

Michele Pascali

I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI E LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA

PROGETTAZIONE, VERIFICA, CLASSIFICAZIONE

- Legislazione e normativa
- Metodologie di calcolo previsionali
- Soluzioni per la corretta posa e misurazione in opera
- Classificazione acustica e tecniche di campionamento



**MODULISTICA E DOCUMENTAZIONE PER REDIGERE LE PRATICHE
RELATIVE AI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI**


GRAFILL

Michele Pascali

I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI E LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA

ISBN 13 978-88-8207-800-3

EAN 9 788882 078003

Manuali, 183

Prima edizione, ottobre 2015

Pascali, Michele <1951->

I requisiti acustici passivi degli edifici e la classificazione acustica / Michele Pascali. – Palermo : Grafill, 2015.

(Manuali ; 183)

ISBN 978-88-8207-800-3

1. Acustica architettonica.

620.25 CDD-22

SBN Pal0282743

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Il volume è **disponibile anche in versione eBook** (formato *.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader**.

Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con conto corrente postale, bonifico bancario, carta di credito e paypal.

Per i pagamenti con carta di credito e paypal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno smartphone o un tablet il codice QR sottostante.



I lettori di codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **GRAFILL S.r.l.**

Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313

Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di ottobre 2015

presso **Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l.** Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

INDICE

PREMESSA	p.	1
1. I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI	"	3
1.1. Alcune considerazioni e precisazioni relative alla legislazione e normativa in vigore	"	3
1.2. Norme tecniche a cui fare riferimento nella valutazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.....	"	10
1.2.1. Norme tecniche per la progettazione dei requisiti acustici passivi degli edifici	"	10
1.2.2. Norme tecniche per la misura in opera di grandezze inerenti l'acustica in edilizia	"	10
1.2.3. Norme tecniche per la determinazione degli indici di valutazione.....	"	11
1.2.4. Norme tecniche per la misurazione in laboratorio di grandezze inerenti l'acustica in edilizia.....	"	11
1.3. Grandezze normalizzate.....	"	13
1.4. Gli indici di valutazione.....	"	14
1.5. Termini di adattamento allo spettro	"	15
1.6. Grandezze apparenti (in opera).....	"	16
2. I METODI DI CALCOLO PREVISIONALI	"	18
2.1. I modelli di calcolo previsionali previsti dalla normativa in vigore	"	18
2.2. Modello a tredici trasmissioni.....	"	18
2.2.1. Isolamento ai rumori aerei tra ambienti	"	18
2.2.2. Esempi di calcolo	"	30
2.2.3. Isolamento ai rumori aerei delle facciate	"	32
2.2.4. Esempio di calcolo	"	43
2.2.5. Isolamento da rumori da impatto tra ambienti	"	44
2.2.6. Esempio di calcolo.....	"	47
2.3. Metodi approssimati per il calcolo dell'isolamento per via aerea tra ambienti adiacenti o sovrapposti	"	48
2.3.1. Metodo A, a quattro trasmissioni laterali	"	49
2.3.2. Metodo B, a trasmissione laterale equivalente.....	"	50
2.3.3. Esempi di calcolo	"	52

3. LE SOLUZIONI PER UNA CORRETTA POSA IN OPERA DEI MATERIALI COSTRUTTIVI

E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI DEGLI EDIFICI	p.	56
3.1. Introduzione	"	56
3.2. Isolamento dai rumori aerei		
fra differenti unità immobiliari e provenienti dall'esterno	"	56
3.2.1. Pareti	"	56
3.2.1.1. Pareti pesanti monoblocco	"	57
3.2.1.2. Pareti pesanti doppie	"	58
3.2.1.3. Tecnica di posa in opera delle pareti pesanti.....	"	58
3.2.1.4. Pareti leggere.....	"	60
3.2.1.5. Tecnica di posa in opera delle pareti leggere	"	61
3.2.1.6. Pareti di tipo misto o composte.....	"	62
3.2.1.7. Tecniche di posa in opera		
delle pareti di tipo misto o composte	"	63
3.2.1.8. Ponti acustici	"	63
3.2.2. Finestre.....	"	64
3.2.3. Prese d'aria e bocchette d'areazione insonorizzate.....	"	67
3.3. Isolamento dai rumori da impatto.....	"	68
3.3.1. Pavimenti galleggianti.....	"	70
3.3.2. Tecnica di posa in opera dei pavimenti galleggianti	"	71
3.3.2.1. Indicazioni di posa in opera per pavimenti		
galleggianti posati sul sottofondo	"	73
3.3.2.2. Indicazioni di posa in opera per pavimenti		
galleggianti posati su partizione orizzontale	"	76
3.3.3. Sottofondi a secco	"	77
3.3.4. Tecnica di posa in opera di sottofondi a secco.....	"	77
3.3.5. Materiale elastico sottopavimento	"	79
3.3.6. Tecnica di posa in opera		
di materiale elastico sottopavimento.....	"	79
3.4. Isolamento dal rumore degli impianti.....	"	79
3.4.1. Impianti di riscaldamento.....	"	80
3.4.1.1. Impianti di riscaldamento di piccola potenza		
con fluido vettore acqua	"	81
3.4.1.2. Impianti di riscaldamento centralizzati		
con centrale termica e fluido vettore acqua.....	"	81
3.4.1.3. Impianti di riscaldamento ad aria calda	"	83
3.4.2. Impianti di condizionamento e di refrigerazione	"	84
3.4.2.1. Impianti di refrigerazione per piccoli ambienti	"	84
3.4.2.2. Impianti di refrigerazione con unità centrale	"	85
3.4.3. Impianti idrici di alimentazione e scarico	"	87
3.4.3.1. Impianti idrici di alimentazione	"	87
3.4.3.2. Impianti idrici di sollevamento	"	88
3.4.3.3. Impianti di scarico idrico	"	88

3.4.4.	Impianti di sollevamento (ascensori)	p.	90
3.4.4.1.	Ascensori elettrici	"	90
3.4.4.2.	Ascensori oleodinamici	"	91
3.4.4.3.	Altri tipi di ascensore	"	91
3.4.5.	Impianti elettrici	"	91
3.5.	Struttura ad elevato potere fonoisolante	"	92
4.	MISURAZIONE IN OPERA		
	DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI	"	93
4.1.	Misurazione in opera dei requisiti acustici passivi degli edifici	"	93
4.1.1.	Misurazione in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti	"	94
4.1.2.	Misurazione in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate	"	99
4.1.3.	Misurazione in opera dell'isolamento dai rumori da impatto	"	103
4.2.	Misurazione in opera del rumore dovuto agli impianti tecnologici a servizio degli edifici	"	106
5.	LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA		
	DELLE UNITÀ IMMOBILIARI	"	116
5.1.	Premessa	"	116
5.2.	I punti salienti della norma UNI 11367:2010 "Classificazione acustica delle unità immobiliari"	"	116
5.3.	Procedure per la classificazione acustica	"	120
5.3.1.	Modalità di valutazione dei requisiti oggetto di classificazione	"	121
5.3.2.	Classificazione acustica per requisito e per unità immobiliare	"	124
5.3.3.	Classificazione acustica dell'unità immobiliare	"	125
5.3.4.	Esempio di classificazione acustica	"	127
5.4.	Tecniche di campionamento (Appendici G e H della norma UNI 11367:2010)	"	130
5.4.1.	Composizione dei gruppi omogenei (Appendice G)	"	131
5.4.2.	Metodo per la rilevazione dei dati di campionamento e calcolo dell'incertezza estesa di campionamento (Appendice H)	"	134
5.4.3.	Esempi di calcolo	"	136
5.5.	Pregi e criticità della classificazione acustica: dalla UNI 11367:2010 alla UNI 11444:2012	"	146
5.6.	Procedura per la classificazione acustica secondo la norma UNI 11444:2012	"	147
6.	PROCEDURE E MODULISTICA	"	151
6.1.	Il percorso in ambito amministrativo che deve essere seguito per il rispetto della legislazione vigente sui requisiti acustici passivi degli edifici	"	151

6.2.	Le figure coinvolte dal punto di vista acustico dalla progettazione alla realizzazione dell'opera edilizia	p.	152
6.3.	Come va applicato il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 nei casi diversi dalla nuova costruzione	"	154
6.4.	Le prove che devono essere eseguite al termine della realizzazione dell'intervento edilizio	"	155
A.	Fac-simile di modello con cui presentare la documentazione al comune all'atto della richiesta del titolo abilitativo	"	157
B.	Fac-simile di modello di certificato di conformità.....	"	158
BIBLIOGRAFIA			" 160
↳	Testi		
↳	Atti di convegni, seminari, riviste		
↳	Cataloghi e documentazione tecnica, ditte produttrici materiali fonoisolanti e fonoassorbenti, antivibranti, strumentazione		
↳	Siti web		
↳	Norme UNI		

PREMESSA

L'idea di dar vita a questo testo è nata nel momento in cui è stata avvertita l'esigenza di avere insieme, in uno stesso compendio, la legislazione nazionale, ancora in vigore, relativa ai requisiti acustici passivi degli edifici (**D.P.C.M. 5 dicembre 1997**) e la normativa UNI sulla classificazione acustica delle unità immobiliari (**UNI 11367:2010 e UNI 11444:2012**).

Ciò allo scopo di consentire, a coloro che lo leggeranno e che metteranno in pratica quanto in esso riportato, di familiarizzare con tutto ciò che troverà certamente attuazione in un nuovo decreto, che sostituirà il D.P.C.M. 5 dicembre 1997, regolamentando i limiti dei requisiti acustici passivi degli edifici e che legifererà in merito alla classificazione acustica delle unità immobiliari, che a tutt'oggi viene applicata su base volontaria.

Oltre ad alcune considerazioni in merito alla legislazione in vigore, il testo descrive quali sono le grandezze tipiche dell'acustica degli edifici, i modelli di calcolo previsionali, le soluzioni per una corretta posa in opera dei materiali costruttivi e degli impianti tecnologici degli edifici, come effettuare la misura in opera dei requisiti acustici passivi degli edifici, come eseguire la classificazione acustica delle unità immobiliari.

La sezione "*Procedure e modulistica*" infine, consente di avere un riferimento chiaro ed esauritivo in relazione al percorso, in ambito amministrativo, che deve essere seguito, per il rispetto della legislazione vigente sui requisiti acustici passivi degli edifici, quali sono le figure interessate all'applicazione delle norme e i loro compiti, oltre a fornire i fac-simile della modulistica da utilizzare eventualmente nei vari casi.

I REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI

1.1. Alcune considerazioni e precisazioni relative alla legislazione e normativa in vigore

In Italia, fino al 1995, si potevano rilevare alcuni riferimenti ai requisiti acustici degli edifici soltanto nelle circolari del Ministero dei Lavori Pubblici n. 1769 del 30 aprile 1966 “*Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie*” e n. 3150 del 22 maggio 1967 “*Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici*”, nel D.M. 18 dicembre 1975 “*Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica*” (al punto 5 delle Norme Tecniche: *Norme relative alle condizioni di abitabilità*) e in alcuni regolamenti di igiene e/o edilizi, vigenti localmente al momento della costruzione.

Dal 1995, nel contesto dei decreti previsti dalla Legge 26 ottobre 1995, n. 447, a livello nazionale, ci si è dotati di un decreto, il D.P.C.M. 5 dicembre 1997, in tema di requisiti acustici passivi degli edifici, che è in vigore dal febbraio 1998.

Fino a quando non sarà emanata, quindi, una nuova disciplina legislativa, il documento di riferimento della legislazione italiana, tuttora in vigore, per l’acustica edilizia, è il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 “*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*”. Infatti, sebbene le leggi comunitarie del 2008 (Legge 7 luglio 2009, n. 88) e del 2009 (Legge 4 giugno 2010, n. 96) hanno indicato che, in attesa dell’emanazione di un nuovo decreto sui requisiti acustici passivi, le indicazioni del D.P.C.M. 5 dicembre 1997 non trovano applicazione nei rapporti tra privati e, in particolare nei rapporti tra costruttori-venditori ed acquirenti di alloggi sin dalla data della propria pubblicazione (mantenendo la propria efficacia solo in ambito di rapporto con la Pubblica Amministrazione) e la Corte Costituzionale con Sentenza n. 103 del 29 maggio 2013 ha dichiarato l’illegittimità costituzionale dell’articolo 15 comma 1, lettera c) della legge 4 giugno 2010, n. 96 sostitutivo dell’articolo 11, comma 5 della Legge 7 luglio 2009, n. 88, i limiti riportati nel D.P.C.M. 5 dicembre 1997, a far data dall’emanazione del decreto stesso, rappresentano, in ogni caso, valori di legge che le costruzioni devono rispettare. Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 è quindi oggi vigente per tutte quelle situazioni che non riguardano i rapporti tra i privati da far valere in sede di procedimento civile.

I Comuni devono continuare a chiedere il rispetto dei limiti imposti dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997 per la realizzazione degli edifici: insieme alle richieste dei titoli abilitativi (SCIA, DIA, PdC, ecc.) deve essere presentato il progetto acustico dell’edificio (valutazione previsionale di calcolo) se previsto dalle leggi regionali o regolamenti comunali e al termine del processo realizzativo devono essere eseguite obbligatoriamente le prove in opera di legge.

Allo scopo di definire uno strumento di normazione tecnica che dovrà trovare applicazione in nuovo dispositivo legislativo, l’UNI ha pubblicato nel luglio 2010 la norma UNI 11367 “*Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di valutazione e verifica in opera*”

e nel maggio 2012 la norma UNI 11444 “*Classificazione acustica delle unità immobiliari. Linee guida per la selezione delle unità immobiliari in edifici con caratteristiche non seriali*”. I documenti definiscono una procedura per classificare acusticamente le unità immobiliari sulla base dei risultati di misure fonometriche a fine lavori.

Attualmente (settembre 2015) la norma non è richiamata in alcun documento di legge, pertanto i limiti in essa definiti sono volontari e non hanno alcuna cogenza. Certamente, in un futuro prossimo, la norma verrà utilizzata come riferimento per la riscrittura di un nuovo dispositivo legislativo sui requisiti acustici passivi degli edifici. Fino a quando però, non sarà emanata la nuova disciplina legislativa, per continuare ad applicare in maniera corretta il D.P.C.M. 5 dicembre 1997, per il rispetto dei parametri acustici che vengono chiamati “indici di valutazione” e sono i seguenti:

- indice del potere fonoisolante apparente di partizioni tra ambienti (R'_w);
- indice dell’isolamento acustico normalizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$);
- indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato ($L'_{n,w}$);

sono necessarie alcune considerazioni e precisazioni in merito alle norme nazionali e internazionali, in esso richiamate, e fornire i seguenti chiarimenti:

- il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti (R') viene definito nel D.P.C.M. dalla norma EN ISO 140-5:1996, la norma corretta a cui fare riferimento sarebbe dovuta essere la EN ISO 140-4:1996, la norma che è stata utilizzata, fino all’emanazione in lingua inglese, della nuova norma UNI EN ISO 16283-1:2014 attualmente in vigore, era la norma UNI EN ISO 140-4:2000;
- l’isolamento acustico normalizzato di facciata ($D_{2m,nT}$) viene definito nel D.P.C.M. senza che venga riportata la norma a cui fare riferimento, essa doveva certamente essere la EN ISO 140-5:1996, richiamata erroneamente nel caso del potere fonoisolante apparente di elementi di separazione (R'), la norma che è stata utilizzata fino all’emanazione della norma UNI 11572:2015 attualmente in vigore e che a presto sarà sostituita dalla norma UNI EN ISO 16283-3, era la norma UNI EN ISO 140-5:2000;
- il livello di rumore di calpestio normalizzato (L'_n) viene definito nel D.P.C.M. dalla norma EN ISO 140-6:1996, la norma corretta a cui fare riferimento sarebbe dovuta essere la EN ISO 140-7:1996; la norma che è stata utilizzata fino all’emanazione della norma UNI 11569:2015 attualmente in vigore e che a presto sarà sostituita dalla norma UNI EN ISO 16283-2, era la norma UNI EN ISO 140-7:2000;
- la misura del tempo di riverberazione (T) viene definita nel D.P.C.M. secondo la norma ISO 3382:1975, la norma, attualmente in vigore, a cui bisogna fare riferimento è la UNI EN ISO 3382-2:2008;
- il metodo di calcolo dell’indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti (R'_w) fa riferimento alla norma UNI 8270:1987, parte 7^a, paragrafo 5.1; il riferimento più appropriato sarebbe dovuto essere la UNI EN ISO 717-1:1997, attualmente bisogna fare riferimento alla norma UNI EN ISO 717-1:2013;
- il metodo di calcolo dell’indice dell’isolamento acustico normalizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$) fa riferimento alla norma UNI 8270:1987, Parte 7^a, paragrafo 5.2; il riferimento più appropriato sarebbe dovuto essere la UNI EN ISO 717-1:1997, attualmente bisogna fare riferimento alla norma UNI EN ISO 717-1:2013;

- il metodo di calcolo dell'indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato ($L'_{n,w}$) fa riferimento alla norma UNI 8270:1987, parte 7^a, parag. 5.2; il riferimento più appropriato sarebbe dovuto essere la UNI EN ISO 717-2:1996, attualmente bisogna fare riferimento alla norma UNI EN ISO 717-2:2013.

I valori limite previsti dalla tabella B del D.P.C.M. 5 dicembre 1997, che di seguito si riporta integralmente insieme alla tabella A, dello stesso Decreto, al fine della sua intelligibilità, devono essere intesi come valori limite inferiori per l'indice del potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti R'_w e per l'isolamento acustico normalizzato di facciata rispetto al tempo di riverberazione $D_{2m,nT,w}$, mentre come valore limite massimo per l'indice di valutazione del livello di rumore di calpestio normalizzato $L'_{n,w}$.

Ne consegue che, secondo i valori limite richiesti, l'indice del livello di rumore di calpestio ($L'_{n,w}$) deve essere minore per gli edifici destinati ad uffici o ad attività ricreative e di culto, attività commerciali ed assimilabili: 55 dB, che non per gli ospedali, alberghi o abitazioni: 58 dB, 63 dB (*la prestazione del livello di rumore di calpestio, risulta migliore tanto quanto minore è il rumore di calpestio trasmesso attraverso la soletta ovvero tanto quanto minore risulta il valore in dB rilevato durante la prova*).

Tabella A. *Classificazione degli ambienti abitativi*

Categoria A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili;
Categoria B	Edifici adibiti ad uffici e assimilabili;
Categoria C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
Categoria D	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
Categoria E	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
Categoria F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
Categoria G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

Tabella B. *Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici*

Categorie di cui alla Tabella A	Parametri				
	Impianti				
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
Ospedali, cliniche, case di cura o assimilabili D	55	45	58	35	25
Residenze o assimilabili ed alberghi pensioni con attività assimilabili A-C	50	40	63	35	35
Attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili E	50	48	58	35	25
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciabili ed assimilabili B-F-G	50	42	55	35	35

Il limite minimo richiesto per l'isolamento di facciata risulta invece giustamente molto più alto per gli edifici adibiti ad attività scolastiche (48 dB), ma non viene considerato il fatto che la

dislocazione di tali edifici è anche tutelata dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 che stabilisce precise limitazioni per i valori di immissione sonora, rendendo a volte inutilmente oneroso il raggiungimento dei valori limite richiesti.

Qualche difficoltà può anche sorgere dalla ridotta classificazione delle tipologie degli ambienti abitativi, come risulta essere il caso della categoria F che raggruppa edifici adibiti al culto del tipo chiese, conventi o seminari, con edifici adibiti ad attività ricreative, bar o simili.

Situazioni comuni dove coesistono edifici residenziali con inserimento di attività artigianali e/o negozi, oppure uffici inseriti in un contesto di tipo residenziale, trovano difficile collocazione nella classificazione riportata nella tabella A del D.P.C.M. 5 dicembre 1997.

Anche se non riportato nell'enunciazione del D.P.C.M. 5 ottobre 1997, oltre ai limiti precedentemente descritti nel Decreto sono stati indicati i limiti per i rumori prodotti dagli impianti tecnologici, previa una distinzione tra impianti a funzionamento discontinuo, come gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni ed i servizi igienici e a funzionamento continuo, come gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento.

Essi sono:

- 35 dB(A) L_{Amax} con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;
- 25 dB(A) L_{Aeq} per i servizi a funzionamento continuo.

Al riguardo nel Decreto viene inoltre precisato che, le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato e che tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

Ad avviso dell'autore, è preferibile eseguire la misura nell'ambiente più disturbato piuttosto che in quello con il livello di rumore più elevato che, per la sua destinazione d'uso, può non essere il più disturbato.

Inoltre, in questo contesto, è fondamentale far rilevare che esiste una incongruenza tra il limite massimo richiesto per gli impianti a funzionamento continuo pari a 25 dB(A) L_{Aeq} e quanto invece è riportato nella tabella B, in cui si rileva un limite pari a 35 dB(A) L_{Aeq} per le categorie A, B, C, F, G e di 25 dB(A) per le categorie D ed E. Inoltre i limiti richiesti per il rumore emesso dagli impianti tecnologici si dimostra, spesso difficilmente raggiungibile, allo stato attuale degli impianti disponibili e di comune installazione, e che il rilievo di un livello equivalente di rumore inferiore ai 25 dB(A), richiede notevole perizia da parte del tecnico competente ed un attento utilizzo della strumentazione fonometrica.

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 esprime, inequivocabilmente, che le proprie finalità sono rivolte al comportamento acustico "in opera", cioè dell'edificio realizzato (articolo 1, comma 1). Non è quindi sufficiente la verifica dei requisiti espressi mediante una simulazione delle prestazioni acustiche degli ambienti, basata sulla documentazione di progetto, mediante un apposito algoritmo di calcolo; né tanto meno, può essere sufficiente il confronto con le prestazioni di elementi e sistemi ottenuti mediante prove di laboratorio. I requisiti espressi dal Decreto riguardano, infatti, le prestazioni offerte dalle opere realizzate nello specifico edificio oggetto di valutazione, rilevabili mediante apposite prove strumentali da svolgersi in situ a lavori compiuti.

Emerge quindi la delicatezza di un argomento in cui la verifica dei termini di legge è rilevabile, mediante il risultato di una prova diretta strumentale, solamente al completamento delle opere. Risulta evidente che il raggiungimento degli obiettivi finali è subordinato a un attento controllo di tutto il processo costruttivo. Elemento di partenza rimane certamente una corretta progettazione acustica degli ambienti e dei subsistemi che li compongono, che sia in grado di

affiancare i contenuti di simulazione matematica delle prestazioni a un'adeguata descrizione degli accorgimenti esecutivi e delle modalità operative, a supporto delle attività di cantiere. La scelta di componenti e materiali adeguati, le cui prestazioni siano avvalorate da comprovate garanzie documentali, costituisce il passo successivo. Ultimo elemento da valutare è l'insieme delle attività di realizzazione delle opere, la cui corretta esecuzione risulta fondamentale per il conseguimento dei risultati previsti in fase progettuale.

Di seguito si riporta il testo del D.P.C.M. 5 dicembre 1997 “*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*”.

✎ **Decreto del Presidente del Consiglio Dei Ministri 5 dicembre 1997**
Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.

IL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

Visto l'articolo 3, comma 1, lettera *e*), della legge 26 ottobre 1995, n. 447 “legge quadro sull'inquinamento acustico”;

Vista la circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 1769 del 30 aprile 1966, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie;

Vista la circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993, n. 412;

Considerata la necessità di fissare criteri e metodologie per il contenimento dell'inquinamento da rumore all'interno degli ambienti abitativi;

Sulla proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con i Ministri della sanità, dei lavori pubblici, dell'industria, del commercio e dell'artigianato;

DECRETA

Art. 1

Campo di applicazione

1. Il presente decreto, in attuazione dell'articolo 3, comma 1, lettera *e*), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.

2. I requisiti acustici delle sorgenti sonore diverse da quelle di cui al comma 1 sono determinati dai provvedimenti attuativi previsti dalla legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Art. 2

Definizioni

1. Ai fini dell'applicazione del presente decreto, gli ambienti abitativi di cui all'articolo 2, comma 1, lettera *b*), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono distinti nelle categorie indicate nella tabella A allegata al presente decreto.

2. Sono componenti degli edifici le partizioni orizzontali e verticali.

3. Sono servizi a funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria.

4. Sono servizi a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento.

5. Le grandezze cui far riferimento per l'applicazione del presente decreto, sono definiti nell'allegato A che ne costituisce parte integrante.

Art. 3

Valori limite

1. Al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore, sono riportati in tabella B i valori limite delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne.

Art. 4

Entrata in vigore

Il presente decreto viene pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana ed entra in vigore dopo sessanta giorni.

ALLEGATO A

GRANDEZZE DI RIFERIMENTO: DEFINIZIONI, METODI DI CALCOLO E MISURE

Le grandezze che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:

1. Il tempo di riverberazione (T), definito dalla norma ISO 3382:1975;
2. Il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti (R), definito dalla norma EN ISO 140-5:1996;
3. L'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT}$), definito da:

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log T/T_0$$

dove:

- $D_{2m} = L_{1,2m} - L_2$ è la differenza di livello;
- $L_{1,2m}$ è il livello di pressione sonora esterno a 2 metri dalla facciata, prodotto da rumore da traffico se prevalente, o da altoparlante con incidenza del suono di 45° sulla facciata;
- L_2 è il livello di pressione sonora medio nell'ambiente ricevente, valutato a partire dai livelli misurati nell'ambiente ricevente mediante la seguente formula:

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

Le misure dei livelli L_i devono essere eseguite in numero di n per ciascuna banda di terzi di ottava. Il numero n è il numero intero immediatamente superiore ad un decimo

- del volume nell'ambiente; in ogni caso, il valore minimo di n è cinque; T è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente, in sec; T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento assunto, pari a 0,5 s;
4. Il livello di rumore di calpestio di solai normalizzato (L_n) definito dalla norma EN ISO 140-6:1996:
 5. L_{ASmax} : livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo slow;
 6. L_{Aeq} : livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A .
- Gli indici di valutazione che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:
- a) indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti (R'_w) da calcolare secondo la norma UNI 8270:1987, Parte 7^a, paragrafo 5.1.;
 - b) indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$) da calcolare secondo le stesse procedure di cui al precedente punto a);
 - c) indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato ($L'_{n,w}$) da calcolare secondo la procedura descritta dalla norma UNI 8270:1987, Parte 7^a, paragrafo 5.2.

Rumore prodotto dagli impianti tecnologici

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

- a) 35 dB(A) L_{Amax} con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;
- b) 25 dB(A) L_{Aeq} per i servizi a funzionamento continuo.

Le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

Tabella A. *Classificazione degli ambienti abitativi (articolo 2)*

Categoria A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili;
Categoria B	Edifici adibiti ad uffici e assimilabili;
Categoria C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
Categoria D	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
Categoria E	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
Categoria F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
Categoria G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

Tabella B. *Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici*

Categorie di cui alla Tabella A	Parametri				
	R'_w (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35
(*) Valori di R_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.					
Nota. Con riferimento all'edilizia scolastica, i limiti per il tempo di riverberazione sono quelli riportati nella circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici.					

1.2. Norme tecniche a cui fare riferimento nella valutazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

Le norme tecniche sono documenti che forniscono le informazioni e le procedure in merito a come devono essere eseguiti i calcoli previsionali, le misure in opera, i collaudi, ecc..

Esse rappresentano lo stato dell'arte in merito ad un argomento specifico e sono quindi la principale fonte di informazione per tecnici e progettisti che devono stimare o rilevare i limiti imposti dalla legislazione vigente.

L'ente che in Italia nel campo dell'acustica svolge la sua attività normativa e commercializza le norme è l'UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione).

Nei paragrafi che seguono si riporta un elenco delle principali norme relative all'acustica edilizia suddiviso per argomenti. Le norme sono soggette a revisione e attualmente sono attivi in UNI diversi gruppi di lavoro (individuati con l'acronimo GL) allo scopo di aggiornare le vecchie norme o elaborarne di nuove sul tema.

1.2.1. Norme tecniche per la progettazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

Le norme tecniche che consentono di calcolare analiticamente le prestazioni di isolamento acustico attese in opera per gli edifici di nuova costruzione sono le seguenti:

- UNI EN 12354-1:2002 “*Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti*”;
- UNI EN 12354-2:2002 “*Isolamento acustico al calpestio tra ambienti*”;
- UNI EN 12354-3:2002 “*Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea*”;
- UNI EN 12354-4:2003 “*Trasmissione del rumore interno all'esterno*”;
- UNI EN 12354-5:2009 “*Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici*”;
- UNI EN 12354-6:2006 “*Assorbimento acustico in ambienti chiusi*”;
- Rapporto tecnico UNI/TR 11175:2005 “*Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale*” (in corso di revisione da parte del GL 4 dell'UNI).

Tra le UNI EN 12354 ed il Rapporto Tecnico UNI/TR 11175 esistono alcune sostanziali differenze. Le UNI EN 12354 sono state elaborate in sede CEN e si riferiscono quindi a tipologie costruttive tipiche del Nord Europa ed i modelli di calcoli descritti richiedono dati di ingresso difficilmente reperibili. Il Rapporto Tecnico UNI/TR 11175 invece, che si basa sul metodo di calcolo semplificato, proposto nelle UNI EN 12354, è stato elaborato considerando le tipologie edilizie tipiche del nostro Paese e soprattutto presenta in appendice un'ampia banca dati contenente le prestazioni acustiche di strutture edilizie “nazionali”.

Conoscendo le prestazioni dei prodotti e dei sistemi edilizi che devono essere impiegati si possono determinare i parametri: R'_w , $D_{2m,nT,w}$, $L'_{n,w}$, T_{60} .

1.2.2. Norme tecniche per la misura in opera di grandezze inerenti l'acustica in edilizia

Le procedure operative per misurare in opera i requisiti acustici passivi, previsti in progetto e imposti dalla legislazione nazionale, sono quelle riportate nelle seguenti norme:

- UNI EN ISO 16283-1:2014 “*Misurazione in opera dell'isolamento acustico per via aerea*” (in lingua inglese) che ha sostituito la norma UNI EN ISO 140-4:2000 “*Misurazione in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti*” e parte della norma UNI EN ISO 140-14:2004 “*Linee guida per situazioni particolari in opera*”.

- UNI EN ISO 140-5:2000 “*Misurazioni in opera dell’isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate*”, che è stata sostituita temporaneamente dalla norma UNI 11572:2015 e a breve sarà sostituita dalla norma UNI EN ISO 16283-3.
- UNI EN ISO 140-7:2000 “*Misurazioni in opera dell’isolamento dal rumore di calpestio dei solai*” che è stata sostituita temporaneamente dalla norma UNI 11569:2015 e a breve sarà sostituita dalla norma UNI EN ISO 16283-2.
- UNI EN ISO 140-14:2004 “*Linee guida per situazioni particolari in opera*”.
- UNI EN ISO 3382-2:2008 “*Misurazione del tempo di riverberazione negli ambienti ordinari*”.
- UNI 8199:1998 “*Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione – Linee guida contrattuali e modalità di misurazione*” (in corso di revisione da parte del gruppo GL3 dell’UNI).
- UNI EN ISO 10052:2005 “*Misurazioni in opera dell’isolamento acustico per via aerea del rumore da calpestio e della rumorosità degli impianti. Metodo di controllo*”.
- UNI EN ISO 16032:2005 “*Misurazione del livello di pressione sonora di impianti tecnici in edifici – Metodo tecnico progettuale*”.
- UNI 11367:2010 “*Classificazione acustica delle unità immobiliari*” – Appendice D.
- UNI 11444:2012 “*Linee guida per la selezione delle unità immobiliari in edifici con caratteristiche non seriali*”.

1.2.3. Norme tecniche per la determinazione degli indici di valutazione

Le procedure per calcolare gli indici di valutazione ed i coefficienti di adattamento spettrale sono riportate nelle seguenti norme:

- UNI EN ISO 717-1:2013 “*Isolamento acustico per via aerea*”.
- UNI EN ISO 717-2:2013 “*Isolamento dal rumore di calpestio*”.

1.2.4. Norme tecniche per la misurazione in laboratorio di grandezze inerenti l’acustica in edilizia

Le procedure operative per misurare in laboratorio le prestazioni acustiche di materiali e sistemi edilizi sono riportate nelle seguenti norme:

- UNI EN ISO 10140-1:2010 “*Misurazione in laboratorio dell’isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio. Regole di applicazione per prodotti particolari*”.
- UNI EN ISO 10140-2:2010 “*Misurazione in laboratorio dell’isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio. Misurazione dell’isolamento acustico per via aerea*”.
- UNI EN ISO 10140-3:2010 “*Misurazione in laboratorio dell’isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio. Misurazione dell’isolamento del rumore da calpestio*”.
- UNI EN ISO 10140-4:2010 “*Misurazione in laboratorio dell’isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio. Procedure e requisiti di misurazione*”.
- UNI EN ISO 10140-5:2010 “*Misurazione in laboratorio dell’isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio. Requisiti per le apparecchiature e le strutture di prova*”.
- UNI EN ISO 140-12:2001 “*Misurazione in laboratorio dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell’isolamento acustico dei rumori trasmessi per via aerea e da calpestio tra due ambienti attraverso un pavimento sopraelevato*”.

- UNI EN 20140-2:1994 “Misurazione dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Determinazione, verifica e applicazione della precisione dei dati”.
- UNI EN 20140-9:1998 “Misurazione dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazione in laboratorio dell’isolamento acustico per via aerea da ambiente a ambiente coperti dallo stesso controsoffitto”.
- UNI EN 29052-1:1993 “Determinazione della rigidità dinamica. Materiali utilizzati sotto i pavimenti galleggianti negli edifici residenziali”.
- UNI EN 12431:2008 “Isolanti termici per edilizia – Determinazione dello spessore degli isolanti per pavimenti galleggianti”.
- UNI EN 1606:2013 “Isolanti termici per edilizia – Determinazione dello scorrimento viscoso a compressione”.
- UNI EN 29053:1994 “Materiali per applicazioni acustiche – Determinazione della resistenza al flusso d’aria”.
- UNI EN ISO 354:2003 “Misura dell’assorbimento acustico in camera riverberante”.
- UNI EN ISO 11654:1998 “Assorbitori acustici per l’edilizia – Valutazione dell’assorbimento acustico”.

PROSPETTO RIEPILOGATIVO

relativo alla situazione normativa attuale rispetto a quanto previsto dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997

Grandezze	Aggiornamenti normativi per definire e misurare in opera (Norme attuali)	Norme riportate nel D.P.C.M. 5 dicembre 1997
T	UNI EN ISO 3382-2:2008	ISO 3382:1975
R'	UNI EN ISO 16283-1:2014 (Ha sostituito la norma UNI EN ISO 140-4:2004) UNI EN ISO 140-14:2004	EN ISO 140-5:1996 ERRATA (Norma corretta EN ISO 140-4.1996)
$D_{2m,nT}$	UNI 11572:2015 (A breve sarà sostituita dalla norma UNI EN ISO 16283-3)	Definito da $D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log T/T_0$ (Non è riportata la norma a cui fare riferimento)
$L'_{n,T}$	UNI 11569:2015 (A breve sarà sostituita dalla norma UNI EN ISO 16283-2) UNI EN ISO 140-14:2004	EN ISO 140-6:1996 ERRATA (Norma corretta EN ISO 140-7.1996)
Indice di valutazione	Norme a cui fare riferimento	Norme riportate nel D.P.C.M. 5 dicembre 1997
R'_w	UNI EN ISO 717-1:2013 (Confronto R' con curve di riferimento per ricavare R'_w)	UNI 8270:1987 P. 7 [^] par. 5.1. N.B. Le norme UNI 8270:1987 sono state ritirate
$D_{2m,nT,w}$	UNI EN ISO 717-1:2013	UNI 8270:1987 P. 7 [^] par. 5.1. N.B. Le norme UNI 8270:1987 sono state ritirate
$L'_{n,w}$	UNI EN ISO 717-2:2013 (Confronto L_n con curve di riferimento per ricavare $L'_{n,w}$)	UNI 8270:1987 P. 7 [^] par. 5.2. N.B. Le norme UNI 8270:1987 sono state ritirate

Indice	Algoritmi di calcolo previsionali attuali	Algoritmi di calcolo previsionali attuali
R'_w	UNI EN 12354-1:2002	Rapporto tecnico UNI/TR 11175:2005 (Algoritmo di calcolo semplificato applicabile alla tipologia costruttiva nazionale) (In corso di revisione da parte del GL 4 dell'UNI)
$D_{2m,nT,w}$	UNI EN 12354-3:2002	Rapporto tecnico UNI/TR 11175:2005 (Algoritmo di calcolo semplificato applicabile alla tipologia costruttiva nazionale) (In corso di revisione da parte del GL 4 dell'UNI)
$L'_{n,w}$	UNI EN 12354-2:2002	Rapporto tecnico UNI/TR 11175:2005 (Algoritmo di calcolo semplificato applicabile alla tipologia costruttiva nazionale) (In corso di revisione da parte del GL 4 dell'UNI)

IMPIANTI

Grandezze	Norme per la misurazione ed il collaudo in opera
L_{Amax} (per impianti a funzionamento discontinuo)	UNI EN ISO 16032:2005 UNI EN ISO 10052:2005 UNI 11367:2010 (Appendice D)
L_{Aeq} (per impianti a funzionamento continuo)	UNI EN ISO 16032:2005 UNI EN ISO 10052:2005 UNI 11367:2010 (Appendice D) e limitatamente agli impianti di climatizzazione e ventilazione la norma UNI 8199:1998 (In corso di revisione da parte del GL 3 dell'UNI)

1.3. Grandezze normalizzate

Le grandezze isolamento acustico “ D ” e livello di rumore di calpestio “ L ” dipendono dalle caratteristiche acustiche dei locali in cui vengono eseguite le misure. Ad esempio, se si analizzano le prestazioni isolanti di una parete divisoria tra unità immobiliari prima e dopo aver arredato l'appartamento si ottengono due diversi valori di isolamento acustico.

Per poter paragonare le grandezze è quindi necessario renderle tra loro omogenee cioè normalizzarle. Esistono due tipi di normalizzazione. È possibile normalizzare rispetto al tempo di riverberazione oppure rispetto all'assorbimento acustico del locale ricevente.

Le relazioni matematiche sono le seguenti:

- *Isolamento acustico normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente D_n*

$$D_n = D - 10 \log (A/A_o) \text{ [dB]} \quad (1.1)$$

dove:

A è l'area di assorbimento equivalente dell'ambiente ricevente in m^2 ;

A_o è l'area di assorbimento equivalente di riferimento pari a $10 m^2$.

- *Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione D_{nT}*

$$D_{nT} = D + 10 \log (T/T_o) \text{ [dB]} \quad (1.2)$$

dove:

T è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente in secondi;

T_o è il tempo di riverberazione di riferimento, pari a 0,5 s.

- *Livello di rumore di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente L_n*

$$L_n = L + 10 \log (A/A_o) \text{ [dB]} \quad (1.3)$$

dove:

A è l'area di assorbimento equivalente dell'ambiente ricevente, in m²;

A_o è l'area di assorbimento equivalente di riferimento pari a 10 m².

- *Livello di rumore di calpestio normalizzato rispetto al tempo di riverberazione L_{nT}*

$$L_{nT} = L - 10 \log (T/T_o) \text{ [dB]} \quad (1.4)$$

dove:

T è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente, in secondi;

T_o è il tempo di riverberazione di riferimento per appartamenti, pari a 0,5 s.

1.4. Gli indici di valutazione

Gli indici di valutazione sono grandezze che indicano qualitativamente e quantitativamente le prestazioni di un certo prodotto, utilizzato generalmente nella costruzione delle partizioni degli edifici, in relazione alla protezione dal rumore.

Gli indici di valutazione sono indipendenti dalla frequenza e hanno particolare importanza, in quanto, oltre a consentire calcoli semplificati, il loro valore appare sul marchio EC di conformità europea, riportato sui vari prodotti. Gli indici di valutazione derivano da grandezze misurate o calcolate per bande di frequenza (bande di un terzo di ottava o di ottava) mediante la procedura di calcolo riportata nella UNI EN ISO 717-1:2013 se si riferiscono ai rumori aerei e nella UNI EN ISO 717-2:2013 se si riferiscono ai rumori di calpestio.

Per esprimere con un unico numero l'effetto di "barriera" ai rumori aerei di un elemento costruttivo, è stato definito l'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w .

Il valore dell'indice R_w viene determinato raffrontando la curva del potere fonoisolante R dell'elemento costruttivo, misurato o calcolato su 16 bande di 1/3 di ottava comprese tra 100 Hz e 3150 Hz o su 6 bande di ottava comprese tra 125 Hz e 4000 Hz, con una curva di riferimento che tiene conto, sia dell'andamento della sensibilità dell'orecchio alle varie frequenze, per suoni di media intensità, sia della dipendenza dalla frequenza del potere fonoisolante.

Il confronto viene effettuato facendo scorrere verticalmente, la curva di riferimento appropriata, sul grafico dove è riportata la curva dei valori misurati o calcolati di R , dell'elemento costruttivo in esame, procedendo a passi di 1 dB finché risulta soddisfatta la condizione che, la somma degli scostamenti sfavorevoli dei valori di R , dell'elemento costruttivo in esame, non risulti superiore a 32 dB per valori di R espressi in bande di terzi di ottava ed a 10 dB per valori di R espressi in bande di ottava.

Uno scarto sfavorevole si ha, a una data frequenza, quando il risultato della misurazione è minore del valore della curva di riferimento. Il valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w dell'elemento costruttivo in esame è dato dal valore in ordinata che si ottiene in corrispondenza della frequenza di 500 Hz della curva di riferimento traslata.

L'effetto "separazione acustica" ai rumori aerei fra due ambienti adiacenti viene espresso dall'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato $D_{n,w}$ che si ottiene, come visto nel caso dell'indice di valutazione del potere fonoisolante, raffrontando la curva caratteristica dell'isolamento acustico normalizzato D_n con la curva di riferimento sopra citata.

Nella trasmissione dei rumori da calpestio l'effetto di "separazione acustica" prodotta da un solaio fra due ambienti viene espresso dall'indice di valutazione del livello del rumore da calpestio normalizzato $L_{n,w}$ che si ottiene, utilizzando lo stesso metodo descritto nel caso dell'indice di valutazione del potere fonoisolante R , mettendo a confronto la curva caratteristica del livello del rumore da calpestio normalizzato L_n con la curva di riferimento ad esso relativo. In questo caso, però, uno scarto favorevole, ad una data frequenza, si ha quando il risultato della misurazione è maggiore del valore della curva di riferimento. Il valore dell'indice di valutazione $L_{n,w}$ si ottiene dal valore in dB dell'ordinata sulla curva di riferimento in corrispondenza della frequenza di 500 Hz.

Se la curva dei valori misurati e calcolati di L_n per bande di frequenza è espressa per bande di ottava, l'indice di valutazione ottenuto deve essere diminuito di 5 dB, infatti a differenza delle altre analoghe grandezze considerate, che derivano da differenze di livelli, il valore di L_n rappresenta in assoluto un livello di pressione sonora e dipende pertanto dalla larghezza di banda del filtro utilizzato per l'analisi.

Per evitare errori di giudizio in eventuali confronti con metodi di analisi a bande di terzi di ottava, gli indici di valutazione ricavati da curve per bande di ottava devono, pertanto, essere sempre "normalizzati" riportandoli al valore che si otterrebbe per lo stesso solaio in esame, da una curva per bande di 1/3 di ottava, diminuendo l'indice stesso di 5 dB (infatti $-5 \text{ dB} = 10 \log 1/3$).

1.5. Termini di adattamento allo spettro

Il parametro "indice di valutazione" comporta una perdita di informazioni. Da esso non è possibile capire come la partizione isoli rispetto ai rumori caratterizzati da precise frequenze disturbanti. Per considerare tale problematica sono stati introdotti i termini di adattamento spettrale " C " e " $C_{t,r}$ ".

All'indice di valutazione è possibile sommare questi coefficienti per ricavare l'isolamento effettivo rispetto a determinate tipologie di rumori.

Il termine C si utilizza per caratterizzare l'isolamento della partizione rispetto ai rumori ad alta frequenza ed in particolare:

- attività umane (conversazione, musica, radio, televisione);

- bambini che giocano;
- traffico ferroviario a velocità media ed elevata;
- traffico autostradale > di 80 km/h;
- aereo a reazione a breve distanza;
- fabbriche che emettono un rumore a frequenza principalmente media e alta.

Il termine $C_{t,r}$ si utilizza per caratterizzare l'isolamento della partizione rispetto a rumori a bassa frequenza ed in particolare:

- traffico stradale urbano;
- traffico ferroviario a basse velocità;
- velivolo a elica;
- aereo a reazione a lunga distanza;
- musica da discoteca;
- fabbriche che emettono un rumore a frequenza principalmente bassa e media.

I metodi per calcolare i termini di adattamento allo spettro (C e $C_{t,r}$) sono descritti nella norma UNI EN ISO 717-1:2013 nel caso di R_w e $D_{nT,w}$. Essi vengono riportati nei certificati di prova accanto al valore dell'indice di valutazione nel seguente modo R_w (C ; $C_{t,r}$). Per esempio se $R_w = 41$ (0; -5) dB significa che $R_w = 41$ dB; $C = 0$ dB; $C_{t,r} = -5$ dB.

Nel caso del livello di calpestio $L_{n,w}$ il metodo per calcolare il termine di adattamento allo spettro (questa volta unico) è descritto nella norma UNI EN ISO 717-2:2013 ed è indicato con C_I . Per esempio se $L_{n,w} = 80$ (-11) dB significa che $L_{n,w} = 80$ dB; $C_I = -11$ dB.

1.6. Grandezze apparenti (in opera)

Un elemento divisorio, posto in opera, presenta caratteristiche acustiche sensibilmente differenti rispetto a quelle rilevate sullo stesso divisorio provato in laboratorio. Questo perché le misure di laboratorio vengono eseguite posizionando la partizione tra due camere disaccoppiate tra loro. In questo modo vengono annullate completamente le trasmissioni laterali (vedi figura 1.1) che invece si verificano nel caso del divisorio in opera come si può rilevare dalla figura 1.2.

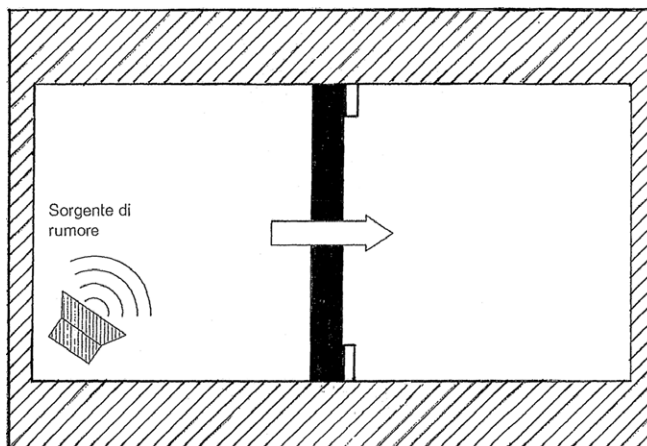


Figura 1.1. Schema di misura del potere fonoisolante in laboratorio

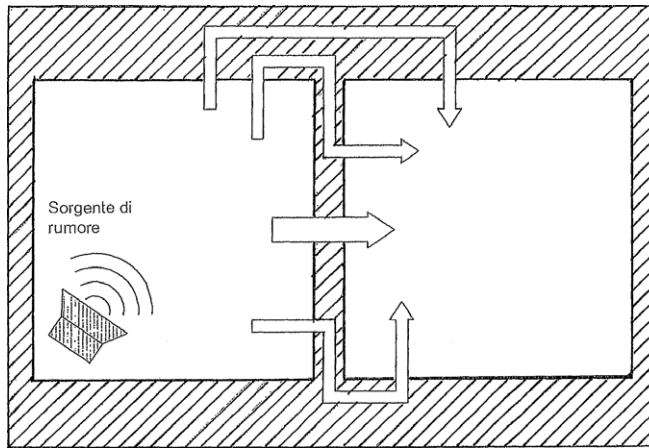


Figura 1.2. *Divisorio in opera*

Questo comporta che una partizione posta in opera presenta in generale un potere fonoisolante decisamente inferiore rispetto alla stessa struttura misurata in laboratorio.

Per differenziare questi due tipi di misure viene utilizzato un apice e le grandezze relative alle misurazioni in opera vengono definite con il termine "apparente", ad esempio:

- R_w = indice del potere fonoisolante di un elemento (misurato in laboratorio);
- R'_w = indice del potere fonoisolante apparente di un elemento (misurato in opera);

e risulta: $R_w > R'_w$.