

Valutazione potere fono isolante apparente

Legge 26 Ottobre 1995 n. 447

"Legge Quadro sull'inquinamento acustico".

D.P.C.M. 5 Dicembre 1997

"Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

Relativa a:

**PANNELLO A TAGLIO TERMICO ALLEGGERITO DI PRODUZIONE NUOVA TESI SYSTEM S.r.l.
TAMPONAMENTO ESTERNO DEL FABBRICATO "IMPRESA COEMA" (rif. PANNELLO
PA.V22).**

RELAZIONE TECNICA

Tecnici responsabili:

Tecnico Competente Acustico Ambientale

Ingegnere Inscritto

e-mail: rschvarcz@tiscali.it

12.09.2008



VALUTAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE R_w

PANNELLO A TAGLIO TERMICO ALLEGGERITO sp. 24cm

PREMESSA

Nel seguito ci proponiamo di illustrare le vie attraverso le quali si propaga il suono negli ambienti, con lo scopo di migliorarne l'isolamento.

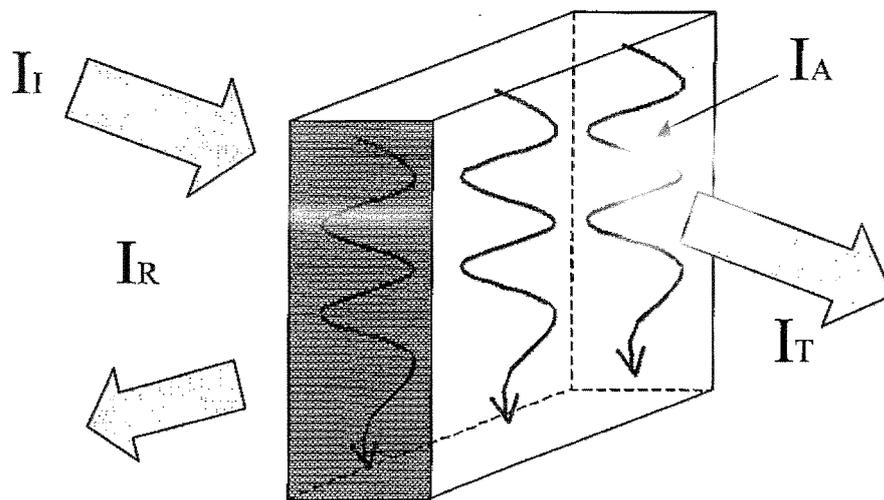


Figura 1

Quando un'onda sonora, I_{INC} prodotta all'interno di un ambiente incontra una parete la sua intensità sonora viene in parte riflessa, in parte assorbita dal muro stesso e in parte trasmessa nell'ambiente adiacente.

$$I_R + I_A + I_T = I_{INC} \quad (1)$$

da cui dividendo entrambi i membri per I_{INC} otteniamo:

$$\frac{I_R}{I_{INC}} + \frac{I_A}{I_{INC}} + \frac{I_T}{I_{INC}} = \frac{I_{INC}}{I_{INC}} = 1 \quad (2)$$

Chiameremo i tre termini del primo membro rispettivamente coefficiente di riflessione, coefficiente d'assorbimento e coefficiente di trasmissione.

$$\frac{I_R}{I_{INC}} = r$$

$$\frac{I_A}{I_{INC}} = a \Rightarrow r + a + t = 1 \quad (3)$$

$$\frac{I_T}{I_{INC}} = t$$

Spesso in acustica si fa riferimento al coefficiente di assorbimento α definito come:

$$\alpha = 1 - r = a + t \quad (4)$$

Questo coefficiente, ci da una misura della *quantità* di onda sonora che viene ritrasmessa dopo l'urto e tiene quindi conto sia della percentuale di onda assorbita, sia della percentuale che viene ritrasmessa dalla parte opposta. Pensiamo, ad esempio, al caso di una finestra aperta: questa è un buon assorbitore (α grande) perché tutta l'intensità che riceve viene ritrasmessa verso l'esterno. Quello che noi ci proponiamo di fare è minimizzare l'intensità dell'onda che viene ritrasmessa, cioè minimizzare il coefficiente t . Per i nostri scopi quindi la conoscenza del coefficiente di assorbimento α non è soddisfacente. Si definisce un altro parametro con il quale caratterizzare il potere di isolamento acustico.

Definiamo il **potere fonoisolante R** come:

$$R = -10 \lg 1/t \quad [dB] \quad (5)$$

Dove il segno meno serve a rendere R positivo, dal momento che il logaritmo è negativo essendo $t < 1$. Il potere fonoisolante indica, in buona sostanza, l'abbattimento in dB che il suono subisce passando attraverso una parete; l'indice di isolamento acustico varia con il reciproco del suo coefficiente di trasmissione. Vale quindi la relazione:

$$I_T = I_I - R \quad (6)$$

Che risulta ancora più chiara in Figura 1.

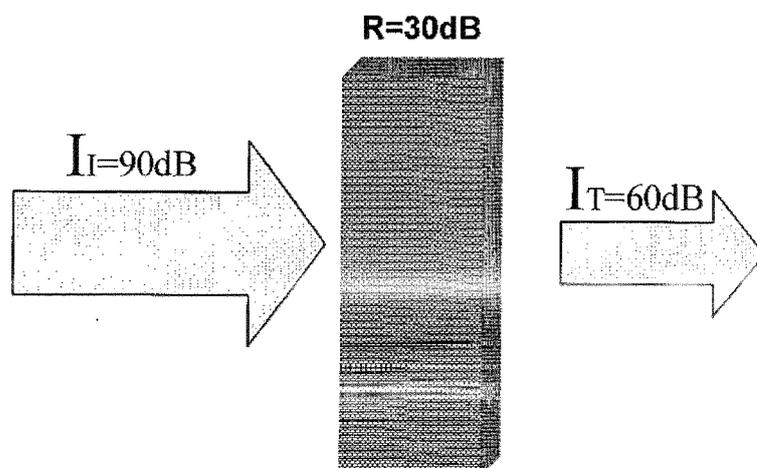


Figura 2

A partire da questa definizione possiamo pensare di definire R come differenza di livello sonoro tra l'ambiente in cui viene generato il suono e quello dove si ascolta, due stanze adiacenti facenti parte di due vani diversi divise da una parete cieca (senza porte).

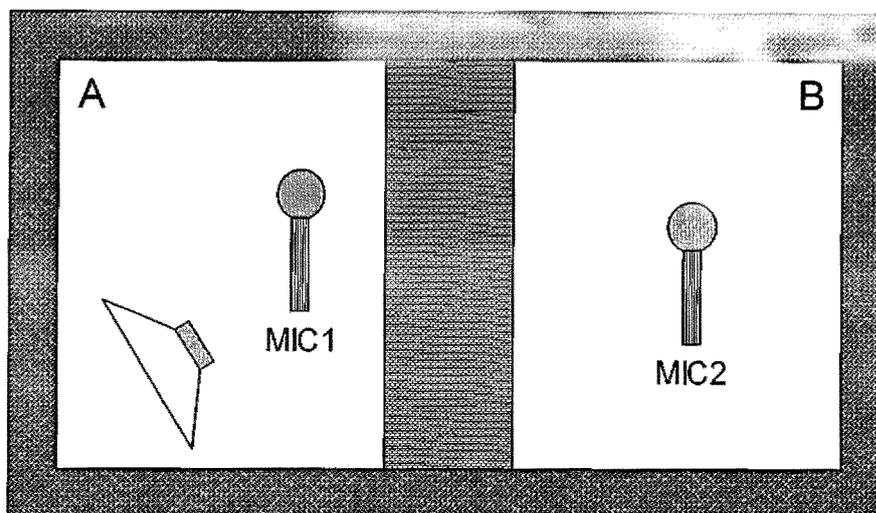


Figura 3

L'altoparlante è rivolto verso un angolo in modo che il suono sia principalmente riverberato. Le misure vanno effettuate a tutte le frequenze separatamente (secondo le norme ISO tra 100Hz e 5kHz in bande di 1/3 d'ottava). Se fosse:

$$R = L_A - L_B \quad (7)$$

sarebbe molto facile ottenere R , in realtà il livello L_B non dipende solo dal potere fonoisolante ma anche dalle dimensioni di B, dal suo potere fonoassorbente e dal suo riverbero. Introduciamo quindi nella (7) un termine correttivo che tenga conto di questi contributi:

$$R = L_A - L_B + 10 \cdot \lg \frac{S_{\text{divisorio}}}{\sum_i \alpha_i S_i} \quad (8)$$

In cui $S_{\text{divisorio}}$ è la superficie del tramezzo, α_i e S_i sono rispettivamente i coefficienti di assorbimento e le superfici delle altre pareti all'interno dell'ambiente B. A questo punto misuriamo il T_{60} (tempo di riverbero) di B, ad ogni frequenza:

$$T_{60} = 0,16 \frac{V}{\sum_i \alpha_i S_i} \quad (9)$$

dove V è il volume della stanza B. Da questa relazione otteniamo poi:

$$\sum_i \alpha_i S_i = 0,16 \frac{V}{T_{60}} \quad (10)$$

A questo punto sostituendo la (10) nella (8) si ottiene:

$$R = L_A - L_B + 10 \cdot \lg \left[\frac{S_{\text{divisorio}} \cdot T_{60}}{0,16 \cdot V} \right] \quad (11)$$

È lecito chiedersi se non sia possibile stimare il potere fonoisolante senza effettuare nessuna misurazione di livelli sonori, sfruttando invece altre proprietà delle materia come la massa. La risposta a questo quesito è la **legge di massa**:

$$R = 20 \cdot \lg(\sigma \cdot f) - 42,5 \text{ dB} \quad (12)$$

Nel caso di pareti omogenee la valutazione del potere fono isolante può essere effettuata impiegando la formula del CEN ($m' > 150 \text{ Kg/mq}$) o dell' IEN Galileo Ferraris ($50 \text{ Kg/mq} < m' < 400 \text{ Kg/mq}$)

$$R = 37,5 \cdot \lg(m') - 42 \text{ dB} \quad (12^*)$$

$$R = 20 \cdot \lg(m') \text{ dB} \quad (12^{**})$$

dove σ è la densità superficiale della parete in Kg/m^2 . Osserviamo che secondo questa legge il potere fonoisolante di una parete non è costante per tutte le frequenze ma cresce di 6 dB per ottava.

Ad esempio una parete di cemento, la cui densità sappiamo essere pari a 2400 kg/m^3 , e il cui spessore è uguale a 0,1m avrà due diversi valori di R alle frequenze di 100Hz e di 1000Hz dati rispettivamente dalla (13) e dalla (14):

$$R_{100} = 20 \lg(240 \cdot 100) - 42,5 = 45,1 \text{ dB} \quad (13)$$

$$R_{1000} = 20 \lg(240 \cdot 1000) - 42,5 = 65,1 \text{ dB} \quad (14)$$

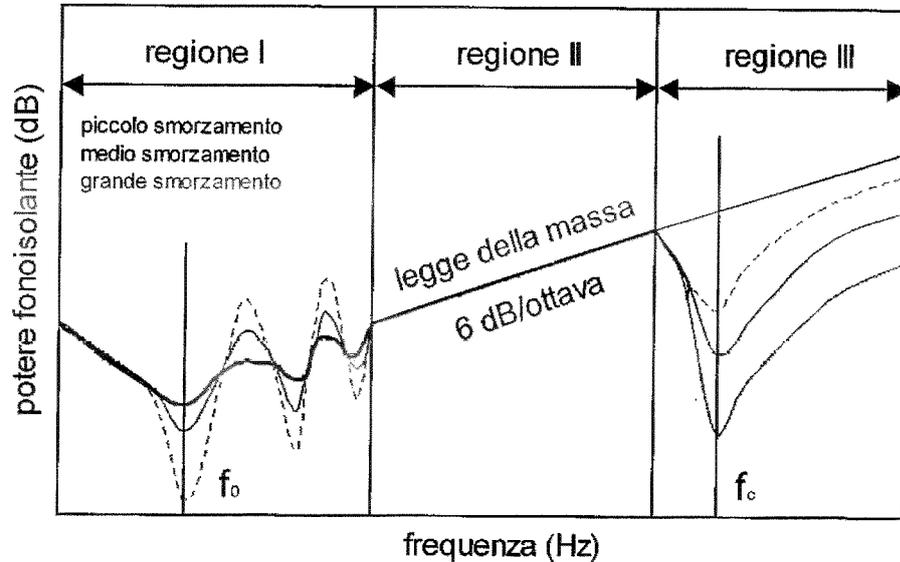


Figura 4

La Figura 4 rappresenta graficamente l'andamento di R in funzione della frequenza.

Nel grafico si possono distinguere tre regioni principali: è immediato osservare che la legge di massa è rispettata, con le dovute approssimazioni del caso, nella Regione II.

Nella Regione I si manifesta uno scostamento dalla legge di massa a causa di effetti di risonanza.

Il divisorio sollecitato da onde sonore a frequenze coincidenti con quelle proprie di vibrazione entra in risonanza e conseguentemente il suo potere fonoisolante tende a diminuire per raggiungere un minimo alla frequenza fondamentale f_0 , che è la più bassa delle frequenze naturali.

Il fenomeno è più o meno evidente in funzione dello smorzamento interno, il cui effetto si traduce in un più o meno rapido annullarsi delle vibrazioni, generatesi nella struttura, per effetto di una qualunque sollecitazione esterna; ciò da ragione delle curve a tratto discontinuo, valide per smorzamento grande, medio e piccolo.

Si noterà come al crescere dello smorzamento interno i picchi di risonanza tendano ad appiattirsi.

Fortunatamente il fenomeno ha scarsa importanza pratica ai fini dell'attenuazione del suono, almeno nel caso di pareti (o pavimenti) normalmente impiegati nell'edilizia, dato che per essi la frequenza naturale fondamentale f_0 si colloca intorno ai valori di 10-20 Hz, e comunque quasi sempre inferiori a 100 Hz.

Nella Regione III la legge della massa non è più valida a causa del fenomeno della coincidenza. Sappiamo che in ogni istante ci sono punti della parete su cui l'onda acustica esercita il massimo della pressione sonora, altri dove il carico è nullo e altri ancora dove è negativo; come conseguenza la parete tende a flettersi con una certa lunghezza d'onda λ_F che dipende dall'angolo θ , e dalla lunghezza d'onda del suono incidente. Ogni parete, inoltre, ha una propria lunghezza d'onda λ_{NAT} , che si può determinare facendo vibrare la parete con uno strumento apposito chiamato *shaker*. Il fenomeno della coincidenza si ha quando la lunghezza dell'onda del campo è uguale alla lunghezza d'onda naturale, misurata per un carico alla stessa frequenza,

in questo caso si ha un più efficace trasferimento di energia sonora dall'aria alla parete e, quindi, una diminuzione del potere fonoisolante di quest'ultima.

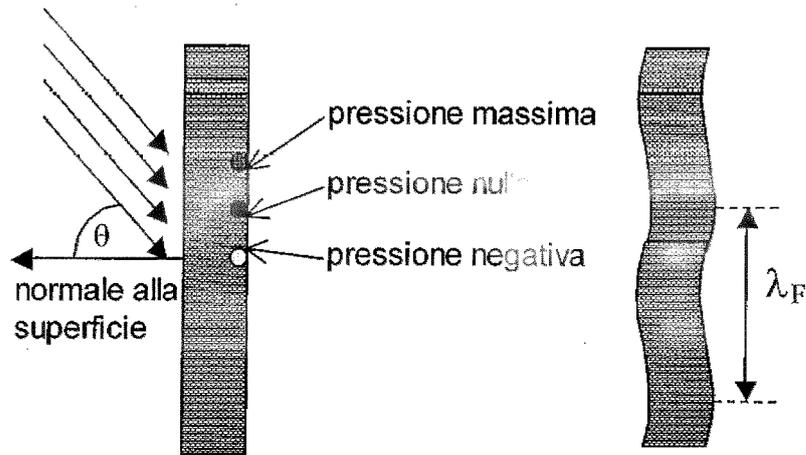


Figura 5

La frequenza alla quale si ha il fenomeno della coincidenza si può calcolare mediante la relazione:

$$f_c = \frac{c_0^2}{\pi s} \sqrt{\frac{3\rho(1-\sigma^2)}{E}} \quad (15)$$

valida per i materiali impiegati nell'edilizia, dove:

E = modulo di elasticità

σ = coefficiente di Poisson

ρ = densità del materiale

s = spessore del materiale

c_0 = velocità di propagazione del suono nell'aria ($\cong 343$ m/s).

Va detto, inoltre che l'ampiezza del fenomeno dipende dal fattore di smorzamento del materiale: per materiali "canterini" come il vetro, con fattore di smorzamento basso, R ha una grande caduta. Per questo motivo si usa un vetro camera, fatto da due lastre di diverso spessore (quindi con diversa frequenza di coincidenza) separate da uno strato d'aria o ancor meglio da un film plastico antisfondamento come quello usato per le vetrate delle banche che fa da cuscinetto elastico smorzante. Inoltre, si può osservare che più la parete è sottile più aumenta la frequenza di coincidenza.

CALCOLO DI R_w SU PANNELLO A TAGLIO TERMICO ALLEGGERITO

Nel caso in esame si tratta di un pannello ad asse verticale di larghezza 2,50 m e un' altezza di 10,75 m (come riportato in allegato).

Tale pannello cieco, in virtù della propria cordolatura e spessori delle croste, ha un peso di 86,00 KN.

Secondo le formule matematiche 12* e 12** si ottengono i seguenti valori di R_w :

$$R_w = 52.0 - 4 = 48.0 \text{ dB}$$

$$R_w = 50.0 - 4 = 46.0 \text{ dB}$$

$$R_w \text{ medio} = 47.0 \text{ dB}$$

I valori calcolati sono stati diminuiti di 4 dB per tenere in conto le dispersioni laterali (UNI TR 11175).

Il progettista, comunque, per una corretta valutazione del potere fono isolante della parete, dovrà tenere in conto dell' effetto finestra (e qualsiasi altra zona critica); di seguito si riporta il calcolo dell' isolamento acustico di una parete (vedere prospetto) nella quale è presente un componente diverso (finestra):

Tipologia del componente	Si (mq)	Rwi (dB)
Parete a taglio termico alleggerito	16.50	47.0
Finestra	2.40	??
TOTALE	18.90	42

$$R = -10 \lg 1/T \quad [dB] \quad (5)$$

$$T = 10^{-R/10} \quad [s]$$

$$T_m = 10^{-4.2/10} = 0.0000630 \quad [s]$$

$$R_{finestra} = -10 \lg 1/0.00035 = 34.44 \quad [dB]$$

La norma EN 14351 – 1 permette di impiegare calcoli tabellari per valutare il potere fono isolante della finestra fino a R_w di 38 dB, premesso che la prova di permeabilità all' aria risulti almeno in classe 3.

Stima R_w finestra:

- vetro camera 4 – 12 – 4 (mm) ha il coeff. Acustico pari a 32 dB (scheda fornitore)
- classe di permeabilità all' aria (misurata in laboratorio con la prova) è almeno 3
- se il serramento è a una guarnizione

il coefficiente acustico del serramento risulta di 34dB compatibile alle richieste di progetto.

Studio Schvarcz ing. Riccardo, via Panà, 56/B
35027 Noventa Padovana (PD) Tel. 049 – 8703453 Fax. 049 -
8706841

Tecnico Competente in Acustica Ambientale n. 468, iscritto
all'elenco ufficiale della regione Veneto ai sensi dell'art. 2,
comma 6, 7 e 8 della legge 447/95.

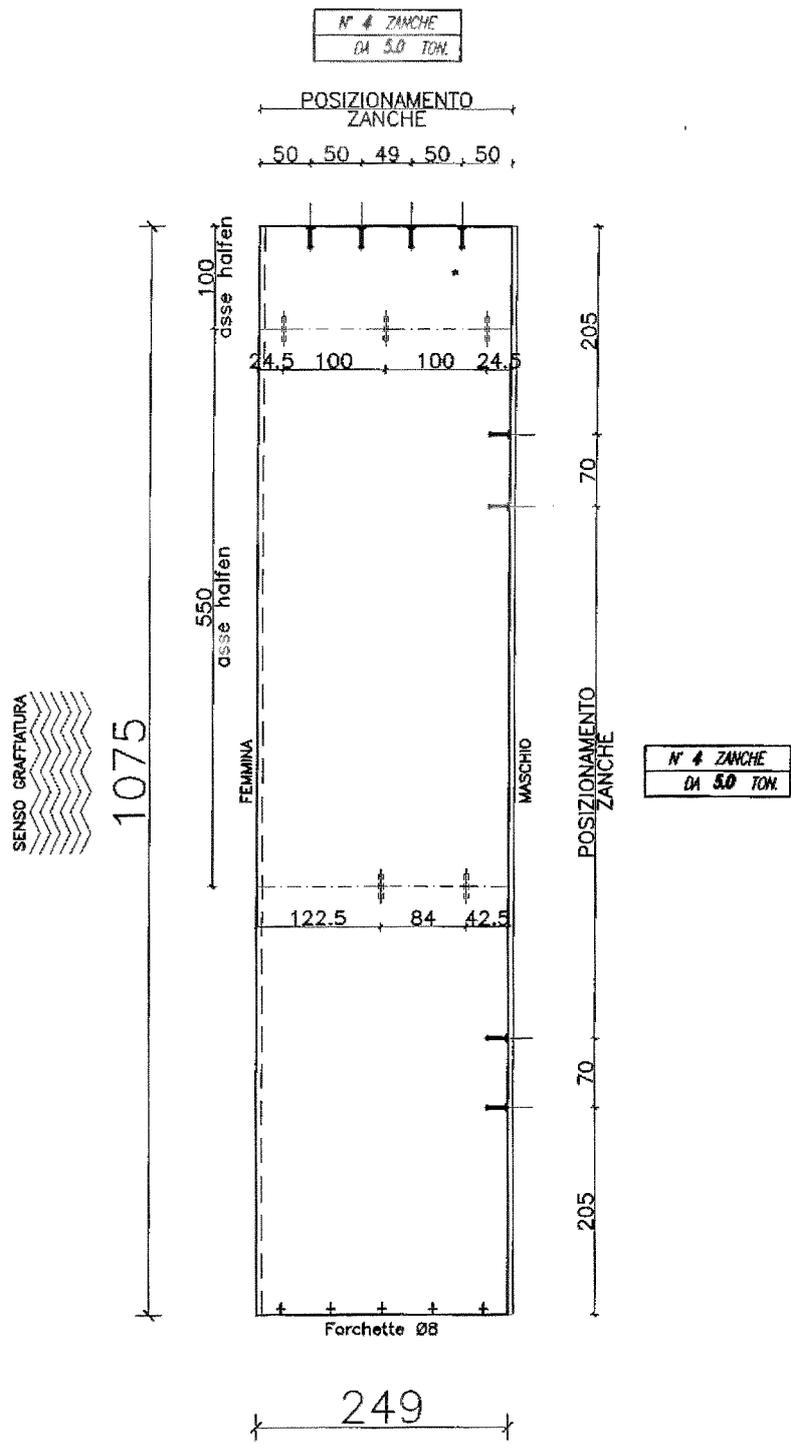


COMMESSA:	IMPRESA COEMA
PANNELLO sp. 24 cm.	TAGLIO TERMICO
ARMATURA TIPO:	—

TIPO FINITURA:
GRAFFIATI GRIGIO CLS



ATTENZIONE!!!! TUTTI GLI INSERTI E LE FORCHETTE DI RIPRESA VANNO POSIZIONATI SUL LATO FONDOCASSERO



N.B. PANNELLO VISTO DAL LATO GETTO (GRAFFIATO)

REVISIONE	DATA	OGGETTO	DESCRIZIONE	REVISIONI
0	28/03/08	1° EMISSIONE		R. Pagnani S. Zambello

LUNGHEZZA cm.	1075	VOLUME CLS mc.	4.02	TIPO: PA.V22
LARGHEZZA cm.	249	PESO TON.	9.84	
SUP. FORI mq.	0.00			Numero pezzi:
SUP. PANNELLO	26.77			01

LEGENDA

- S** SOSTEGNO SCORREVOLE
- F** SOSTEGNO FISSO
- ✕ FORC. CONNESSIONE

