



Consorzio POROTON® Italia

Via Gobetti 9 - 37138 VERONA

Tel 045.572697 Fax 045.572430

www.poroton.it - info@poroton.it

News - Acustica

13 settembre 2005

Le prestazioni acustiche degli elementi edilizi

La determinazione in laboratorio del potere fonoisolante

Antonino Di Bella (*)

(*) Dipartimento di Fisica Tecnica, Università di Padova

Le incertezze in merito alle modalità di soddisfacimento dei requisiti di legge previsti per l'isolamento acustico degli edifici [1] rendono evidente la necessità di poter disporre, in sede progettuale, di valori prestazionali certi per gli elementi edilizi impiegati; solo in tal modo sarà possibile valutare correttamente, in sede di verifica o, se richiesto, di collaudo, la rispondenza fra gli obiettivi prefissati ed i risultati conseguiti.

Inoltre, la conoscenza del potere fonoisolante di un elemento edilizio misurato in condizioni di laboratorio (in assenza di percorsi laterali dell'energia sonora) è alla base dell'applicazione dei metodi previsionali per la valutazione delle prestazioni in opera.

Verranno ora analizzate le metodologie di valutazione e di classificazione delle proprietà fonoisolanti intrinseche dei materiali e delle strutture edilizie, ed in particolare delle modalità di valutazione in laboratorio del potere fonoisolante per via aerea di elementi verticali di edificio.

La determinazione del potere fonoisolante in laboratorio

La prima parte della norma UNI EN ISO 140 [2] indica i requisiti generali per i laboratori (dimensioni e caratteristiche degli ambienti di prova, dimensioni e condizioni di installazione degli elementi in prova, attrezzature, ecc.).

La seconda parte [3] riguarda la determinazione, verifica e applicazione della precisione dei dati di misura.

Le parti successive trattano dei vari metodi di valutazione delle proprietà fonoisolanti degli elementi in prova.

Un quadro riassuntivo delle quantità misurate, dei metodi e dei campi di applicazione, limitatamente procedure di laboratorio per la valutazione dell'isolamento dei rumori trasmessi per via aerea, è riportato in tab. 1.

Tab. 1 - Metodi di valutazione in laboratorio e campi di applicazione delle norme della serie ISO 140 relativamente al rumore trasmesso per via aerea.

Norma di riferimento	Quantità determinata	Simbolo	Metodo di valutazione	Limiti di validità del metodo	Campo di applicazione
UNI EN ISO 140-3	Potere fonoisolante di elementi di edificio	R	Differenza dei livelli di pressione sonora, misurati in due ambienti adiacenti separati dall'elemento in prova, in assenza di trasmissioni laterali dell'energia sonora, con correzioni che tengono conto dell'energia sonora assorbita dall'ambiente ricevente e del rumore di fondo	Superficie dell'elemento in prova maggiore di 1 m^2 e minore di $10 \div 12 \text{ m}^2$	Determinazione delle capacità fonoisolanti proprie dell'elemento in prova
	Potere fonoisolante apparente di elementi di edificio	R'	Differenza dei livelli di pressione sonora, misurati in due ambienti adiacenti separati dall'elemento in prova, in presenza di trasmissioni laterali dell'energia sonora, con correzioni che tengono conto dell'energia sonora assorbita dall'ambiente ricevente e del rumore di fondo		
UNI EN 20140-10	Isolamento acustico di piccoli elementi	D_{ne}	Differenza dei livelli di pressione sonora, misurati in due ambienti adiacenti separati dall'elemento in prova, con correzioni che tengono conto del numero di elementi provati, dell'area di assorbimento acustico equivalente dell'ambiente ricevente e del rumore di fondo	Superficie dell'elemento in prova minore di 1 m^2	Determinazione dell'isolamento acustico di piccoli elementi di edificio che trasmettono suoni a prescindere dagli altri elementi di edificio confinanti

La norma UNI EN ISO 140-3 [4] prescrive il metodo di laboratorio per la determinazione del potere fonoisolante per via aerea di elementi di edificio.

I risultati ottenuti con questo metodo sono rappresentativi delle capacità fonoisolanti caratteristiche di un determinato elemento e possono essere utilizzati per la progettazione, il confronto e la classificazione degli elementi di edificio.

Gli ambienti di misura per la determinazione in laboratorio del potere fonoisolante per via aerea di un elemento di edificio sono costituiti da due camere riverberanti adiacenti, in genere meccanicamente disaccoppiate, rese comunicanti mediante un'apertura di almeno 10 m^2 in cui viene collocato l'elemento in prova [fig. 1].

I campioni con dimensioni inferiori a quelle dell'apertura di montaggio, come porte e finestre, devono essere installati all'interno di uno speciale muro di riempimento, con caratteristiche fonoisolanti notevolmente superiori a quelle degli elementi in prova [fig. 2].

Per quanto riguarda le prove su porte, finestre, superfici vetrate ed altri elementi simili, vengono prescritte specifiche condizioni di installazione che riguardano il montaggio, il funzionamento, il condizionamento termico prima della prova.

- Volume minimo di ciascuna camera: 50 m^3
- Differenza di volume fra le due camere maggiore del 10%
- Superficie minima dell'apertura di prova: 10 m^2
(lato corto dell'apertura maggiore di 2,3 m)

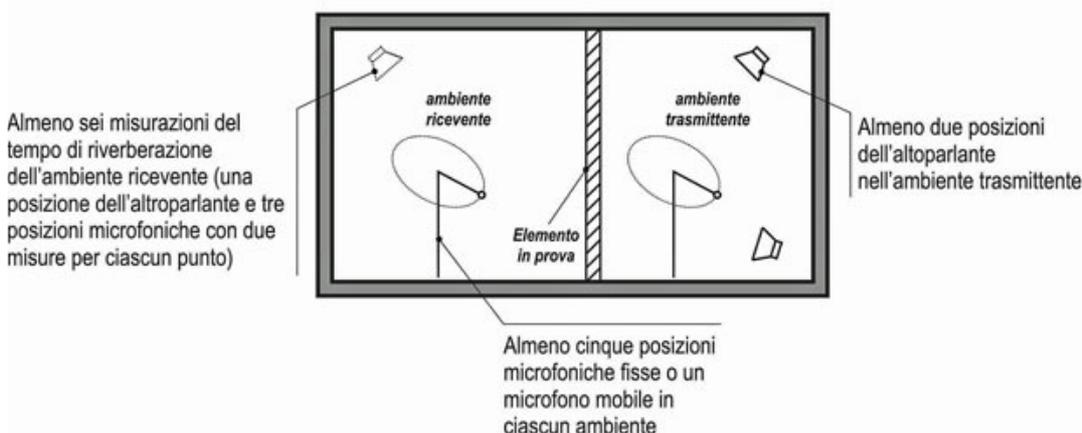


Fig. 1 - Schematizzazione delle camere riverberanti e principali prescrizioni per la misura del potere fonoisolante di elementi verticali di edificio secondo le norme UNI EN ISO 140 parte 1 e parte 3.



Fig. 2 - Installazione di diversi tipi di elementi edilizi all'interno dell'apertura di prova di un laboratorio per la misura del potere fonoisolante conforme alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 140 parte 1.

Una volta installato l'elemento da provare nell'apertura o nel muro di riempimento, viene generato all'interno di una delle camere di prova, mediante una o più sorgenti sonore elettroacustiche, un suono continuo ed uniforme.

Si misura quindi il livello medio di pressione sonora sia nella camera trasmittente sia in quella ricevente.

La determinazione dei livelli medi di pressione sonora viene effettuata mediante la rilevazione dei livelli sonori in diversi punti degli ambienti e con diverse posizioni delle sorgenti sonore. Viene inoltre misurato il livello del rumore di fondo presente nell'ambiente ricevente ed i tempi medi di riverberazione, onde ricavare l'assorbimento acustico equivalente e quindi tenere conto dell'energia sonora assorbita dall'ambiente ricevente.

Il *potere fonoisolante*, in presenza di campi sonori perfettamente diffusi e quando il suono irradiato nella camera ricevente è trasmesso solamente attraverso l'elemento in prova, viene quindi valutato mediante la relazione:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} \quad [\text{dB}]$$

dove L_1 è il livello medio di pressione sonora [dB] nella camera trasmittente; L_2 è il livello medio di pressione sonora [dB] nella camera ricevente; S è l'area dell'elemento in prova [m^2]; A è l'area di assorbimento acustico equivalente [m^2] nella camera ricevente.

L'*area di assorbimento acustico equivalente* viene determinata a partire dal tempo di riverberazione, misurato in conformità a quanto prescritto dalla norma UNI EN ISO 354 [5], utilizzando la formula di Sabine:

$$A = 0,16 \frac{V}{T}$$

dove V è il volume dell'ambiente ricevente [m^3] e T è il tempo di riverberazione [s] nella camera ricevente.

L'intervallo di frequenze di misura, in bande di terzi d'ottava, va da 100 a 5000 Hz. È possibile estendere l'intervallo alle basse frequenze fino a 50 Hz adottando opportuni accorgimenti di misura.

La norma prescrive, inoltre, i metodi per la misurazione del livello di pressione sonora in ciascun ambiente (posizioni dei microfoni, media temporale, correzione dovuta al rumore di fondo in camera ricevente, qualificazione e posizione delle sorgenti sonore, ecc.).

Nel caso in cui la differenza fra l'energia sonora trasmessa attraverso le strutture del laboratorio e quella trasmessa attraverso l'elemento in prova non fosse di almeno 6 dB o in presenza di qualsiasi percorso di trasmissione dell'energia sonora diverso da quello diretto attraverso l'elemento in prova, la quantità determinata sperimentalmente con il metodo precedentemente esposto è il *potere fonoisolante apparente*, indicato con il simbolo R' .

Nella determinazione del potere fonoisolante apparente di un elemento di edificio, l'energia sonora trasmessa nell'ambiente ricevente viene correlata all'energia sonora incidente sulla superficie dell'elemento in prova, indipendentemente dai percorsi e dalle condizioni effettive di trasmissione.

Nel caso di elementi di edificio con superficie minore di 1 m^2 , con l'eccezione di porte e finestre, si applica il metodo di prova previsto dalla norma UNI EN 20140-10 (ISO 140-10) [6] per la determinazione dell'isolamento acustico normalizzato di un piccolo elemento, definito come:

$$D_{n,e} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{nA_0}{A} \quad [\text{dB}]$$

dove A è l'area di assorbimento acustico equivalente [m^2] nell'ambiente ricevente, A_0 è l'area di assorbimento acustico equivalente di riferimento, pari a 10 m^2 per le prove di laboratorio e n è il numero di elementi installati.

Le norme relative alla determinazione in laboratorio delle capacità fonoisolanti di un elemento di edificio prescrivono i contenuti del rapporto di prova di un elemento e le modalità di espressione dei risultati. Lo scopo è quello di rendere chiaramente identificabili i prodotti e facilmente confrontabili e classificabili i risultati delle prove sperimentali.

L'indice di valutazione delle proprietà fonoisolanti ed il confronto dei valori prestazionali di elementi di edificio

La possibilità di comparare e classificare elementi simili per materiali, tecnologie o tecniche di installazione e montaggio è di fondamentale importanza, sia per le esigenze commerciali e produttive sia per la progettazione di nuovi componenti e l'ottimizzazione o il miglioramento delle tecnologie costruttive esistenti.

I valori del potere fonoisolante dell'elemento in prova, per ciascuna frequenza di interesse, devono essere espressi in decibel, con arrotondamento alla prima cifra decimale.

La valutazione dei risultati ottenuti dalle prove sperimentali può essere eseguita, secondo le prescrizioni della norma UNI EN ISO 717-1 [7], mediante la sintesi dei valori in frequenza del potere fonoisolante in un indice mononumerico, che può essere utilizzato per caratterizzare le prestazioni acustiche dell'elemento provato: esso è denominato "indice di valutazione" ed indicato con il pedice "w" (per esempio R_w , $D_{ne,w}$, ecc.).

Tale metodo di calcolo viene applicato ai risultati di prove sperimentali e non a valori dedotti da relazioni analitiche.

La procedura di valutazione consiste nel traslare la curva di riferimento dell'indice di valutazione, estesa da 100 a 3150 Hz, rispetto alla curva del potere fonoisolante dell'elemento provato, in bande di terzi d'ottava, con passo di un decibel fino a che la somma degli scarti sfavorevoli sia massima, ma comunque inferiore a 32 dB. Uno scarto sfavorevole per una particolare frequenza si verifica quando il risultato della misura è minore del valore corrispondente della curva di riferimento [fig. 3].

L'indice di valutazione del potere fonoisolante è pari al valore, in decibel, della curva di riferimento alla frequenza di 500 Hz, dopo la traslazione avvenuta secondo il metodo descritto.

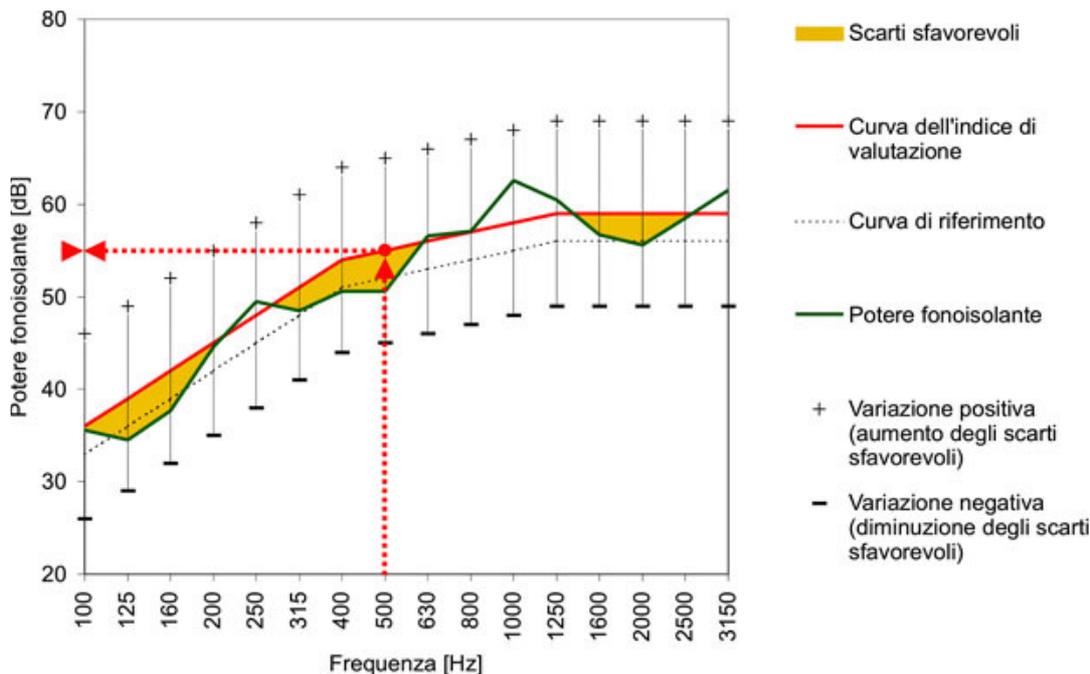


Fig. 3 - Procedura di calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante.

È inoltre possibile calcolare due termini di adattamento C e C_{tr} dell'indice di valutazione del potere fonoisolante, che sono stati introdotti per tener conto dei diversi tipi di spettri sonori disturbanti utilizzati per la valutazione delle capacità isolanti di un elemento, come ad esempio i rumori a contenuto energetico costante (rumore rosa ponderato "A") o il disturbo indotto dal traffico automobilistico urbano ponderato "A", o per estendere alle alte o alle basse frequenze la valutazione dell'elemento provato.

I valori dei termini di adattamento, ottenuti con il metodo di calcolo descritto nella norma UNI EN ISO 717-1, vanno sommati all'indice di valutazione del potere fonoisolante per ottenere degli indici riferibili a particolari condizioni d'impiego dell'elemento in esame, dove la semplice conoscenza dell'indice di valutazione non consenta di stimarne la reale efficacia alle alte o alle basse frequenze.

Gli spettri dei termini di adattamento possono essere correlati a differenti tipi di sorgenti sonore per valutare l'isolamento acustico nei confronti di particolari tipi di rumore, come illustrato in tab. 2. Se, ad esempio, occorre valutare per fini progettuali le caratteristiche prestazionali di un elemento di facciata di un edificio prospiciente una strada urbana molto trafficata, sarà necessario prendere in considerazione l'indice di valutazione del potere fonoisolante adattato con il termine C_{tr} ($R_w + C_{tr}$).

In maniera analoga, per valutare correttamente le capacità fonoisolanti di una partizione interna o di una porta sarà necessario applicare il termine di adattamento C ($R_w + C$).

Tab. 2 - Termini di adattamento pertinenti per diversi tipi di sorgenti di rumore.

Tipo di sorgente di rumore	Termine di adattamento dello spettro
<ul style="list-style-type: none"> • Rumori derivanti dall'attività umana (parlato, musica, ecc.) • Gioco dei bambini • Traffico ferroviario a velocità medio-alte • Traffico autostradale a velocità superiori a 80 km/h • Traffico aereo ravvicinato • Rumore industriale con componenti in frequenza medio-alte 	C
<ul style="list-style-type: none"> • Traffico veicolare urbano • Traffico autostradale a bassa velocità • Traffico aereo in lontananza • Discoteche • Rumore industriale con componenti in frequenza medio-basse 	C _{tr}

Bibliografia

- [1] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997, *Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*, Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, n.297, 22/12/1997.
- [2] UNI EN ISO 140-1:1999 *Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Requisiti per le attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale.*
- [3] UNI EN 20140-2:1994 *Acustica. Misura dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio. Determinazione, verifica e applicazione della precisione dei dati.*
- [4] UNI EN ISO 140-3:1997 *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio.*
- [5] UNI EN ISO 354:2003 *Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante.*
- [6] UNI EN 20140-10:1993 *Acustica. Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misura in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di piccoli elementi di edificio.*
- [7] UNI EN ISO 717-1:1997 *Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea.*