

I.P.



CASE PIÙ SILENZIOSE

L'isolamento Acustico



ASSOCIAZIONE NAZIONALE PER L'ISOLAMENTO
TERMICO E ACUSTICO

Via Matteo Civitali, 77 20148 Milano - Tel. 02/40070208 - Fax. 02/40070201
e-mail: anit@anit.it - internet: www.anit.it



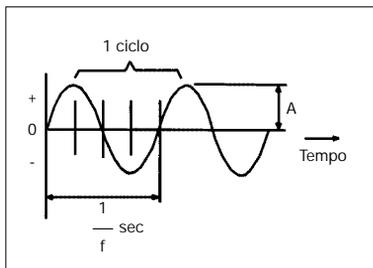
Il rumore

Che cos'è il rumore

Il rumore è quella sensazione che l'orecchio trasmette al cervello e che è provocata da variazioni di pressione dell'aria sul timpano. Il rumore è la somma di più suoni "puri" (es. $A+B=C$). Ogni rumore è caratterizzato da una frequenza e da un'ampiezza.

Maggiore è l'ampiezza e maggiore risulta l'intensità del rumore percepito.

La frequenza invece dà luogo a rumori gravi o acuti. Questi ultimi sono i più disturbanti.



Come si misura

Poiché il rumore non ha la stessa intensità alle diverse frequenze, si utilizza uno strumento "fonometro analizzatore" capace di filtrarle e riconoscerle. In tal modo si può studiare il rumore, analizzandone le componenti. Per semplicità si usa esprimere il rumore con un solo numero "pesato" sulle diverse frequenze: esso esprime la sensazione di disturbo provocata sull'uomo e si esprime in decibel.

Cos'è il decibel - dB

È il logaritmo del rapporto tra la pressione sonora ed una pressione di riferimento, moltiplicata per 10. Si usa per semplificare il problema (anche se potrebbe sembrare il contrario).

Infatti la scala delle pressioni sonore è molto ampia e non sarebbe facilmente rappresentabile. Inoltre l'orecchio umano è sensibile alla pressione, ma non in modo lineare. Una pressione doppia non corrisponde ad una sensazione doppia.

$$\text{db} = 10 \log \frac{P}{P_a}$$

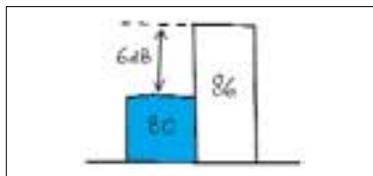
40 dB non è la metà di 80 dB

invece

86 dB è il doppio di 80 dB

6 soli dB dimezzano

la sensazione di disturbo



Rumore dimezzato

Che tipi di rumore



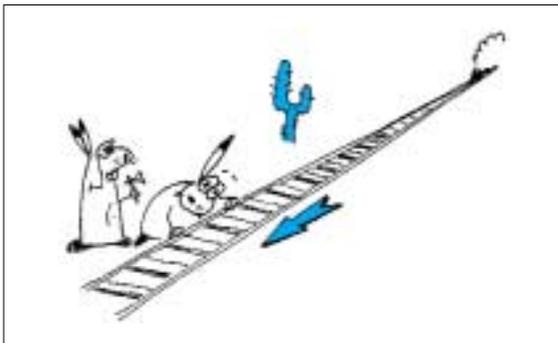
Nelle nostre case siamo sottoposti a diversi tipi di disturbo:

- rumori aerei, provenienti dall'esterno o dai vicini
- rumori impattivi, provenienti dal calpestio dei vicini, dei giochi, ecc.
- rumori di impianti di riscaldamento, sanitari, ecc.



Come si trasmette il rumore

Il suono si propaga nell'aria, ma anche nei diversi materiali, con velocità diversa.



Materiale	Velocità del suono (m/s)
aria	344
piombo	1220
acqua	1410
mattoni	3000
legno	3400
vetro	4100
acciaio	5200



Il rumore nelle case

La normativa che regola la rumorosità ammessa nelle case è la legge quadro 447/95.



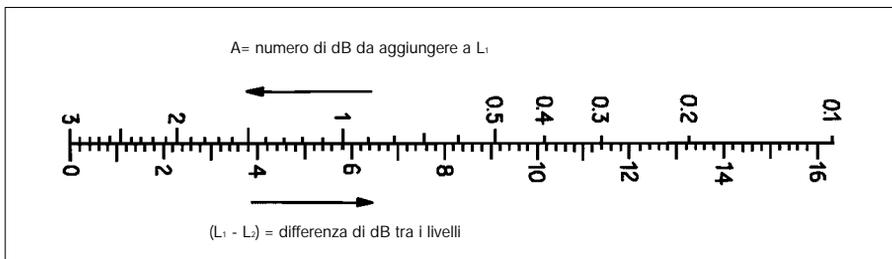
In ogni caso in un ambiente non vi può essere una differenza di più di 5 dB rispetto al rumore di fondo di giorno, e di più di 3 dB di notte (dopo le ore 23.00). La verifica viene eseguita con misurazione fonometrica.

DM 14/11/97 - Le immissioni rumorose nell'ambiente da parte delle attività non possono superare il valore previsto per le diverse zone nei diversi Comuni, in prossimità di autostrade, ferrovie, aeroporti. Anche il rumore della maggior parte delle sorgenti è regolamentato (macchine operatrici, tosaerba, natanti, ecc.). I Comuni provvedono a zonizzare il proprio territorio in base alla rumorosità consentita.

Attenzione: Le sorgenti di rumore non si sommano, ma occorre correggere opportunamente la maggiore per tener conto delle altre.

Si considera il livello sonoro dovuto alla maggiore delle sorgenti e vi si aggiunge un numero A di decibel dipendente dalla differenza di livello tra le due sorgenti da sommare.

ESEMPIO: Una macchina produce un livello sonoro di 60 dB, un'altra un livello di 57,4 dB. La differenza tra i due livelli (2,6 dB) corrisponde ad un valore A di 1,9 dB (vedi grafico). Il livello sonoro totale delle due macchine è quindi di 61,9 dB.



Il rumore nelle case



DPCM 5/12/97 - Requisiti acustici passivi delle strutture in opera obbligatorie per le nuove costruzioni e le ristrutturazioni.

Destinazione d'uso	Parametri				
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{A\text{Smax}}$	$L_{A\text{eq}}$
ospedali, cliniche	55	45	58	35	25
abitazioni, alberghi	50	40	63	35	35
scuole	50	48	58	35	25
uffici, palestre, negozi	50	42	55	35	35

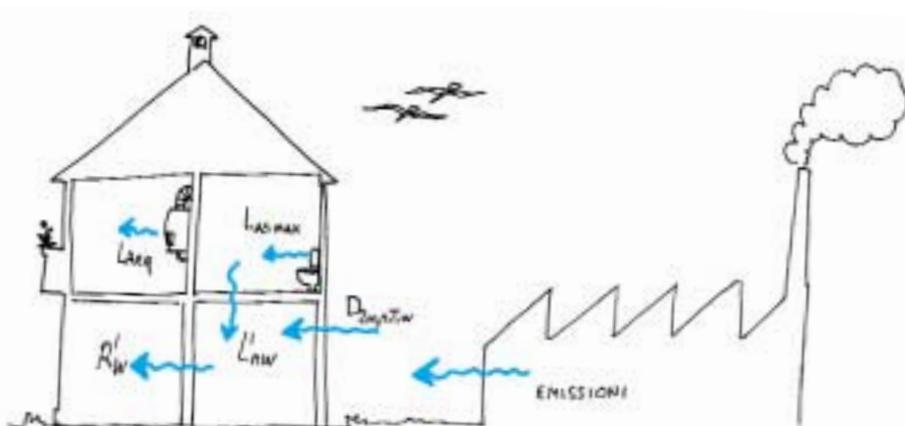
R'_w potere fonoisolante apparente di pareti divisorie fra ambienti

$D_{2m,nT,w}$ isolamento acustico standardizzato di facciata

$L'_{n,w}$ livello di rumore da calpestio di solai

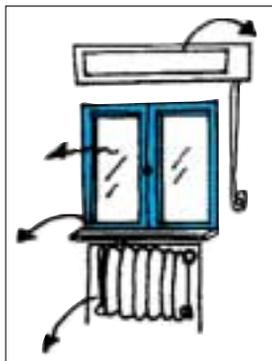
$L_{A\text{Smax}}$ livello massimo di rumore per gli impianti a funzionamento discontinuo (es. scarichi)

$L_{A\text{eq}}$ livello massimo di rumore per gli impianti a funzionamento continuo (es. caldaie, condizionatori)



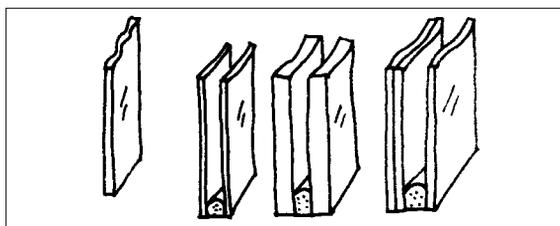


Le facciate



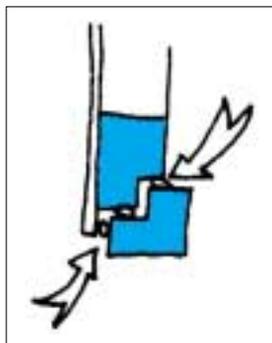
La tenuta all'aria dei serramenti è un buon sistema per migliorare il fonoisolamento.

La tenuta all'aria dei serramenti è identificata da 5 diverse classi. La classe 0 per i serramenti non sottoposti a prova, le classi dalla 1 alla 4 sono ordinate dalla permeabilità più alta alla più bassa. La classe 4 è quindi la migliore.

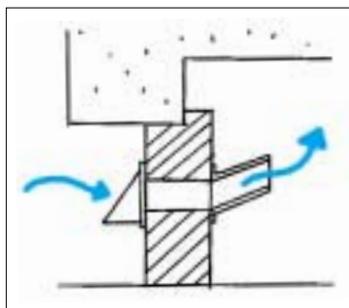


Nella tabella seguente è riportato il valore del potere fonoisolante per alcuni tipi di vetro:

Tipo di vetro	Massa kg/m^2	Rw
Vetro 4 mm	10	30 dB
Vetro 10 mm	25	33 dB
Doppio vetro 4+4	20	32 dB
Stratificato 11/12 mm	27	37 dB



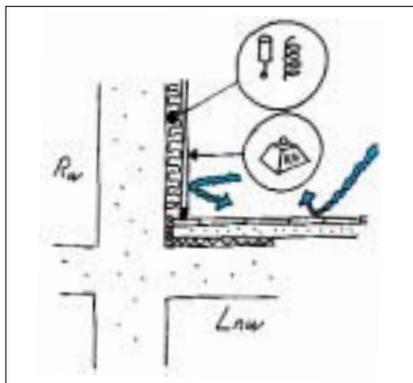
Anche le griglie di ventilazione sono elementi attraverso cui il rumore si trasmette. Esistono dispositivi che consentono di limitare la rumorosità delle prese d'aria.



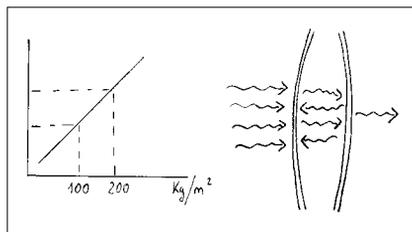
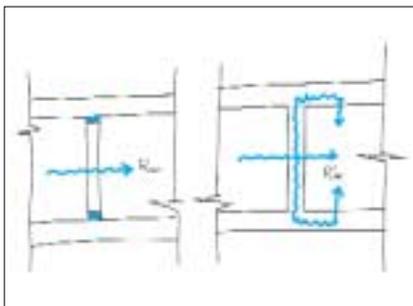
Rumori attraverso i divisori



I muri isolano dal rumore in due modi: con il loro peso (legge della massa: maggiore è il peso, maggiore è l'isolamento offerto) e con il loro effetto smorzante (pareti leggere).

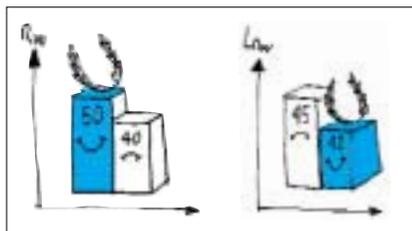


R_w misura il potere fonoisolante. Più è elevato, meglio è. Al contrario L_{nw} che è un indice del potere fonoisolante dei pavimenti, esprime il rumore che passa e quindi più è basso e meglio è.



Per migliorare l'isolamento di una parete si può intervenire con sistemi leggeri, molto efficaci alle alte frequenze. Si tratta di contropareti di gesso rivestito che possono essere incollate (senza punti rigidi) alle pareti esistenti, oppure fissate su orditure metalliche montate sulle pareti.

Attenzione che non vengano a contatto con il pavimento o il soffitto: ogni punto rigido ne diminuisce enormemente l'efficacia. Servono quindi nastri e guarnizioni elastiche.



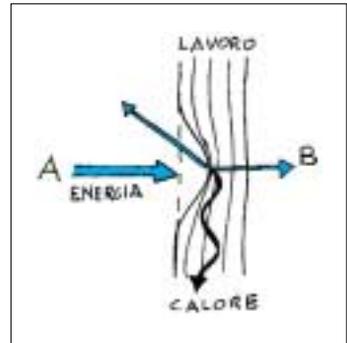
La misura di R_w e L_{nw} viene effettuata in laboratorio e riguarda solo la struttura misurata. Nella pratica invece ogni struttura (parete, pavimento, porta, ecc.) è collegata con le strutture contigue a cui trasmette il rumore. Il potere fonoisolante R_w quindi va corretto per tener conto di tali percorsi laterali e si indica con R'_w .



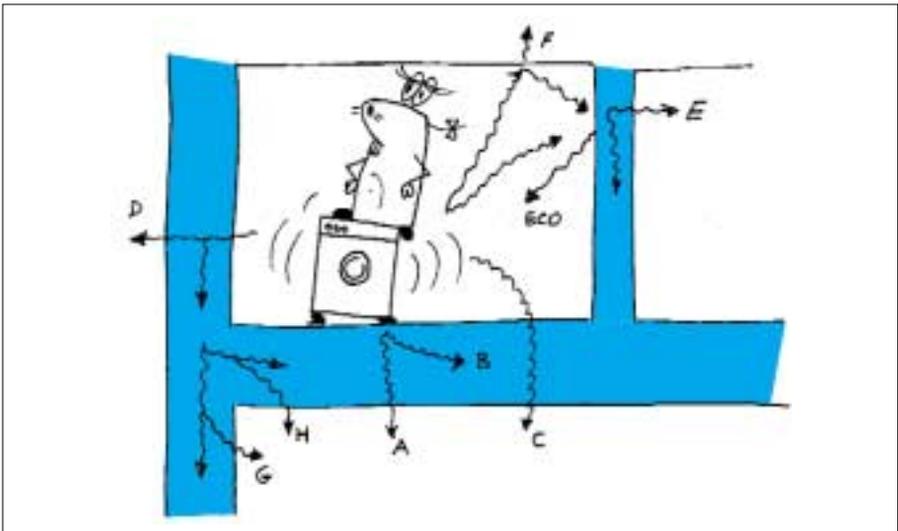
Gli effetti laterali

Attenzione: il rumore è uno scansafatiche e fa sempre il percorso più facile: basta un buco o un “ponte acustico” in una parete isolata benissimo che il rumore passa tutto di là.

Nel percorso da un ambiente A ad un ambiente B l'energia sonora si trasforma in lavoro e parte di questo in calore all'interno della parete di separazione. Il calore viene smaltito, l'energia rimanente si trasmette all'ambiente B. Minore è quest'ultima, maggiore è il potere fonoisolante della parete. Una parte dell'energia viene riflessa e torna in A, se è una frazione importante il muro si dice riflettente, altrimenti è fonoassorbente.



Il rumore si trasmette in tutti i modi possibili e su tutti i percorsi possibili. Le vibrazioni prodotte in un ambiente emergono in quello contiguo come rumori aerei A, ma si trasmettono anche sulle strutture vicine. I rumori aerei si trasformano in vibrazioni nelle strutture e si trasmettono agli ambienti vicini (C, D, E, F). Non sempre è la parete divisoria a trasmettere direttamente il rumore, ma possono essere le pareti laterali (G, H).

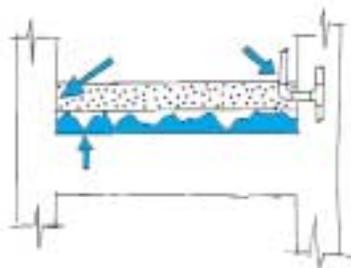
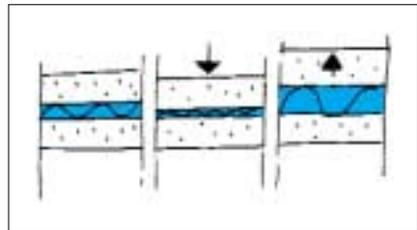
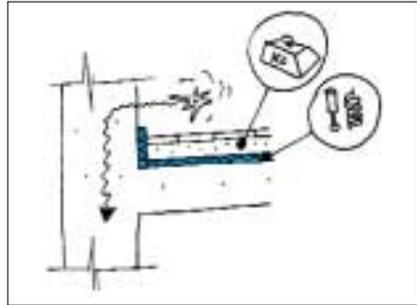




Per isolare un pavimento dai rumori di calpestio ci sono almeno tre modi:

- per i pavimenti già esistenti si può utilizzare un sistema resiliente a secco costituito da pannelli rigidi e feltrini precappiati di basso spessore, su cui incollare il nuovo rivestimento (abbattimento del rumore 17-20 dB).
- se l'altezza del soffitto lo permette, è efficace un "pavimento galleggiante" costituito da un materiale elastico, ma ammortizzato su cui realizzare un massetto e poi il nuovo pavimento che deve essere totalmente indipendente da quello vecchio e poter vibrare senza alcun punto di contatto con il solaio e con le pareti (in questo modo si ottengono abbattimenti di oltre 20 dB).

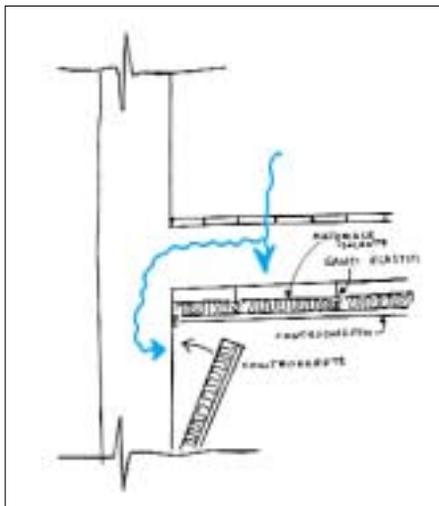
Particolare cura deve essere posta nella realizzazione del massetto, altrimenti vi è il rischio di rottura del rivestimento (piastrelle).



Attenzione: il massetto e il pavimento non devono avere alcun punto di contatto con le pareti circostanti, altrimenti l'efficacia si riduce moltissimo



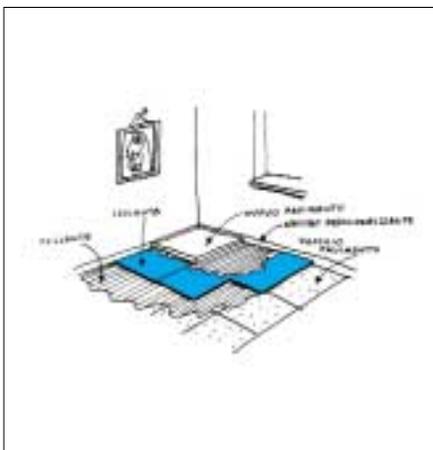
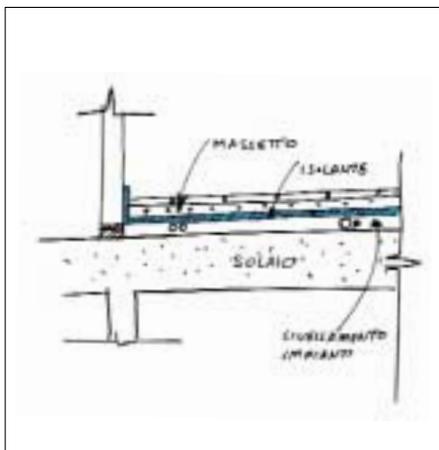
Rumori impattivi



Un terzo sistema, quando non si può proprio intervenire sul pavimento, è quello di isolare il soffitto ed intercettare il rumore aereo. Consiste nel realizzare un controsoffitto il più possibile continuo e riempire l'intercapedine con materiale fibroso o poroso per evitare che

l'intercapedine diventi una cassa armonica. In tal modo non si può evitare che il rumore "scappi via" dalle pareti laterali, ma si può ottenere comunque un buon risultato.

Per evitare le fughe laterali occorre estendere l'intervento anche alle pareti.



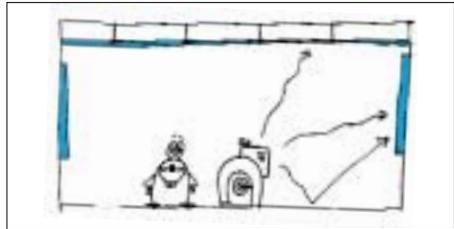
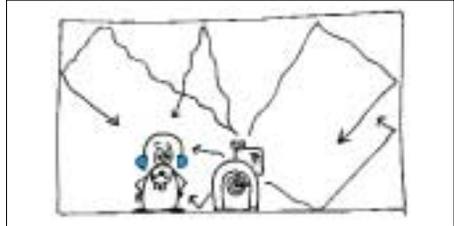
Il fonoassorbimento



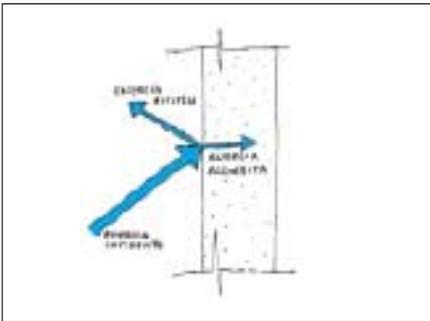
L'eco è il risultato del rumore che viene riflesso da una superficie.

Negli ambienti chiusi di grandi dimensioni il rumore può “rimbalzare” sulle superfici più volte generando un senso di fastidio e malessere.

Per attenuarlo basta rivestire opportunamente le pareti di materiali “fonoassorbenti”, che cioè assorbono la maggior parte dell'energia incidente.



La caratteristica degli ambienti è il tempo di riverberazione (più è alto, più l'eco è lunga): esso dipende anche dal tipo di intervento di fonoassorbimento eseguito nell'ambiente e dal materiale applicato. La caratteristica dei materiali è il coefficiente di fonoassorbimento α (un valore compreso tra 0 e 1: più è alto e più il materiale è fonoassorbente).



$$\alpha = \frac{\text{energia assorbita}}{\text{energia incidente}}$$

Valori consigliati dal tempo di riverberazione

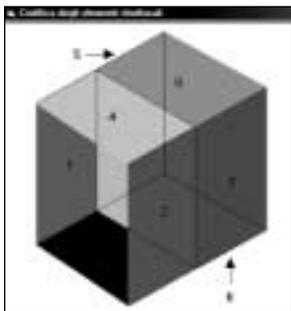
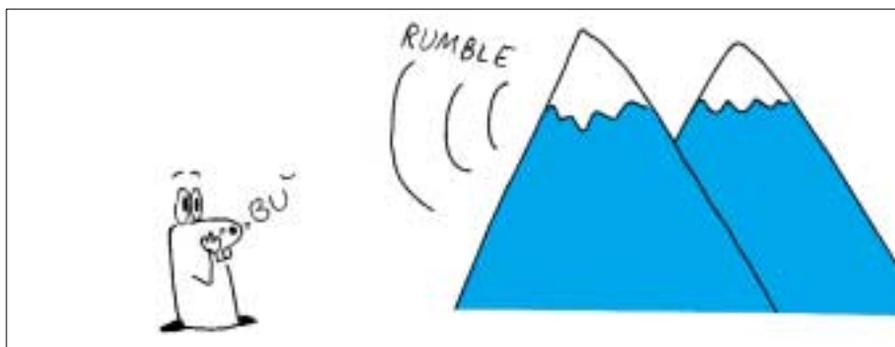
Volume m ³	Frequenze			
	100	200	500	1000-4000
100	1	0.9	0.8	0.7
200	1.2	1	0.9	0.8
300	1.3	1.1	1	0.9



Il fonoassorbimento

Un tempo di riverberazione molto lungo può causare danni alla salute. Un tempo di riverberazione troppo breve dà la sensazione di un ambiente sordo e può essere molto fastidioso. Il tempo di riverberazione ottimale deve essere realizzato in funzione della destinazione d'uso degli ambienti (sale da musica, auditorium, teatri, scuole)

Attenzione: Le prescrizioni relative agli ambienti di lavoro sono contenute nel Decreto Legislativo 15 agosto 1991, n. 277

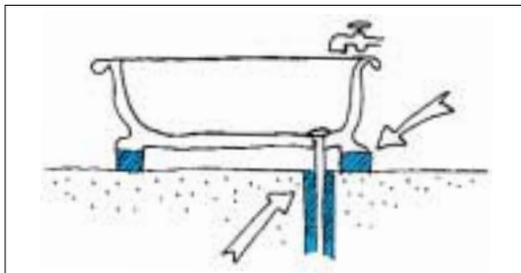
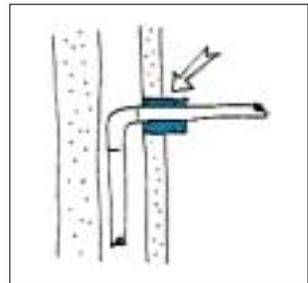
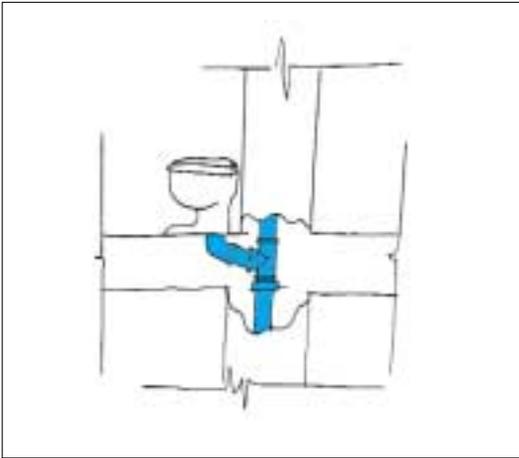


Per scegliere il materiale più adatto per ogni applicazione è possibile consultare il programma gratuito ANITEL, accessibile dal sito www.anit.it. Attraverso un percorso guidato si arriva a determinare il tipo di soluzione più indicato per ogni problema.

Anit ha predisposto il software ECHO, un facile strumento per la verifica delle caratteristiche acustiche degli edifici secondo il DPCM 5/12/99, in accordo con la normativa tecnica UNI e CEN. Il software Echo esegue le verifiche per isolamento acustico delle facciate, delle pareti divisorie e dei pavimenti; contiene inoltre una banca dati delle prestazioni dei materiali e dei componenti.

Le vibrazioni prodotte dagli impianti e dall'acqua che vi circola si trasmettono ai muri (negli attraversamenti e negli appoggi).

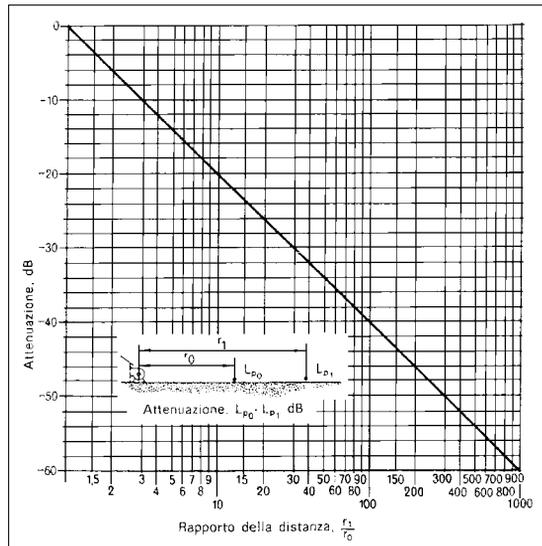
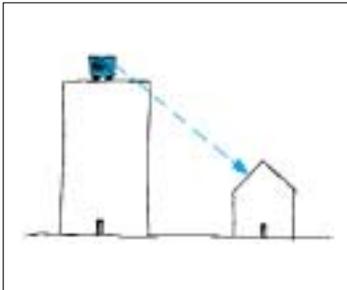
Bisogna perciò interrompere la continuità delle tubazioni con appositi materiali elastici e supporti. È anche possibile utilizzare tubazioni e scarichi preisolati, cioè costruiti con materiali antivibranti e assemblati con supporti e giunti speciali in modo da contenere il rumore.





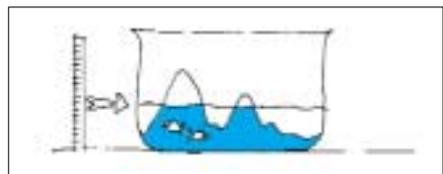
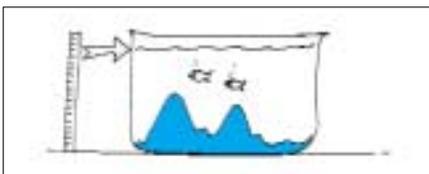
Rumore all'aperto

Il rumore all'aperto si attenua con la distanza; si può ulteriormente ridurre la trasmissione con apposite barriere, dette barriere acustiche. Queste separano la zona da proteggere (ad es. un edificio abitato) da una fonte di rumore. L'altezza deve essere progettata in base alla distanza tra la fonte di rumore e l'edificio e alla lunghezza d'onda del rumore.



Il rumore percepito è il più disturbante; spesso esso è mascherato dal rumore di fondo. Il rumore di fondo in un ambiente è prodotto da molte sorgenti, vicine e lontane. I rumori presenti nello stesso ambiente ci sembrano diventare più forti quando il rumore di fondo diminuisce.

È il caso del rumore da traffico: quando chiudiamo bene le finestre sentiamo di più il rumore del vicino. Lo stesso avviene in campagna: abituati al traffico cittadino, sentiamo come forte e disturbante il cinguettio degli uccelli.





Decibel:	unità di misura del livello sonoro
Fonoassorbimento:	rapporto tra l'energia acustica assorbita da una superficie e quella incidente
Fonoisolamento:	rapporto tra l'energia acustica incidente e quella trasmessa
Isolamento acustico:	proprietà di una struttura d'impedire l'arrivo del suono in un ambiente ricevente
Frequenza di risonanza:	esprime l'oscillazione propria di un sistema
Coincidenza:	quando le onde sonore hanno la medesima lunghezza di quelle di un pannello isolante
Rumore di fondo:	livello sonoro presente in assenza del rumore generato dalla sorgente che si vuole misurare
Riverberazione:	tempo durante il quale un rumore permane in un ambiente chiuso dopo che si è interrotto.

