



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE**



**Carlo Antonio Stival**  
via A. Valerio 6/1  
34127 Trieste  
+390405583489  
cstival@units.it

**ARGOMENTO**

**26**

**3 MAGGIO 2023**

**Benessere, igiene e salute dell'utenza**

**Comfort acustico negli spazi interni**

---

**A. A. 2022-2023**

Laboratorio di **Costruzione dell'Architettura**

Corso di **Tecnologie e soluzioni edilizie**

**per la sostenibilità ambientale**

# Classificazione delle esigenze: BSI (1)

classe	esigenze	requisiti	
<b>BSI.</b> <b>Benessere, igiene e salute dell'utente</b>	Benessere termico degli spazi esterni	BSI.1.1	Riduzione di scambi termici radiativi tra persona e superfici circostanti in periodi di sovrariscaldamento
		BSI.1.2	Aumento di scambi termici radiativi in periodi di sottoriscaldamento
		BSI.1.3	Controllo degli effetti del vento dominante invernale
		BSI.1.4	Controllo degli effetti del vento dominante estivo
	Benessere termico degli spazi interni	BSI.2.1	Controllo adattativo delle condizioni di comfort termico
	Benessere visivo degli spazi esterni	BSI.3.1	Riduzione degli effetti di disturbo visivi
	Benessere visivo degli spazi interni	BSI.4.1	Illuminazione naturale
	Benessere acustico negli spazi esterni	BSI.5.1	Protezione degli spazi d'attività esterni da fonti di rumore esterne agli spazi stessi
	Benessere acustico negli spazi interni	BSI.6.1	Protezione degli spazi interni da fonti di rumore
BSI.6.2		Qualità acustica dell'organismo edilizio	

# 26.1

---

## **Introduzione**

# Elementi essenziali di acustica

Si definisce **suono** l'insieme delle sensazioni percepite dall'orecchio umano generate da corpi in **oscillazione** o in **vibrazione**.

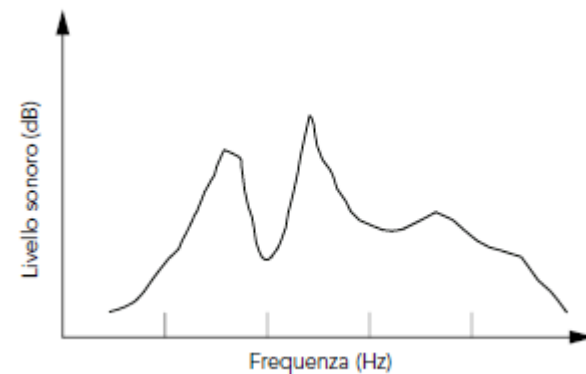
Se un corpo vibrante movimentata le particelle d'aria con cui si trova a contatto, queste iniziano ad oscillare rispetto alla posizione di equilibrio trasferendo il movimento alle particelle a loro vicine, dando origine alla **propagazione del suono**.

Tale continuo spostamento determina una **variazione di pressione** nel mezzo in cui avviene la propagazione.

Si definisce quindi **pressione sonora  $L_p$**  la variazione di pressione rispetto al valore della pressione atmosferica; l'unità di misura di questa grandezza è il decibel (dB).

Come ogni fenomeno di tipo ondulatorio, il suono è definito da una **frequenza  $f$** , da un **periodo  $T$**  e da una **lunghezza d'onda  $\lambda$** . Suoni composti di un'unica frequenza si definiscono **toni puri**.

$$L_p = 10 \cdot \log \left( \frac{p^2}{p_0^2} \right)$$



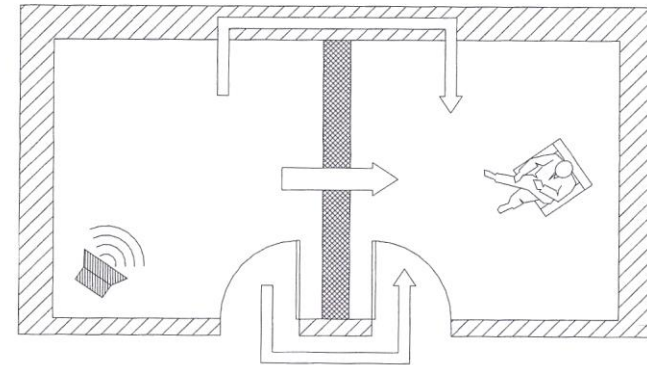
# Elementi essenziali di acustica

Il suono si propaga secondo due modalità:

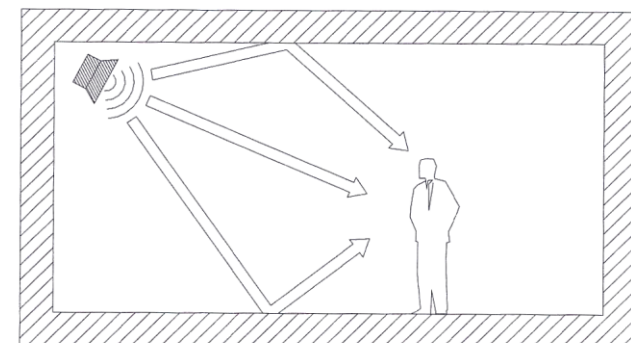
- nell'aria (**rumore aereo**), per vibrazione delle molecole d'aria;
- per impatto (**rumore strutturale**), per cui la struttura è messa in vibrazione dall'impatto con un corpo solido.

Per contenere l'effetto di potenze sonore indesiderate, sono percorribili due strade:

- **fonoisolamento**. L'obiettivo è **ridurre** al minimo la **trasmissione del rumore tra due ambienti**, facendo sì che il rumore prodotto in uno non disturbi il locale adiacente;
- **fonoassorbimento**. Lo scopo è qui il **controllo della riflessione dei suoni** sulle pareti di un locale, adattando a seconda delle esigenze il riverbero all'interno dell'ambiente in cui si genera il rumore.



Fonoisolamento



Fonoassorbimento

# Benessere acustico degli spazi interni

L'esigenza esplicita le richieste di **comfort** dell'utenza in relazione al **clima acustico** complessivo nei locali interni. Per comfort acustico si intende l'insieme delle **condizioni psicofisiche** per il soddisfacimento delle **esigenze acustiche dell'utenza**, dipendenti dalle **sorgenti** sonore, dalle **condizioni ambientali** e dalle **attività svolte** nell'ambiente.

Questa esigenza è declinata in due requisiti:

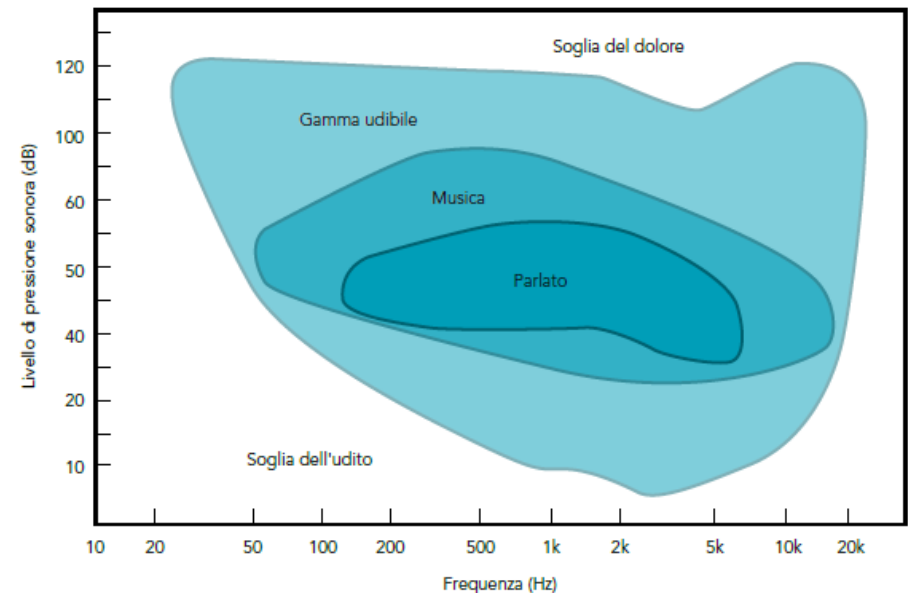
- un requisito «**spaziale**», inerente alla protezione degli spazi interni dal rumore immesso da sorgenti esterne all'edificio, riguardante il sistema ambientale e quindi la disposizione degli spazi stessi;
- un requisito «**tecnologico**», inerente alla limitazione degli effetti di rumore nell'organismo edilizio, riguardante invece le caratteristiche del sistema tecnologico, in termini di «isolamento acustico» e controllo del livello di rumore immesso.



# Benessere acustico degli spazi interni

Nella scala logaritmica del livello di pressione sonora, si evidenziano alcuni **valori significativi** di livello:

- **65 dB(A)**, al di sotto del quale i rumori producono un **disturbo** principalmente di tipo **psicologico** nella maggior parte degli individui; possono essere associati effetti fisici indiretti di **stress fisico e mentale**;
- **90 dB(A)**, valore che può comportare **danni permanenti** all'udito qualora vengano svolte, in presenza di sorgenti tali, **attività prolungate** per qualche anno;
- **100 dB(A)**, livello che porta ad una **compromissione temporanea della capacità uditiva** per periodi di **esposizioni brevi**; esposizioni prolungate possono compromettere irreparabilmente gli organi uditivi;
- **120 dB(A)**, raggiunto il quale si prova **dolore**; al di sopra di tale livello, si può manifestare la perdita pressoché istantanea dell'udito.



# 26.2

---

## **Legislazione sul benessere acustico**



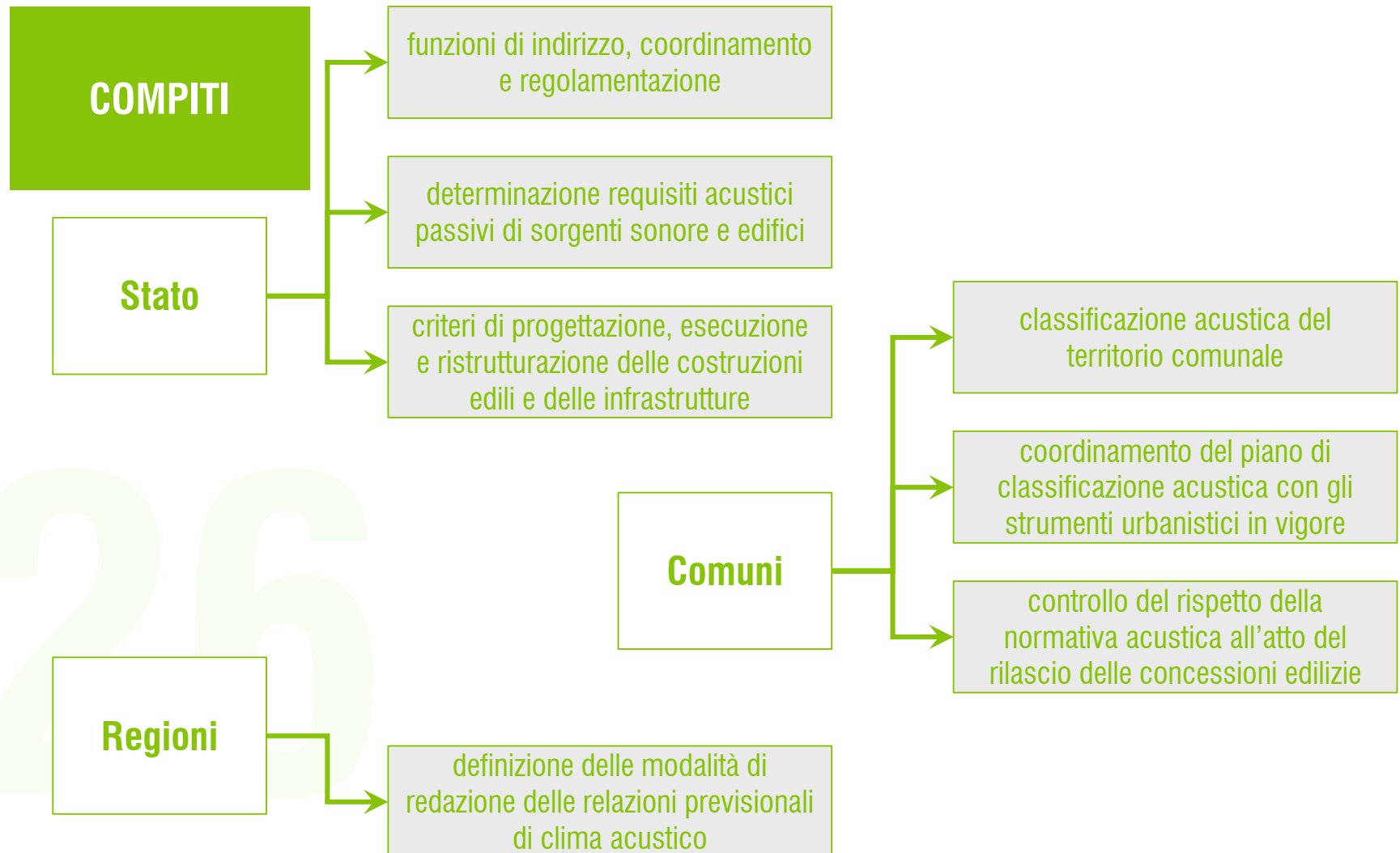
# Legge Quadro

La **Legge 26 ottobre 1995, n. 447**:

- definisce i **termini** utilizzati in materia di **inquinamento acustico**;
- fissa le **competenze** di Stato, Regioni, Province e Comuni;
- ripartisce le **funzioni** di **controllo** e **vigilanza**;
- fornisce alcune indicazioni per i **piani comunali** di **risanamento acustico**, per il **clima acustico** ed i **requisiti acustici passivi degli edifici**;
- definisce un **tecnico competente in acustica** come una figura professionale idonea a effettuare misurazioni, verificare la rispondenza ai valori fissati dalla normativa, redigere piani di risanamento acustico, secondo precisati requisiti per il riconoscimento.

Tema	Normativa specifica
Legge quadro	L. 26 ottobre 1995, n. 447
	D. P. C. M. 14 novembre 1997
Limiti	D. Lgs. 30 aprile 1992, n. 205 e s.d.a. D. Lgs. 4 settembre 2002, n. 262
Tecnici competenti	D. P. C. M. 31 marzo 1998 D. M. 16 marzo 1998
Strade	D. P. R. 30 marzo 2004, n. 142 D. M. 29 novembre 2000
Aeroporti	D. M. 31 ottobre 1997 D. P. R. 11 dicembre 1997, n. 496 D. M. 20 maggio 1999
Ferrovie	D. Lgs. 17 gennaio 2005, n. 13 D. P. R. 18 novembre 1998, n. 459
Edifici	D. P. C. M. 5 dicembre 1997
Criteri differenziali	D. M. 11 dicembre 1996

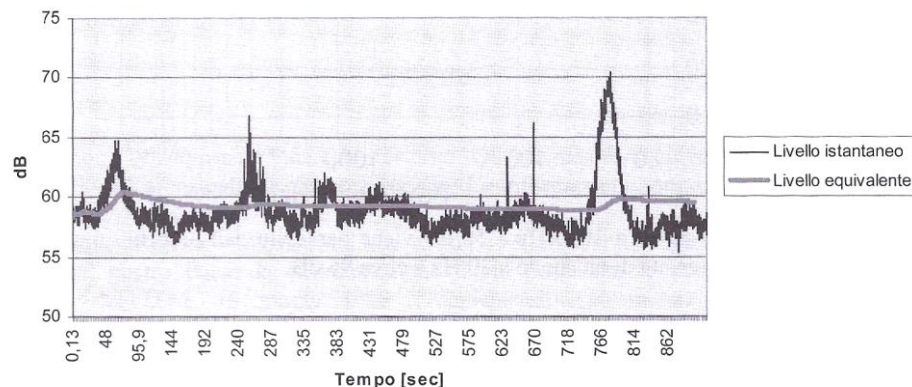
# Legge Quadro



# Valori limite delle sorgenti sonore

Il **D.P.C.M. 14/11/1997** fornisce la **definizione** dei **valori limite** da impiegarsi nelle valutazioni acustiche:

- Valore limite di **emissione**, valore **massimo** di rumore che può essere **emesso da una sorgente** (impianti tecnici di edifici, infrastrutture di trasporto, parcheggi, aree per attività sportive e ricreative).
- Valore limite di **immissione**, valore **massimo** di rumore che può essere **immesso** da una o più sorgenti sonore **nell'ambiente abitativo** o nell'ambiente esterno; esso si differenzia in assoluto e differenziale.
- Valore di **attenzione**, rumore che segnala la **presenza** di un **potenziale rischio** per la salute umana o per l'ambiente (il superamento comporta l'adozione di un piano di risanamento).
- Valore di **qualità**, obiettivo da conseguire nel breve, medio e lungo periodo; la classificazione in zone è funzione dell'applicazione dei valori di qualità.



# Valori limite delle sorgenti sonore

## CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO

1	Aree <b>particolarmente protette</b> : rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione (aree <b>ospedaliere</b> , scolastiche, aree destinate al <b>riposo</b> e allo <b>svago</b> , aree residenziali rurali, aree di particolare <b>interesse urbanistico</b> , <b>parchi pubblici</b> , etc.)
2	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con <b>bassa densità di popolazione</b> , con limitata presenza di attività commerciali ed <b>assenza di attività industriali e artigianali</b>
3	Aree di tipo misto: aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con <b>media densità di popolazione</b> , con presenza di attività commerciali, uffici, con <b>limitata presenza di attività artigianali</b> e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici
4	Aree di <b>intensa attività umana</b> : aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con <b>elevata presenza di attività commerciali ed uffici</b> , con presenza di attività artigianali; aree in <b>prossimità</b> di strade di grande comunicazione e di <b>linee ferroviarie</b> ; <b>aree portuali</b> , aree con limitata presenza di piccola industrie
5	Aree <b>prevalentemente industriali</b> : rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni
6	Aree <b>esclusivamente industriali</b> : rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

# Valori limite delle sorgenti sonore

## VALORI LIMITE DI EMISSIONE

Classe di destinazione d'uso	Limite diurno (06:00 - 22:00)	Limite notturno (22:00 - 06:00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

# Valori limite delle sorgenti sonore

## VALORI LIMITE DI IMMISSIONE

Classe di destinazione d'uso	Limite diurno (06:00 - 22:00)	Limite notturno (22:00 - 06:00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

# Requisiti acustici passivi

Il **D.P.C.M. 5/12/1997** definisce:

- i **requisiti acustici passivi degli edifici** e dei loro **componenti**;
- i requisiti acustici minimi delle **sorgenti sonore interne degli edifici**, ossia gli **impianti** a funzionamento continuo e discontinuo.

Il **tempo di riverberazione** è una grandezza che fa riferimento agli ambienti chiusi. Misura il **tempo necessario** affinché si abbia una **riduzione di 60 dB** del **livello di pressione sonora  $L_p$**  rispetto al livello **valutato** alla **cessazione della sorgente di rumore**.

$$L_p = 10 \cdot \log \left( \frac{p^2}{p_0^2} \right)$$



# Requisiti acustici passivi

**POTERE  
FONOSOLANTE  
APPARENTE  
DEGLI ELEMENTI DI  
SEPARAZIONE  
 $R'$**

Tale grandezza definisce le proprietà di isolamento acustico tra elementi di separazione fra due ambienti.

Con il termine “apparente” si intende “misurato in opera”, prevedendo quindi tutta la potenza sonora che perviene all’ambiente.

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log\left(\frac{S}{A}\right)$$

$L_1$  livello di pressione sonora  
ambiente sollecitante

$L_2$  livello ambiente ricevente

$S$  superficie partizione interna

$A$  superficie ambiente ricevente

**ISOLAMENTO  
ACUSTICO  
STANDARDIZZATO DI  
FACCIATA  
 $D_{2m,n,T}$**

È una grandezza che stabilisce le proprietà isolanti di una chiusura che separa l’ambiente interno da quello esterno.

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \cdot \log\left(\frac{T}{T_0}\right)$$

$L_1$  livello di pressione sonora  
a 2 m dalla facciata

$T_0$  0,5 secondi, tempo di riferimento

$T$  tempo di riverberazione



## Requisiti acustici passivi

LIVELLO DI RUMORE  
DA CALPESTIO DI  
SOLAI  
 $L'_n$

Definisce il livello di rumore definito per via strutturale che interessa il complesso pavimento-solaio.

LIVELLI MASSIMO E  
CONTINUO  
EQUIVALENTE DI  
PRESSIONE SONORA  
 $L_{ASmax}$  E  $L_{Aeq}$

Sono, rispettivamente, il valore massimo del livello istantaneo di pressione sonora misurato durante l'evento sonoro per un impianto discontinuo, e il valore medio energetico del livello di pressione sonora prodotta da un impianto continuo.

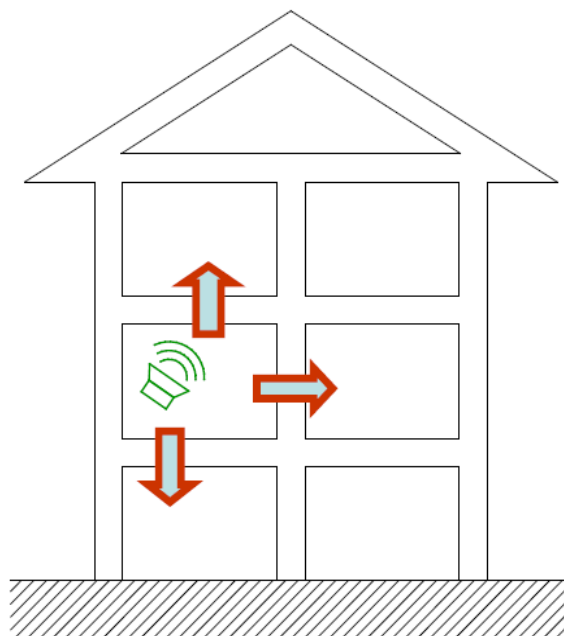
# Requisiti acustici passivi

**INDICE DEL POTERE  
FONOSOLANTE  
APPARENTE**  
 $R'_w$

Il potere fonoisolante apparente, indicato con  $R'$ , è il parametro che definisce le proprietà di isolamento acustico tra elementi di separazione fra due ambienti, mettendo in relazione:

- la potenza sonora incidente sull'elemento di separazione;
- la potenza sonora trasmessa all'ambiente ricevente attraverso l'elemento di separazione;
- quella trasmessa attraverso gli elementi laterali.

26



# Requisiti acustici passivi

## INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO STANDARDIZZATO DI FACCIATA

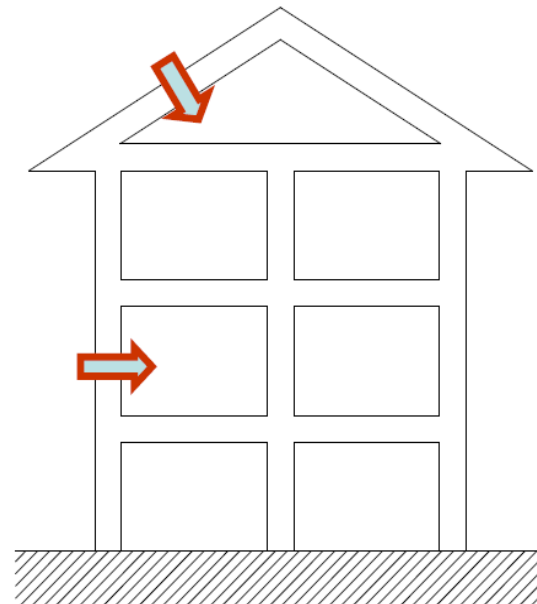
$D_{2m, nT, W}$

È valutato attraverso l'indicatore di isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, parametro indicato con  $D_{2m, nT}$ : la grandezza che rappresenta la differenza tra il livello di pressione sonora all'esterno, alla distanza di 2 metri dalla facciata, ed il livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente, corrispondente ad un valore di riferimento del tempo di riverberazione.



“2m” significa misurato in esterno a 2 metri dalla facciata

“nT” significa che il valore è stato corretto rispetto al tempo di riverberazione

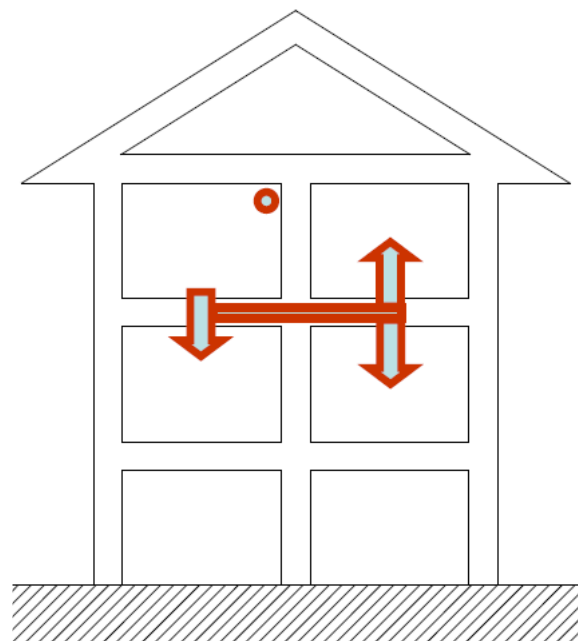


# Requisiti acustici passivi

## INDICE DEL LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO

$L_{n,w}$

Il terzo requisito acustico passivo negli organismi edilizi si riferisce ai rumori da calpestio. Il parametro caratterizzante è il livello di pressione sonora da calpestio normalizzato ( $L_n$ ). L'indice di valutazione del livello di pressione sonora da calpestio normalizzato ( $L_{n,w}$ ) è determinabile in laboratorio o in opera, ma è anche stimabile con metodi empirici.



26

# Requisiti acustici passivi

## LIVELLO MASSIMO DI RUMORE DA IMPIANTI

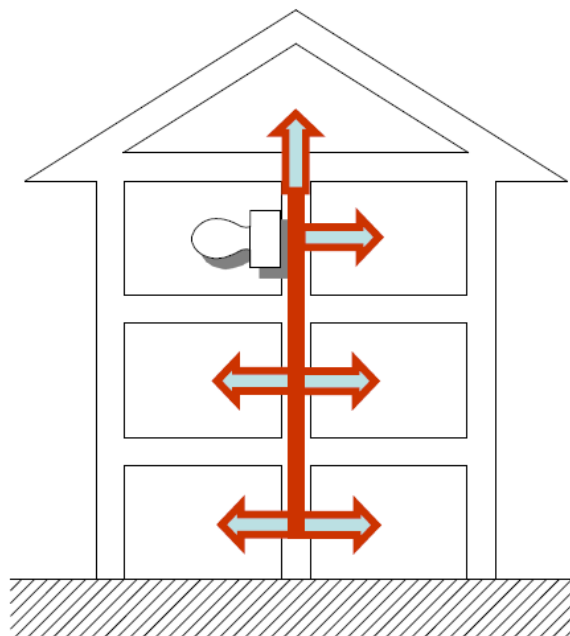
$$L_{AS, \max}$$
$$L_{A, eq}$$

Per quanto riguarda i sistemi tecnici, essi vengono distinti in:

- impianti a funzionamento discontinuo (ascensori, impianti sanitari);
- impianti a funzionamento continuo (condizionamento ed aerazione).

Gli indici di valutazione considerati sono:

- il valore massimo  $L_{AS, \max}$  del livello istantaneo di pressione sonora misurato durante l'evento sonoro nell'ambiente più sollecitato;
- il valore medio energetico  $L_{A, eq}$  del livello di pressione sonora prodotta da un impianto continuo nel medesimo ambiente.



26

# Valori limite delle sorgenti sonore

## VALORI LIMITE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI

Categorie di edifici	$R'_w$	$D_{2m, nT, w}$	$L_{n,w}$	$L_{AS,max}$	$L_{A,eq}$
ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55	45	58	35	25
residenze; alberghi, pensioni ed attività assimilabili	50	40	63	35	35
attività scolastiche e assimilabili	50	48	58	35	25
uffici e assimilabili; attività ricreative o di culto e assimilabili; attività commerciali e assimilabili	50	42	55	35	35

# Valori limite delle sorgenti sonore

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997, che definisce ancora oggi le prestazioni acustiche minime degli organismi edilizi, presenta un **quadro normativo** non esente da **criticità**:

- 1) non c'è **correlazione** con la **classificazione acustica** del territorio comunale prevista dalla Legge Quadro sull'inquinamento acustico;
- 2) non sono illustrati i **criteri** inerenti le fasi di **progettazione** e **costruzione** degli organismi edilizi;
- 3) il parametro  $R'_w$  deve essere valutato tra differenti "**unità immobiliari**", mentre per le altre grandezze si fa riferimento agli "**ambienti abitativi**";

- 4) non vengono definite le modalità di **applicazione** del Decreto in presenza di **diverse tipologie di intervento edilizio** (nuova costruzione, ristrutturazione totale o parziale, interventi sugli impianti tecnici);
- 5) l'applicazione del decreto agli **edifici caratterizzati** da **destinazioni d'uso diverse** (promiscui) non è regolamentata;
- 6) pur citando l'**obbligatorietà della verifica in opera** dei requisiti acustici passivi, **non ne vengono esplicitate le modalità**.

26

# 26.3

---

## **Protezione degli spazi interni da fonti di rumore**



# Qualità acustica dell'edificio

La **qualità acustica** di un organismo edilizio deve essere affrontata già in **sede metaprogettuale**, in quanto alcune **scelte tipologiche** influenzano il comportamento acustico globale dell'edificio.

La ricerca delle condizioni atte a garantire un elevato comfort acustico deve necessariamente riferirsi innanzitutto ad un'**analisi conoscitiva** dello stato dell'area esterna. Tale azione può esplicitarsi con un'azione di **monitoraggio** volta a descrivere il livello di rumore, oppure **individuando** le **sorgenti di rumore** rilevanti poste entro un raggio congruo dal sito d'intervento (tipicamente 500 metri). Particolare rilevanza, in questo caso, assume l'analisi di **insediamenti residenziali prossimi** ad edifici che ospitano **attività produttive** o **industriali** in genere.



# Qualità acustica dell'edificio

## VALUTAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO: INDICAZIONI PROGETTUALI

1

Localizzate le sorgenti di rumore presenti all'esterno, rispetto all'orientamento e al posizionamento dei volumi occorre situare l'edificio alla massima distanza dalla sorgente di rumore, sfruttando l'effetto di ostacoli naturali ed artificiali.

2

È opportuno, soprattutto per volumi poco articolati, posizionare i locali che manifestano i requisiti più stringenti in termini di quiete sul lato dell'edificio meno esposto al rumore esterno.

3

È opportuno schermare le sorgenti di rumore con barriere artificiali con funzioni di schermatura, sfruttando la morfologia del terreno e la clivometria; meno efficace è il ricorso alla vegetazione.

4

Il benessere acustico negli ambienti indoor dipende essenzialmente dal grado di esclusione dei rumori provenienti dall'esterno che l'edificio può garantire. La riduzione del rumore avviene più efficacemente operando puntualmente all'origine del rumore, per via aerea (localizzazione opportuna degli spazi funzionali, barriere acustiche, isolamento acustico) e per via strutturale (massa superficiale, isolamento acustico, uso di strati funzionali resilienti).

# Geometria e fronti dell'edificio

È opportuno, se la **geometria del lotto** e l'inserimento dello stesso nel contesto lo consentono, **disporre** i diversi **spazi** in base alle **sollecitazioni acustiche** (sorgenti sonore) presenti ai lati del lotto.

Un organismo edilizio costituito da un **volume singolo** e **poco articolato** (ad esempio un tipo edilizio in linea o a blocco), isolato, comporta due necessità:

- **ridurre** la **superficie d'involucro esposta** alla sorgente;
- **allontanare**, per quanto possibile, gli **ambienti** bisognosi di maggior **quiete** dalla posizione della **sorgente**.

Forme più articolate rendono più complessa la previsione del comportamento acustico. Ad esempio possono insorgere **fenomeni di riflessione** del suono tra fronti paralleli di due organismi edilizi, o manifestarsi condizioni di comfort acustico più elevato in alcune porzioni dell'organismo rispetto ad altre.



# Geometria e fronti dell'edificio

## EDIFICIO ISOLATO, A PREVALENTE DESTINAZIONE D'USO RESIDENZIALE

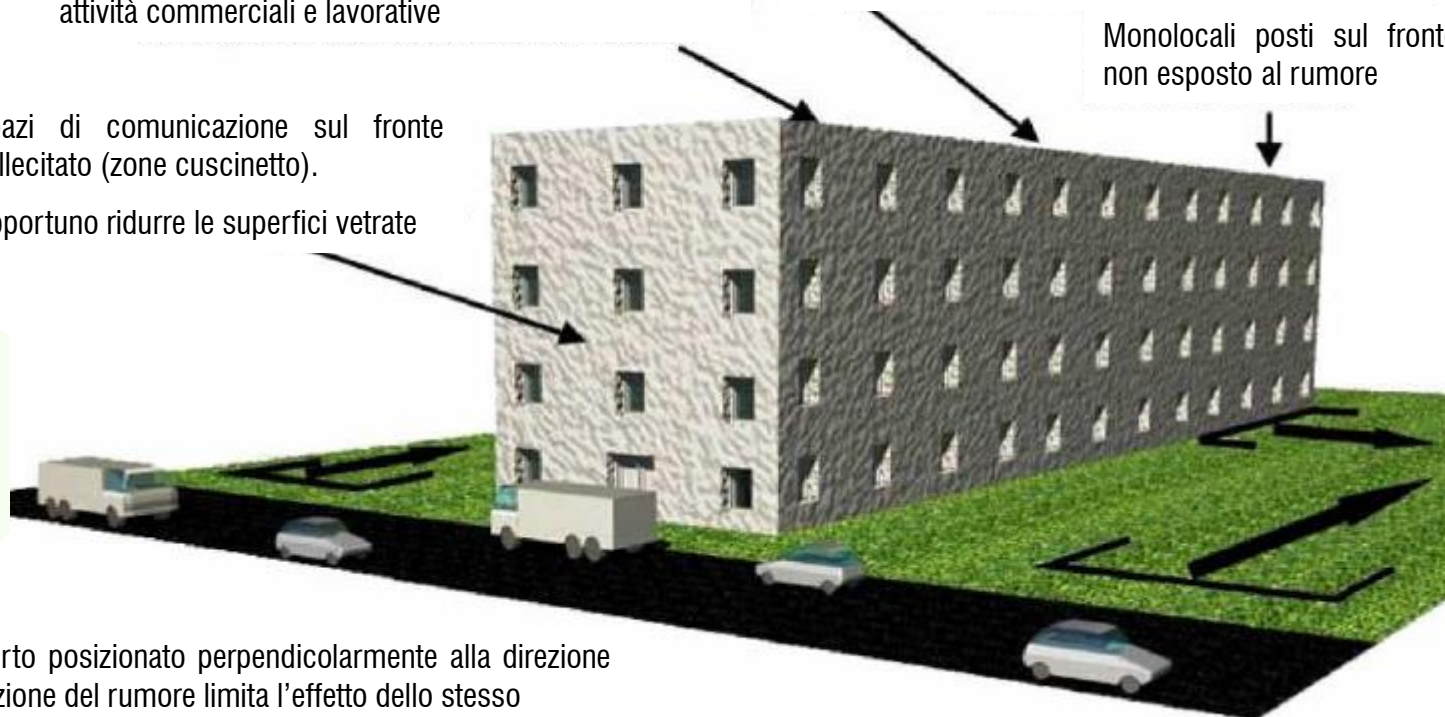
Ambienti con media necessità di privacy (cucine e bagni) anche vicine al fronte rumoroso, così come attività commerciali e lavorative

Ambienti con forte necessità di privacy maggiormente distanti dal fronte rumoroso

Monocalci posti sul fronte non esposto al rumore

Spazi di comunicazione sul fronte sollecitato (zone cuscinetto).

Opportuno ridurre le superfici vetrate



Il fronte corto posizionato perpendicolarmente alla direzione di propagazione del rumore limita l'effetto dello stesso

# Geometria e fronti dell'edificio

Una certa **conflittualità** tra requisiti legati al **comfort acustico** e di **illuminazione naturale** emerge negli organismi edilizi disposti secondo un impianto distributivo a **corte**: infatti la disposizione di ambienti bisognosi di **privacy** e **quiete** sui fronti interni ne riduce la fruizione della luce naturale. La conflittualità diventa irrisolvibile con alloggi del tipo a **monocale**, per i quali, non potendo venir meno uno standard di qualità per l'illuminazione naturale, sarà necessario affidare il raggiungimento di condizioni di comfort acustico al **fonoisolamento di facciata**.



Edificio a forma complessa: il primo blocco manifesta una limitata esposizione, il secondo offre una superficie maggiore ma è arretrato rispetto al fronte stradale



Edificio a corte: ridotta esposizione al rumore ma possibile riflessione del suono nella corte

Edificio a corte: esposizione diretta al rumore ma possibile riduzione del livello sonoro nella corte

Organismo complesso su due blocchi: esposizione diretta alla sorgente sonora contenuta grazie all'inclinazione

# Geometria e fronti dell'edificio

## RAPPORTO CON SORGENTI SONORE ESTERNE: INDICAZIONI PROGETTUALI

1

attribuzione di un elevato grado di fonoisolamento ai fronti esposti alla sorgente sonora (involucro opaco e trasparente)

2

riduzione, per quanto possibile, delle superfici vetrate caratterizzate da un ridotto indice del potere fonoisolante apparente ( $33 \div 35$  dB) e di logge che prevedano rivestimenti con un ridotto coefficiente di assorbimento acustico

3

arretramento, secondo la configurazione del lotto, dei fronti dell'edificio rispetto alle sorgenti lineari di rumore



# Geometria e fronti dell'edificio

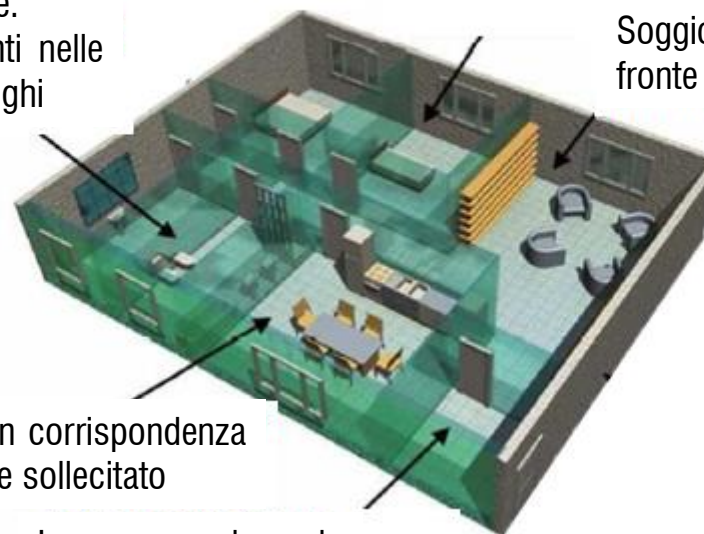
In edifici in cui sono presenti **più unità immobiliari** (residenze plurifamiliari o edifici commerciali), il comfort acustico può essere incrementato privilegiando **l'inserimento** delle **aperture sui fronti meno esposti** alle sorgenti di rumore.

Si evince che i **locali notturni** debbano **affacciarsi** su un **fronte non esposto** alla sorgente di rumore. Alla stessa stregua, sul **fronte** maggiormente **sollecitato** dovrebbero essere situati i **locali di servizio**.

Bagni posizionati sul fronte più esposto alle sorgenti sonore. Alloggiamento degli impianti nelle partizioni tra ambienti analoghi

Zona notte collocata sul fronte con maggior quiete. Accoppiamento con le zone notte di altre unità immobiliari

Soggiorno collocato sul fronte con maggior quiete



Cucina in corrispondenza del fronte sollecitato

Ingresso con bussola

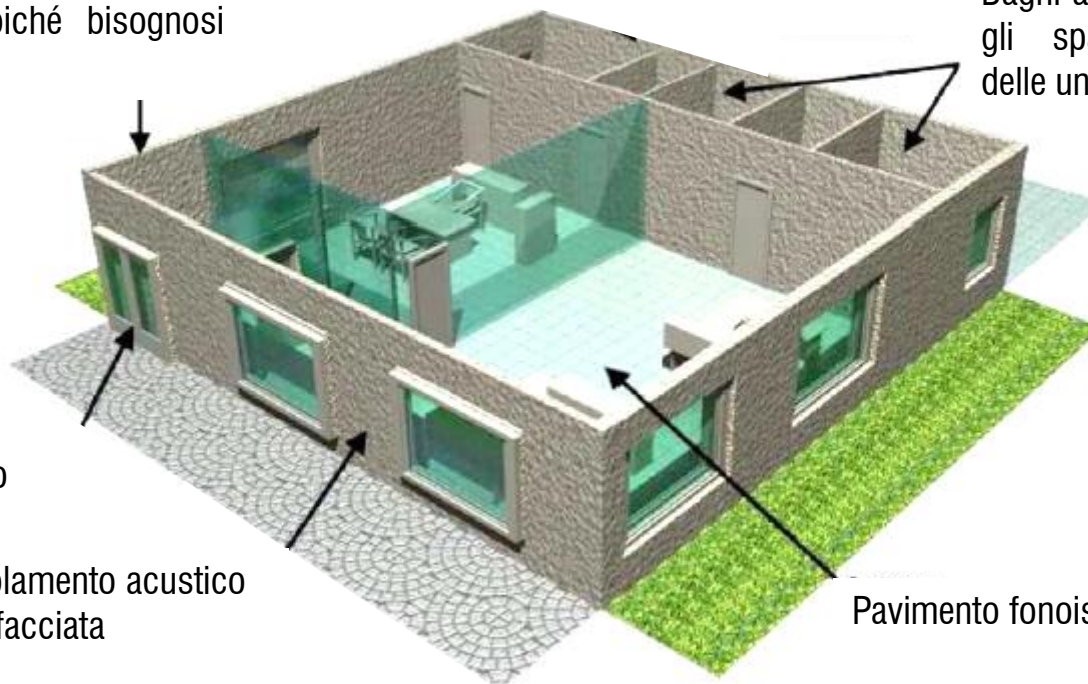
In termini di organizzazione del layout spaziale, la ricerca delle condizioni per il comfort acustico può comportare **conflittualità** a rispondere ai **requisiti relativi al comfort termico** e alla **disponibilità della luce solare**.

# Destinazioni d'uso

## EDIFICIO AD USO UFFICI

Uffici disaccoppiati da attività commerciali e locali pubblici, poiché bisognosi di privacy

Bagni accoppiati con gli spazi analoghi delle unità limitrofe



Ingresso doppio

Isolamento acustico di facciata

Pavimento fonoisolante

La realizzazione di un ingresso fisicamente delimitato dagli spazi collettivi (bussola), che consenta di ridurre il livello di rumore proveniente dagli spazi di comunicazione e di servizio comuni all'organismo, può essere resa di difficile attuazione poiché si tratta di ridurre la superficie utile di uno spazio di fascia primaria.



# Destinazioni d'uso

## EDIFICIO AD USO COMMERCIALE

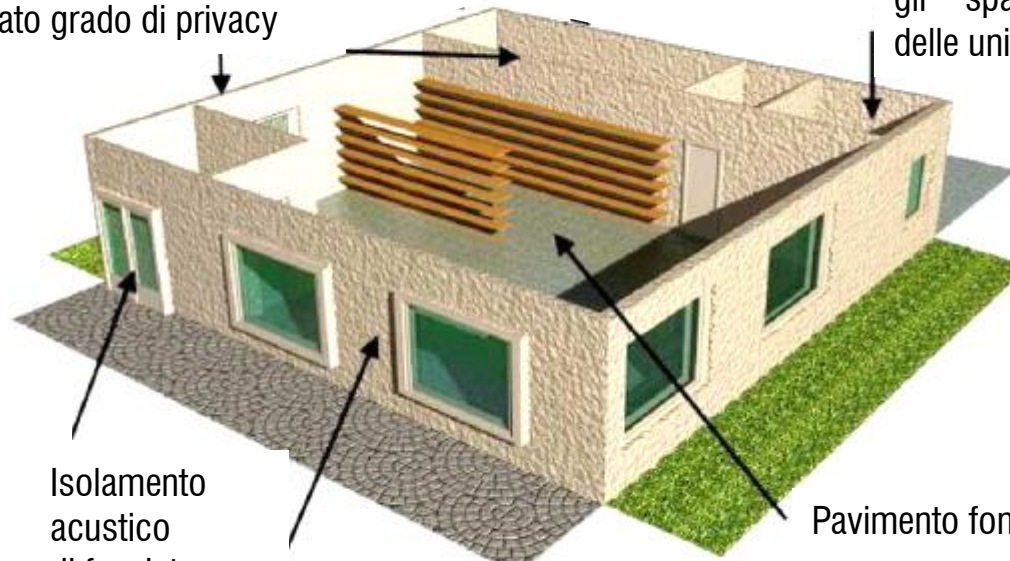
Evitare l'accostamento di ambienti commerciali ad ambienti che richiedono elevato grado di privacy

Bagni accoppiati con gli spazi analoghi delle unità limitrofe

Ingresso doppio

Isolamento acustico di facciata

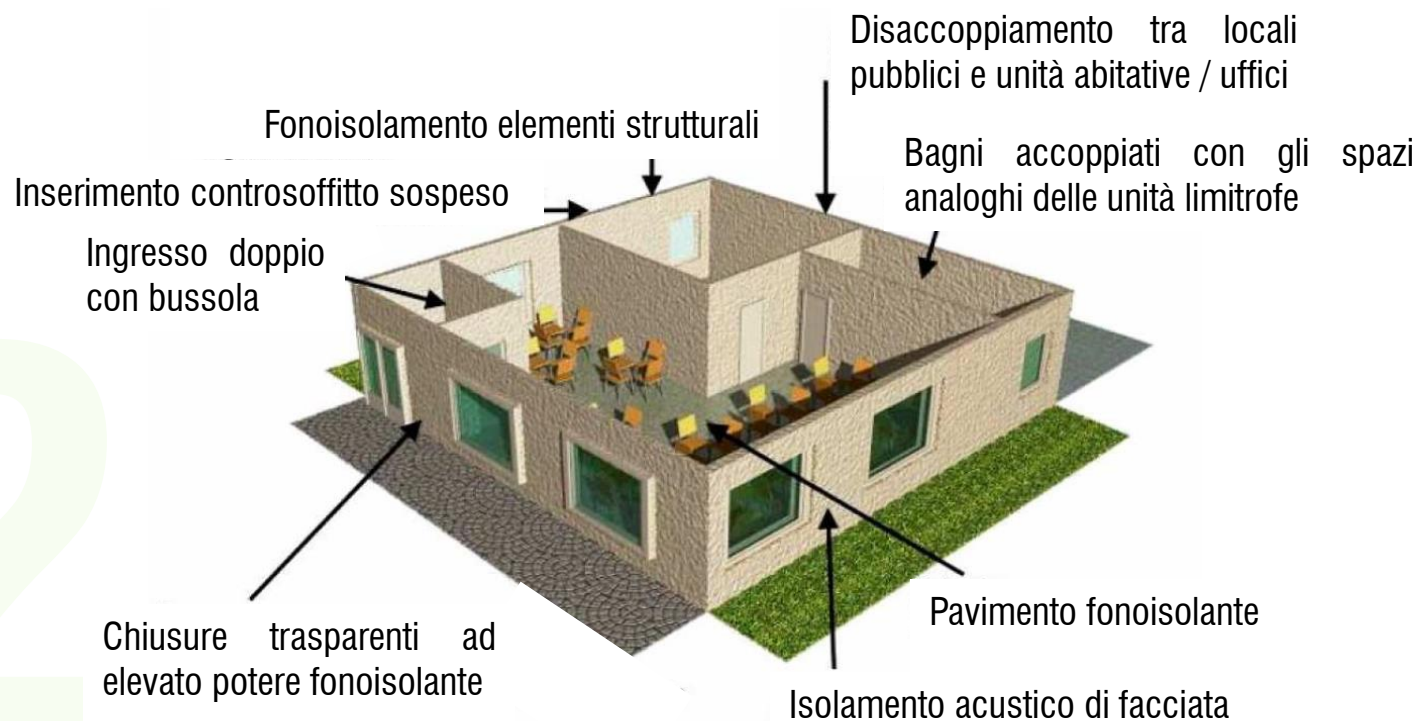
Pavimento fonoisolante



Per quanto concerne l'organizzazione distributiva degli spazi interni negli organismi edilizi, la ricerca delle condizioni atte a creare il comfort acustico sovente comporta la difficoltà, se non l'impossibilità, di un'adeguata corrispondenza ai requisiti relativi al comfort termico e alla disponibilità della luce solare.

# Destinazioni d'uso

## EDIFICIO AD USO LOCALE PUBBLICO



# 26.4

---

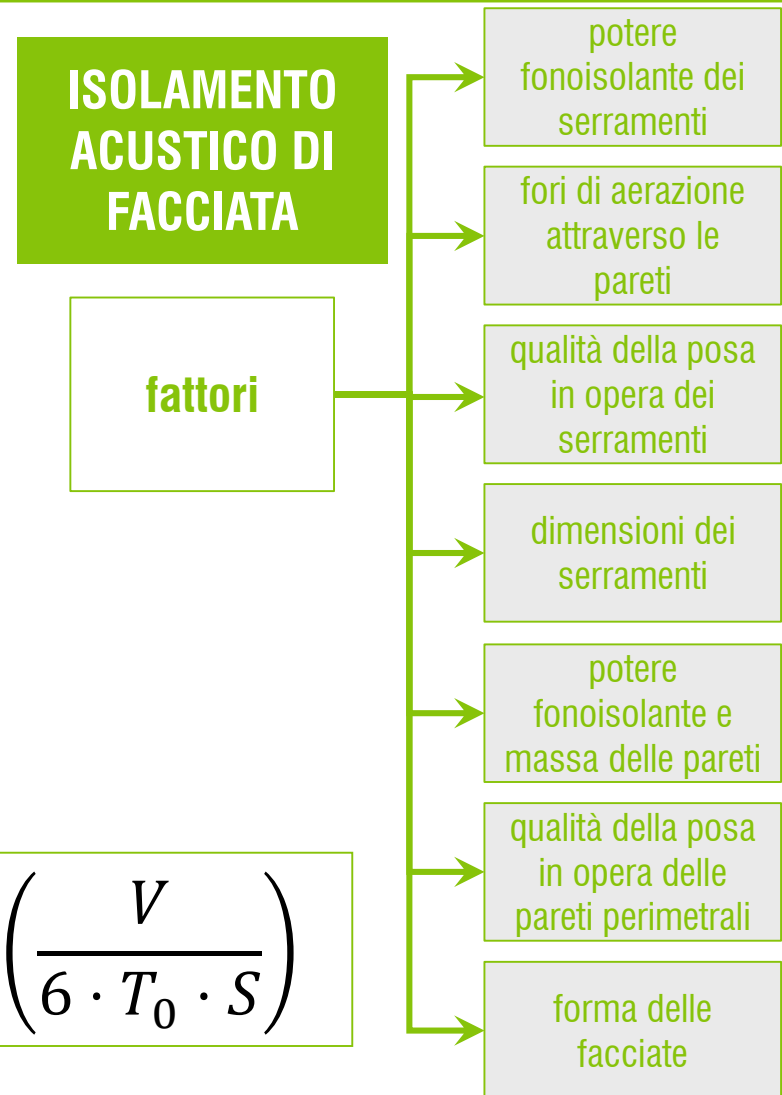
## **Requisiti acustici passivi degli edifici**

# Isolamento acustico di facciata

La norma di riferimento per la valutazione dell'indice è la UNI EN 12354 parte 3; la valutazione semplificata può essere effettuata ai sensi della norma UNI TR 11175.

L'**indice di valutazione** dell'**isolamento acustico di facciata** si può calcolare fruendo di alcuni dati:

- **R'** indice del potere fonoisolante apparente di facciata;
- **$\Delta L_{fs}$**  differenza di livello sonoro dipendente dalla **forma** della **facciata**;
- **$T_0$  tempo di riverberazione** di riferimento, pari a 0,5 secondi;
- **S superficie** interna del **locale** e **V volume** del locale.



$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \cdot \log \left( \frac{V}{6 \cdot T_0 \cdot S} \right)$$

# Isolamento acustico di facciata





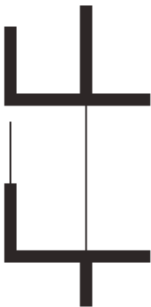
Il **fattore correttivo  $\Delta L_{fs}$**  tiene conto della configurazione geometrica della facciata sul fronte sollecitato.

I valori del fattore  $\Delta L_{fs}$  possono essere determinati per **via tabellare** tenendo conto del **coefficiente di assorbimento  $\alpha_w$  delle finiture superficiali**.

Si assume di norma:

- $\alpha_w = 0,3$  per superfici lisce (finiture in metallo);
- $\alpha_w = 0,6$  per superfici mediamente rugose, ad esempio calcestruzzo a vista;
- $\alpha_w = 0,9$  per superficie ruvide (mattoni faccia a vista).

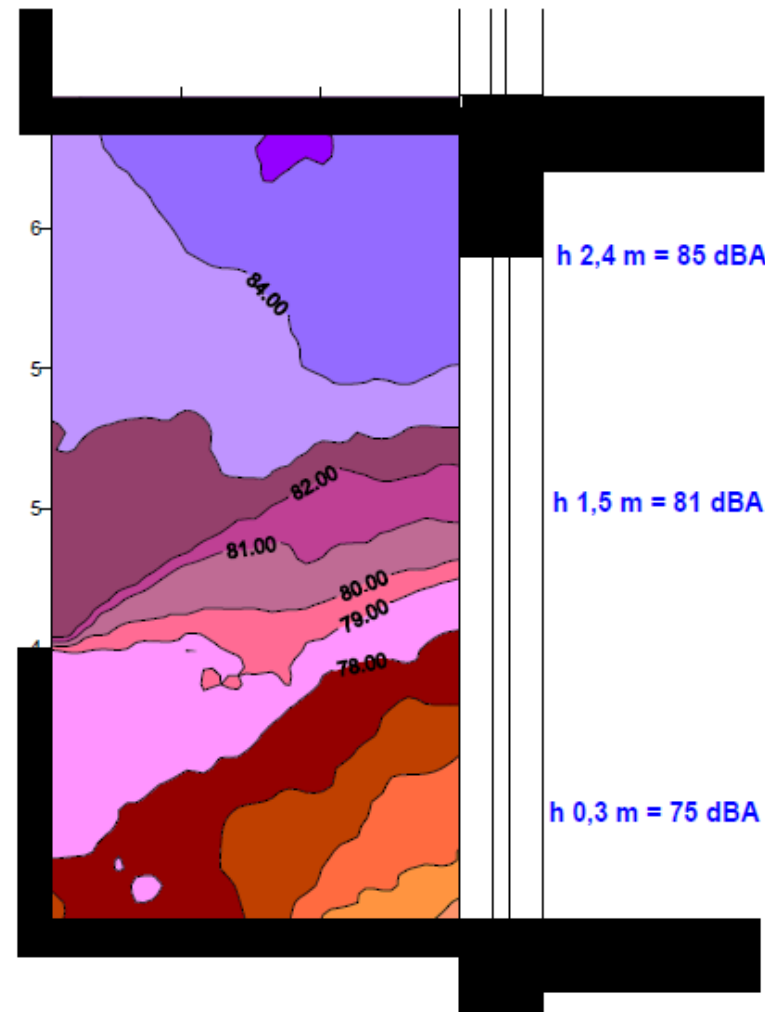
La determinazione di  $\alpha_w$  è normata dalla UNI 11654.

	Facciata piana	Ballatoio <sup>1)</sup>			Ballatoio <sup>1)</sup>			Ballatoio <sup>1)</sup>			Ballatoio <sup>1)</sup>		
													
$\alpha_w$	Non si applica	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9
$h < 1,5 \text{ m}$	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	1	Non si applica		
$1,5 \leq h \leq 2,5 \text{ m}$	0	Non si applica			-1	0	2	0	1	3	Non si applica		
$h > 2,5 \text{ m}$	0	Non si applica			1	1	2	2	2	3	3	4	6

# Isolamento acustico di facciata

La presenza di una **geometria** più o meno **articolata** di facciata può **ridurre** sensibilmente il **livello di pressione sonora** agente sulla facciata.

	Balcone <sup>2)</sup>			Balcone <sup>2)</sup>			Balcone <sup>2)</sup>			
	$\alpha_w$	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$
$h < 1,5 \text{ m}$		-1	-1	0	0	0	1	1	1	2
$1,5 \leq h \leq 2,5 \text{ m}$		-1	1	3	0	2	4	1	1	2
$h > 2,5 \text{ m}$		1	2	3	2	3	4	1	1	2



# Isolamento acustico di facciata

Il termine principale nella formula si riferisce al **potere fonoisolante apparente della facciata**, espresso secondo la formula seguente.

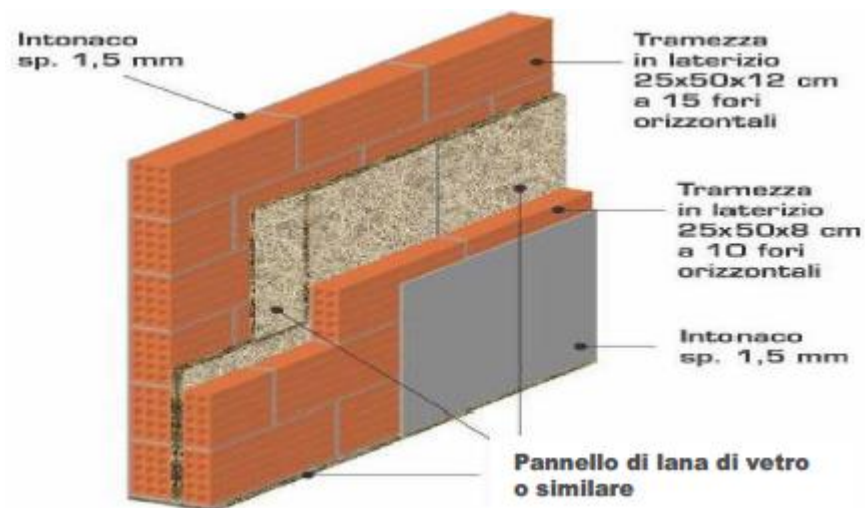
$$R'_w = -10 \cdot \log \left[ \sum_{i=1}^n \left( \frac{S_i}{S} \cdot 10^{\frac{-R_i}{10}} \right) + \frac{A_0}{S} \sum_{j=1}^p 10^{\frac{-D_{n,j}}{10}} \right] - K$$

Nella formula:

- $R'_w$  si ricava dai **certificati** forniti dai **costruttori**, oppure mediante **relazioni sperimentali** presenti in letteratura;
- $K$ , **coefficiente di trasmissione laterale**, vale 0 per elementi non connessi e 2 per connessioni con giunti rigidi.

# Isolamento acustico di facciata

Si propone il calcolo previsionale dell'isolamento acustico di una facciata afferente ad un locale di dimensioni 4,00x3,00 m<sup>2</sup>, di altezza netta pari a 2,50 ml, la cui parete affacciata verso l'esterno ha un potere fonoisolante certificato R<sub>i</sub> pari a 52 dB.



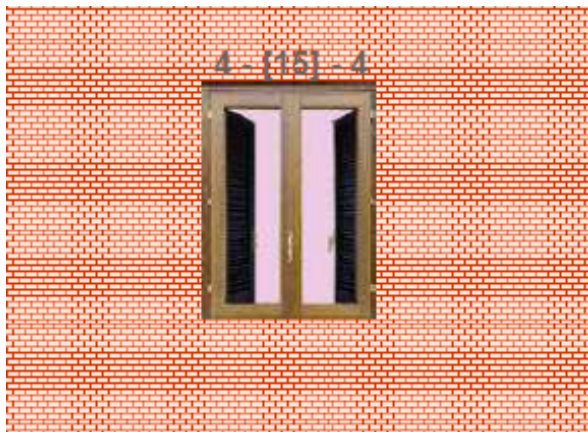
$$R'_W = -10 \cdot \log \left[ \left( \frac{12}{12} \right) \cdot 10^{\left( \frac{-52}{10} \right)} \right] - 2 = 50,0 \text{ dB}$$

$$D_{2m,nT,w} = 50,0 + 0 + 10 \cdot \log \left[ \frac{30}{(6 \cdot 0,5 \cdot 12)} \right] = 51,2 \text{ dB}$$



# Isolamento acustico di facciata

Sulla parete si inserisce successivamente una finestra di dimensioni 1,00x1,50 m<sup>2</sup>, avente un potere fonoisolante certificato R<sub>f</sub> pari a 32 dB.



$$R'_{w} = -10 \cdot \log \left[ \left( \frac{10,5}{12} \right) \cdot 10^{\left( \frac{-52}{10} \right)} + \left( \frac{1,5}{12} \right) \cdot 10^{\left( \frac{-32}{10} \right)} \right] - 2 = 38,7 \text{ dB}$$

$$D_{2m,nT,w} = 38,7 + 0 + 10 \cdot \log \left[ \frac{30}{(6 \cdot 0,5 \cdot 12)} \right] = 39,9 \text{ dB}$$

# Isolamento acustico di facciata

## INCREMENTO DELLA PRESTAZIONE DELLA PARETE OPACA

$$R'_w = -10 \cdot \log \left[ \left( \frac{10,5}{12} \right) \cdot 10^{\left( \frac{-72}{10} \right)} + \left( \frac{1,5}{12} \right) \cdot 10^{\left( \frac{-32}{10} \right)} \right] - 2 = 39,0$$

$$D_{2m,nT,w} = 39,0 + 0 + 10 \cdot \log \left[ \frac{30}{(6 \cdot 0,5 \cdot 12)} \right] = 40,2$$

## INCREMENTO DELLA PRESTAZIONE DEL SERRAMENTO

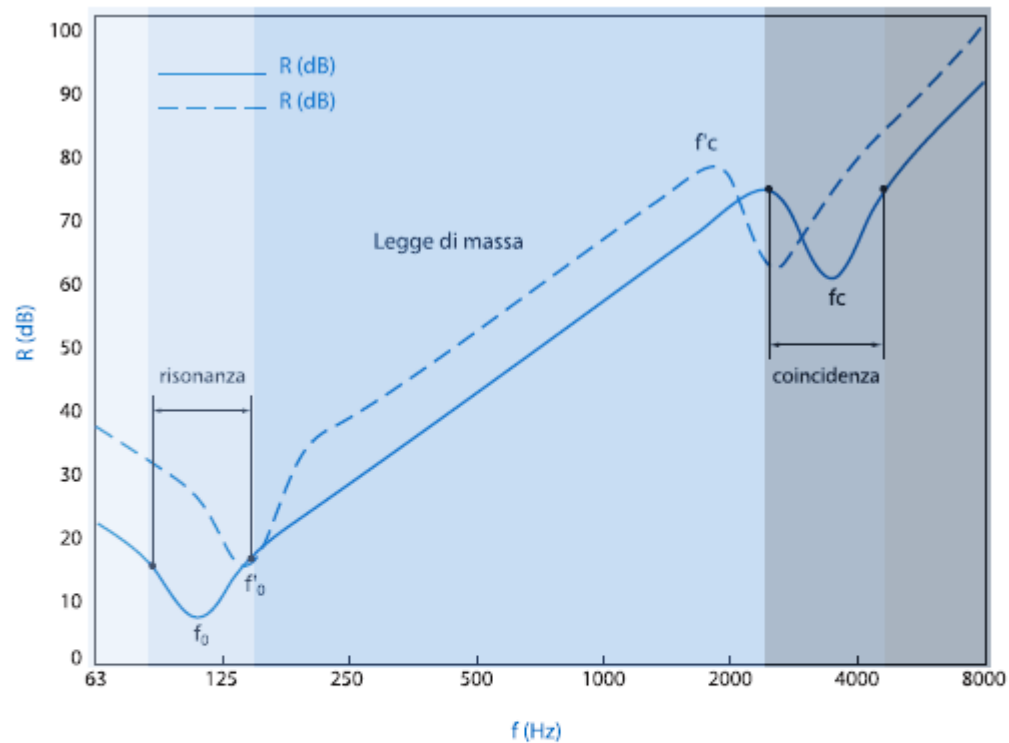
$$R'_w = -10 \cdot \log \left[ \left( \frac{10,5}{10} \right) \cdot 10^{\left( \frac{-52}{10} \right)} + \left( \frac{1,5}{10} \right) \cdot 10^{\left( \frac{-35}{10} \right)} \right] - 2 = 41,5$$

$$D_{2m,nT,w} = 41,5 + 0 + 10 \cdot \log \left[ \frac{30}{(6 \cdot 0,5 \cdot 12)} \right] = 42,7$$

# Legge di massa

La **stima teorica** del **potere fonoisolante** di partizioni omogenee fa riferimento alla cosiddetta **legge di massa**, secondo la qual relazione empirica il potere fonoisolante  $R$  [dB], **al variare** della **frequenza**  $f$ , dipende dalla **massa superficiale**  $m'$  della partizione.

$$R = 20 \cdot \log(m' \cdot f) - 48$$



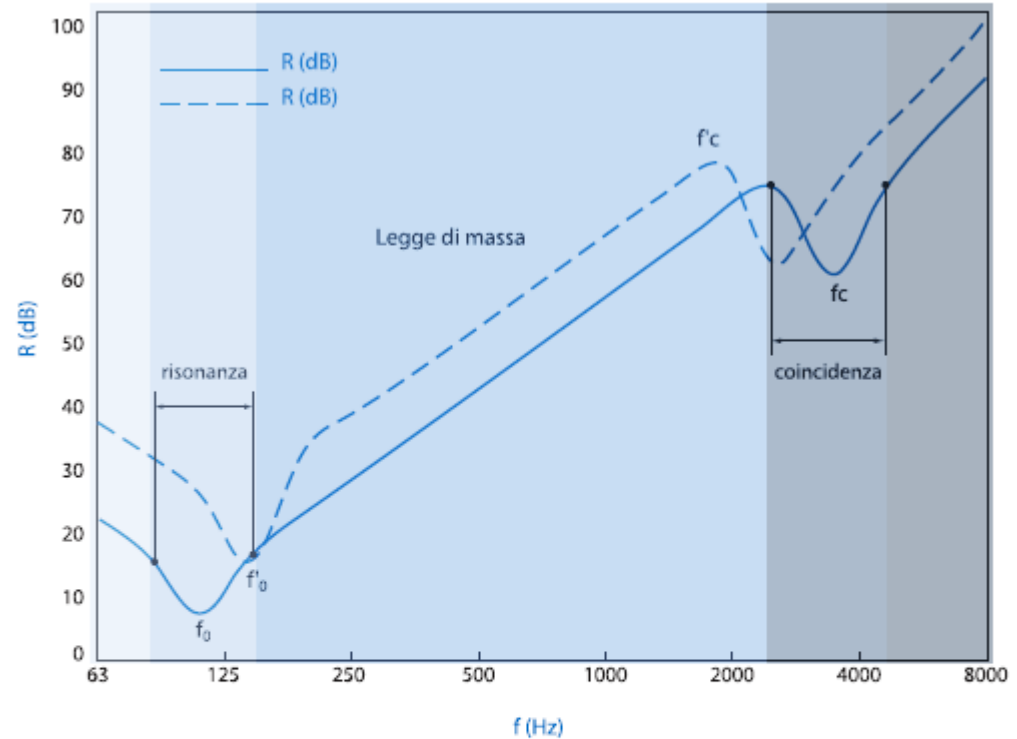
- Zona di rigidezza
- Zona di risonanza
- Zona di legge di massa
- Zona di coincidenza
- Zona di massa e smorzamento

26

# Legge di massa

Si distinguono in totale **cinque zone** nel comportamento di pareti monostrato:

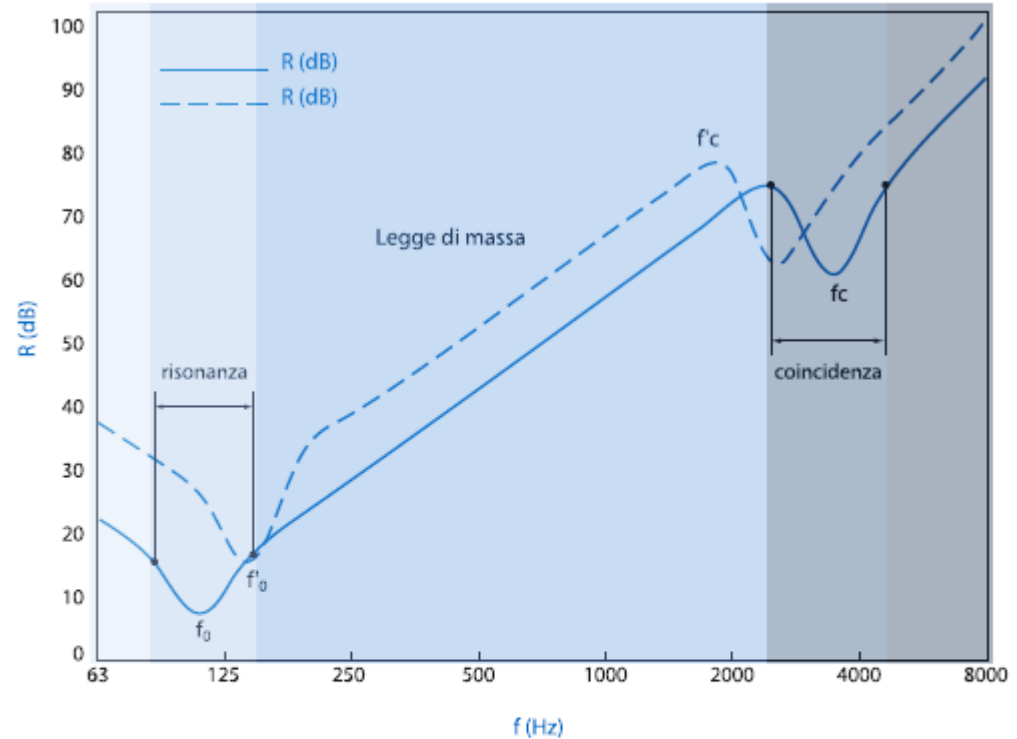
- una zona governata dalla **rigidezza**, alle bassissime frequenze, in cui si verifica un decremento del potere fonoisolante all'incremento della banda di ottava;
- una zona di **risonanza** causata dalle frequenze naturali, in cui si ha il **valore minimo** di R. Il fenomeno si verifica quando la vibrazione flessionale rispetto al piano mediano della partizione presenta una lunghezza d'onda la cui metà, o il multiplo della metà, coincide esattamente con le dimensioni della partizione nel piano mediano;



- Zona di rigidezza
- Zona di risonanza
- Zona di legge di massa
- Zona di coincidenza
- Zona di massa e smorzamento

# Legge di massa

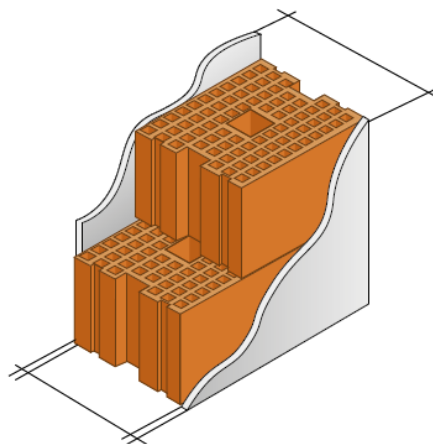
- la zona governata dalla **legge di massa**;
- la zona soggetta all'effetto di **coincidenza**, posta alle alte frequenze, raggiunta la quale si manifesta un minimo locale del potere fonoisolante (**frequenza critica**). La velocità delle onde flessionali che si propagano dalla struttura è pari alla velocità delle onde sonore incidenti;
- per altissime frequenze, la zona governata da **massa e smorzamento**.



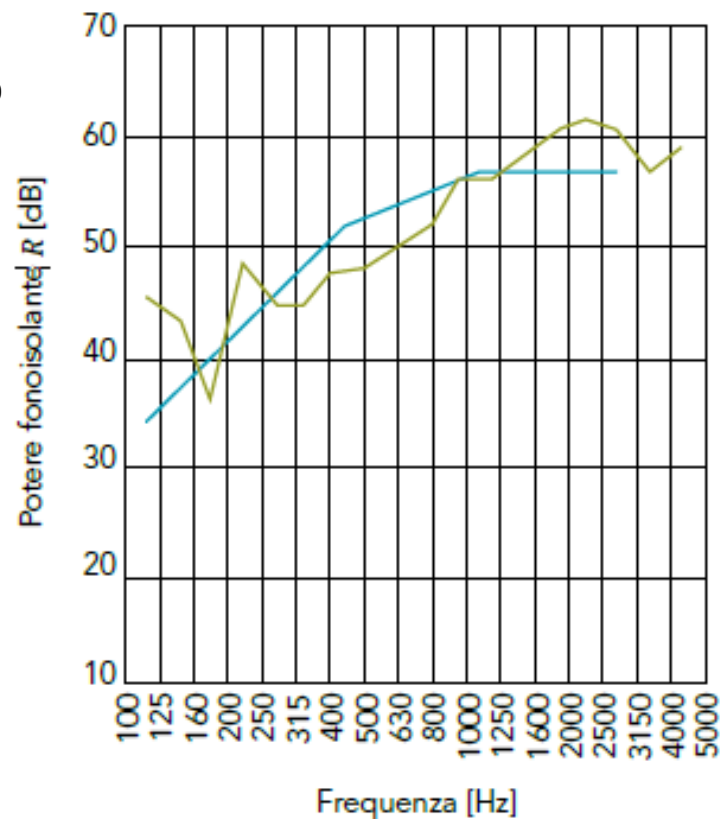
- Zona di rigidezza
- Zona di risonanza
- Zona di legge di massa
- Zona di coincidenza
- Zona di massa e smorzamento

# Stima del potere fonoisolante apparente

## PARETI MONOLITICHE



- Rilievi sperimentali
- Curva di riferimento



$$R'_W = 37,5 \cdot \log(m') - 42$$

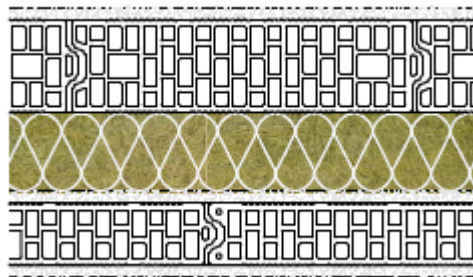
per massa superficiale  $m' > 150 \text{ kg m}^{-2}$

$$R'_W = 20 \cdot \log(m')$$

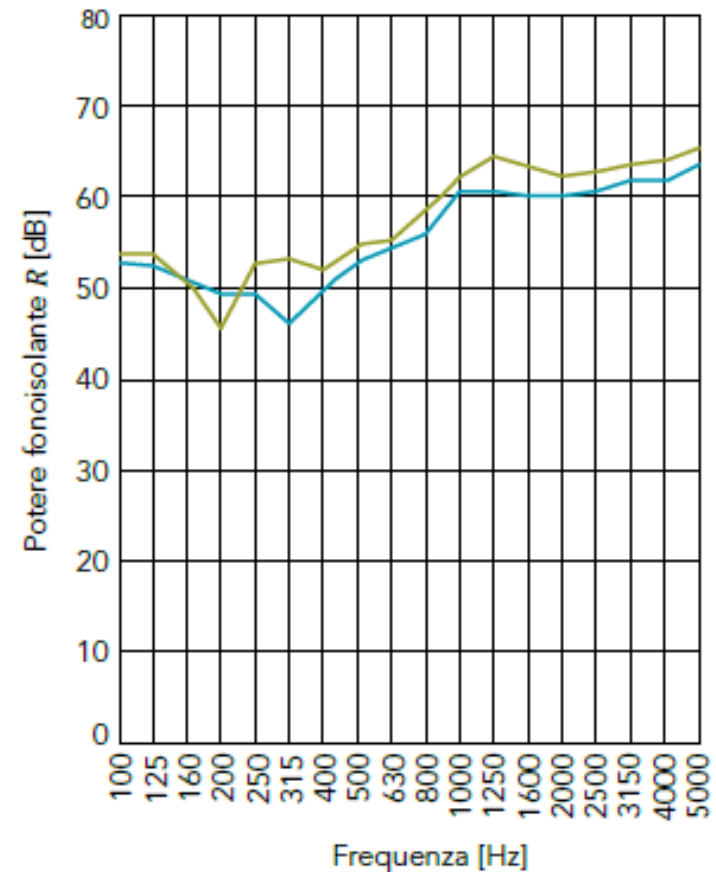
per massa superficiale  $50 \text{ kg m}^{-2} > m' > 400 \text{ kg m}^{-2}$

# Stima del potere fonoisolante apparente

## PARETI PLURISTRATO



- Rilievi sperimentali
- Curva di riferimento



$$R'_W = 20 \cdot \log(m')$$

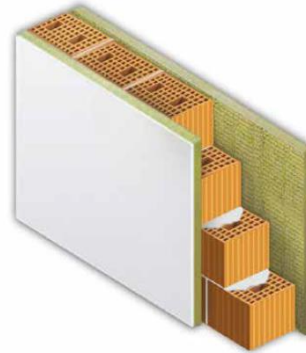
per intercapedine  $e < 5$  cm

$$R'_W = 20 \cdot \log(m') + 20 \cdot \log(d) - 10$$

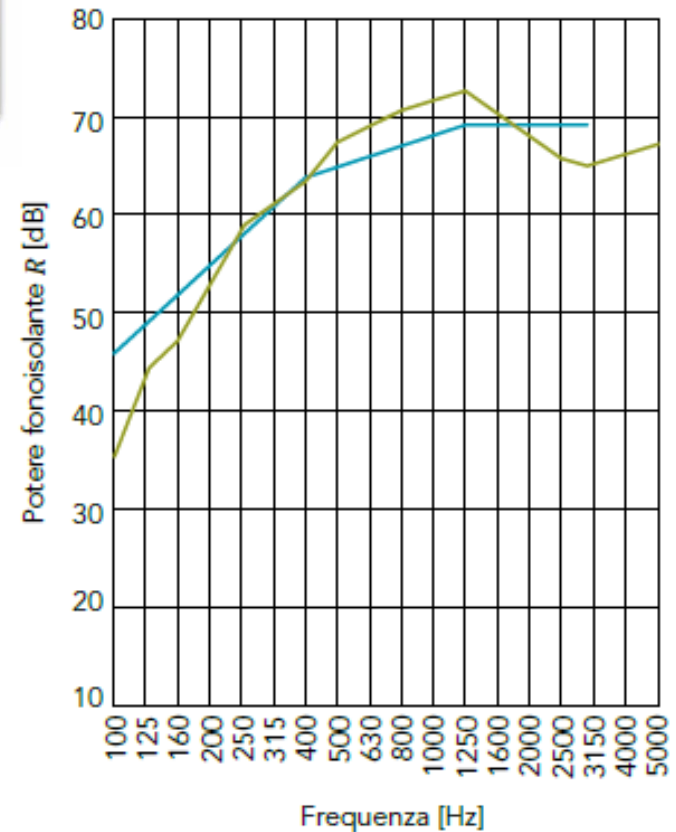
per intercapedine  $e > 5$  cm

# Incremento del potere fonoisolante apparente

Non è ovviamente sempre possibile ottenere un adeguato valore del potere fonoisolante  $R_W$  ricorrendo ad una **semplice partizione monolitica**, la cui prestazione, come visto, dipende principalmente dalla propria **massa superficiale**. In tali casi è possibile prevedere **strati funzionali aggiuntivi**, come **pareti doppie**, **contropareti** e, nel caso di partizioni orizzontali, **massetti galleggianti**, che permettono di incrementare il potere fonoisolante di un contributo  $\Delta R_W$ .



— Rilevi sperimentali  
— Curva di riferimento

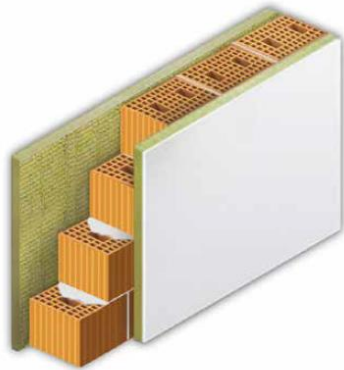


$$\Delta R_W = 74,4 - \frac{R_{W,parete}}{2} - 20 \cdot \log(f_0)$$



# Incremento del potere fonoisolante apparente

## PARETI PLACCATE CON CONTROPARETE



$d$  spessore della cavità [m]

$m'_1$  massa superficiale della parete

$m'_2$  massa superficiale del placcaggio

$s'$  rigidità dinamica dello strato resiliente

Il parametro  $s'$ , **rigidità dinamica** dello **strato resiliente**, definisce la **capacità** di **deformazione elastica** di un materiale.

Esso rappresenta il **rapporto** tra la **forza dinamica** e lo **spostamento dinamico** di un pannello di superficie unitaria sottoposto ad una forza ortogonale al proprio piano mediano, applicata ad una superficie rigida parallela al pannello in prova. La rigidità dinamica per unità di superficie è data dall'equazione:

$$s' = \frac{F/S}{\Delta d}$$

per intercapedini vuote o riempite in materiale poroso,

$$s' = \frac{0,111}{d} [MN/m^3]$$

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{\frac{1}{9 \cdot d} \cdot \left( \frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$$

per intercapedine di sola aria

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{s' \cdot \left( \frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$$

per intercapedine riempita in materiale elastico

# Stima del potere fonoisolante apparente

## PARETI LEGGERE

Una parete divisoria leggera, costituita ad esempio da **lastre in cartongesso**, struttura portante realizzata con un **telaio metallico** e strato **isolante** nella cavità interna, è influenzata dalla **geometria** dei **telai** metallici utilizzati, dallo **spessore dell'intercapedine** e dalle **proprietà** fonoassorbenti del materiale impiegato.

È possibile ottenere valori elevati dell'indice di valutazione con masse superficiali contenute, nell'ordine di grandezza di 80÷100 kg/m<sup>2</sup>. Data l'esiguità delle masse in gioco, questi pacchetti sono molto **sensibili** alla **correttezza dell'esecuzione** e di montaggio.

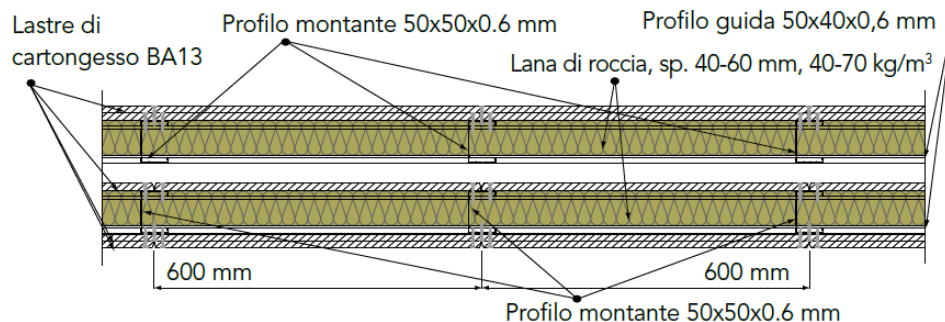
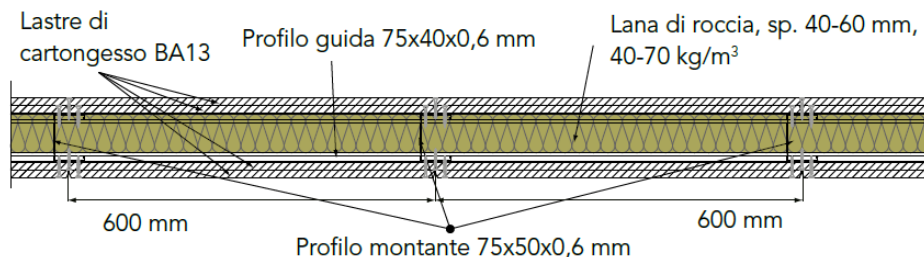
d spessore della cavità [m]  
e spessore dell'isolante [m]

$$R'_W = 20 \cdot \log(m') + 20 \cdot \log(d) + e - 6$$

per pareti a singola struttura

$$R'_W = 20 \cdot \log(m') + 20 \cdot \log(d) + e + 12$$


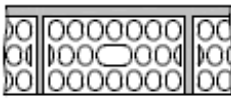
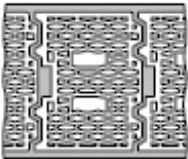
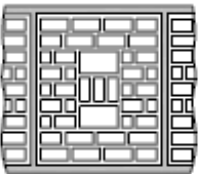
per pareti a doppia struttura



# Stima del potere fonoisolante apparente

ALCUNE  
SOLUZIONI  
TECNOLOGICHE

prospetto B.1 Valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante,  $R_w$ , di pareti semplici in elementi di laterizio, ottenuti da prove di laboratorio

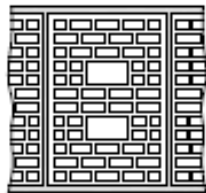
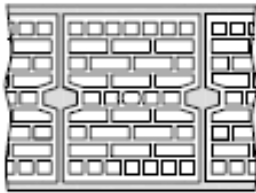
Schema di montaggio	Composizione parete  (partendo dal lato esposto al rumore)	Spessore totale  m	Massa superficiale totale  kg/m <sup>2</sup>	$R_w$ ( $C, C_w$ ) dB
	- Mattone UNI piano in pasta molle, 12 cm × 25 cm × 5,5 cm, spessore 12 cm, in opera con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia.	0,120	260	43 (-1; -2)
	- Intonaco, su di un lato, in malta cementizia di spessore 15 mm; - muratura in blocchi semipieni di laterizio alleggerito in pasta 12 cm × 25 cm × 19 cm, spessore 12 cm, con foratura al 45%, in opera con asse dei fori verticale, legati con giunti verticali ed orizzontali continui in malta cementizia.	0,135	155	43 (-1; -4)
	- Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm; - muratura in blocchi semipieni di laterizio alleggerito in pasta, formato 30 cm × 25 cm × 24,5 cm, spessore 30 cm, con foratura al 45% in opera con asse dei fori verticale e legati con giunti orizzontali continui in malta cementizia. Giunti verticali a incastro; - intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm.	0,330	360	46 (-1; -2)
	- Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm; - muratura in blocchi di laterizio alleggerito in pasta, forati per tamponamento, formato 30 cm × 25 cm × 19 cm, spessore 30 cm, con foratura al 60%, posati con asse dei fori verticale e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia; - intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm.	0,330	285	46 (-1; -2)

26

# Stima del potere fonoisolante apparente

**ALCUNE  
SOLUZIONI  
TECNOLOGICHE**

prospetto B.1 Valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante,  $R_w$ , di pareti semplici in elementi di laterizio, ottenuti da prove di laboratorio

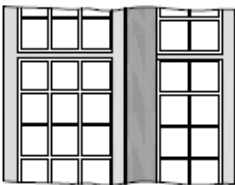
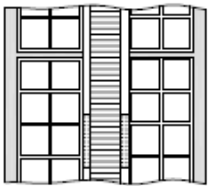
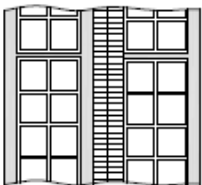
Schema di montaggio	Composizione parete  (partendo dal lato esposto al rumore)	Spessore totale  m	Massa superficiale totale  kg/m <sup>2</sup>	$R_w$ ( $C, C_{tr}$ ) dB
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm;</li> <li>- muratura in blocchi forati di laterizio alleggerito in pasta formato 35 cm x 25 cm x 19 cm, spessore 35 cm, con foratura al 60%, in opera con asse dei fori verticale e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia;</li> <li>- intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm.</li> </ul>	0,380	345	47 (-1; -2)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm;</li> <li>- muratura in blocchi forati per tamponamento in laterizio alleggerito in pasta, formato 30 cm x 25 cm x 25 cm, spessore 30 cm, con foratura al 60%, posati con asse dei fori orizzontale e legati con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia;</li> <li>- intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm.</li> </ul>	0,330	280	48 (-1; -3)

26

# Stima del potere fonoisolante apparente

**ALCUNE  
SOLUZIONI  
TECNOLOGICHE**

prospetto B.3 Valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante,  $R_w$ , di pareti doppie in elementi di laterizio, ottenuti da prove di laboratorio

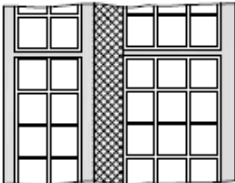
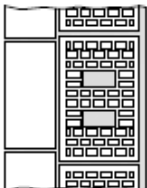
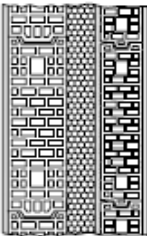
Schema di montaggio	Composizione parete  (partendo dal lato esposto al rumore)	Spessore totale  m	Massa superficiale totale  kg/m <sup>2</sup>	$R_w$ ( $C, C_w$ )  dB
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm;</li> <li>- muratura in blocchi forati in laterizio 12 cm x 25 cm x 25 cm, spessore 12 cm e con foratura al 60%;</li> <li>- intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm;</li> <li>- lamina a base di piombo polimero, con entrambe le facce rivestite da tessuto non tessuto in polipropilene, spessore 4 mm e massa superficiale 5 kg/m<sup>2</sup>;</li> <li>- intercapedine: pannelli a base di fibra di poliestere termolegata, esente da collanti, spessore 4 cm e massa superficiale 1,2 kg/m<sup>2</sup>;</li> <li>- muratura: parete con blocchi forati in laterizio 8 cm x 25 cm x 25 cm, spessore 8 cm e con foratura al 60% su fascia autoadesiva di polietilene espanso;</li> <li>- intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm.</li> </ul>	0,290	260	52 (-1; -5)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm;</li> <li>- muratura in blocchi di laterizio 8 cm x 25 cm x 50 cm, spessore 8 cm;</li> <li>- pannelli di fibra di legno di abete mineralizzata con cemento Portland (spessore 50 mm, massa superficiale 18 kg/m<sup>2</sup>) in intercapedine di spessore 7 cm distanziati ai tavolati mediante strisce verticali di fibra di poliestere (larghezza 100 mm, spessore 10 mm);</li> <li>- muratura in blocchi di laterizio 8 cm x 25 cm x 50 cm, spessore 8 cm;</li> <li>- intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm.</li> </ul>	0,260	212	53 (-1; -4)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm;</li> <li>- muratura in blocchi di laterizio di dimensioni 8 cm x 25 cm x 50 cm, spessore 8 cm;</li> <li>- intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm;</li> <li>- intercapedine spessore 50 mm contenente due strati di pannelli di fibra di legno di abete mineralizzata con cemento Portland (spessore 20 mm ciascuno, massa superficiale 10 kg/m<sup>2</sup>) disposti in aderenza orizzontalmente e verticalmente;</li> <li>- muratura in blocchi di laterizio di dimensioni 8 cm x 25 cm x 50 cm, spessore 8 cm;</li> <li>- intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm.</li> </ul>	0,240	206	53 (-1; -5)

26

# Stima del potere fonoisolante apparente

**ALCUNE  
SOLUZIONI  
TECNOLOGICHE**

prospetto B.3 Valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante,  $R_w$ , di pareti doppie in elementi di laterizio, ottenuti da prove di laboratorio (Continua)

Schema di montaggio	Composizione parete (partendo dal lato esposto al rumore)	Spessore totale m	Massa superficiale totale kg/m <sup>2</sup>	$R_w$ (C, C <sub>v</sub> ) dB
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm;</li> <li>- muratura: parete con blocchi forati in laterizio 8 cm x 25 cm x 25 cm, spessore 8 cm e con foratura al 60%;</li> <li>- rinforzo, 1 cm;</li> <li>- materiale fibroso 6,5 cm;</li> <li>- muratura: parete con blocchi forati in laterizio 12 cm x 25 cm x 25 cm, spessore 12 cm e con foratura al 60%;</li> <li>- intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm;</li> <li>- la struttura appoggiata su fascia tagliamuro.</li> </ul>	0,295	236	53 (0; -3)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mattone UNI pieno in pasta molle, 12 cm x 25 cm x 5,5 cm, spessore 12 cm, in opera a giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia;</li> <li>- collegamento con malta cementizia, spessore 10 mm;</li> <li>- muratura in blocchi semipieni in laterizio alleggerito in pasta di 20 cm x 30 cm x 19 cm, spessore 20 cm, in opera con asse dei fori verticale, con giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia;</li> <li>- intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm.</li> </ul>	0,340	475	54 (-1; -4)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm;</li> <li>- parete di tramezze ad incastro in laterizio alleggerito in pasta, formato 12 cm x 45 cm x 25 cm, spessore 12 cm e con foratura al 45%, in opera con asse dei fori verticale e legate con giunti orizzontali continui in malta cementizia. Giunti verticali ad incastro;</li> <li>- intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm;</li> <li>- pannelli autoportanti di lana di roccia di spessore nominale 80 mm e massa volumica 40 kg/m<sup>3</sup>;</li> <li>- parete di tramezze ad incastro in laterizio alleggerito in pasta, formato 17 cm x 50 cm x 22,5 cm, spessore 17 cm, con foratura al 45%, in opera con asse dei fori verticale e legati con giunti orizzontali continui in malta cementizia. Giunti verticali ad incastro;</li> <li>- intonaco in malta cementizia di spessore 15 mm.</li> </ul>	0,415	360	55 (-1; -5)





26



# Stima del potere fonoisolante apparente

**ALCUNE  
SOLUZIONI  
TECNOLOGICHE**

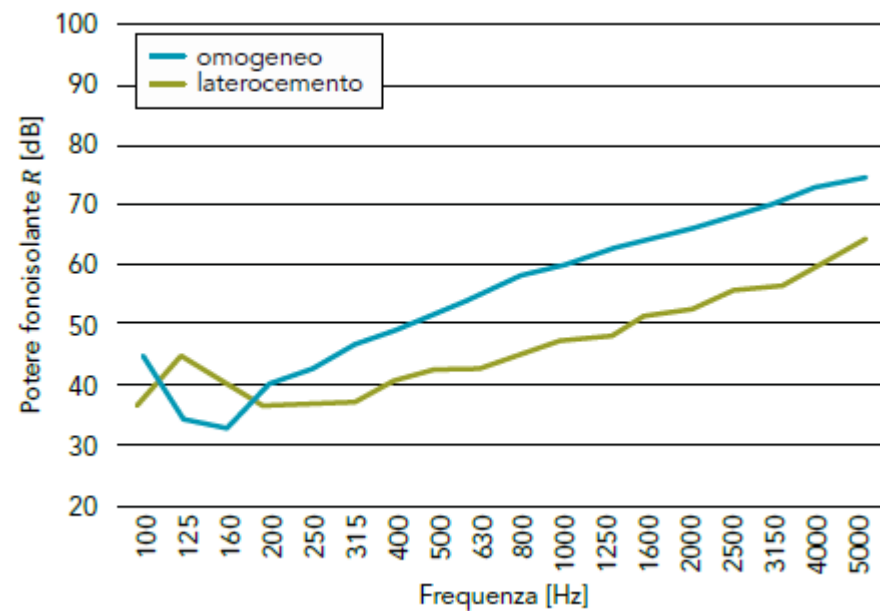
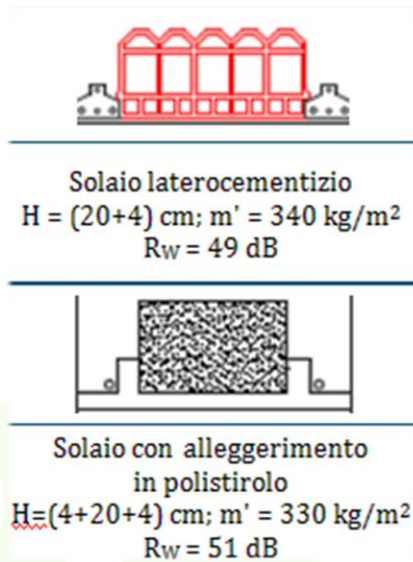
prospetto B.8 Valori del miglioramento dell'isolamento da rumore da calpestio,  $\Delta L_w$ , e riduzione del rumore di calpestio,  $L_w$ , di alcune tipologie di solai

Schema di montaggio	Descrizione	Spessore m	Massa superficiale kg/m <sup>2</sup>	$R_w$ (C, C <sub>1</sub> ) dB
	Solaio con travetti precompressi (interasse = 50 cm) e pignatte tipo A da 16 cm con 4 cm di soletta in calcestruzzo e 15 mm di intonaco all'intradosso.	0,215	270	48 (-1; -3)
	Solaio con travetti a traliccio (interasse = 50 cm) e pignatte tipo A da 16 cm con 4 cm di soletta in calcestruzzo e 15 mm di intonaco all'intradosso.	0,215	270	49 (-1; -3)
-----	Solaio a lastre precomprese spesse 4 cm (interasse = 120 cm), con pignatte tipo B da 12 cm con 4 cm di soletta in calcestruzzo e 1,5 cm di intonaco all'intradosso.	0,240	420	51 (0; -2)
	Solaio con travetti a traliccio (interasse = 50 cm) e pignatte tipo A da 20 cm con 4 cm di soletta in calcestruzzo e 15 mm di intonaco all'intradosso.	0,255	340	50 (-1; -3)
	Solaio con travetti precompressi (interasse = 50 cm) e pignatte tipo B da 20 cm con 4 cm di soletta in calcestruzzo e 15 mm di intonaco all'intradosso.	0,255	360	50 (-1; -3)

26

# Stima del potere fonoisolante apparente

## SOLAI IN LATEROCEMENTO NUDI



$$R'_w = 23 \cdot \log(m') - 8$$

per massa superficiale  $250 \text{ kg m}^{-2} > m' > 500 \text{ kg m}^{-2}$

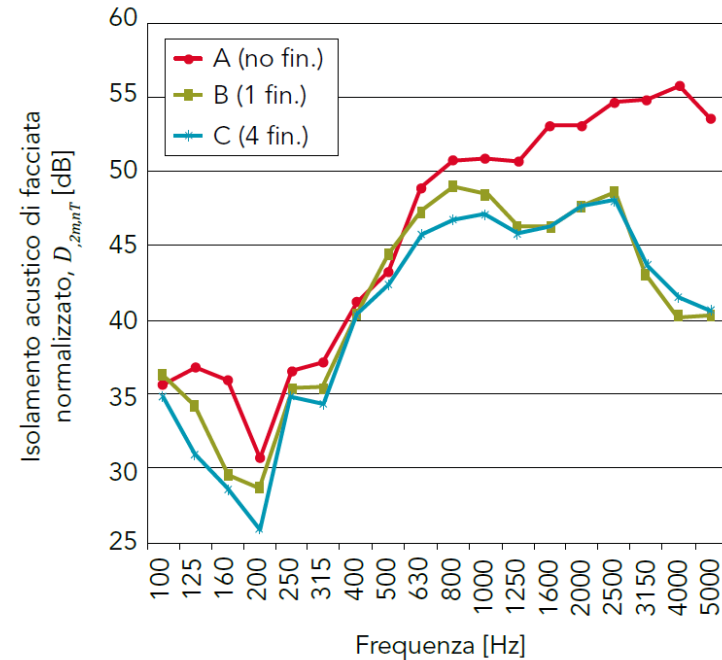


# Stima del potere fonoisolante apparente

## CHIUSURE TRASPARENTI

Il potere fonoisolante della facciata è **condizionato** decisamente da quello **dell'infisso**, in quanto **anello debole** dell'involucro così come avviene per il requisito di isolamento termico.

La superficie vetrata, così come i fori, costituisce l'elemento debole in quanto l'indice fornisce un **valore inferiore di circa 20-25 dB** rispetto alla componente opaca.



# Stima del potere fonoisolante apparente

## CHIUSURE TRASPARENTI

Tipologia 1  
(vetri monolitici e vetrocamera)

$$R'_W = 12 \cdot \log(m') + 17$$

Tipologia 2  
(vetri stratificati)

$$R'_W = 12 \cdot \log(m') + 19$$

Tipologia 3  
(vetrocamera con una lastra stratificata)

$$R'_W = 12 \cdot \log(m') + 20$$

Tipologia 4  
(vetrocamera con due lastre stratificate)

$$R'_W = 12 \cdot \log(m') + 22$$



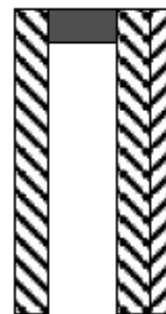
tipologia 1



tipologia 1



tipologia 2



tipologia 3



tipologia 4

# Stima del potere fonoisolante apparente

L'introduzione di uno strato di **PVB (polivinilbutirrale)** tra le lastre stratificate **incrementa l'efficacia smorzante** dello strato viscoelastico.

I vetrocamera che presentano una o due lastre di **vetro stratificato** presentano le migliori prestazioni acustiche tra le tipologie di vetrate.

Lo strato smorzante di PVB ricopre un ruolo centrale nella prestazione acustica della vetrata, pur comportando un **incremento trascurabile** della **massa**; perciò, le **relazioni empiriche basate esclusivamente** sulla **massa** sono **cautelative** e, in alcuni casi, non accettabili.

	Tipo di vetrata mm	$R_w (C; C_T)$
Vetro singolo	3	28 (-1; -4)
	4	29 (-2; -3)
	5	30 (-1; -2)
	6	31 (-2; -3)
	8	32 (-2; -3)
	10	33 (-2; -3)
	12	34 (0; -2)
Vetro stratificato con laminato plastico da 0,5 mm a 1 mm	6 +	32 (-1; -3)
	8 +	33 (-1; -3)
	10 +	34 (-1; -3)
Vetrocamera con intercapedine da 6 mm a 16 mm riempita d'aria	4 -(6 - 16) - 4	29 (-1; -4)
	6 -(6 - 16) - 4	32 (-2; -4)
	6 -(6 - 16) - 6	31 (-1; -4)
	8 -(6 - 16) - 4	33 (-1; -4)
	8 -(6 - 16) - 6	35 (-2; -6)
	10 -(6 - 16) - 4	35 (-2; -5)
	10 -(6 - 16) - 6	35 (-1; -3)
	6 -(6 - 16) - 6 +	33 (-2; -5)
	6 -(6 - 16) - 10 +	37 (-1; -5)

Nota Valori tratti dal prospetto B.1 della UNI EN 12354-3.

# Stima del potere fonoisolante apparente

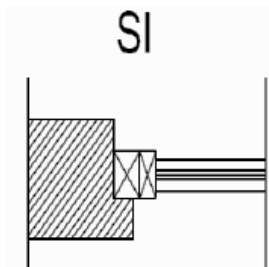
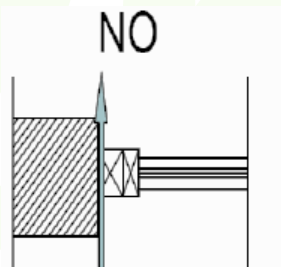
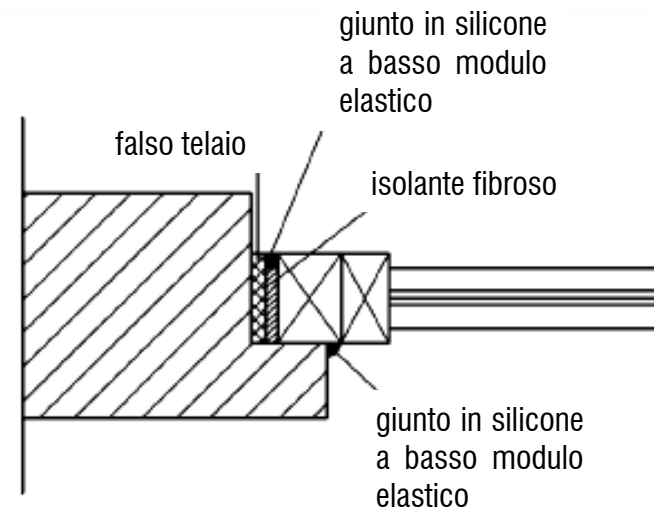
## CONNESSIONE FINESTRA – PARETE OPACA



raccordo in luce



raccordo in battuta



# Stima del potere fonoisolante apparente

## PICCOLI ELEMENTI

Si definiscono **piccoli elementi** quelle porzioni di edificio, con l'eccezione di porte e finestre, aventi area inferiore ad 1 m<sup>2</sup>. Tra di essi:

- **prese d'aria** per la ventilazione;
- **bocchette** di **evacuazione**;
- **cessionetti** per dispositivi oscuranti.

Nel caso di ingressi d'aria non insonorizzati, tali elementi sono trattati come un'apertura dal potere fonoisolante trascurabile.

Tale basso, o trascurabile, potere fonoisolante può inibire tutta la prestazione della facciata.

$$D_{n,j} = -10 \cdot \log \left( \frac{S_{apertura}}{10} \right)$$



$$R' = -10 \cdot \log \left[ \sum_{i=1}^n \left( \frac{S_i}{S} \cdot 10^{\frac{-R_i}{10}} \right) + \frac{A_0}{S} \sum_{j=1}^p 10^{\frac{-D_{n,j}}{10}} \right] - K$$

# Stima del potere fonoisolante apparente

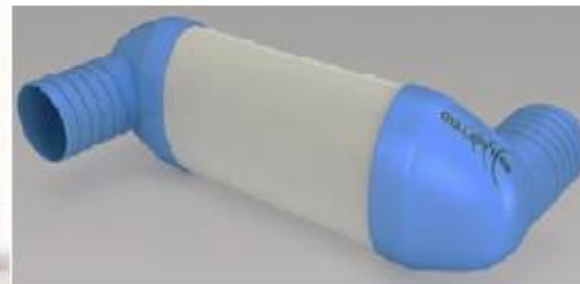
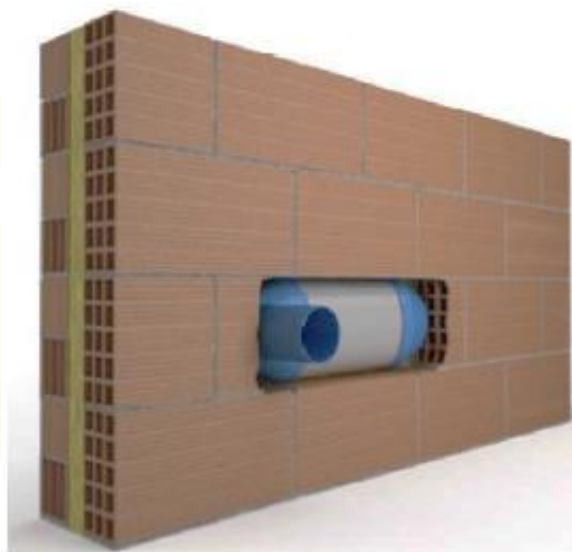
## PICCOLI ELEMENTI

Con opportune strategie è possibile rendere più articolata la via d'ingresso del rumore **impedendo** la **propagazione** del rumore stesso attraverso una **traiettoria retta**. In questi casi si ricorre a dati sul potere fonoisolante forniti dal produttore.

**manicotti a labirinto**

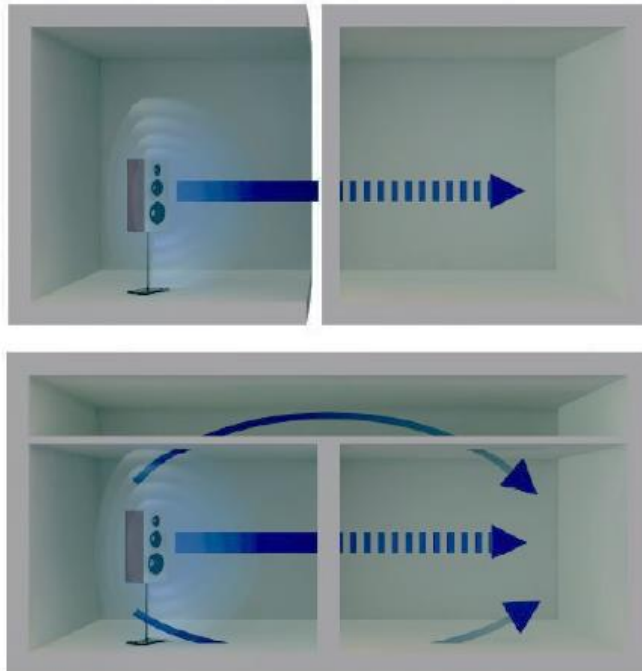


26



# Isolamento acustico di partizioni interne

L'isolamento acustico delle partizioni interne è influenzato da diversi fattori, in particolare dall'effetto di **trasmissione laterale**. È importante definire da subito che differenza intercorre tra il potere fonoisolante di una partizione interna ed il potere fonoisolante della stessa partizione posta in opera.



$$R = 10 \cdot \log \left( \frac{W_i}{W_1} \right)$$

$$R' = 10 \cdot \log \left( \frac{W_i}{W_1 + W_2} \right)$$

$W_i$  = potenza sonora incidente sulla partizione

$W_1$  = potenza sonora trasmessa dalla partizione

$W_2$  = potenza sonora trasmessa dalle strutture laterali

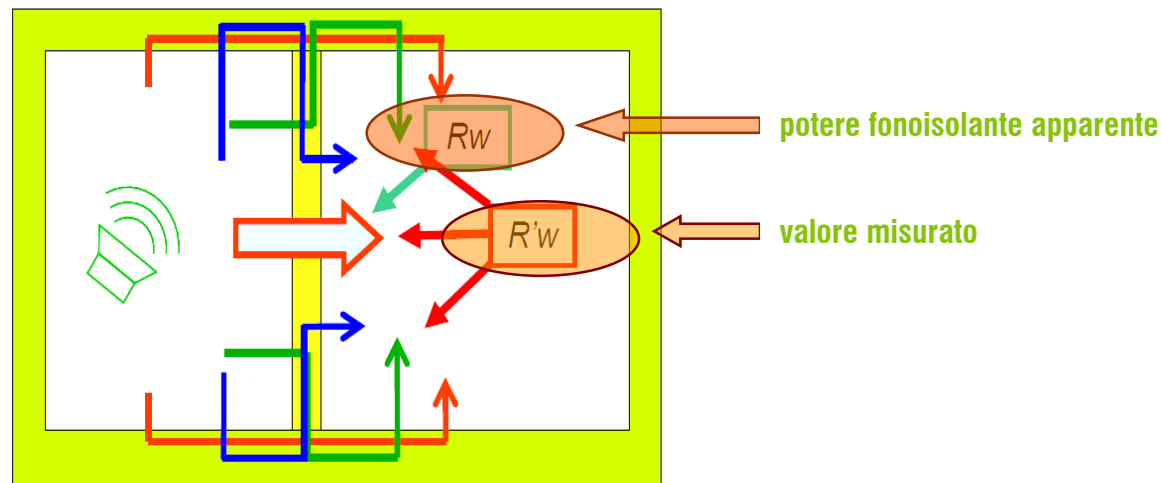


# Isolamento acustico di partizioni interne

Il rumore aereo si trasmette da un locale all'altro a causa della **vibrazione dell'aria** che sollecita i divisori. La capacità di un divisorio di opporsi al passaggio del rumore è definita **potere fonoisolante apparente** ( $R'_w$ ). Tale valore differisce dal valore del potere **misurato** in **laboratorio** ( $R_w$ ) in quanto incrementato, ad opera conclusa, dalla **trasmissione per via aerea - strutturale laterale**.

I metodi di valutazione previsti dalla norma UNI TR 11175 sono:

- Metodo A, «Linee guida a **4 trasmissioni laterali**», che determina un potere fonoisolante apparente «lineare» per ciascun percorso;
- Metodo B, «Linee guida a **trasmissione laterale equivalente**», che permette la determinazione del coefficiente K.





# Stima del potere fonoisolante apparente

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico delle partizioni interne si può calcolare fruendo di alcuni dati:

- $R_W$  **indice** del potere fonoisolante apparente della **partizione**;
- $m'$  **massa** degli elementi **lateral**i;
- **tipologia di collegamenti** tra la partizione e le n pareti laterali (n=4).

## METODO A

$$R'_W = -10 \cdot \log \left[ 10^{\left(\frac{-R_W}{10}\right)} + \sum_1^n 10^{\left(\frac{10-R_{Ff,w,i}}{10}\right)} \right]$$

Massa per unità di superficie della struttura laterale [kg/m <sup>2</sup> ]	Indice di valutazione del potere fonoisolante longitudinale apparente dell'i-esimo elemento costruttivo laterale $R_{Ff,w}$ [dB]	
	solai	pareti
100	41	43
200	51	53
300	56	58
350	58	60
400	60	62

# Stima del potere fonoisolante apparente

Valori di  $R_{F,T,w}$  per pavimenti galleggianti su solai di tipo massivo

Schema del giunto tra pavimento e parete	$R_{F,T,w}$ dB
	Massetto in anidrite o calcestruzzo
<p>Pavimento passante continuo</p>	38
<p>Pavimento passante interrotto</p>	55
<p>Pavimento non passante</p>	70

Legenda figure

- 1 Divario con struttura semplice o doppia in legno o metallo oppure parete mobile; il collegamento al pavimento è sigillato con una guarnizione
- 2 Pavimento
- 3 Materiale isolante fibroso
- 4 Massa per unità di area del solaio di tipo massivo  $m' \geq 300 \text{ kg/m}^2$

Tipo di collegamento	Massa per unità di area della parete di tipo massivo $\text{kg/m}^2$	$R_{F,T,w}$ dB
<b>Rivestimento di tipo flessibile passante</b>		
	100	53
	200	57
	250	57
	300	58
	400	58
<b>Rivestimento di tipo flessibile interrotto</b>		
	100	63
	200	70
	250	71
	300	72
	400	73

Legenda figure

- 1 Divisorio a struttura semplice o doppia con collegamento al supporto di tipo massivo con rivestimento di tipo flessibile interrotto
- 2 Divisorio come sopra con collegamento al rivestimento di tipo flessibile
- 3 Materiale isolante fibroso con resistenza al flusso d'aria  $r \geq 5 \text{ kNs/m}^4$
- 4 Rivestimento di gesso rivestito, con peso per unità di area  $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$
- 5 Materiale isolante fibroso con resistenza al flusso d'aria  $r \geq 5 \text{ kN s/m}^4$
- 6 Parete di tipo massivo

Dimensioni in millimetri

Nota Per rivestimento di tipo flessibile si intende quello realizzato con lastre aventi frequenza di coincidenza,  $f_c$ , maggiore di 2 000 Hz.

# Stima del potere fonoisolante apparente

Il metodo della **trasmissione laterale equivalente** può essere impiegato per **strutture omogenee, massicce e connesse con giunti rigidi**; inoltre deve essere **assente**, nella partizione oggetto di valutazione, **qualsiasi rivestimento** il cui contributo sia aggiuntivo rispetto alla partizione originaria.

Nella formula:

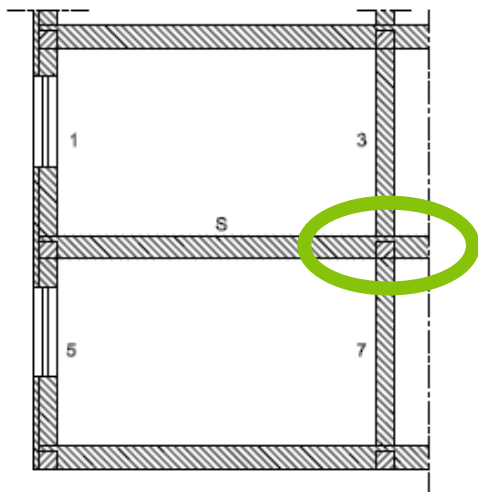
- $R_w$  è l'**indice di valutazione** del potere fonoisolante della **partizione** per parete o solaio, dedotto da **stime teoriche** o da **misure di laboratorio**; nel metodo si considera che il potere fonoisolante di una parete massiccia segua la **legge di massa**;
- $K'$  è il **contributo peggiorativo** dovuto alla **trasmissione sonora laterale**; il suo valore aumenta all'aumentare della **differenza di massa superficiale** tra la **partizione** e le **strutture laterali**.

## METODO B

$$R'_w = R_w - K'$$

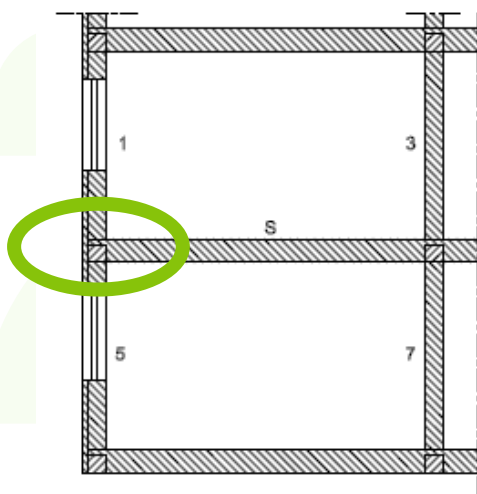
$$R_w = 37,5 \cdot \log(m') - 42$$

# Stima del potere fonoisolante apparente



prospetto A.8 Contributo globale della trasmissione laterale  $K'$  per giunti rigidi a T e masse per unità di area uniformemente distribuite

Massa per unità di area della partizione $\text{kg/m}^2$	Massa media per unità di area delle strutture laterali									
	$\text{kg/m}^2$									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
100	3,0	1,5	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
150	5,0	3,0	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
200	6,5	4,5	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
250	8,0	5,5	4,0	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0
300	9,0	6,5	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
350	10,0	7,5	6,0	4,5	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5
400	10,5	8,5	6,5	5,5	4,5	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
450	11,5	9,0	7,5	6,0	5,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5
500	12,0	9,5	8,0	6,5	5,5	4,5	4,0	3,5	3,0	3,0



prospetto A.7 Contributo globale della trasmissione laterale  $K'$  per giunti rigidi a croce e masse per unità di area uniformemente distribuite

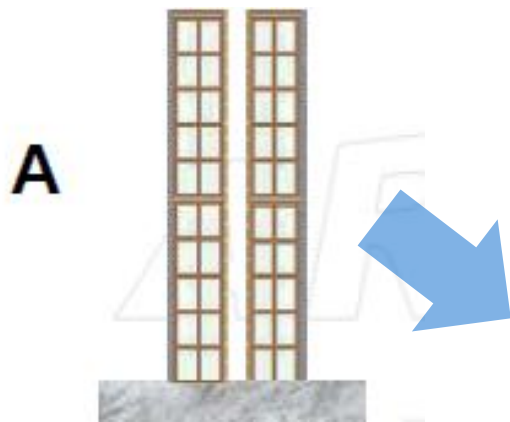
Massa per unità di area della partizione $\text{kg/m}^2$	Massa media per unità di area delle strutture laterali									
	$\text{kg/m}^2$									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
100	1,5	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
150	3,0	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
200	4,5	2,5	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
250	5,0	3,5	2,5	1,5	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
300	6,0	4,5	3,0	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
350	7,0	5,0	3,5	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0
400	7,5	5,5	4,5	3,5	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0
450	8,0	6,0	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5	1,5
500	8,5	6,5	5,0	4,5	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5

# Isolamento acustico di partizioni interne

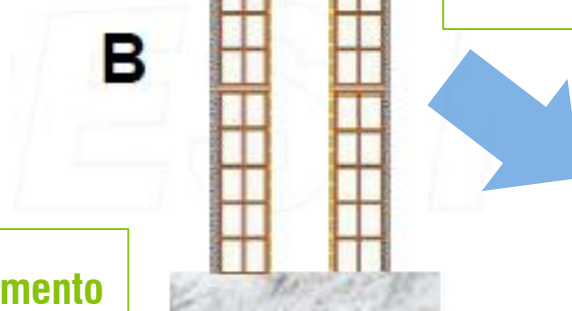
La **stratigrafia** delle partizioni interne (che dividono due **diverse unità immobiliari**) è decisiva nell'assicurare buone prestazioni acustiche.

Innanzitutto, lo **sdoppiamento** della partizione consente un **moderato incremento** dell'indice del potere fonoisolante, stimabile nell'ordine di circa 2 dB.

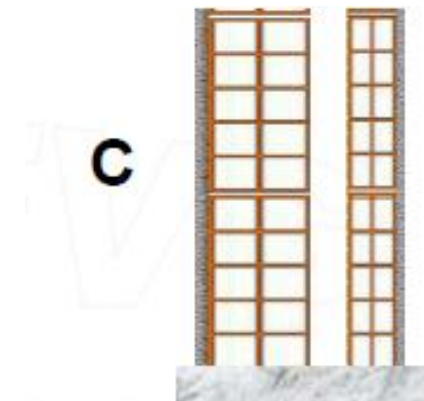
Un ulteriore incremento è reso possibile dal **disaccoppiamento** delle **masse superficiali** delle due pareti costituenti la partizione, prevedendo ad esempio laterizi di diverso spessore...



miglioramento mediante l'incremento dello spessore dell'intercapedine



miglioramento mediante il disaccoppiamento della massa

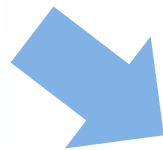
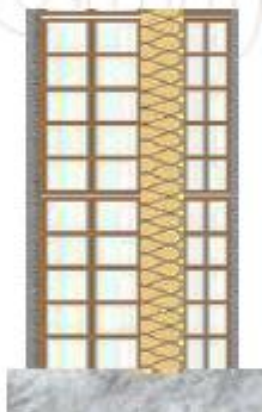


# Isolamento acustico di partizioni interne

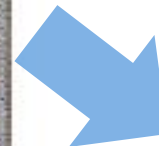
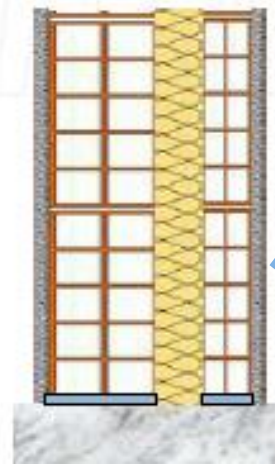
...o predisponendo uno **strato di regolarizzazione** sul lato interno di uno dei paramenti, se uguali, il cosiddetto **'rinzaffo'** o **'terzo intonaco'**.

Tale strato evita che si verifichi la **simmetria** della **parete** rispetto al proprio asse mediano, in quanto la **massa superficiale** risulta **variata** di circa 20 kg/m<sup>2</sup>. In questo modo lo sbilanciamento delle masse comporta la **diversità** di **frequenza critica** tra le due pareti.

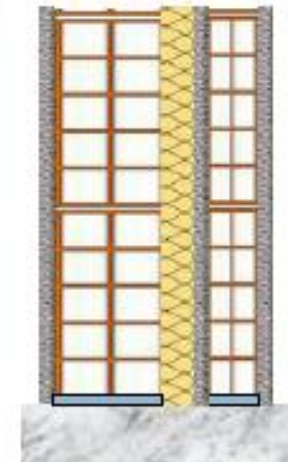
D



E



F



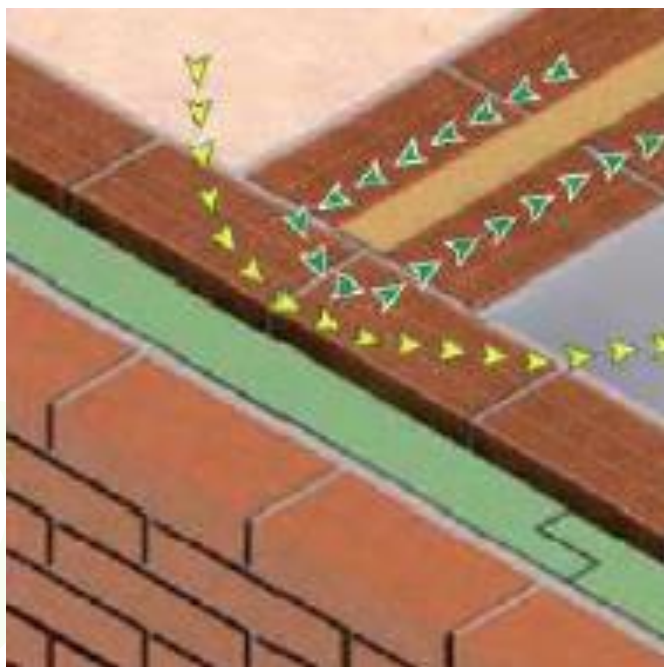
miglioramento grazie al «taglio» alla base della partizione

miglioramento mediante l'inserimento del «terzo intonaco»



# Isolamento acustico di partizioni interne

## CONNESSIONE ALLE PARETI PERIMETRALI – rivestimento interno interrotto

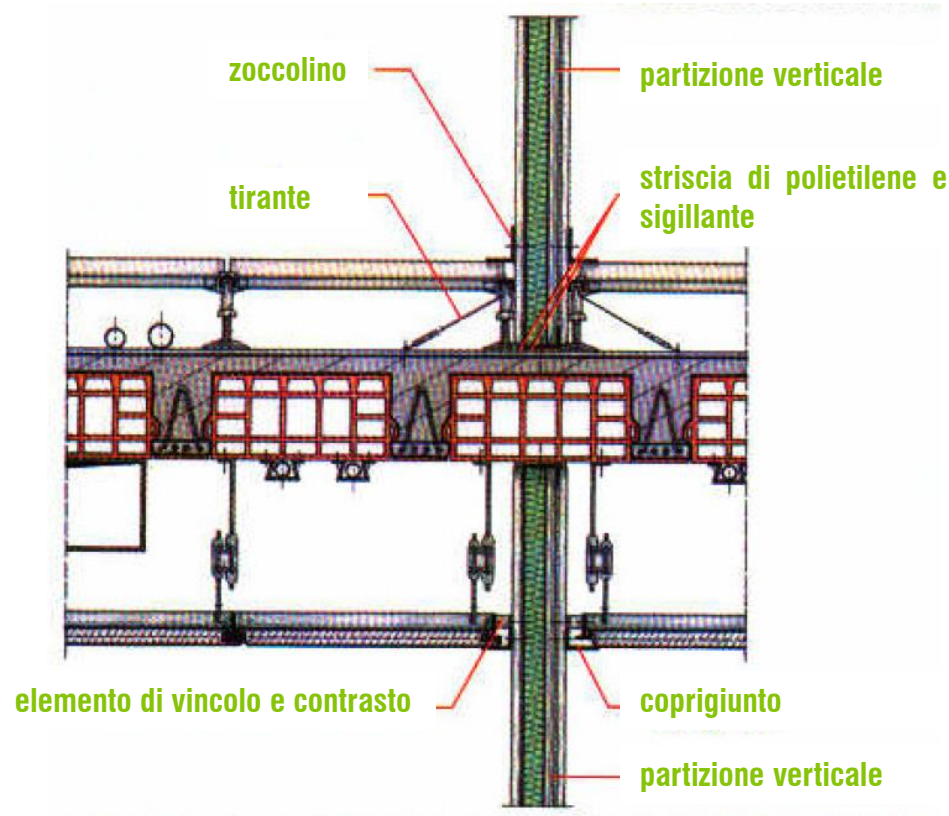
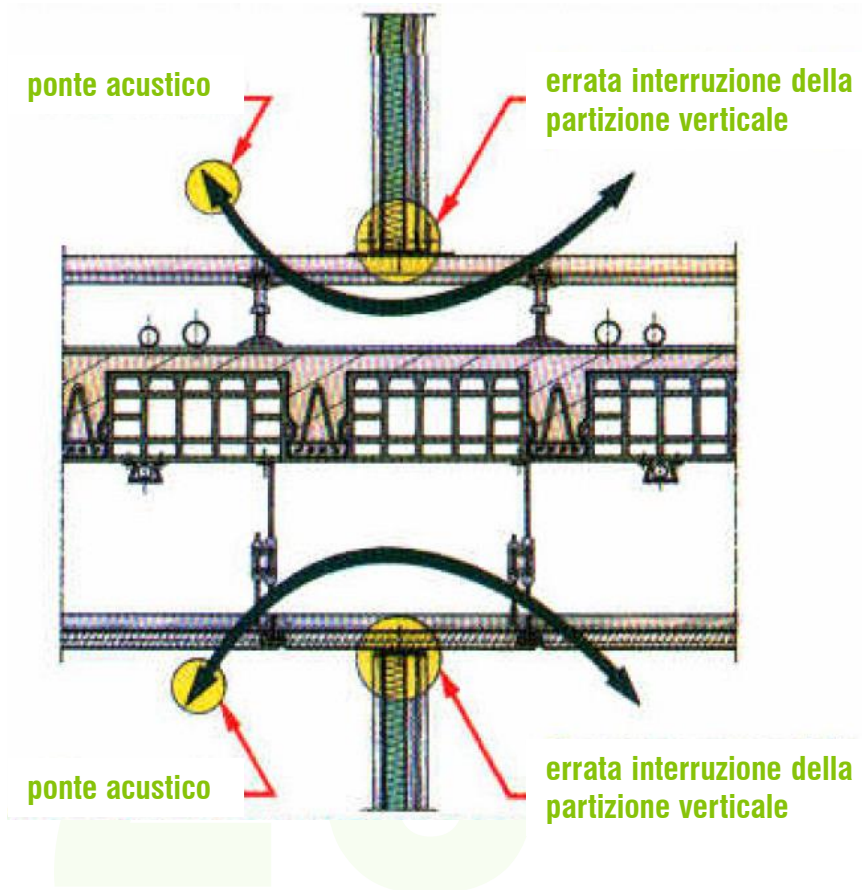


posa in opera errata



posa in opera corretta

# Isolamento acustico di partizioni interne



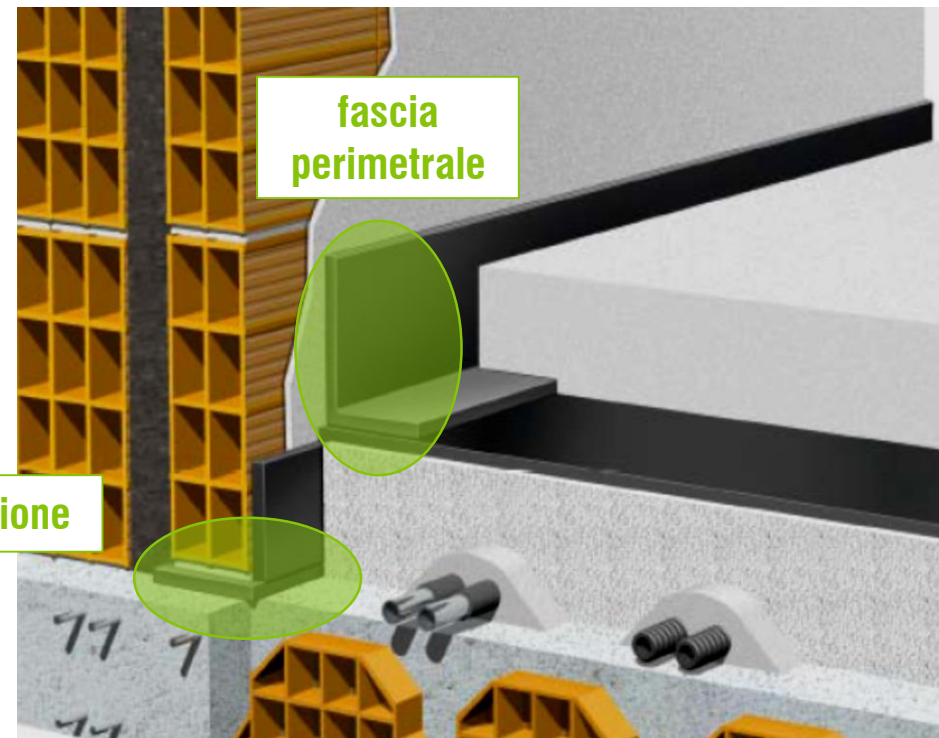


# Isolamento acustico di partizioni interne

È necessario porre particolare attenzione alla **trasmissione per via strutturale** tra le partizioni verticale ed orizzontale.

Un incremento ulteriore alle prestazioni di isolamento acustico si rende possibile **desolidarizzando** la **partizione dalle strutture laterali** che la delimitano. Per partizioni verticali **non portanti** è opportuno prevedere una **striscia di materiale resiliente** (banda) posta **alla base** della partizione stessa, il cui scopo è impedire che una **sollecitazione meccanica** impattiva agente sulla partizione **trasferisca** il **rumore** per via strutturale **al pavimento**.

L'indice del potere fonoisolante apparente della partizione è così incrementato di circa 3 dB.



26

# Livello di rumore da calpestio

La norma di riferimento per la valutazione dell'indice è la UNI EN 12354 parte 2; la valutazione semplificata può essere effettuata ai sensi della norma UNI TR 11175.

L'indice di valutazione del livello di pressione sonora dovuto al calpestio si può calcolare fruendo di alcuni dati:

- $m'$  massa del **solaio nudo**;
- $s'$  **rigidità dinamica** dell'eventuale **materiale resiliente**;
- massa del **massetto superiore**;
- massa delle **pareti perimetrali**.



26

# Stima del livello di rumore da calpestio

Nella formula:






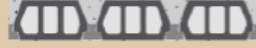
- $L'_{n,w,eq}$  è l'indice di **valutazione** del **livello equivalente di pressione sonora di calpestio** normalizzato relativo al **solai nudo** privo di rivestimento;
- $\Delta L'_w$  è l'indice di valutazione dell'**attenuazione** del livello di pressione sonora di calpestio riferibile al **rivestimento**;
- $K$  è la **correzione** da apportare in modo da considerare il **contributo** della **trasmissione laterale** nelle strutture omogenee.

La determinazione di  $L'_{n,w,eq}$  dipende dalla massa superficiale  $m'$  del solaio nudo.

$$L'_{n,W} = L'_{n,W,eq} + \Delta L'_W + K$$

$$L'_{n,W,eq} = 164 - 35 \cdot \log(m')$$

per massa superficiale  $100 \text{ kg m}^{-2} > m' > 600 \text{ kg m}^{-2}$

Tipo	Altezza (cm)	Peso proprio in opera
1) lastre (predalles) con alleggerimento in laterizio 	H = 5 + 12 + 4	370 kg/m <sup>2</sup>
	H = 5 + 16 + 4	390 kg/m <sup>2</sup>
	H = 5 + 20 + 4	415 kg/m <sup>2</sup>
2) latero-cemento 	H = 16 + 4	280 kg/m <sup>2</sup>
	H = 20 + 4	300 kg/m <sup>2</sup>
	H = 24 + 4	335 kg/m <sup>2</sup>
3) polistirolo irrigidito con nervatura in cls 	H = 18 + 4	190 kg/m <sup>2</sup>
	H = 22 + 4	215 kg/m <sup>2</sup>
	H = 26 + 4	240 kg/m <sup>2</sup>
4) polistirolo irrigidito con lamierini 	H = 16/3 + 4	189 kg/m <sup>2</sup>
	H = 20/3 + 4	208 kg/m <sup>2</sup>
	H = 24/3 + 4	227 kg/m <sup>2</sup>
5) legno-cemento 	H = 12 + 3 + 5	155 kg/m <sup>2</sup>
	H = 16 + 3 + 5	164 kg/m <sup>2</sup>
	H = 20 + 3 + 5	175 kg/m <sup>2</sup>
6) blocchi di calcestruzzo normale 	H = 16 + 4	325 kg/m <sup>2</sup>
	H = 20 + 4	370 kg/m <sup>2</sup>
	H = 24 + 4	416 kg/m <sup>2</sup>

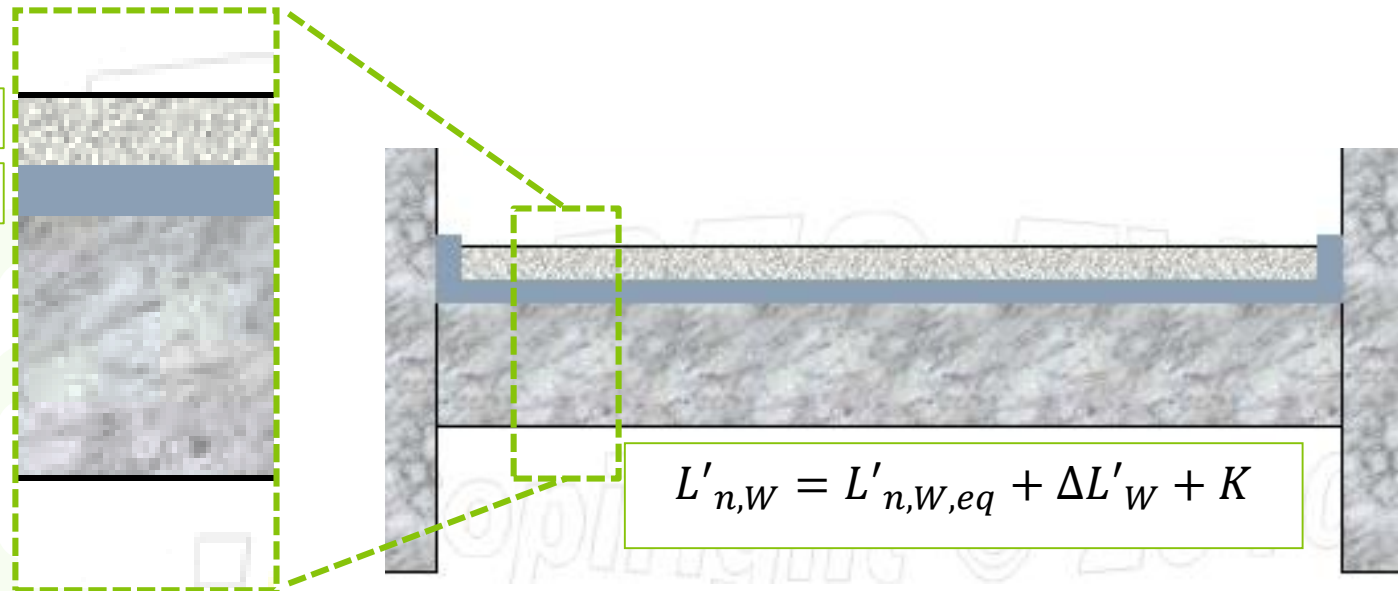
# Stima del livello di rumore da calpestio

La determinazione di  $\Delta L'_W$  dipende dalla **massa del massetto  $m'_1$**  soprastante lo strato resiliente e dalla **rigidità dinamica  $s'$**  di quest'ultimo.

$$\Delta L'_W = 30 \cdot \log\left(\frac{500}{f_0}\right) + 3$$

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{\frac{s'}{m'_1}}$$

massetto  
strato resiliente



# Stima del livello di rumore da calpestio

Termine di correzione K per la trasmissione laterale, in decibel

Massa per unità di area del solaio di separazione kg/m <sup>2</sup>	Massa media per unità di area degli elementi laterali omogenei non ricoperti con rivestimenti supplementari kg/m <sup>2</sup>								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

# Stima del livello di rumore da calpestio

La riduzione del livello di rumore da calpestio può essere ottenuta, oltre che mediante un pavimento galleggiante, grazie ad un opportuno **rivestimento**, caratterizzato anch'esso da un'attenuazione del livello di pressione sonora.

Materiale	Spessore [mm]	$\Delta L'_w$ [dB]
moquette	4	20
	7	30
	14	36
gomma industriale	4	10
piastrelle viniliche	2	4

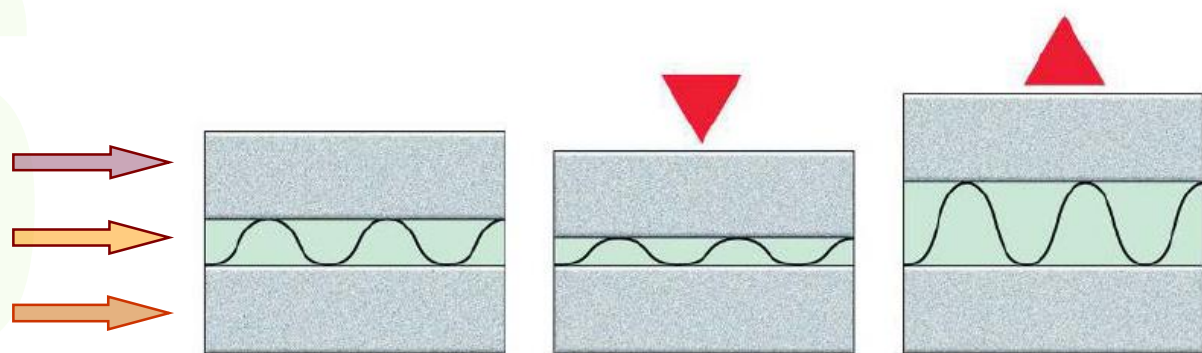
# Livello di rumore da calpestio

Nei pavimenti galleggianti, la funzione di assorbimento acustico viene assolta dallo **strato elastico** posto all'interno della struttura, funzionante secondo l'effetto «**massa – molla – massa**».

Due sono le caratteristiche che devono essere proprie del materiale «isolante»:

- la **rigidità dinamica**, ossia la capacità dello strato di lavorare come una molla;
- lo **scorrimento viscoso** a compressione, cioè la garanzia che esso mantenga nel tempo la propria elasticità.

1. partizione orizzontale
2. strato per l'alloggiamento impiantistico
3. strato resiliente
4. massetto di finitura
5. pavimento



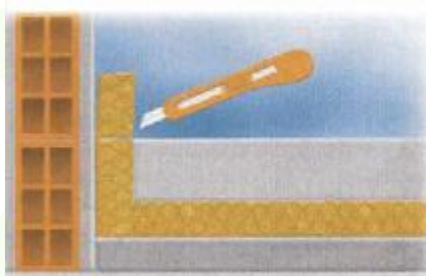


# Livello di rumore da calpestio

L'isolamento acustico al rumore da calpestio non è garantito dallo strato fonoisolante in sé (strato resiliente), ma dalla **prestazione complessiva** della soluzione tecnologica.

La corretta posa in opera prevede:

- un **piano** di **posa ben livellato**, privo di asperità che possono danneggiare lo strato resiliente;
- la **desolidarizzazione del massetto** dalle pareti verticali con strisce di materiale elastico, da rifilarsi ad avvenuta posa della finitura;
- **sovrapposizione** delle **fasce** di **materiale resiliente** allo scopo di evitare infiltrazioni di calcestruzzo durante il getto.



RIFILATURA ERRATA



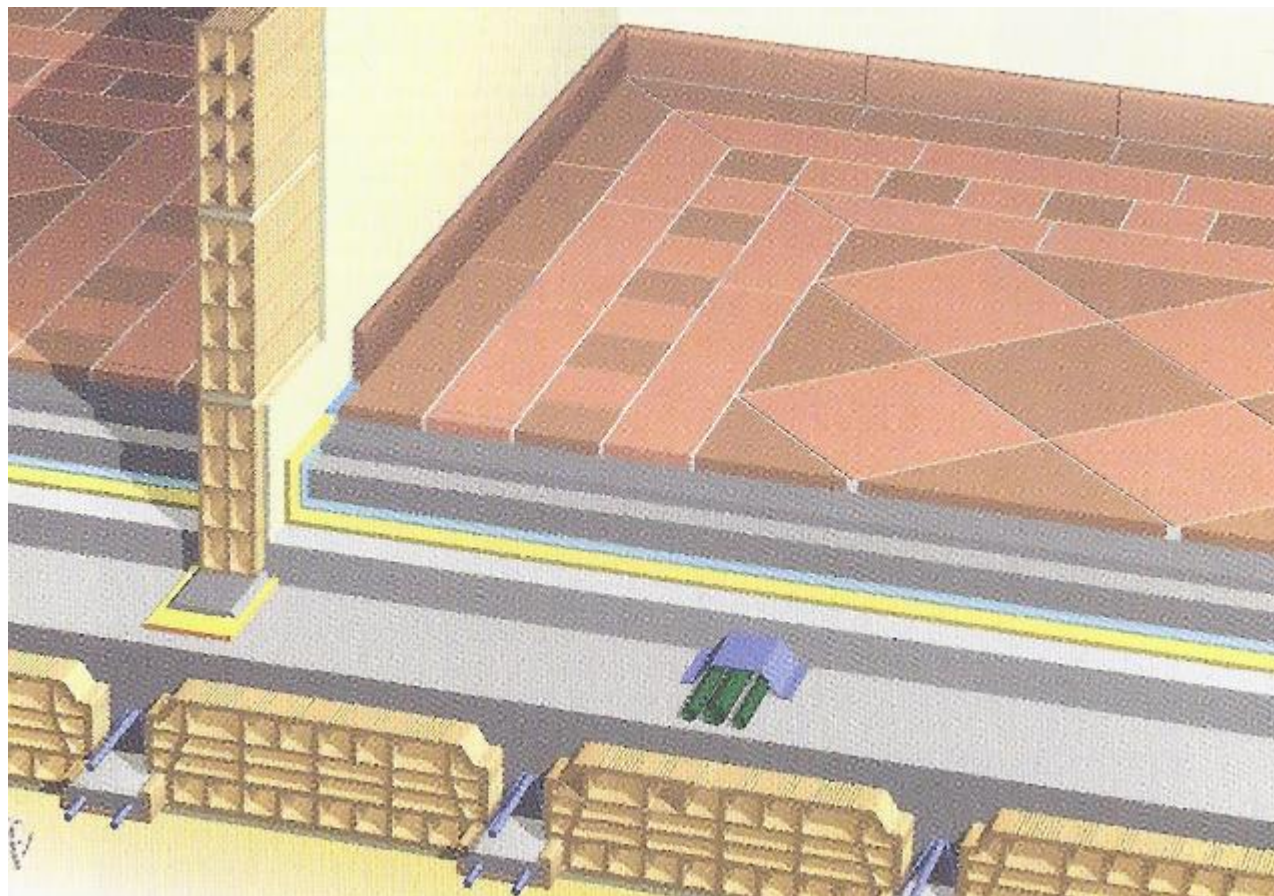
RIFILATURA CORRETTA



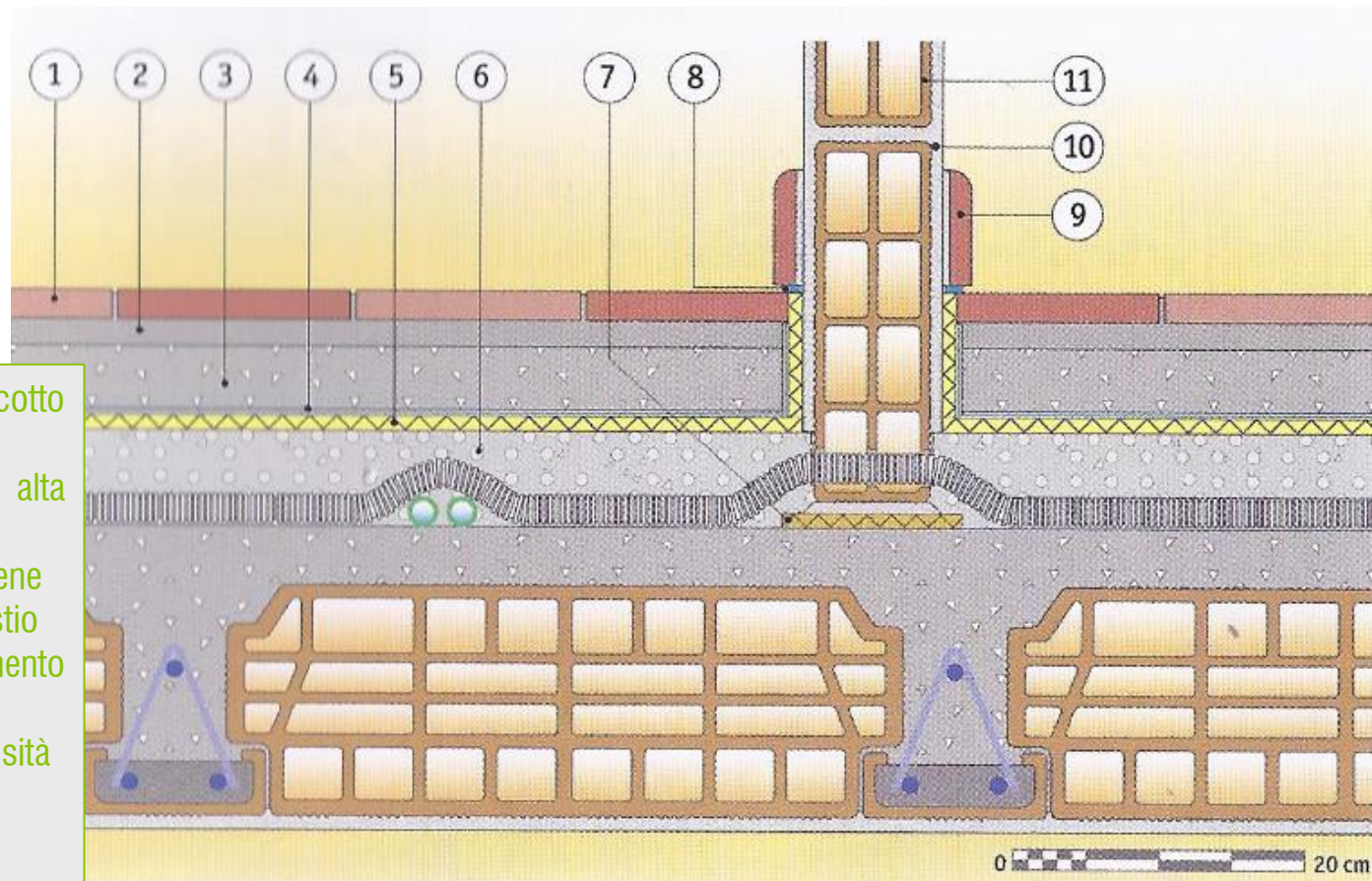
# Calpestio e integrazione impiantistica

Il pavimento galleggiante, se ben realizzato, permette una attenuazione dei rumori da calpestio nell'ordine dei 20 dB, riducendo inoltre le vie di trasmissione laterali.

La soluzione più efficace è quella del **doppio massetto**, in cui l'alloggiamento degli impianti si colloca presso l'estradosso del solaio e, in seguito alla stesura dello strato resiliente, si realizza il **massetto di irrigidimento** ad alta densità, cui segue la posa della pavimentazione.



# Calpestio e integrazione impiantistica



- 1. Pavimento in piastrelle di cotto
- 2. Letto di malta
- 3. Massetto in calcestruzzo alta densità
- 4. Foglio protettivo in polietilene
- 5. Strato resiliente anticalpestio
- 6. Massetto di alloggiamento impiantistico a sormonto
- 7. Striscia elastica a alta densità
- 8. Giunto in silicone
- 9. Battiscopa
- 10. Intonaco
- 11. Forato in laterizio

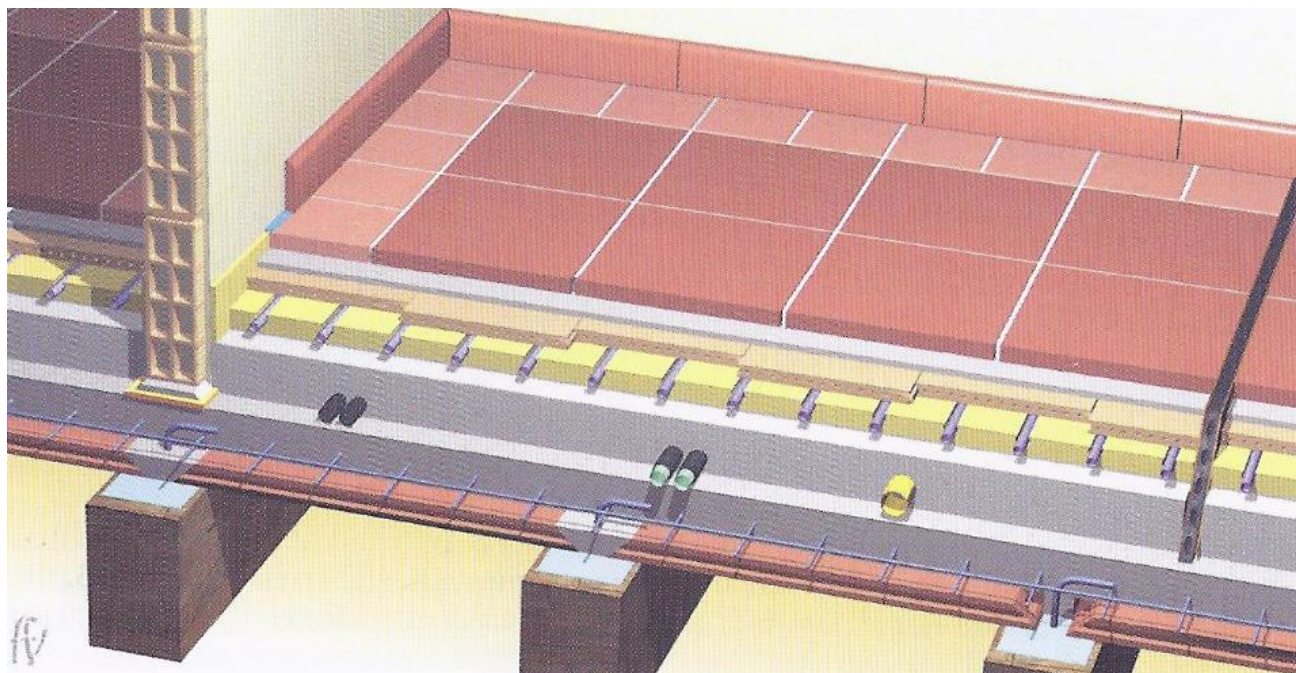


# Calpestio e integrazione impiantistica

Una pavimentazione radiante implementa le serpentine di erogazione dell'energia termica nella soluzione tecnologica.

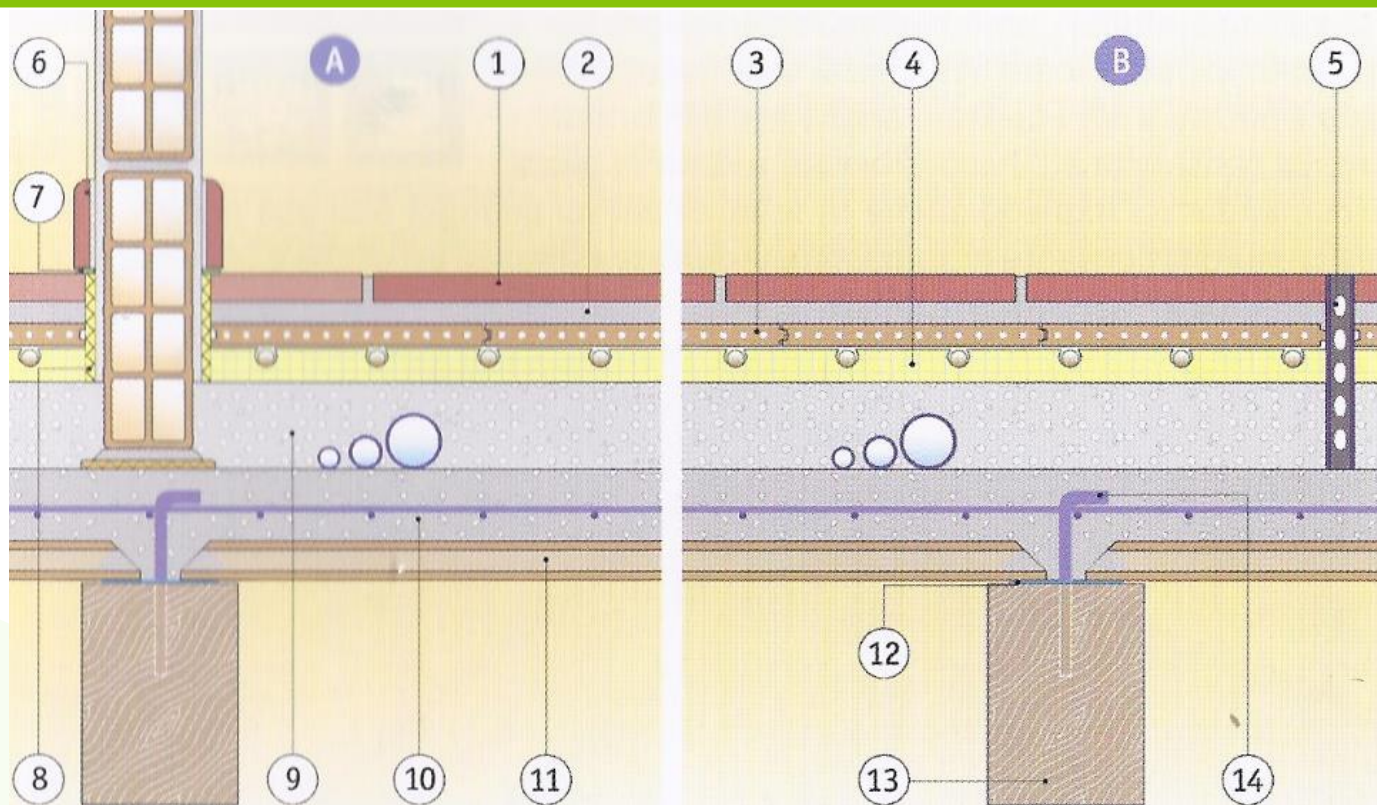
La soluzione è particolarmente adatta in ambienti di altezza superiore a 4 ml, cosicché il calore stazioni alla quota della pavimentazione.

Poiché gli elementi radianti devono collocarsi, in un massetto in calcestruzzo additivato, tra la finitura e lo strato coibente – necessario in questo caso anche per superfici adiabatiche – l'alloggiamento degli altri impianti si collocherà all'estradosso del solaio strutturale.



2

# Calpestio e integrazione impiantistica



- 1. Pavimento in cotto
- 2. Letto di malta
- 3. Tavelle in laterizio posate a secco
- 4. Pannello termoisolante preformato
- 5. Giunto di dilatazione in EPDM
- 6. Battiscopa

- 7. Giunto in silicone
- 8. Giunto perimetrale in polietilene espanso
- 9. Massetto in calcestruzzo alleggerito per alloggiamento impianti
- 10. Massetto in cemento armato

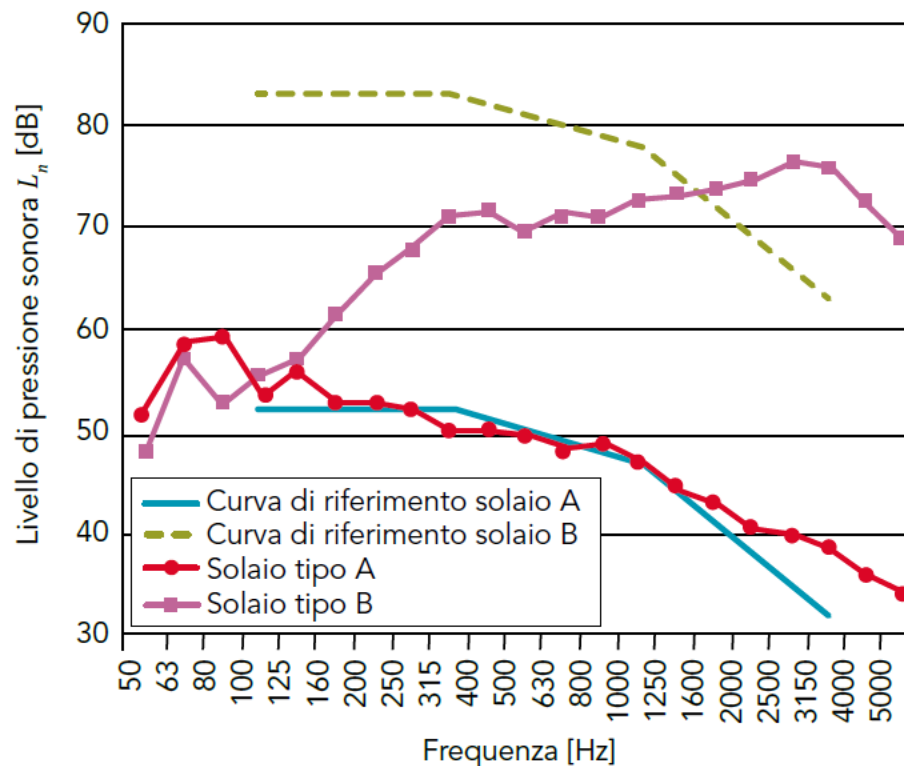
- 11. Tavella in laterizio faccia a vista
- 12. Foglio in polietilene
- 13. Trave in legno lamellare
- 14. Connettore metallico

0 20 cm

# Livello di rumore da calpestio

Un **pavimento galleggiante** realizzato **a regola d'arte** può garantire la **riduzione** del **livello** di **rumore** da **calpestio** di **30 dB**.

Se alla frequenza critica di 80 dB si verifica un peggioramento delle prestazioni, all'aumentare della frequenza si ha una **biforcazione** delle **curve sperimentali**: l'attenuazione del rumore trasmesso si incrementa all'aumentare con la frequenza.



# 26.5

---

## **Il problema degli impianti tecnici**

# Livello di rumore da impianti tecnici

Il livello di rumore generato dagli impianti tecnici, seppur molto diversificato in quanto molto riverse tra loro sono le **tipologie** degli **impianti** stessi, è influenzato da diversi fattori.

La norma di riferimento per la valutazione dell'indice è la UNI EN 12354 parte 5.

Gli **impianti di sollevamento** si distinguono in due categorie:

- ascensori idraulici a pistone, in genere più silenziosi ma applicabili a edifici di altezza contenuta;
- ascensori elettrici a fune, azionati da un motore posto all'estremità superiore del vano ascensore.

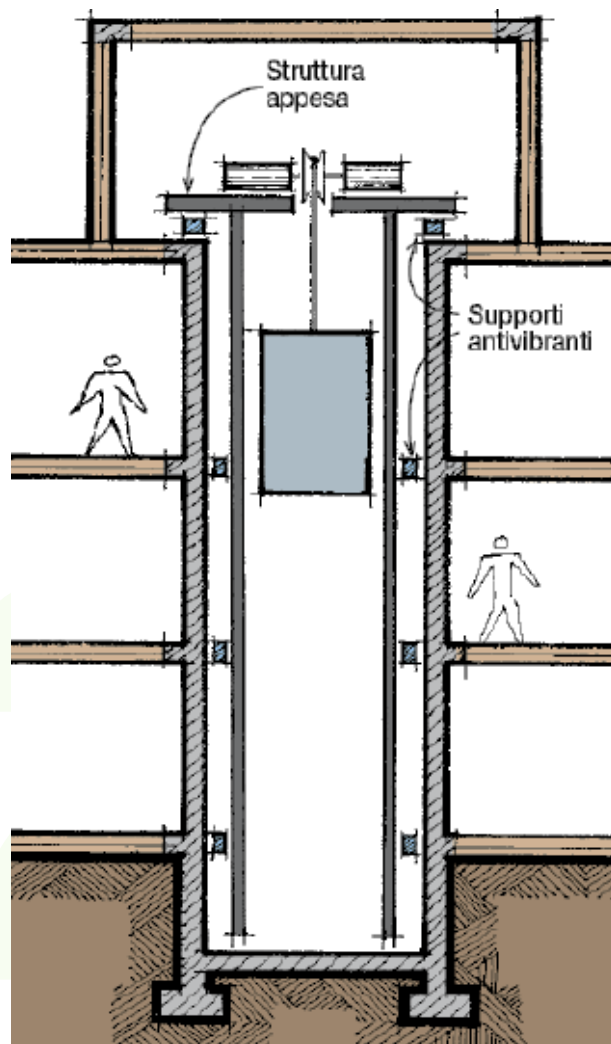
L'emissione del rumore di un impianto di sollevamento in fase di esercizio è riferibile a **due vie di trasmissione**:

- la via **aerea**, che costituisce il mezzo di propagazione, sia all'interno dell'edificio che verso l'esterno, del rumore prodotto dal movimento dell'ascensore;
- la via **strutturale**, che trasmette le vibrazioni indotte dalle parti in movimento sulle strutture.





# Impianti di sollevamento



## IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

### riduzione emissione sonora

impiego di circuiti magnetici a ronzio ridotto (quindi sovradimensionati)

lubrificazione delle superfici di contatto tra i componenti di trasmissione di moto

adozione di porte d'accesso automatiche

### protezione ambienti confinanti

posa di un pavimento galleggiante nel vano in cui si posizionano gli organi motori

adozione di un vano corsa dotato di una elevata massa superficiale ( $\approx 250 \text{ kg/m}^2$ )

predispensione di contropareti nelle partizioni verso ambienti confinanti



# Livello di rumore da impianti tecnici

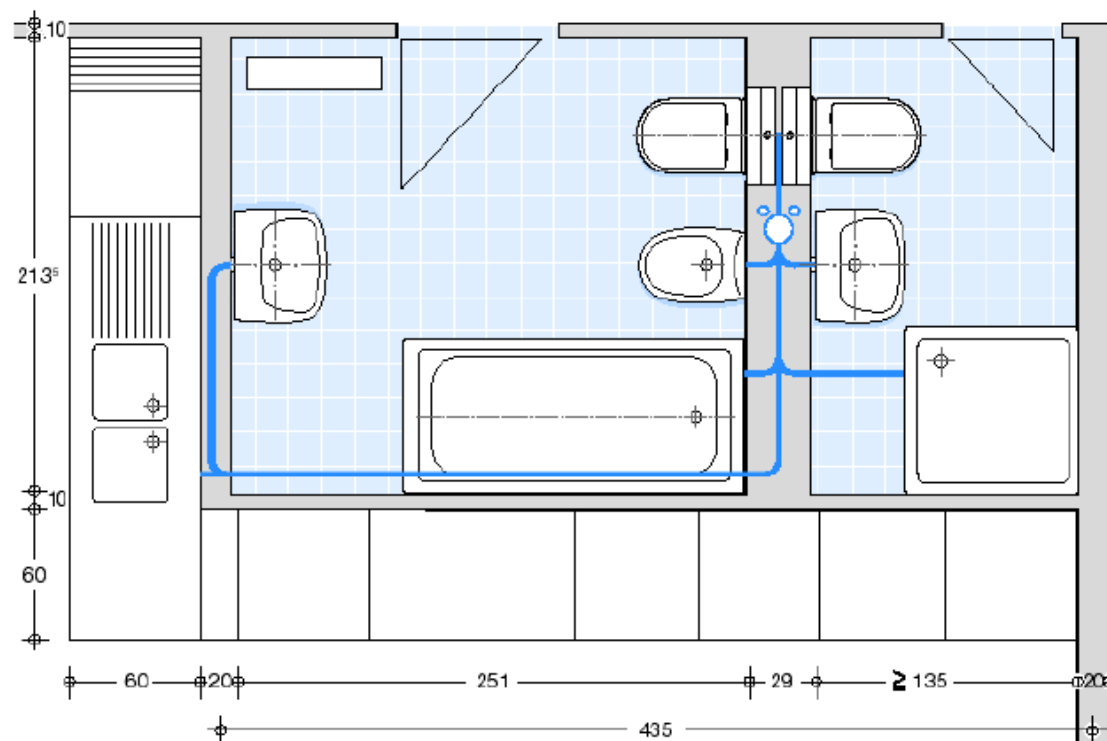
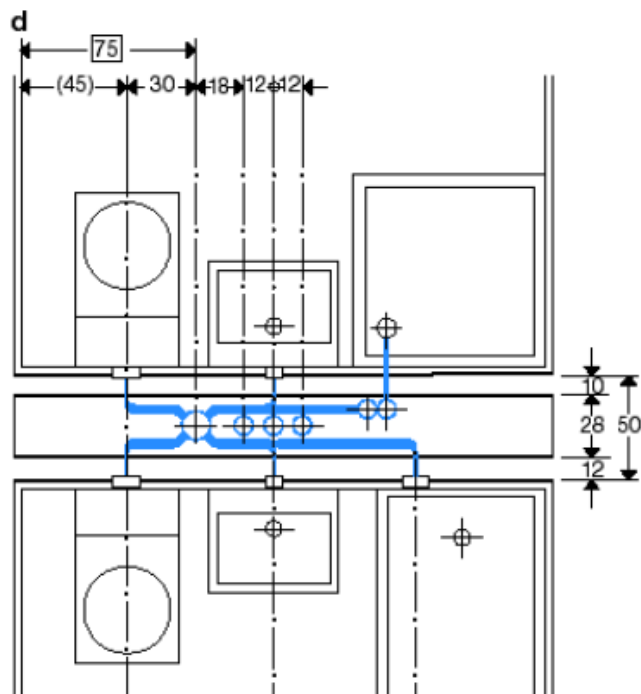
La propagazione del rumore in impianti a funzionamento discontinuo quale è l'**impianto idrico** sanitario avviene durante le fasi di **scarico delle acque**, di **funzionamento** dei **circolatori** e di **alimentazione** degli **apparecchi sanitari**.

Le vibrazioni propagate si traducono in fenomeni di **colpo d'ariete** o in **variazioni di pressione dell'acqua**, e si trasmettono con facilità alle partizioni in cui sono alloggiate.



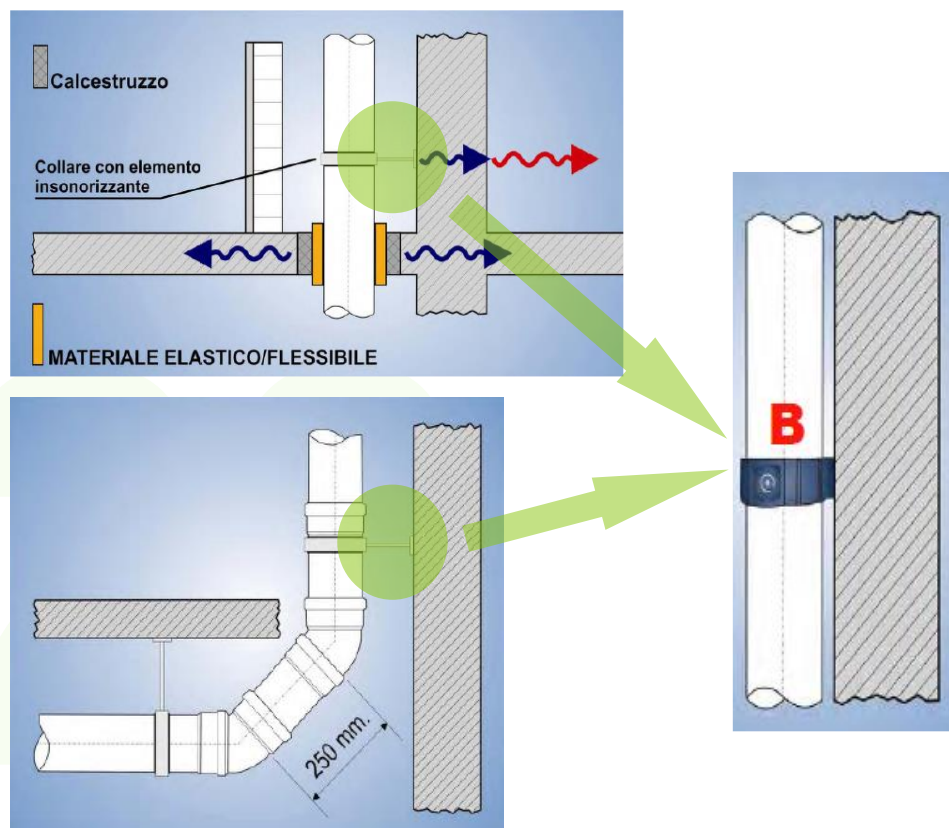
26

# Rumore da impianti tecnici



# Rumore da impianti tecnici

## LIMITAZIONE DELLA PROPAGAZIONE DI RUMORE NEGLI IMPIANTI IDRAULICI



Predisporre alla base delle colonne di scarico due raccordi a 45° tra la giacitura verticale e quella orizzontale (al posto di una curva a gomito), per un tratto lungo almeno 0,25 ml

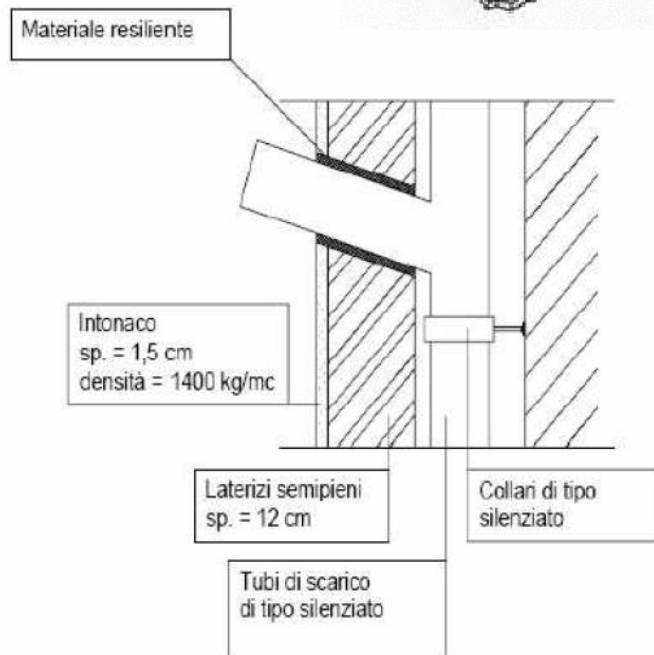
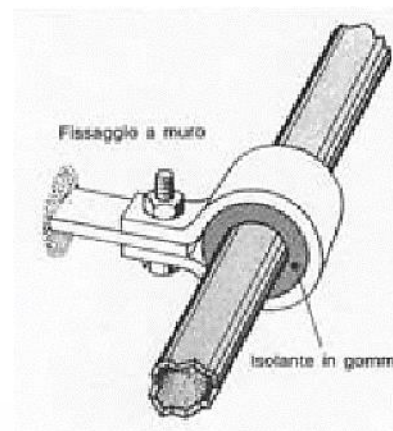
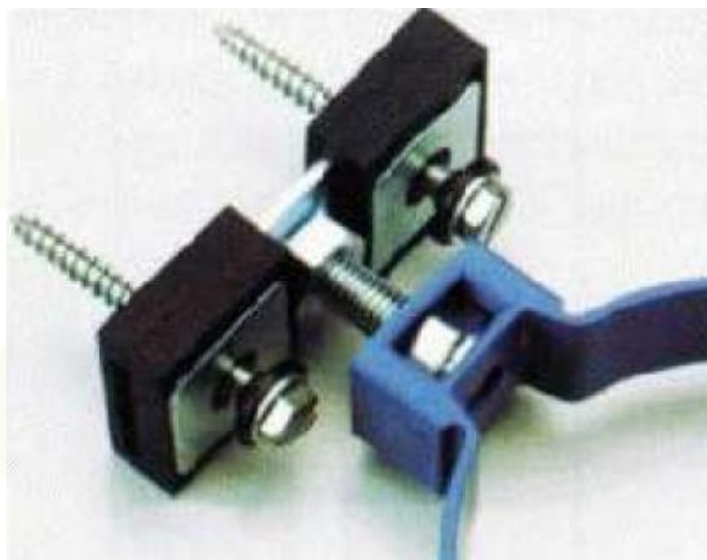
Interporre uno strato resiliente tra la partizione e l'apparecchio sanitario

Alloggiare le colonne di scarico in un cavedio evitando qualsiasi contatto tra la struttura muraria e le colonne stesse, evitando così la propagazione del rumore per via strutturale

Fissare le tubazioni alla partizione mediante collari antivibranti

Realizzare l'attraversamento dei solai sigillando l'asola con materiale resiliente evitando l'insorgere di un ponte acustico

# Rumore da impianti tecnici

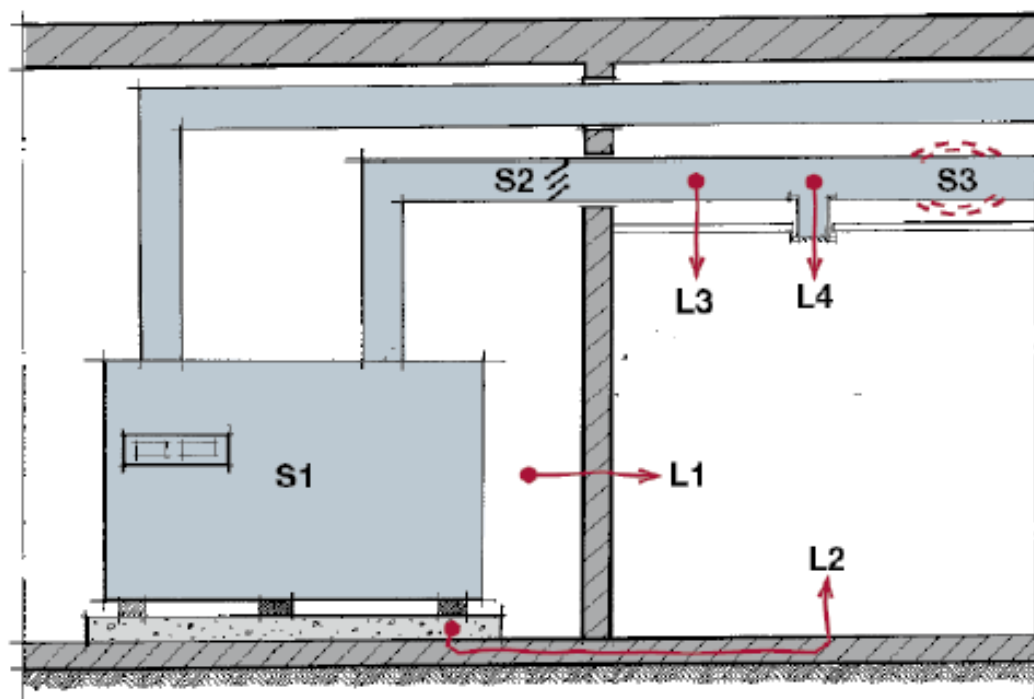


# Livello di rumore da impianti tecnici

Gli **impianti** a **funzionamento continuo** trasmettono rumore sia per **via aerea** (come **canalizzazioni** e canne fumarie) che per **via strutturale** (vibrazioni trasmesse alle **partizioni** a cui sono vincolati).

Situazioni particolarmente critiche si riscontrano:

- presso i **ventilatori** di **condizionamento**, oppure presso gli **ausiliari** presenti nel generatore di calore;
- presso i **punti singoli** delle **tubazioni**, in cui si ha una perdita di carico concentrata (**restringimenti**, **curve**, diramazioni o **serrande**);
- nei tratti **rettilinei** di **notevole luce libera**.



20

# Rumore da impianti tecnici

## LIMITAZIONE DELLA PROPAGAZIONE DI RUMORE TRASMESSO DAI MACCHINARI



Realizzazione dei collegamenti tra canna fumaria e camino con manicotti elastici

Prevedere un indice di valutazione del potere fonoisolante apparente del vano centrale termica non inferiore a 60 dB, mediante pareti di massa non inferiore a 250 kg/m<sup>2</sup>

Posa della centrale di condizionamento dell'aria su supporti antivibranti (campane metalliche con materiale elastomerico) che consentono la desolidarizzazione della macchina dalla struttura portante