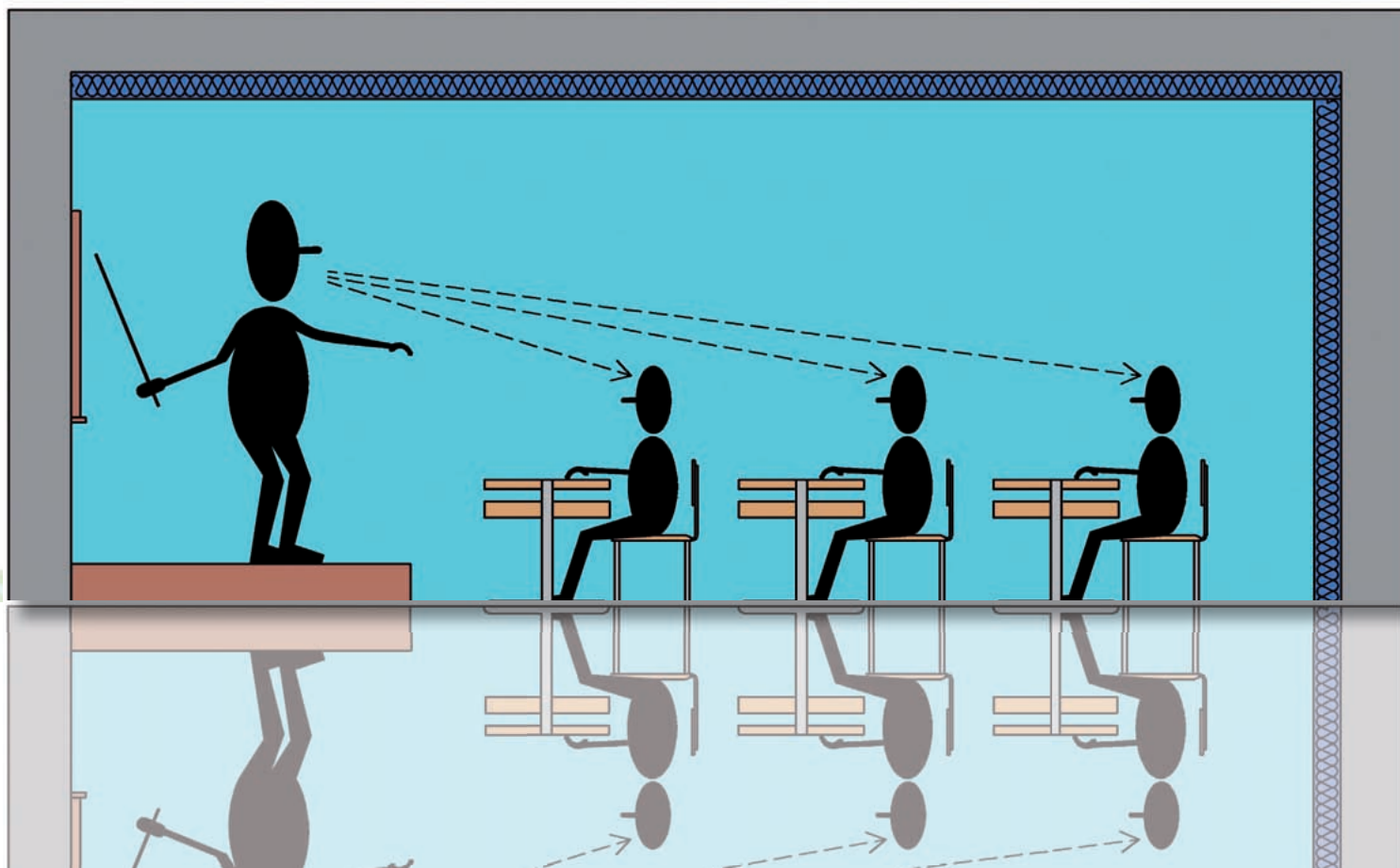


*La correzione acustica delle aule e dei vari ambienti scolastici esistenti è un fatto di primaria importanza affinché l'attività scolastica possa svolgersi nel pieno rispetto delle normative vigenti e della salute di alunni e insegnanti. A tal proposito si riportano una serie di soluzioni il cui scopo è quello di migliorare le prestazioni acustiche di edifici esistenti poco funzionali.*

# LA PAROLA ALLA SCUOLA

## PARTE SECONDA

di Achille Fanzaga



Nell'articolo precedente sono stati focalizzati alcuni importanti aspetti per una corretta progettazione acustica dei nuovi edifici scolastici.

Tuttavia la realtà con cui ci dobbiamo confrontare è composta per la maggior parte da costruzioni realizzate anni addietro, senza riferimenti normativi precisi e con l'utilizzo di sistemi costruttivi / materiali non sempre adeguati.

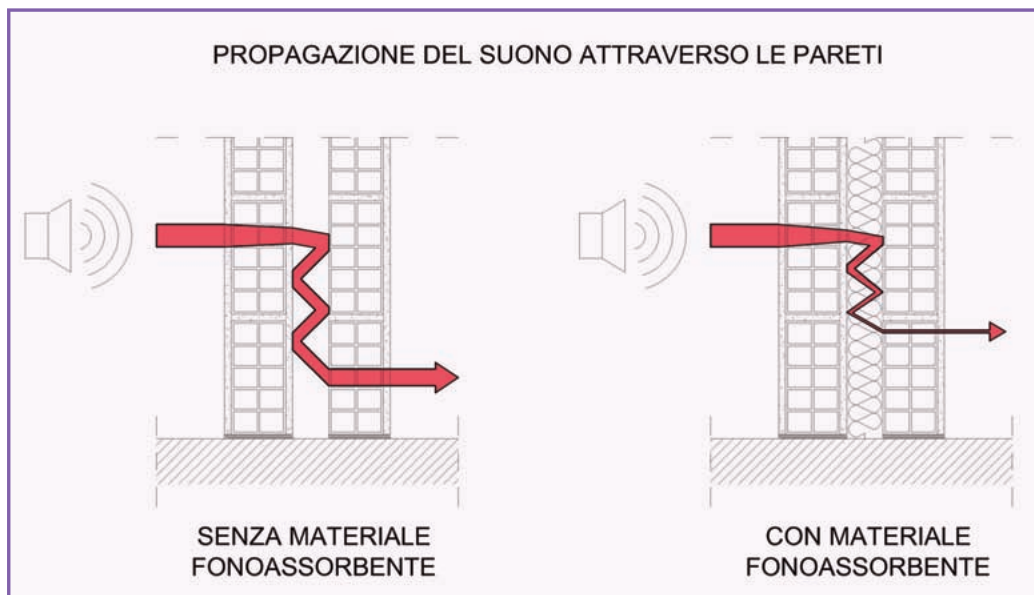
Un approssimativo approccio iniziale nella progettazione e nella costruzione, unito alla scarsa gestione della manutenzione dell'involucro nel corso del tempo, ci ha lasciato in eredità strutture obsolete e non sempre adatte alla funzione che devono svolgere.

Diventano perciò doverosi gli interventi indirizzati ad una riqualificazione puntuale ed intelligente che tenga conto delle migliori soluzioni possibili, senza sottovalutarne i costi.

Si tratterà principalmente di apportare un intervento di correzione acustica all'interno delle aule scolastiche o similari che lo necessitano, al fine di garantire la corretta percezione della parola da parte degli alunni e di facilitare così anche l'operato degli insegnanti che non saranno soggetti ad elevati sforzi vocali.

## Retrofit acustico

Un corretto isolamento acustico di un edificio previsto già in fase progettuale va ad incidere relativamente sui costi, mentre un intervento successivo sull'isolamento acustico delle strutture comporterebbe un aggravio economico oltretutto la riduzione



del volume interno. Il rumore ha la particolarità di essere trasmesso non solo per via diretta, attraverso cioè le pareti o i solai che confinano con le unità immobiliari vicine o con l'esterno, ma anche per via indiretta, ovvero attraverso pareti o solai che non sono direttamente sollecitati dalla sorgente del rumore: quest'ultimi infatti entrano comunque in vibrazione perché legati rigidamente alle partizioni di confine. Perciò l'isolamento molto spesso non riguarderà unicamente pareti e solai perimetrali, ma anche i divisori interni. Un corretto risanamento acustico deve partire dal calcolo del tempo di riverberazione che contribuisce a rendere chiara la percezione della parola in un ambiente chiuso.

Infatti, quando una sorgente di rumore attiva in un locale viene spenta, il livello di pressione sonora presente all'interno

della stanza non si annulla immediatamente. Questo fenomeno è dovuto alle superfici delimitanti l'ambiente stesso che riflettono, in parte, le onde sonore presenti nella stanza, generando una "coda sonora". La capacità di un locale di essere più o meno riverberante dipende dalle sue dimensioni, dalla sua forma e dalla predisposizione delle superfici di assorbire o meno i suoni: ogni superficie infatti assorbe i suoni alle varie frequenze in maniera differente e il tempo di riverberazione di un locale cambia in base alla frequenza considerata.

## Quale soluzione?

In base alla destinazione d'uso dell'ambiente e alle prestazioni acustiche che si vorranno ottenere, si dovrà scegliere il materiale più adatto per raggiungere un tempo di riverberazione ottimale nelle



## L'angolo dell'esperto

Arch. Achille Fanzaga

### Come riconoscere la capacità fonoassorbente di un materiale?

Ogni materiale fonoassorbente è caratterizzato da un determinato coefficiente di assorbimento  $\alpha$ , pari al rapporto tra l'energia sonora assorbita e quella incidente. Il suo valore varia da 0, quando tutta l'energia viene riflessa, a 1, nel caso opposto quando tutta l'energia viene assorbita. E' perciò consigliabile leggere attentamente le caratteristiche del prodotto.



### A cosa è dovuto il principio dell'eco?

Si ha l'eco quando le prime onde sonore intense riflesse raggiungono l'orecchio di chi ascolta dopo 50 ms dall'arrivo del suono diretto. Arrivando dopo tale intervallo di tempo, il suono in questione viene percepito in maniera dannosa e viene udito come una riflessione distinta.

### Mentre il cosiddetto "flutter eco", a cosa è dovuto?

C'è da dire che in presenza di pareti piane e parallele si possono generare riflessioni multiple: quando il suono subisce diverse riflessioni equidistanti nel tempo, tra le due pareti parallele, abbiamo il cosiddetto fenomeno del "flutter eco". Anche questo tipo di eco produce un danno nella cognizione della parola dato che causa forti colorazioni del tono.

diverse bande di frequenza. Gli interventi con materiale fonoassorbente hanno lo scopo di controllare la riflessione dei suoni sulle pareti di un locale e di adattare, in base ad esigenze proprie, il riverbero all'interno dell'ambiente in cui si genera il rumore. Si dovranno perciò scegliere degli opportuni materiali di rivestimento (per la parete, il soffitto o il pavimento), eventualmente anche elementi d'arredo, con specifiche prestazioni fonoassorbenti. Attenzione però a non confondere il

fonoassorbimento con il fonoisolamento! Quest'ultimo infatti ha lo scopo di minimizzare la trasmissione del rumore tra due ambienti, facendo in modo che il rumore prodotto in una stanza non disturbi quella adiacente. Il principio fisico che porta all'assorbimento sonoro è caratterizzato dalla conversione di parte dell'energia incidente in calore. Questa conversione avviene con modalità diverse in base al tipo di materiale o al tipo di sistema utilizzati. Si parlerà perciò di materiali

fonoassorbenti, di risonatori acustici e di pannelli vibranti.

## Materiali fonoassorbenti

Sono materiali caratterizzati da una struttura porosa a celle aperte dissipanti energia per mezzo di fenomeni d'attrito: il movimento delle molecole d'aria all'interno della cavità e la perdita dell'energia a causa dell'attrito con le superfici della cavità stessa, ne determinano l'assorbimento.

Tra i materiali fonoassorbenti ricordiamo la fibra di legno, la fibra di poliestere, le fibre vegetali o animali (per es. la lana di canapa, la fibra di cocco, la lana di pecora, la fibra di cellulosa ...), la lana di legno, la lana di roccia, la lana di vetro, le resine melamminiche, le schiume di poliuretano espanso a celle aperte ecc.

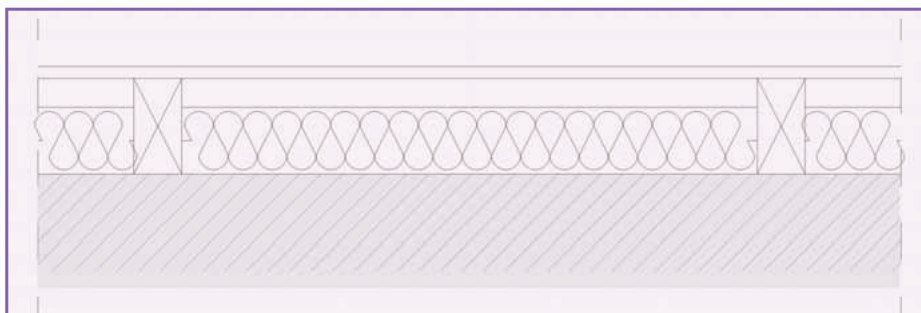
Tuttavia, rivestimenti tessili come la moquette oppure i tendaggi possono essere considerati elementi fonoassorbenti.

Ma perché un materiale sia fonoassorbente è necessario che superi una serie di prove di laboratorio conformi a quanto descritto nella norma UNI EN ISO 354. In particolare, le prestazioni fonoassorbenti di un materiale dipendono dalle caratteristiche proprie (densità, spessore ecc.) e dalla propria posizione rispetto alla partizione da rivestire.

Inoltre l'efficacia di un materiale fonoassorbente è legata anche alla posa dell'elemento stesso sulla partizione che vogliamo andare a correggere.

La sua presenza nell'intercapedine di una parete contribuisce in maniera positiva all'isolamento acustico della struttura in quanto va a limitare eventuali effetti di risonanza interna.

Se posizionato invece come materiale fonoassorbente leggero su una delle facce della parete di un locale è in grado di ridurre in parte il livello di pressione sonora nell'ambiente emittente, ma non contribuisce in maniera significativa al fonoisolamento tra i locali. C'è da dire infine come i materiali fibrosi siano maggiormente effi-



**PANNELLO VIBRANTE**

caci alle alte frequenze, a cui corrispondono le più basse lunghezze d'onda. Mentre le loro prestazioni possono venire fortemente ridotte se le loro superfici vengono trattate con vernici o ricoperte con del materiale non poroso.

## Risuonatori acustici

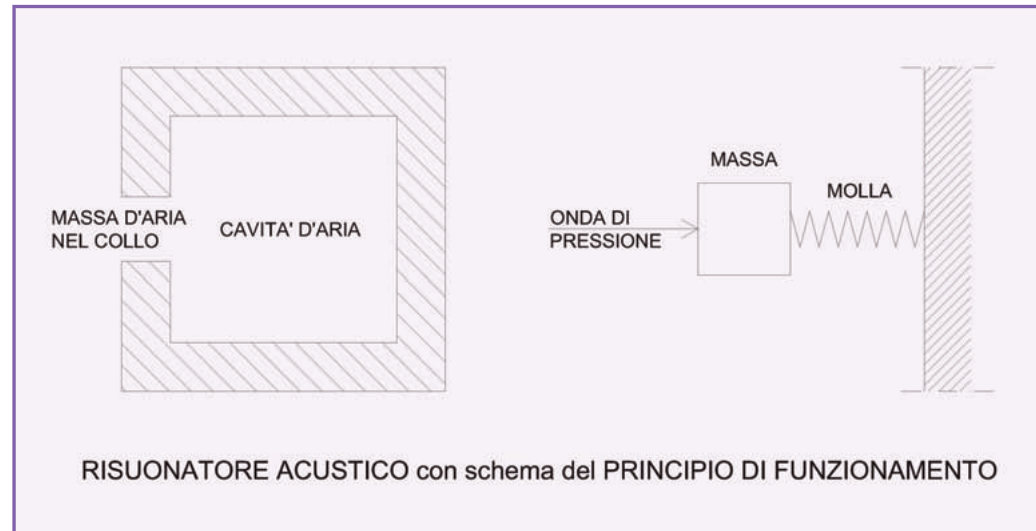
Un risuonatore acustico è formato da una cavità d'aria delimitata da pareti rigide e collegata all'esterno da una stretta apertura chiamata "collo".

L'aria presente nel collo può essere considerata come una massa vibrante, mentre quella presente nella cavità costituisce l'elemento elastico (la "molla"). Nel momento in cui un'onda sonora colpisce il collo, l'aria al suo interno comincia a vibrare e quella presente nella cavità viene sistematicamente compressa. I risuonatori sono caratterizzati da alte prestazioni fonoassorbenti in corrispondenza della frequenza di risonanza del sistema massa-molla e tale frequenza dipende dalle dimensioni geometriche del sistema. Inoltre, la presenza di materiale fonoassorbente nella cavità modifica le prestazioni del risuonatore diminuendo il valore di picco ed aumentando il coefficiente di assorbimento alle frequenze vicine alla frequenza di risonanza.

Un tipico esempio di risuonatori acustici sono i pannelli forati usati nei controsoffitti. La loro frequenza di risonanza è direttamente proporzionale alla percentuale di foratura ed è inversamente proporzionale allo spessore del pannello e alla distanza dal muro. Quest'ultima caratteristica inoltre (la distanza dal muro) è importante affinché il materiale mantenga le proprie prestazioni fonoassorbenti, così come garantito dalle prove di laboratorio. I pannelli forati risonanti assorbono con efficacia le medie frequenze.

## Pannelli vibranti

I pannelli vibranti sono costituiti da sottili pannelli posizionati non troppo lontano da



una parete rigida. Il comportamento che ha il sistema pannello-aria-parete è simile al moto di una massa vibrante (pannello) collegata ad un elemento rigido (parete) attraverso un corpo elastico (aria all'interno dell'intercapedine).

Questi pannelli, impermeabili all'aria (come ad esempio quelli di legno compensato), grazie alla deformazione dinamica del pannello messo in movimento dall'onda sonora incidente, dissipano l'energia sonora.

Anche qui, come per i risuonatori acustici, la presenza di materiale fonoassorbente in intercapedine modifica le prestazioni del sistema stesso.

## Alcuni consigli

Quando si decide di apportare una correzione acustica ad un'aula scolastica è necessario avere un'idea chiara sul risultato che si vuole raggiungere e il tipo di materiale da impiegare, al fine di ottenere un assorbimento efficace del suono.

È importante che questo assorbimento si distribuisca in maniera uniforme all'interno dell'ambiente in questione: se così non fosse si creerebbero delle difformità di natura acustica ed una percezione problematica della parola.

Non secondario è il posizionamento dei materiali fonoassorbenti nelle aule scolastiche che deve tenere in considerazione il possibile danneggiamento da parte degli

studenti: i materiali devono perciò essere posizionati a precise altezze da terra.

Le zone "strategiche" di intervento sono la parete di fondo, il soffitto e la parte alta delle superfici laterali. Inoltre la parte del soffitto in corrispondenza della zona occupata dall'insegnante (che emette il suono / la parola) dovrebbe venire lasciata riflettente al fine di incrementare il livello sonoro verso il fondo della stanza. ♦

