

Acustica architettonica

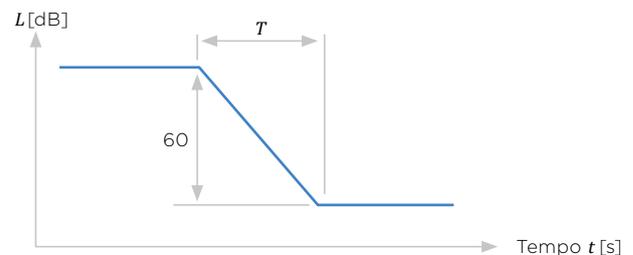
Introduzione alla progettazione acustica

L'acustica architettonica studia il modo in cui il suono si propaga all'interno degli spazi chiusi. Sono infatti in molti a soffrire per le conseguenze di una cattiva acustica ambientale. Essa può provocare un rapido affaticamento o persino la perdita di informazioni all'ascolto di testi impegnativi. Nei locali che presentano un comportamento acustico scadente la capacità di rendimento di una persona è quindi altamente ridotta.

Tempo di riverberazione

Il criterio di acustica architettonica più antico e, altresì, più conosciuto è il tempo di riverberazione. Esso esprime in cifre l'intervallo nel quale, in un locale, si continua a sentire riecheggiare un suono nonostante la sorgente sonora abbia già cessato di emetterlo. Di fatto si tratta del tempo necessario affinché, dopo lo spegnimento della sorgente, il livello di pressione sonora si riduca di 60 dB. Maggiore è il tempo di riverberazione, più a lungo si percepirà il tono all'interno del locale interessato. Se invece il tempo di riverberazione è troppo corto, il suono risulta oltre modo smorzato e non sarà possibile udire toni sufficientemente chiari.

Il tempo di riverberazione di un ambiente è influenzato prevalentemente dalla sua configurazione geometrica, nonché dalla scelta e dalla distribuzione spaziale delle superfici fonoriflettenti e fonoassorbenti. Per la maggior parte delle situazioni costruttive lo si calcola secondo la «formula di Sabine».



$$T = 0,163 \cdot \frac{V}{A}$$

T = tempo di riverberazione [s]

V = cubatura [m^3]

A = area equivalente di assorbimento acustico [m^2]

Figura 18: tempo di riverberazione

Assorbimento acustico

L'assorbimento acustico è il parametro più importante nella realizzazione acustica degli ambienti. Esso descrive la capacità di dissipare l'energia acustica presente in un locale tramite conversione in un'altra forma di energia, laddove il comportamento acustico è determinato da superfici assorbenti e superfici riflettenti. Il comportamento assorbente di un locale è dato dalla sua configurazione

architettonica, dagli arredi di cui è dotato e dall'uso a cui è destinato. Detto comportamento si valuta sulla scorta del coefficiente di assorbimento acustico.

Il coefficiente di assorbimento acustico α indica il rapporto tra l'energia sonora non riflessa da una superficie e quella incidente.

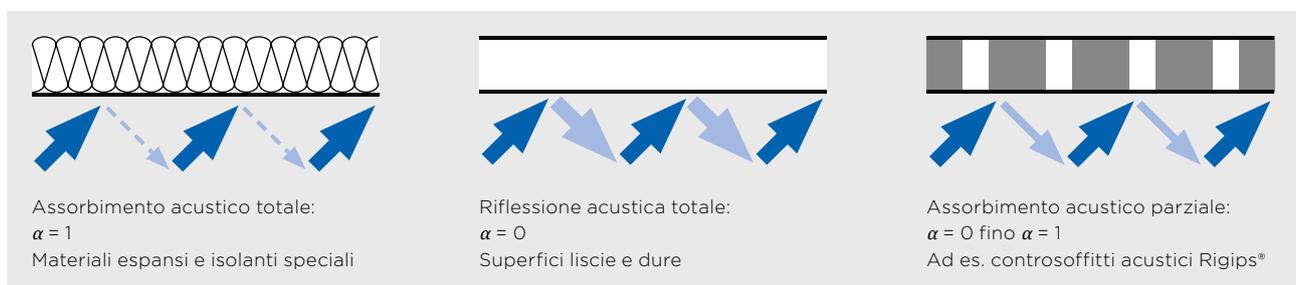


Figura 19: coefficienti di assorbimento acustico per vari tipi di superficie

Moltiplicando il coefficiente di assorbimento acustico α di un materiale per la sua superficie S si ottiene l'area equivalente di assorbimento acustico A .

$$A = \alpha \cdot S [m^2]$$

A = l'area equivalente di assorbimento acustico

α = coefficiente di assorbimento acustico

S = superficie [m^2]

Il coefficiente di assorbimento acustico α_s è il valore della capacità fonoassorbente di un materiale in dipendenza della frequenza e si misura in bande di terzi di ottava mediante prove acustiche conformemente alla norma EN ISO 354.

Il coefficiente di assorbimento acustico pratico α_p è il valore della capacità fonoassorbente dipendente dalla frequenza espresso in bande di ottava. Per determinare α_p si convertono in bande di ottava i valori α_s conformemente alla norma EN ISO 11654.

Esempio di α_p per 250 Hz:

$$\alpha_{p250} = \frac{\alpha_{s200} + \alpha_{s250} + \alpha_{s315}}{3}$$

α_p = coefficiente di assorbimento acustico pratico

α_s = coefficiente di assorbimento acustico in dipendenza della frequenza

Il coefficiente di assorbimento acustico pratico α_p si arrotonda a passi di 0.05 fino a un limite massimo di 1.00.

L'indice di valutazione dell'assorbimento acustico α_w è un valore numerico singolo indipendente dalla frequenza introdotto per esprimere la capacità fonoassorbente di un materiale e si calcola secondo la norma EN ISO 11654. Per determinare l'indice α_w si trasla via via una curva di riferimento sui valori α_p fino a quando la somma degli scarti negativi è ≤ 0.1 . L'indice di valutazione dell'assorbimento acustico α_w corrisponde al valore della curva di riferimento così traslata a 500 Hz.

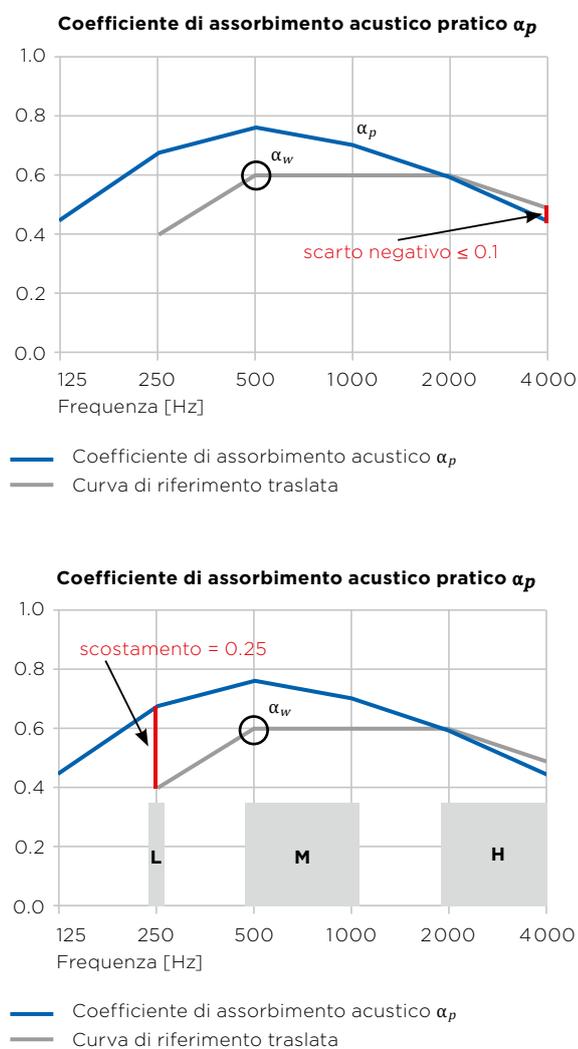


Figura 20: calcolo dell'indice di valutazione dell'assorbimento acustico

L'indice di valutazione dell'assorbimento acustico α_w può essere utilizzato per determinare la classe di assorbimento secondo la norma EN ISO 11654. Tuttavia una classe di fonoassorbimento più alta non garantisce automaticamente un'acustica architettonica migliore.

Classe di assorbimento acustico	Indice di valutazione dell'assorbimento acustico α_w
A	0.90; 0.95; 1.00
B	0.80; 0.85
C	0.60; 0.65; 0.70; 0.75
D	0.30; 0.35; 0.40; 0.45; 0.50; 0.55
E	0.25; 0.20; 0.15
Non classificato	0.10; 0.05; 0.00

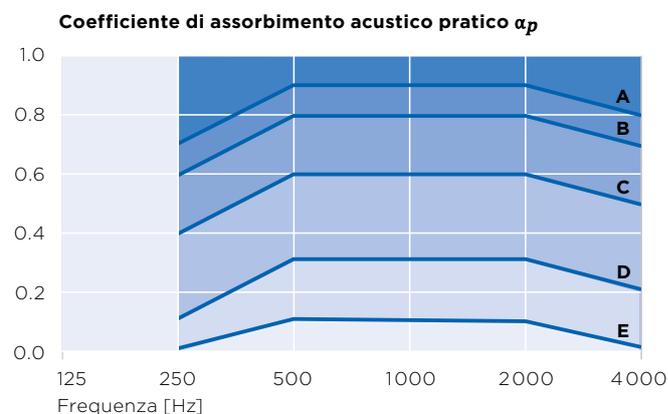


Figura 21: rappresentazione tabellare e grafica delle classi di assorbimento acustico

Fattori che influiscono sul comportamento assorbente

Con l'ampio assortimento di controsoffitti acustici Rigips® si possono soddisfare praticamente tutti i requisiti acustici. Le proprietà fonoassorbenti dei sistemi acustici Rigips® sono influenzate dai fattori esposti al seguito.

Percentuale di foratura

In linea di principio la scelta del tipo di forometria influisce anche sulle proprietà acustiche della struttura sospesa. Di regola, ad esempio, l'incremento della percentuale di foratura porta altresì a un aumento dell'assorbimento acustico. Tuttavia in presenza di percentuali di foratura superiori al 25% i valori cambiano soltanto in misura ridotta. Il grafico che segue riporta il raffronto tra un controsoffitto acustico Rigips® Ambiente con foratura tonda 6/18 e uno con foratura tonda 12/25.

Coefficiente di assorbimento acustico pratico α_p

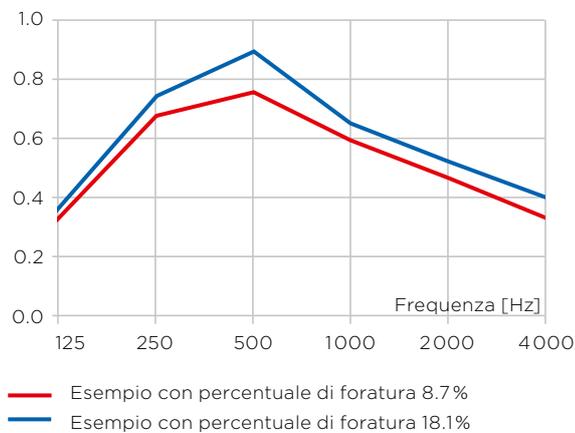


Figura 22: influenza della percentuale di foratura sul comportamento fonoassorbente

Altezza di sospensione / Intercapedine

Oltre alla tipologia dei fori, un'influenza decisiva sulle proprietà acustiche di un soffitto ha anche l'intercapedine. Nel caso di altezze di sospensione contenute (< 100 mm) la curva di assorbimento acustico si sposta in direzione del campo delle medie e alte frequenze. Un incremento dell'altezza di sospensione porta invece all'aumento dell'assorbimento acustico nel campo delle basse frequenze. Questo effetto scompare tuttavia in presenza di altezze di sospensione ≥ 500 mm.

Coefficiente di assorbimento acustico pratico α_p

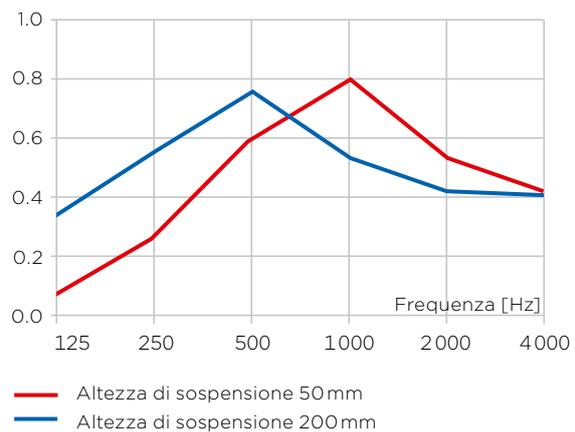


Figura 23: influenza dell'intercapedine d'aria sul comportamento fonoassorbente

Materassino di lana minerale

Tutti i sistemi Rigips® per controsoffitti acustici sono corredati di serie di un velo acustico sul retro del pannello. Detto velo assicura un'acustica ottimale laddove il rumore incidente è dovuto alla voce umana, ad esempio negli uffici, nelle scuole, nelle sale conferenza ecc. Specialmente nel campo delle basse frequenze l'aggiunta di un materassino in lana minerale porta a un miglioramento dell'assorbimento acustico. Per questa ragione nei controsoffitti con altezza di sospensione ridotta e laddove si utilizzino sistemi assorbenti a parete dovrebbe sempre essere predisposto l'inserimento di un tale materassino.

Esempio: Rigiton Ambiente 8/18 Coefficiente di assorbimento acustico pratico α_p

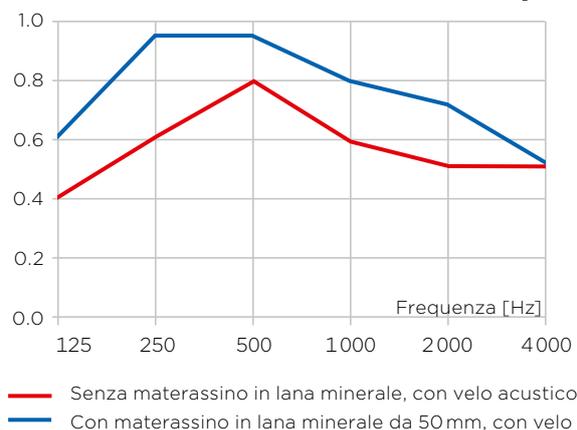


Figura 24: influenza del velo acustico e del materassino in lana minerale sul comportamento fonoassorbente

Progettazione acustica architettonica

In Svizzera i requisiti posti all'acustica architettonica sono regolati dalla norma SIA 181, laddove per una progettazione più dettagliata degli spazi a destinazione d'uso mista si applica la norma DIN 18041. La SIA 181, infatti, contempla unicamente i requisiti acustici richiesti da aule scolastiche e palestre nel rispetto di determinati fattori.

Progettazione secondo SIA 181

La norma SIA 181 regola il normale esercizio nelle aule scolastiche e nelle palestre (senza presenza di pubblico) presupponendo in ciò un minimo di intelligibilità del parlato, ovvero di udibilità, nonché fissando tra l'altro valori nominali del tempo di riverberazione T_{soll} per le aule fino a 500 m^3 e le palestre da 2.000 a 8.500 m^3 . Detti valori nominali valgono per situazioni nelle quali il livello di occupazione di un ambiente corrisponde almeno all'80% di quello normale. La comprova del rispetto di tale tempo di riverbero avviene tramite calcoli secondo la norma EN 12354-6 oppure attraverso misurazioni come da norma EN ISO 3382.

In questo contesto, nell'intervallo di frequenza compreso tra i 100 Hz e i 5.000 Hz i tempi di riverberazione a cui mirare devono trovarsi nel seguente campo di tolleranza (riferito ai valori nominali T_{soll}).

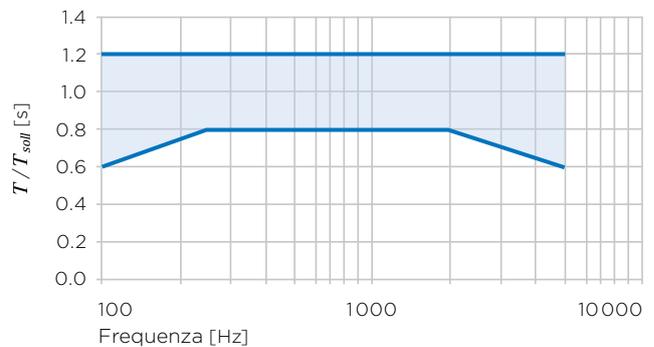


Figura 25: spettro dei tempi di riverberazione a cui mirare per il parlato

Per le palestre, nell'intervallo di frequenza compreso tra i 250 Hz e i 2.000 Hz, il valore nominale T_{soll} non può essere superato di oltre il 20%. Per cubature maggiori a 8.500 m^3 , sempre nell'intervallo di frequenza compreso tra i 250 Hz e i 2.000, si raccomandano valori nominali pari a un massimo di 2,5 s. Sono in ogni caso da preferirsi tempi di riverberazione più brevi.

Progettazione secondo DIN 18041

Nella norma DIN 18041 sono definiti i requisiti acustici e le direttive di progettazione atti ad assicurare l'udibilità (qualità acustica architettonica). Per «udibilità» si intende l'idoneità di un locale alla produzione di determinati fenomeni sonori in dipendenza della sua destinazione d'uso. Tale idoneità si riferisce in prevalenza a un'adeguata comunicazione verbale e a manifestazioni musicali. La norma DIN 18041 attua una suddivisione degli spazi in due diverse tipologie di locali e di destinazioni d'uso: ambienti chiusi del gruppo A (sale conferenza, aule di

tribunali, aule scolastiche, palestre e piscine) per l'udibilità su medie e grandi distanze, nonché ambienti chiusi del gruppo B (locali di vendita, mense, sale operatorie, spazi dedicati al pubblico) per l'udibilità a distanze ridotte.

Negli ambienti del gruppo A il valore nominale del tempo di riverberazione T_{soll} a cui mirare è da calcolarsi in dipendenza della tipologia d'uso e della cubatura effettiva. Le curve dei valori nominali per la musica, il parlato e le lezioni valgono per locali occupati da persone e non vuoti.

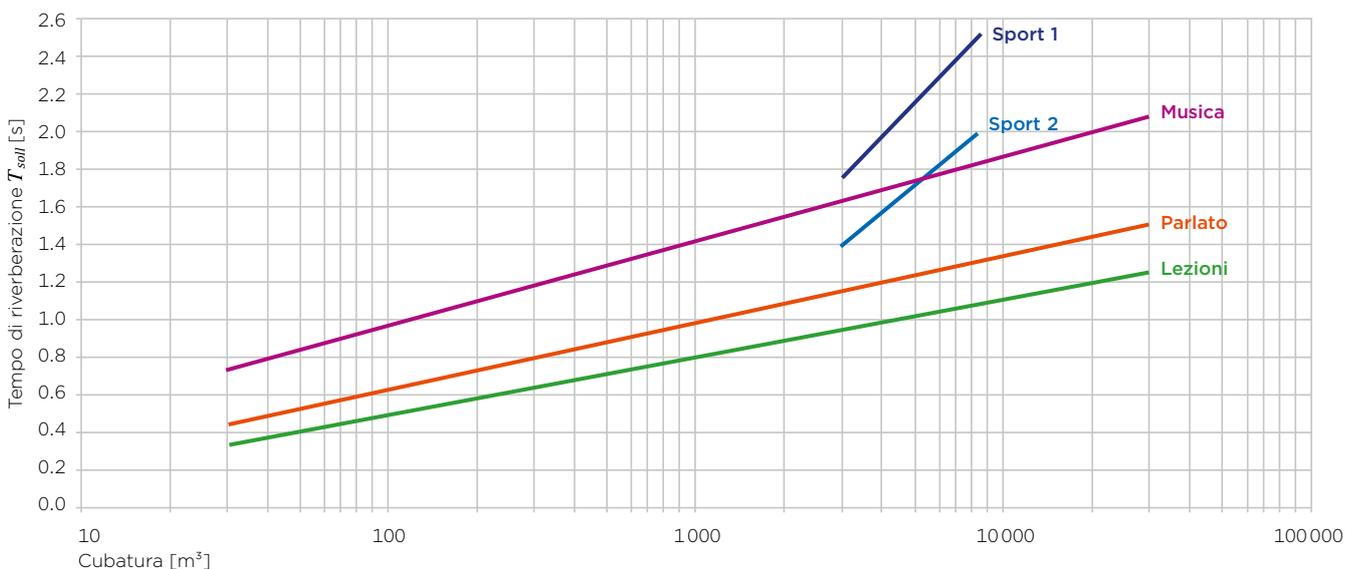


Figura 26: curve dei valori nominali per differenti tipologie d'uso

Sport 1: palestre e piscine senza presenza di pubblico per uso normale e/o insegnamento semplice (una classe o un gruppo sportivo, contenuti comunicativi unitari).

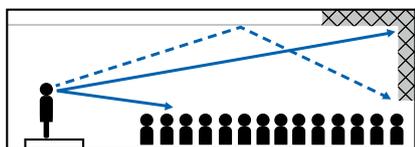
Sport 2: palestre e piscine senza presenza di pubblico per insegnamento plurimo (più classi o gruppi sportivi in parallelo con contenuti comunicativi diversi).

Negli ambienti del gruppo B non è necessariamente richiesto il rispetto di un determinato valore nominale del tempo di riverberazione.

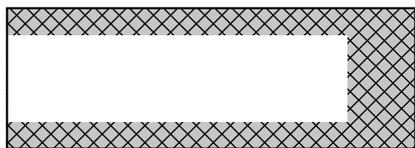
Nella progettazione acustica architettonica degli ambienti piccoli (fino a 250 m^3) oltre alla scelta dei dispositivi assorbenti adatti ha un'importanza decisiva anche la distribuzione spaziale di quest'ultimi. Ad esempio nei locali a pianta rettangolare con pareti piane non interrotte da mobili, scaffali, nicchie finestra o lavagne e bacheche di

grandi dimensioni sussiste il pericolo che, nel caso di soffitti rivestiti completamente con materiali fonoassorbenti, possano comparire fenomeni di eco intermittente. A questo si può ovviare realizzando un cassetto centrale fonoriflettente.

Distribuzione vantaggiosa dei dispositivi assorbenti

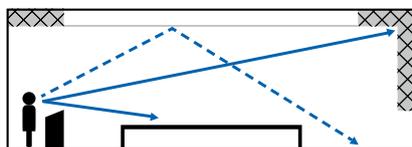


Vista laterale

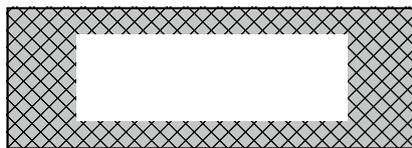


Vista del soffitto (da sotto)

Distribuzione vantaggiosa dei dispositivi assorbenti

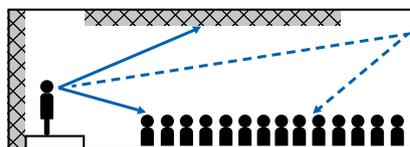


Vista laterale

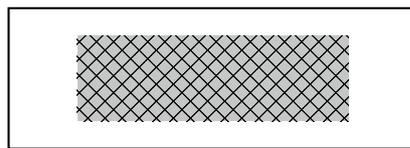


Vista del soffitto (da sotto)

Distribuzione svantaggiosa dei dispositivi assorbenti



Vista laterale



Vista del soffitto (da sotto)

Figura 27: distribuzione dei dispositivi assorbenti negli ambienti chiusi

Negli ambienti di medie dimensioni e nei piccoli padiglioni tra i 250 e i 5.000 m^3 , oltre a studiare la disposizione dei materiali fonoassorbenti, bisogna fare altresì in modo di canalizzare le riflessioni utili e di evitare quelle dannose. Per rinforzare il suono utile in caso di distanze elevate, così da ottenere una migliore intelligibilità del parlato, è

necessario distribuire e orientare in modo adeguato le superfici riflettenti.

Negli ambienti di dimensioni maggiori e di forma più complessa è opportuno far intervenire un progettista specializzato nel settore.

Sintesi dei punti salienti



Comportamento acustico

Il comportamento acustico di un ambiente chiuso è condizionato dalla geometria spaziale dello stesso e dall'interazione di superfici assorbenti e riflettenti

Percentuale di foratura

Più elevata è la percentuale di foratura dei sistemi acustici Rigips®, maggiore sarà anche l'assorbimento acustico

Altezza di sospensione

Un'altezza di sospensione tra i 100 mm e i 500 mm ha un effetto positivo sull'assorbimento acustico nei campi di bassa frequenza

Capacità fonoassorbente

L'aggiunta di un materassino in lana minerale porta a un miglioramento del comportamento fonoassorbente di un controsoffitto acustico
