

Acustica per l'edilizia

Determinazione del potere fonoisolante in laboratorio.
 Determinazione del potere fonoisolante in opera. Questi i due temi approfonditi nell'articolo, caratterizzato dal taglio squisitamente tecnico.

Come avviene la determinazione del potere fonoisolante: iniziamo col trattare il primo dei due temi, vale a dire la determinazione del potere fonoisolante in laboratorio.

In laboratorio...

La misura in laboratorio del potere fonoisolante R avviene in riferimento alla norma Uni EN Iso 140/3.

La norma descrive il metodo di laboratorio per la misurazione del potere fonoisolante per via aerea di elementi di edificio come pareti, pavimenti, porte, finestre, elementi di facciata e facciate, fatta eccezione per quegli elementi classificati come elementi edilizi di piccole dimensioni, per i quali viene prescritto uno specifico metodo di misurazione nella Iso 140-10.

Le misurazioni vengono eseguite in laboratorio, utilizzando attrezzature sperimentali nelle quali viene soppressa la trasmissione del suono da percorsi laterali (questo viene realizzato separando i due ambienti attraverso giunti elastici).

I risultati delle misurazioni eseguite in conformità con la Uni EN Iso 140-3 non devono, perciò, essere applicati direttamente in campo senza tener conto di altri fattori che influenzano l'isolamento acustico, in particolare la trasmissione laterale e il fattore di smorzamento.

Vengono pertanto misurati, per ciascuna frequenza, i livelli di pressione sonora nell'ambiente disturbante L_1 e nell'ambiente ricevente L_2 , nonché il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente.

Il potere fonoisolante si ottiene secondo la seguente relazione:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \left(\frac{S}{A} \right) \quad [\text{dB}]$$

dove:

L_1 = livello medio di pressione sonora nella camera emittente [dB];

L_2 = livello medio di pressione sonora nella camera ricevente [dB];

S = superficie del campione [m^2] (area dell'apertura libera di prova);

A = area di assorbimento equivalente della camera ricevente [m^2]:

$$A = 0,16 V/T$$

- V = volume della camera ricevente [m^3];

- T = tempo di riverberazione camera ricevente [s].

Questa formula presuppone che i campi sonori siano perfettamente diffusi e che il suono irradiato nella camera ricevente sia trasmesso solamente attraverso il provino.

Per tale motivo, le installazioni di prova nel laboratorio devono soddisfare ai requisiti della Iso 140-1. Le dimensioni del provino sono determinate dalle dimensioni dell'apertura di prova dell'apparecchiatura di laboratorio (10 m^2 per le pareti, $10 < \text{m}^2 < 20$ per i pavimenti; nel caso di serramenti o altri elementi di dimensioni minori di quelle dell'apertura di prova, il provino deve essere montato in una parete divisoria speciale, avente un potere fonoisolante sufficientemente elevato); la parete di prova deve essere installata in maniera quanto più possibile simile a quella riscontrabile nella costruzione effettiva, con un'accurata simulazione dei normali collegamenti e delle condizioni di sigillatura lungo il perimetro e alle giunzioni nella parete.

La prova viene effettuata tramite la genera-

zione di rumore (che può essere di due tipi: bianco o rosa) da parte di una sorgente sonora omnidirezionale posta nella camera emittente. E' necessaria la presenza di microfoni (fonometri), sia in ambiente emittente sia in quello ricevente. La norma ne specifica il numero di posizioni necessarie e le distanze di separazione.

La prima cosa da fare è misurare il rumore di fondo nell'ambiente ricevente, affinché le rilevazioni non siano influenzate da rumori estranei, in modo tale da calibrare successivamente la sorgente sonora; verranno, quindi, effettuate le misure in ambiente ricevente (5 misure per ciascuna delle due posizioni di sorgente) e ripetute per l'ambiente emittente (5 misure per ciascuna delle due posizioni della sorgente sonora); infine, si dovrà calcolare il tempo di riverberazione della camera ricevente, secondo il procedimento descritto nella Uni EN Iso 354.

E' da sottolineare come i livelli medi di pressione sonora siano calcolati come media logaritmica di tutte le n misurazioni effettuate:

$$L = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \quad [\text{dB}]$$

Misura sperimentale dell'isolamento acustico di piccoli elementi

Per gli elementi di piccole dimensioni (aventi, cioè, superficie minore di $1,0 \text{ m}^2$, a eccezione dei serramenti e delle porte), non si parla più di potere fonoisolante, ma di isolamento acustico di piccolo elemento, $D_{n,e}$, che viene misurato in laboratorio con riferimento alla Iso 140/10.

$$D_{n,e} = L_1 - L_2 + 10 \log \left(\frac{A_0}{A} \right) \quad [\text{dB}]$$

dove:

L_1 = livello medio di pressione sonora nella camera emittente [dB];

L_2 = livello medio di pressione sonora nella camera ricevente [dB];

A_0 = area di assorbimento equivalente di riferimento assunta pari a 10 m^2 ;

A = area di assorbimento equivalente della camera ricevente:

$$A = 0,16 V/T$$

- V = volume della camera ricevente [m^3];

- T = tempo di riverberazione camera ricevente [s].

...e in opera

La misura sperimentale del potere fonoisolante apparente R' si effettua secondo la norma Uni EN Iso 140-4. Il potere fonoisolante apparente si esprime con la seguente relazione, del tutto analoga a quella del potere fonoisolante di laboratorio, senonché in questo caso la misurazione tiene conto, oltre che della trasmissione diretta, anche della trasmissione laterale.

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \log \left(\frac{S}{A} \right) \quad [\text{dB}]$$

Per valutare l'isolamento acustico di un divisorio interposto tra ambienti adiacenti, si definisce isolamento acustico la differenza fra il livello sonoro L_1 , che una sorgente di rumore produce nell'ambiente in cui è posta (ambiente disturbante) e il livello L_2 , misurabile nell'ambiente ricevente oltre il divisorio (ambiente disturbato).

Si ricorre solitamente all'isolamento acustico normalizzato, in modo da svincolare la misura dalle caratteristiche dell'ambiente ricevente.

a) *Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione*

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \log \left(\frac{T}{T_0} \right) \quad [\text{dB}]$$

dove:

T = tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente;

T_0 = tempo di riverberazione di riferimento, assunto pari a 0.5 s.

b) *Isolamento acustico normalizzato rispetto all'assorbimento acustico*

$$D_{nA} = L_1 - L_2 - 10 \log \left(\frac{A}{A_0} \right) \quad [\text{dB}]$$

con area equivalente di assorbimento acustico di riferimento $A_0 = 10 \text{ m}^2$.

La correlazione tra isolamento acustico D e potere fonoisolante R è espressa dalle seguenti formule:

$$D = R + 10 \log \left(\frac{A}{S} \right) \quad [\text{dB}]$$

Considerando la definizione di tempo di riverbero, la formula diviene:

$$D = R + 10 \log \left(\frac{0,16 \cdot V}{S \cdot T_{60}} \right) \quad [\text{dB}]$$

dove:

V = volume dell'ambiente ricevente [m^3];

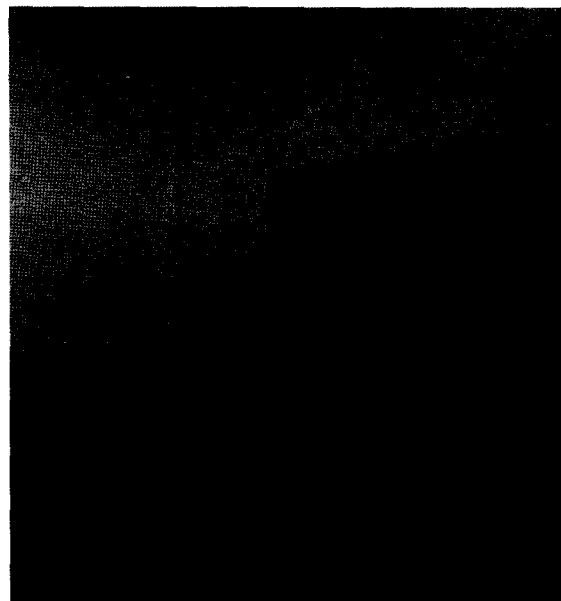
S = area del divisorio in esame;

T_{60} = tempo di riverbero, alla frequenza considerata, dell'ambiente ricevente in secondi.

Passando agli indici di valutazione, si ha:

$$D_{nTw} = R'_w + 10 \log \left(\frac{0,16 \cdot V}{T_0 \cdot S} \right) \cong R'_w + 10 \log \left(\frac{V}{6 \cdot T_0 \cdot S} \right) \quad [\text{dB}]$$

$$D_{nw} = R'_w + 10 \log \left(\frac{A_0}{S} \right) = R'_w + 10 \log \left(\frac{10}{S} \right) \quad [\text{dB}]$$

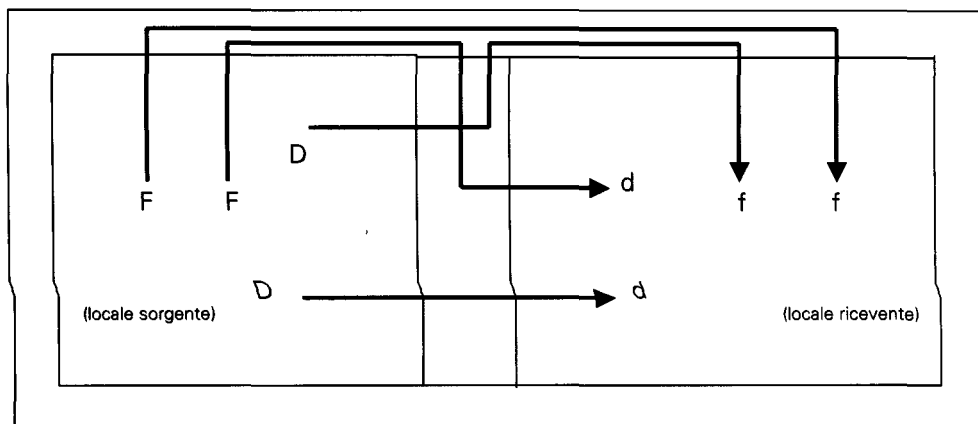


Metodo di calcolo secondo

Uni En Iso 12354-1 e Uni/TR 11175

Come accennato, il potere fonoisolante apparente, diversamente da quello teorico, tiene conto delle trasmissioni per fiancheggiamento. Come si può vedere dalla figura, vi sono numerosi percorsi di trasmissione sonora: uno diretto (percorso D_d) e tre percorsi laterali (F_f , F_d , D_f) per uno dei lati dell'elemento divisorio (tenere presente che l'elemento divisorio ha quattro lati, quindi siamo in presenza di 12 trasmissioni laterali e uno diretto).

Il modello semplificato per la trasmissione per via laterale prevede il calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente sulla base dell'indice di valutazione del potere fonoisolante degli elementi in esame.



D = elemento divisorio (lato locale sorgente)

F = struttura laterale (lato locale sorgente)

d = elemento divisorio (lato locale ricevente)

f = struttura laterale (lato locale ricevente)

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente tra i due ambienti è determinato da:

$$R'_{w} = -10 \log \left[10^{\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{\frac{R_{Ff,w}}{10}} + \sum_{f=1}^n 10^{\frac{R_{Df,w}}{10}} + \sum_{F=1}^n 10^{\frac{R_{Fd,w}}{10}} \right] \text{ [dB]}$$

dove:

$R_{ij,w}$ = indice di valutazione del potere fonoisolante caratterizzante il percorso "ij";

n = numero di elementi laterali in un ambiente; di solito n = 4, ma può essere minore o maggiore, a seconda del progetto e della costruzione della situazione presa in considerazione.

Ai fini del calcolo del potere fonoisolante apparente tra due ambienti adiacenti, si deve, quindi, determinare il valore dell'indice di potere fonoisolante per ciascun singolo percorso di trasmissione sonora, secondo la seguente relazione, valida per le trasmissioni laterali:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w} + R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \log \frac{S_s}{l_o l_f} \text{ [dB]}$$

con ij = [Ff, Fd, Df]

dove:

$R_{i,w}$ = indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento laterale "i" nell'ambiente emittente, in decibel;

$R_{j,w}$ = indice di valutazione del potere fo-

noisolante dell'elemento laterale "f" nell'ambiente ricevente, in decibel;

ΔR_{ij} = incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante rivestimenti aggiuntivi (quali, ad esempio, pavimenti galleggianti, contropareti, controsoffitti) lungo il percorso "ij", in decibel;

K_{ij} = indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso di trasmissione "ij", in decibel;

S_s = area dell'elemento di separazione, in metri quadri;

l_f = lunghezza di accoppiamento comune del giunto tra l'elemento di separazione e gli elementi laterali "F" e "f", in metri;

l_o = lunghezza di riferimento; $l_o = 1$ m.

Questa relazione, nel caso si stia analizzando il percorso diretto (Dd), si riduce semplicemente a:

$$R_{Dd,w} = R_{s,w} + \Delta R_{Dd,w} \text{ [dB]}$$

dove:

$R_{s,w}$ = indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento di separazione in decibel.

Si vuole sottolineare come gli indici $R_{i,w}$ e $R_{j,w}$ utilizzati per determinare i contributi $R_{ij,w}$ sono quelli relativi alle strutture di base, prive, cioè, degli strati aggiuntivi, quali contropareti, controsoffitti o pavimenti galleggianti, il cui contributo viene conteggiato nel termine ΔR_{ij} .

Aumento dell'isolamento acustico

Dalla definizione di isolamento acustico presentata, si vede immediatamente come l'elemento che risulta essere determinante ai fini di un buon isolamento acustico, è il potere fonoisolante. Abbiamo già visto la "legge della massa" valida per pannelli omogenei. Uno dei provvedimenti più efficaci per aumentare il potere fonoisolante, quello di suddividere la massa del divisorio in due strati di massa differente (in modo tale da evitare possibili effetti di risonanza resi indipendenti fra loro, separati da un'intercapedine sufficientemente ampia, eventualmente riempita di materiali fibrosi in grado di assorbire parte dell'energia sonora relativa alle onde stazionarie che si formano nell'intercapedine da essi occupata. In prima approssimazione, il potere fonoisolante di una parete a due strati può raggiungere valori anche dell'ordine di:

$$R_d \cong R_1 + R_2 + 6 \text{ [dB]}$$

dove R_1 e R_2 sono i poteri fonoisolanti dei due strati considerati separatamente.