



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

# FLORE

## Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

### La classificazione acustica degli edifici

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

*Original Citation:*

La classificazione acustica degli edifici / S.Secchi; E.Nannipieri. - In: COSTRUIRE IN LATERIZIO. - ISSN 0394-1590. - STAMPA. - 137:(2010), pp. 58-64.

*Availability:*

The webpage <https://hdl.handle.net/2158/392301> of the repository was last updated on

*Terms of use:*

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

*Publisher copyright claim:*

La data sopra indicata si riferisce all'ultimo aggiornamento della scheda del Repository FloRe - The above-mentioned date refers to the last update of the record in the Institutional Repository FloRe

(Article begins on next page)

# La classificazione acustica degli edifici

**È stata pubblicata la nuova norma UNI 11367 sulla classificazione acustica delle unità immobiliari. Nell'articolo sono riportati i contenuti principali della nuova normativa e alcune questioni aperte per la predisposizione del prossimo testo legislativo sui requisiti acustici degli edifici attualmente in fase di revisione**

In Italia, la protezione acustica degli edifici residenziali e non residenziali è normata da marzo 1998 dal DPCM 5/12/97<sup>[1]</sup>, attuativo della “Legge quadro” 447/95<sup>[2]</sup> sull'inquinamento acustico. Come noto, l'entrata in vigore del decreto citato e la successiva diffusione di maggiori conoscenze in ambito acustico tra progettisti, imprese e cittadini hanno portato ad una progressiva modifica del modo di costruire gli edifici residenziali e non residenziali in Italia. Parallelamente a questo, il frequente mancato rispetto dei requisiti minimi di protezione acustica in edifici realizzati dal 1998 ad oggi ha generato una molteplicità di contenziosi civili, tra acquirenti di alloggi e venditori o costruttori degli stessi, che presenta aspetti inquietanti per molte imprese di costruzioni, che già subiscono gli effetti della crisi economica nazionale iniziata nel 2009.

La frequenza del mancato rispetto dei requisiti minimi di isolamento acustico, evidenziata in uno studio del 2009 degli autori<sup>[3, 4]</sup>, può essere imputata a differenti cause.

La prima spiegazione può essere data dalla forte crescita dei livelli prestazionali di protezione acustica imposta dal DPCM 5/12/97 rispetto agli *standard* costruttivi nazionali dell'epoca ed alla sostanziale assenza di normative precedenti in materia (con l'eccezione del DM 18/12/75 relativo, però, alla sola edilizia scolastica).

Si deve anche citare la mancata emanazione, ai sensi dell'art. 3, comma “e”, della Legge 447/95, del decreto concernente “*i criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie e delle infrastrutture dei trasporti, ai fini della tutela dall'inquinamento acustico*”.

L'assenza, ad oggi, di tale decreto è alla base di molte obiezioni, anche di natura legale, sull'effettiva possibilità di applicare agli

edifici i limiti previsti dal DPCM 5/12/97. Va sottolineato a questo riguardo che la norma UNI contenente i criteri di calcolo dei requisiti acustici degli edifici<sup>[5]</sup> è stata redatta quasi cinque anni dopo l'emanazione del DPCM 5/12/97 e che il rapporto tecnico che riferisce tali metodi al contesto costruttivo nazionale<sup>[6]</sup> è stato pubblicato solo nel novembre 2005.

La seconda spiegazione alla frequenza del mancato rispetto dei limiti del DPCM 5/12/97 è data dalla difficoltà di conseguire in opera i valori prestazionali calcolati secondo le metodologie definite dalla UNI 12354. Tale difficoltà è insita nella natura della propagazione sonora nelle strutture edilizie che privilegia fortemente la trasmissione attraverso i punti deboli, come alcune situazioni singolari di contatto tra strutture disaccoppiate, discontinuità dei componenti, ecc.

L'esperienza dimostra come piccoli difetti realizzativi siano all'origine di forti alterazioni delle capacità fonoisolante delle strutture edilizie.

A fronte di questo contesto particolarmente critico, va comunque evidenziato come i livelli prestazionali previsti dal citato decreto siano in generale inferiori a quelli imposti da analoghe normative di altri Paesi europei.

A fronte di tutto ciò, si è imposta negli ultimi anni la necessità di modificare i contenuti del DPCM 5/12/97, ipotizzando anche modi alternativi e meno stringenti per le imprese per la valutazione dei requisiti acustici degli edifici.

L'Ente italiano di normazione (UNI) ha quindi costituito un gruppo di lavoro (GL5, SC1) che, fin dal 2007, ha lavorato per la messa a punto di una nuova norma sulla classificazione acustica delle costruzioni che potesse essere la base per la definizione di un nuovo testo legislativo sulla protezione acustica degli edifici.

**I principi della classificazione acustica** La classificazione acustica è un sistema di valutazione della qualità degli edifici sotto il profilo della loro protezione dal rumore. Tale sistema è diffuso in alcuni Paesi europei fin dalla prima metà degli anni '90 (Francia, Germania)<sup>[7]</sup> ed in differenti casi la relativa normativa tecnica è stata già aggiornata più volte. I motivi che portano all'introduzione di un sistema di classificazione della qualità acustica degli edifici possono essere riassunti come segue.

Innanzitutto, l'introduzione delle classi acustiche richiama un concetto ormai diffuso sia in ambito edilizio (la certificazione energetica degli edifici) che in ambito domestico (la certificazione degli elettrodomestici), rendendo semplice e trasparente la lettura, da parte dell'acquirente, della qualità acustica dell'immobile.

Un secondo aspetto molto importante è che l'introduzione di un sistema di graduazione della qualità acustica, a partire da valori di soglia minimi verso prestazioni crescenti, dovrebbe incentivare un processo di progressivo miglioramento degli *standard* qualitativi in edilizia. È infatti presumibile che il mercato, di pari passo con il progresso delle tecnologie edilizie per la protezione dai rumori degli edifici, tenderà con il tempo a proporre alloggi di classe acustica crescente. Questo secondo obiettivo della classificazione ha inevitabilmente orientato le scelte del gruppo di lavoro UNI in merito alla definizione dei valori limite riferiti alle differenti classi. A questo proposito, il dibattito sviluppato in sede normativa ha tenuto conto sia della necessità di individuare idonei intervalli tra le classi che non fossero tanto ampi rispetto alle prospettive di possibili sviluppi futuri delle tecnologie edilizie, sia delle reali esigenze di protezione acustica dei cittadini, sia del confronto con gli *standard* adottati in altri Paesi europei, sia infine dell'incertezza delle misure di acustica edilizia.

Il terzo aspetto che si può citare è il depotenziamento del meccanismo di conformità/non conformità ai limiti definiti dalle norme sui requisiti acustici degli edifici. Infatti, con riferimento ai livelli dettati dal DPCM 5/12/97, a fronte di verifiche in opera sui requisiti acustici passivi, l'esito può solamente essere di conformità o non conformità. Ad esempio, rispetto al potere fonoisolante apparente delle partizioni interne, se una prova in opera fornisse come risultato  $R'_w$  pari a 50 dB, l'alloggio sarebbe a norma; se invece fornisse

se  $R'_w = 49$  dB oppure 44 dB, l'alloggio sarebbe ugualmente fuori norma, pur essendo evidente che nei due casi la perdita di qualità acustica rispetto allo *standard* sarebbe ben differente.

**La classificazione acustica negli altri contesti europei** I sistemi di classificazione acustica si sono diffusi nelle normative di vari Paesi europei fin dagli anni '90.

In tabella 1 sono riportati i risultati di uno studio comparativo condotto da Birgit Rasmussen<sup>[7]</sup> in cui si evidenziano il numero di classi acustiche previste dalle varie normative esaminate, il valore limite definito dalla legislazione nazionale (dB) e l'anno di pubblicazione della norma sulla classificazione.

Si nota come molti Paesi europei (compresa l'Italia) abbiano un sistema di classificazione con 4 livelli di qualità e che in quasi tutti i casi il limite di legge corrisponda alla terza classe.

In Italia, non esiste una stretta relazione tra i valori limite attualmente definiti dal DPCM 5/12/97 ed una specifica classe acustica, anche perché la nuova norma UNI introduce grandezze che, in alcuni casi, sono differenti da quelle usate dal decreto del 1997. Tuttavia, appare ragionevole attendersi che il futuro testo legislativo in materia assuma a riferimento la classe III come nuovo limite di legge.

In tabella 2 sono riportati i valori limite per le diverse classi di isolamento acustico ai rumori aerei provenienti da alloggi adiacenti secondo le varie norme europee.

Si nota come molti Paesi usino grandezze differenti da quelle impiegate in Italia per la determinazione dell'isolamento ai rumori aerei tra alloggi (indice di valutazione del potere fonoisolante apparente,  $R'_w$ ).

In particolare, in molti Paesi del Nord Europa l'indice  $R'_w$  viene corretto con il termine di adattamento spettrale  $C_{50-3150}$ . L'introduzione di tale termine serve a tenere maggiormente conto del comportamento della parete alle basse frequenze.

Ciò sembra giustificato dal fatto che in tali Paesi sono diffuse tecnologie edilizie basate su soluzioni leggere da montare a secco che, proprio alle basse frequenze, presentano spesso prestazioni piuttosto scadenti.

**1** Numero di classi acustiche previste in vari Paesi europei, relativo valore limite definito secondo la legislazione nazionale e anno di applicazione della norma sulla classificazione acustica<sup>[7]</sup>.

Paese	Classi acustiche	Limite di legge	Norma di riferimento	Anno di applicazione
Danimarca	A/B/C/D	C	DS 490 (2007)	2001/2007
Finlandia	A/B/C/D	C	SFS 5907 (2004)	2004
Islanda	A/B/C/D	Limiti differenti	IST 45 (2003)	2003
Norvegia	A/B/C/D	C	NS 8175 (2008)	1997/2005/2008
Svezia	A/B/C/D	C	SS 25267 (2004)	1996/1998/2004
Lituania	A/B/C/D/E	C	STR 2.01.07 (2003)	2004
Olanda	1/2/3/4/5	Limiti differenti	NEN 1070 (1999)	1999
Germania	III/II/I	I	VDI 4100 (2007)	1994/2007
Francia	QLAC/QL	Limiti differenti	Qualitel (2008)	1993/1995/2000/2008
Italia	I/II/III/IV	III (?)	UN 11367 <sup>[8]</sup>	2010

## 2 Livelli limite delle diverse classi (dB) in vari Paesi europei per l'isolamento acustico ai rumori aerei tra alloggi [7].

Paese	Classe A classe I Olanda e Italia classe III Germania	Classe B classe II Olanda Italia e Germania QLAC Francia	Classe C classe III Olanda e Italia classe I Germania QL Francia	Classe D classe IV Olanda e Italia	Classe E classe V Olanda
Danimarca	$R'_w + C_{50-3150} \geq 63$	$R'_w + C_{50-3150} \geq 58$	$R'_w \geq 55$	$R'_w \geq 50$	–
Finlandia	$R'_w + C_{50-3150} \geq 63$	$R'_w + C_{50-3150} \geq 58$	$R'_w \geq 55$	$R'_w \geq 49$	–
Islanda <sup>(a)</sup>	$R'_w + C_{50-3150} \geq 63$	$R'_w + C_{50-3150} \geq 58$	$R'_w \geq 55$	$R'_w \geq 50$	–
Norvegia <sup>(a)</sup>	$R'_w + C_{50-5000} \geq 63$	$R'_w + C_{50-5000} \geq 58$	$R'_w \geq 55$	$R'_w \geq 50$	–
Svezia	$R'_w + C_{50-3150} \geq 61$	$R'_w + C_{50-3150} \geq 57$	$R'_w + C_{50-3150} \geq 53$	$R'_w \geq 49$	–
Lituania <sup>(a)</sup>	$R'_w + C_{50-3150} \geq 63$	$R'_w + C_{50-3150} \geq 58$			
Olanda	$D_{nT,w} + C_{50-3150} \geq 63$	$D_{nT,w} + C_{50-3150} \geq 58$	$R'_w$ o $D_{nT,w} \geq 55$	$R'_w$ o $D_{nT,w} \geq 52$	$R'_w$ o $D_{nT,w} \geq 48$
	$D_{nT,w} + C \geq 62$	$D_{nT,w} + C \geq 57$	$D_{nT,w} + C \geq 52$		
	$D_{nT,w} + C \geq 47$	$D_{nT,w} + C \geq 42$			
Germania (in linea)	orizz: $R'_w \geq 59$	orizz: $R'_w \geq 56$	orizz: $R'_w \geq 53$	–	–
	vert: $R'_w \geq 60$	vert: $R'_w \geq 57$	vert: $R'_w \geq 54$		
Germania (a schiera)	$R'_w \geq 68$	$R'_w \geq 63$	$R'_w \geq 57$	–	–
Francia	–	$D_{nT,w} + C \geq 56$	$D_{nT,w} + C \geq 53$	–	–
Italia	$R'_w \geq 56$	$R'_w \geq 53$	$R'_w \geq 50$	$R'_w \geq 45$	–

(a) L'uso dei termini  $C_{50-3150/5000}$  è raccomandato anche per la classe C.

## 3 Incertezza estesa di misura da applicare ai risultati delle rilevazioni acustiche [8].

	$D_{2m,nT,w}$ dB	$R'_w$ dB	$L'_{nw}$ dB	$L_{ic}$ dB(A)	$L_{id}$ dB(A)
Incertezza di misura $U_m$	1	1	1	1,1	2,4

## 4 Valori limite riferiti alle diverse classi acustiche degli edifici [8].

Classe acustica	Isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (dB)	Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari $R'_w$ (dB)	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari $L'_{nw}$ (dB)	Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo $L_{ic}$ (dBA)	Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo $L_{id}$ (dBA)
I	$\geq 43$	$\geq 56$	$\leq 53$	$\leq 25$	$\leq 30$
II	$\geq 40$	$\geq 53$	$\leq 58$	$\leq 28$	$\leq 33$
III	$\geq 37$	$\geq 50$	$\leq 63$	$\leq 32$	$\leq 37$
IV	$\geq 32$	$\geq 45$	$\leq 68$	$\leq 37$	$\leq 42$

### La nuova norma UNI sulla classificazione acustica degli edifici

L'elaborazione della nuova norma UNI sulla classificazione acustica degli edifici [8] ha richiesto oltre due anni di attività da parte del Gruppo di Lavoro 5 della Sottocommissione Acustica Edilizia dell'UNI, con la partecipazione di oltre cinquanta esperti in rappresentanza di enti di ricerca, università, associazioni, singole aziende e studi professionali. Nel giugno 2010, dopo l'analisi di oltre duecento osservazioni pervenute nel periodo di inchiesta pubblica del progetto di norma <sup>(1)</sup>, questo è stato approvato definitivamente ed è stato pubblicato nel luglio 2010 come norma UNI 11367 [8].

I contenuti essenziali della norma, che è costituita da ben cento

pagine, sono riassunti a seguire, nella consapevolezza che la comprensione precisa di tutti gli aspetti ivi trattati richiederà necessariamente la lettura attenta del documento completo.

Innanzitutto va sottolineato che la classe acustica è da considerarsi una "proprietà intrinseca dell'edificio" ed è pertanto indipendente dal contesto in cui questo si trovi (clima acustico esterno, uso dell'edificio, ecc.). Ad esempio, un edificio è considerato di classe acustica "I" per l'isolamento dai rumori aerei esterni se le sue facciate rispettano i limiti definiti per tale classe ( $D_{2m,nT,w} \geq 43$  dB) qualunque sia il livello sonoro presente nell'ambiente esterno e, quindi, il rumore immesso all'interno. La necessità di correlare l'i-

solamento acustico di facciata al clima acustico esterno, considerata a livello informativo nell'appendice L della norma, potrà essere oggetto di specifiche indicazioni nel nuovo decreto che dovrà indicare i limiti minimi prestazionali per gli edifici.

Un secondo aspetto di notevole rilevanza è che la classificazione acustica si riferisce alle "unità immobiliari"<sup>(2)</sup> sulla base dei "valori medi" delle prestazioni acustiche dei suoi componenti misurate in opera. Per ogni singola unità immobiliare dovranno cioè essere misurate le prestazioni acustiche delle partizioni orizzontali ( $R'_{w}$  e  $L'_{n,w}$ ) e verticali ( $R'_{w}$ ) e delle facciate ( $D_{2m,nT,w}$ ) ed il livello sonoro immesso dagli impianti a funzionamento continuo ( $L_{ic}$ ) e discontinuo ( $L_{id}$ ); i valori misurati per ogni singola grandezza dovranno quindi essere mediati tra loro (media logaritmica). In sostanza, è possibile che singoli componenti dell'edificio siano caratterizzati da una prestazione acustica inferiore al limite della classe purché il valore medio della grandezza rispetti comunque tale limite. L'uso della media logaritmica riduce tuttavia la possibilità di deviare molto dal limite della classe poiché, come noto, questo tipo di media fornisce un risultato che tende ad essere significativamente influenzato dalla prestazione del componente peggiore.

I componenti delle singole unità immobiliari che dovranno essere oggetto di misurazione sono tutti quelli che separano "ambienti acusticamente verificabili" e di cui almeno uno sia un "ambiente abitativo". Viene così introdotto nella norma il concetto di "ambiente acusticamente verificabile", come un ambiente di dimensioni sufficienti a consentire le misure in conformità alle procedure descritte nelle norme della serie UNI EN ISO 140. In pratica, non sarà oggetto di verifica una partizione tra due locali bagno di due distinti alloggi (entrambi gli ambienti sono non abitativi), mentre la partizione tra un locale bagno ed una camera da letto di un alloggio adiacente sarà oggetto di verifica solo se il bagno ha dimensioni tali da risultare acusticamente verificabile (normalmente ciò non avviene). Non sarà, inoltre, oggetto di verifica il solaio o la facciata di un locale bagno o di un locale tecnico. Tutte le altre partizioni (comprese, ad esempio, quelle tra locali abitativi e vani scale quando la parete non contenga una porta) dovranno essere oggetto di misurazione. Per quanto attiene nello specifico le misure di potere fonoisolante apparente ( $R'_{w}$ ), la prestazione oggetto di confronto con il limite di classe sarà quella ottenuta come media delle prestazioni delle partizioni verticali (pareti) ed orizzontali (solai), comprendendo eventualmente tra queste sia quelle verso l'unità immobiliare soprastante che quelle verso l'unità sottostante. Ciò implica un numero di misurazioni considerevole, come si deduce anche dall'esempio riportato nel seguito. La norma consente comunque al tecnico che segue le misurazioni di derogare rispetto a qualche specifico punto (per esempio, selezionando un numero inferiore di elementi tecnici da sottoporre a prova), purché ciò non comporti errori nella valutazione della classificazione e sia chiaramente esplicitato e motivato nella relazione di verifica. È facile immaginarsi che tale margine di discrezionalità sarà oggetto di numerose interpretazioni differenti.

Una terza novità particolarmente rilevante introdotta dalla norma è la valutazione dell'"incertezza di misura" e, limitatamente al caso

di edifici con caratteristiche tipologiche seriali (ad esempio, alberghi, ospedali, ecc.), dell'"incertezza di campionamento".

Per tenere conto in maniera cautelativa dell'incertezza delle misurazioni di acustica edilizia, tutti i risultati delle misure dovranno essere corretti (ridotti, per gli isolamenti, ed incrementati, per i livelli sonori) con i valori riportati in tabella 3.

Ciò significa, di fatto, aumentare di uno o più decibel il limite della prestazione definito per le differenti classi.

I valori dell'incertezza estesa riportati nella norma ed in tabella 3 sono stati ottenuti applicando il livello di fiducia monolaterale dell'84% ai valori dello scarto tipo di riproducibilità per le misure di acustica edilizia, previsti in una norma olandese (NPR 5092:1999). In pratica, ciò significa che, una volta applicata la correzione  $U_m$  al risultato della misura, vi è l'84% delle possibilità che la stessa misura eseguita da un altro tecnico fornisca un risultato uguale o migliore di quello ottenuto dal primo tecnico. Ovviamente, questo assunto si fonda su basi statistiche e sull'ipotesi che le misure siano sempre eseguite seguendo rigorosamente le procedure delle norme della serie UNI EN ISO 140.

Per quanto riguarda la valutazione dell'incertezza di campionamento, cui è dedicata un'appendice informativa nella norma, va rilevato che questa si dovrebbe applicare solo nei casi di edifici con caratteristiche tipologiche e tecnologiche seriali, ovvero con ambienti e partizioni che si ripetono uguali numerose volte (anche per quanto riguarda l'integrazione con l'impiantistica). Ciò avviene normalmente negli edifici non residenziali come alcuni alberghi o ospedali, in cui le camere o le degenze sono replicate serialmente nei vari piani degli edifici. In questi casi, la norma consente di eseguire le misure su un numero limitato di elementi tecnici (non meno del 10% del totale) applicando però al risultato finale una correzione (cautelativa) corrispondente all'incertezza di campionamento.

Anche l'incertezza di campionamento, come quella di misura, è funzione dello scarto tipo tra le misure e del livello di fiducia scelto per le valutazioni. Applicando il livello di fiducia del 50% (che corrisponde al 50% delle possibilità che il risultato "vero" sia peggiore di quello dichiarato), l'incertezza di campionamento si annulla e quindi il valore da dichiarare diviene uguale a quello medio ottenuto dalle misure (corrette con l'incertezza di misura che deve essere comunque applicata). Considerando invece un livello di fiducia alto ed in presenza di poche misure che forniscono risultati tra loro differenti (ciò è facilmente verificabile), l'incertezza di campionamento può comportare anche correzioni molto rilevanti.

Un ulteriore aspetto degno di nota è che le misure del rumore degli impianti dovranno essere corrette secondo il tempo di riverberazione misurato nell'ambiente oggetto di rilevazione e, limitatamente al caso del rumore degli impianti a funzionamento continuo (ad esempio, impianti di riscaldamento o condizionamento), anche per l'eventuale rilevanza del rumore residuo<sup>(3)</sup>.

In tabella 4 sono riportati i valori limite riferiti alle diverse classi di qualità acustica degli edifici con destinazione residenziale, direzionale ed ufficio, ricettiva (alberghi, pensioni e simili), ricreativa, di culto e commerciale<sup>(4)</sup>.

## 5 Valori di riferimento per le prestazioni acustiche degli edifici adibiti a scuole ed ospedali<sup>[8]</sup>.

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ (dB)	38	43
Potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, $R'_w$ (dB)	50	56
Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari, $L'_{nw}$ (dB)	63	53
Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo in ambienti diversi da quelli di installazione, $L_{ic}$ (dBA)	32	28
Livello sonoro massimo immesso da impianti a funzionamento discontinuo in ambienti diversi da quelli di installazione, $L_{id}$ (dBA)	39	34
Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ (dB)	50	55
Isolamento acustico normalizzato di partizioni i fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ (dB)	45	50
Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $L'_{nw}$ (dB)	63	53

## 6 Coefficienti di peso attribuiti alle diverse classi, da utilizzare per il calcolo della classe acustica globale dell'unità immobiliare<sup>[8]</sup>.

Classe	I	II	III	IV	Prestazioni fino a 5 dB peggiori rispetto alla classe IV	Prestazioni per più di 5 dB peggiori rispetto alla classe IV
Coefficiente $Z_i$	1	2	3	4	5	10

## 7 Relazione tra classe acustica della facciata, livello sonoro esterno e prestazioni acustiche attese da parte di occupanti con normale sensibilità al rumore<sup>[8]</sup>.

Tipologia area	Classe acustica di isolamento acustico di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ )			
	IV	III	II	I
Aree molto silenziose	di base	buone	molto buone	molto buone
Aree abbastanza silenziose	modeste	di base	buone	molto buone
Aree mediamente rumorose	modeste	modeste	di base	buone
Aree molto rumorose	modeste	modeste	modeste	di base

Si nota come i valori di soglia riferiti alla classe III corrispondano (salvo la correzione per l'incertezza di misura) ai limiti del DPCM 5/12/97 per quanto attiene il potere fonoisolante apparente delle partizioni interne ( $R'_w \geq 50$  dB) ed il livello di rumore da calpestio ( $L'_{nw} \leq 63$  dB). Il valore riferito a tale classe per quanto riguarda l'isolamento acustico di facciata ( $D_{2m,nT,w} \geq 37$  dB) è invece di 3 dB inferiore al limite del citato decreto. Tale riduzione del limite per la classe III è giustificato anche dal confronto con i limiti definiti in altri Paesi europei per lo stesso requisito. Inoltre, è prevedibile che la nuova legislazione nazionale possa specificare maggiori prestazioni rispetto a tale valore di soglia in presenza di livelli sonori nell'ambiente esterno particolarmente elevati.

Il confronto con i valori limite definiti nel DPCM 5/12/97 per il rumore degli impianti non è invece immediato in quanto, in questo caso, sono state introdotte, come già ricordato in precedenza, due nuove grandezze ( $L_{ic}$  e  $L_{id}$ ). In generale, si può ritenere comunque che i valori di riferimento per la classe III comportino prestazioni degli impianti inferiori a quelle richieste dal decreto.

Va sottolineato che i valori limite per l'isolamento ai rumori aerei interni ed al rumore da calpestio si riferiscono, per l'edilizia ricettiva, anche alle partizioni interne alla medesima unità immobiliare (ad esempio, pareti e solai tra camere di albergo). In questo caso, però, la grandezza usata per l'isolamento ai rumori aerei interni è

l'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione ( $D_{nT,w}$ ) al posto del potere fonoisolante apparente ( $R'_w$ ).

Gli edifici adibiti a scuole ed ospedali non sono invece soggetti a classificazione acustica; per essi vengono introdotti i due livelli di riferimento riportati nella tabella 5 per i vari requisiti delle partizioni, delle facciate e degli impianti.

Va osservato, come aspetto di particolare rilevanza, che la norma introduce la valutazione dell'isolamento acustico tra ambienti della medesima unità immobiliare, ovvero tra aule o camere di degenza. Il DPCM 5/12/97, con la clausola di riferire la valutazione del potere fonoisolante apparente solamente alle partizioni tra distinte unità immobiliari, di fatto, escludeva dalla verifica le partizioni tra le aule scolastiche e tra le camere di degenza ospedaliere (come quelle tra gli uffici). Il valore di base introdotto dalla norma UNI, ed ancor più il valore superiore, potranno richiedere una diversa progettazione e realizzazione delle partizioni suddette rispetto agli *standard* costruttivi più diffusi.

Un altro aspetto rilevante per l'edilizia ospedaliera, e soprattutto per quella scolastica, è che i valori di base che si riferiscono all'isolamento acustico di facciata ( $D_{2m,nT,w} \geq 38$  dB) sono decisamente più bassi rispetto a quelli definiti dal DPCM 5/12/97 (45 dB per gli ospedali e 48 dB per le scuole).

Una volta determinata la classe acustica dell'unità immobiliare, con

riferimento ai cinque requisiti definiti in tabella 4<sup>(5)</sup>, può essere definita la “classe acustica globale” dell’unità immobiliare, che si ottiene come media dei valori delle diverse classi mediante l’equazione (1), arrotondando il risultato all’intero più vicino:

$$Z_{UI} = \frac{\sum_{r=1}^P Z_r}{P} \quad (1)$$

dove  $P$  è il numero di requisiti  $r$  considerati per l’unità immobiliare e  $Z_r$  è il valore del coefficiente di peso relativo al requisito  $r$  (con  $r = 1, \dots, P$ ), determinato secondo la tabella 6.

L’introduzione della classe acustica globale dell’unità immobiliare risulta importante soprattutto nell’ottica della semplificazione della valutazione della qualità acustica per l’utente finale, ma potrebbe anche indurre in letture erronee della stessa. Infatti, trattandosi di un valore medio, è possibile che singoli requisiti siano di classe acustica inferiore a quella dichiarata come globale, se questa deviazione viene compensata da altri requisiti. Ad esempio, in presenza di una classe IV di potere fonoisolante apparente, con tutti gli altri requisiti in classe III ed uno in classe II, la classe globale sarebbe la III. Ciò corrisponderebbe, ad esempio, ad avere in classe III l’intera unità immobiliare anche in presenza di un indice di valutazione del potere fonoisolante pari a 47 dB. Peraltro, poiché il valore che si dichiara per ogni singolo requisito si ottiene dalla media della prestazione dei diversi componenti provati (pareti e solai), è possibile che alcuni elementi tecnici siano caratterizzati da prestazione acustica inferiore anche a 47 dB. L’indicazione della sola classe acustica globale dell’unità immobiliare potrebbe, pertanto, risultare fuorviante rispetto alla corretta interpretazione della qualità acustica dell’unità. Per questa ragione, la classe globale dovrà comunque essere associata alla classe riferita ai singoli requisiti.

Un ultimo aspetto che trova spazio nella norma è la “correlazione tra classe acustica e giudizio qualitativo” per l’utente.

In tabella 7 è riportata la suddetta relazione estratta dall’appendice L della norma<sup>[8]</sup>.

Per determinare la relazione tra livelli prestazionali (quindi classi acustiche) e comfort acustico percepito dagli utenti è necessario valutare differenti aspetti, tra cui i più importanti sono<sup>[10, 11]</sup>:

- il tipo di sorgente disturbante (livello e spettro sonoro, andamento temporale);
- la prestazione acustica offerta dagli elementi di chiusura e separazione;
- la sensibilità al rumore della persona e sue condizioni fisiche e psichiche.

Fissate alcune ipotesi, è possibile stabilire una relazione di massima tra livelli sonori disturbanti e classe acustica richiesta per soddisfare determinate esigenze di comfort. Si noti che in tabella 7, che riferisce tale relazione alla sola classe acustica di isolamento di facciata, mancano i riferimenti numerici al livello sonoro presente in ambiente esterno. Tuttavia, se si considera che gran parte dei centri abitati italiani sono caratterizzabili come “aree mediamente rumorose” (se non “molto rumorose”), se ne deduce che la classe minima di isolamento acustico di facciata dovrebbe essere la II, cui corrisponde un isolamento  $D_{2m,nT,w}$  uguale o superiore a 40 dB, pari all’attuale limite di legge per l’edilizia residenziale, secondo il DPCM 5/12/97.

**Esempio di applicazione** L’unità immobiliare presa in considerazione (fig. 1) - un alloggio appartenente ad un edificio multipiano a destinazione residenziale - si trova ad un piano tipo, ovvero con alloggi uguali sia al piano superiore che a quello inferiore.

Gli elementi tecnici oggetto di misurazione sono:

- per l’isolamento acustico di facciata: 4 pareti (F1÷4);
- per il potere fonoisolante apparente: 3 pareti (P1÷3) e 8 solai (S1÷4 sia verso l’alloggio sovrastante che verso quello sottostante);
- per il livello di rumore da calpestio: 4 solai (S1÷4);
- per il livello di rumore di impianti a funzionamento continuo: nessuno (ipotizzando l’assenza di impianti di condizionamento);
- per il livello di rumore di impianti a funzionamento discontinuo: 2 impianti di scarico ed un impianto ascensore.

I valori ipotizzati per le prestazioni acustiche dei vari componenti ed i relativi valori medi sono riportati in tabella 8.

I valori medi dell’ultima colonna di tabella 8 sono ottenuti mediante le seguenti relazioni:

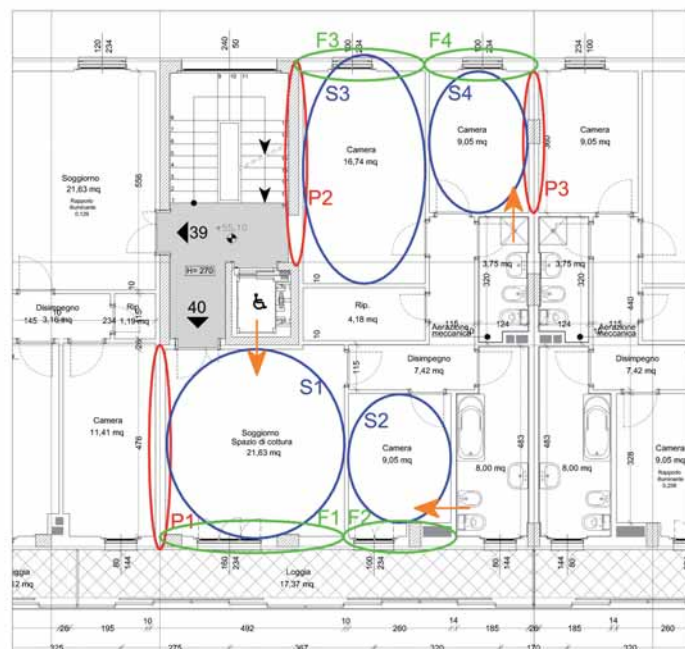
$$R'_w = -10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n 10^{-R'_{iw}/10}}{n} \quad (2)$$

$$L'_{n,w} = 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n 10^{L'_{n,iw}/10}}{n} \quad (3)$$

Le formule usate per ottenere la media dell’isolamento acustico di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ ) e del livello di rumore da impianti ( $L_{id}$ ) sono analoghe, rispettivamente, alle formule (2) e (3).

Il valore medio della prestazione di potere fonoisolante di solai e pareti è ottenuto dai dati riportati in tabella 8, mediante la relazione:

$$R'_w = -10 \lg \frac{10^{-49,2/10} + 10^{-51,1/10}}{2} = 50,0 \text{ (dB)}$$



1. Alloggio assunto a riferimento per esemplificare il procedimento di classificazione acustica dell’unità immobiliare.

**8** Prestazioni acustiche attese dei vari elementi provati per il caso esemplificativo in esame (tra parentesi, il valore misurato; fuori da parentesi, il valore corretto con l'incertezza di misura).

Requisito	Elemento tecnico provato								Valore medio
	1	2	3	4	5	6	7	8	
$D_{2m,nT,w}$ (F)	36 (37)	38 (39)	40 (41)	39 (40)					38,0
$R'_{w, pareti}$ (P)	51 (52)	48 (49)	49 (50)						49,2
$R'_{w, solai}$ (S)	51 (52)	50 (51)	51 (52)	51 (52)	51 (52)	51 (52)	52 (53)	52 (53)	51,1
$L'_{n,w}$ (S)	58 (57)	59 (58)	68 (67)	67 (66)					65,0
$L_{id}$	37,5 (39,9)	36,0 (38,4)	34,0 (36,4)						36,1

Dai dati sopra indicati, si ottiene la classificazione acustica dei singoli requisiti dell'alloggio in esame e la conseguente classificazione globale dell'unità immobiliare in classe III (tabella 9).

**Prospettive future** La frequenza del mancato rispetto dei valori limite dettati dal DPCM 5/12/97 in molti edifici realizzati dopo il 1997, e la conseguente nascita di numerosi contenziosi civili sul territorio nazionale, hanno portato all'introduzione nel testo della Legge comunitaria 2008<sup>[12]</sup> della seguente clausola (art. 11, c. 5): “*In attesa del riordino della materia, la disciplina relativa ai requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti (...) non trova applicazione nei rapporti tra privati e, in particolare, nei rapporti tra costruttori-venditori e acquirenti di alloggi sorti successivamente alla data di entrata in vigore della presente legge*”. Tale testo, i cui risvolti pratici sono importanti, è stato modificato dall'art. 15 della Legge comunitaria 2009<sup>[13]</sup> che estende il limite della non applicabilità a tutti gli edifici, anche se costruiti prima dell'entrata in vigore della legge (“*fermi restando gli effetti derivanti da pronunce giudiziali passate in giudicato e la corretta esecuzione dei lavori a regola d'arte asseverata da un tecnico abilitato*”).

Il medesimo articolo della legge citata delega al Governo l'adozione di un decreto legislativo per la determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici. La strada per la sostituzione del DPCM 5/12/97 è dunque delineata con, in aggiunta, la condizione che, in attesa del nuovo testo, l'applicabilità dei valori limite ivi definiti non sono validi nei rapporti tra privati cittadini.

Alla data di scrittura di questa nota, non è dato conoscere i dettagli definitivi del nuovo testo legislativo, ma è evidente che, in funzione di questi, si strutturerà il nuovo contesto di verifiche sui requisiti acustici degli edifici, così fortemente influenzato in questi anni dai contenuti (pur controversi) del DPCM 5/12/97.

Vale la pena in questa fase soffermarsi solo su alcuni aspetti maggiormente rilevanti per la definizione del nuovo testo legislativo.

La classificazione acustica degli edifici, definita dalla norma UNI più

volte richiamata<sup>[8]</sup>, potrà avvenire su base obbligatoria o volontaria (?). Sarà riferibile solo all'edilizia di nuova costruzione o anche a quella esistente (?).

Saranno introdotti valori limite anche per le prestazioni dei singoli elementi tecnici o solo per la classe acustica del requisito, ottenuta da media sulle prestazioni dei singoli elementi tecnici (?).

Verrà introdotto un regime sanzionatorio e sarà prevista una relazione tra soddisfacimento dei requisiti acustici passivi e rilascio del certificato di abitabilità/agibilità dell'immobile (?).

In funzione di come verrà data risposta a questi ed ad altri quesiti, potrà cambiare più o meno significativamente il contesto legislativo nazionale sulla protezione acustica degli edifici, con importanti ricadute sul mercato delle costruzioni e dei prodotti da costruzione. ¶

**Note**

1. L'inchiesta pubblica è una fase fondamentale del processo di elaborazione delle norme in cui queste, dopo essere state approvate dal gruppo di lavoro competente, vengono messe a disposizione di tutti gli operatori al fine di raccogliere i commenti e ottenere il consenso più allargato possibile.
2. Ai sensi della norma, si definisce “unità immobiliare” una porzione di fabbricato, o un fabbricato, o un insieme di fabbricati, ovvero un'area che, nello stato in cui si trova e secondo l'utilizzo locale, presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale. Tale definizione corrisponde a quella fornita dall'art. 2 del DM 2/01/98 [9].
3. Il rumore residuo è il livello medio di pressione sonora presente nell'ambiente oggetto di verifica in assenza del rumore dell'impianto.
4. Per quanto attiene l'edilizia commerciale, fanno eccezione, se caratterizzati da destinazione esclusiva, i ristoranti, i bar, i negozi con accesso diretto all'esterno, i centri commerciali, le autofficine, i distributori carburanti e simili. Se tali ambienti fanno invece parte di edifici aventi destinazioni d'uso miste, fa eccezione solo l'isolamento acustico normalizzato di facciata.
5. In alcuni casi, alcuni requisiti possono essere ritenuti non pertinenti e sono pertanto indicati con l'acronimo “NP”. Tale può essere il caso, ad esempio, del livello di rumore da calpestio di un'abitazione monofamiliare.

**Riferimenti bibliografici**

- [1] DPCM 5/12/97, *Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*, in G. U. Serie generale n. 297 del 22/12/97.
- [2] Legge 447/95, *Legge quadro sull'inquinamento acustico*, in Gazzetta Ufficiale 30 ottobre 1995, n. 254, S.O.
- [3] E. Nannipieri, S. Secchi, *L'evoluzione della qualità acustica degli edifici italiani*, in Atti del 36° Convegno nazionale AIA, Milano, 10-12 giugno 2009.
- [4] G. Cellai, E. Nannipieri, G. Raffellini, S. Secchi, *L'edilizia residenziale pubblica in Italia dagli anni '50 ad oggi: evoluzione del comfort acustico e termico*, in Atti del 37° Convegno nazionale AIA, Siracusa, 26-28 maggio 2010.
- [5] UNI EN ISO 12354:2002, *Acustica edilizia. Stima delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalle prestazioni dei componenti*.
- [6] UNI TR 11175:2005, *Acustica in edilizia. Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale*.
- [7] B. Rasmussen, *Sound classification of dwellings. Overview schemes in Europe and interaction with legislation*, in Atti Convention nazionale del GAE, Ferrara 11-12 marzo 2009.
- [8] UNI 11367:2010, *Classificazione acustica delle unità immobiliari*, 2010.
- [9] DM 2/01/98, *Regolamento recante norme in tema di costituzione del catasto dei fabbricati e modalità di produzione ed adeguamento della nuova cartografia catastale*, in G. U. n. 45 del 24/2/98.
- [10] S. Secchi, G. Cellai, *Relazione tra prestazioni acustiche passive degli edifici e comfort acustico degli ambienti interni*, in Rivista Italiana di Acustica, 51-55, vol. 32 n. 4, ottobre-dicembre 2008.
- [11] F. Scamoni, S. Secchi, *Classi acustiche e qualità acustica attesa negli edifici*, in Atti del 37° Convegno nazionale AIA, Siracusa, 26-28 maggio 2010.
- [12] Legge 88/09, *Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee - Legge comunitaria 2008*.
- [13] Legge 96/2010, *Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee - Legge comunitaria 2009*, in Supplemento Ordinario n. 138/L alla G. U. serie generale n. 146 del 25/06/10.

**9** Risultati della classificazione acustica globale nel caso studio esaminato.

	$D_{2m,nT,w}$	$R'_{w}$	$L'_{n,w}$	$L_{id}$
Classe acustica	III	III	IV	III
Coefficiente $Z_r$	3	3	4	3
Valore medio	3,25 (3)			
Classe acustica globale	III			