

Acustica in edilizia
 Classificazione acustica delle unità immobiliari
 Procedura di valutazione e verifica in opera

Building acoustics
 Acoustic classification of building units
 Evaluation procedure and in situ measurements

ORGANO COMPETENTE Acustica e vibrazioni

CO-AUTORE

Prodotti, processi e sistemi per l'organismo edilizio

SOMMARIO La norma definisce, in riferimento ad alcuni requisiti acustici prestazionali degli edifici, i criteri per la loro misurazione e valutazione. Su tale base la norma stabilisce inoltre una classificazione acustica (in riferimento ad ognuno dei requisiti), per l'intera unità immobiliare (salvo alcune tipologie). È infine proposta una valutazione sintetica (con un unico indice descrittore) dell'insieme dei requisiti per unità immobiliare.

I criteri stabiliti nella presente norma sono applicabili a tutte le unità immobiliari con destinazione d'uso diversa da quella agricola, artigianale e industriale.

Questo testo **NON** è una norma UNI, ma è un progetto di norma sottoposto alla fase di inchiesta pubblica, da utilizzare solo ed esclusivamente per fini informativi e per la formulazione di commenti. Il processo di elaborazione delle norme UNI prevede che i progetti vengano sottoposti all'inchiesta pubblica per raccogliere i commenti degli operatori: la norma UNI definitiva potrebbe quindi presentare differenze -anche sostanziali- rispetto al documento messo in inchiesta.

Questo documento perde qualsiasi valore al termine dell'inchiesta pubblica, cioè il:11-03-10

UNI non è responsabile delle conseguenze che possono derivare dall'uso improprio del testo dei progetti in inchiesta pubblica.

RELAZIONI
NAZIONALI

RELAZIONI
INTERN.LI

PREMESSA La presente norma è stata elaborata sotto la competenza della Commissione Tecnica UNI@
Acustica e vibrazioni@
@
La Commissione Centrale Tecnica dell'UNI ha dato la sua approvazione il giorno mese anno. @
@

VARIANTI
NAZIONALI

Introduzione

La classificazione acustica di una unità immobiliare, basata su misure effettuate al termine dell'opera, consente di informare compiutamente i futuri utenti sulle caratteristiche acustiche della stessa.

Tutte le fasi che convergono nel processo realizzativo dell'opera sono determinanti ai fini del risultato acustico: la progettazione, l'esecuzione dei lavori, la posa in opera dei materiali, la direzione dei lavori, le eventuali verifiche in corso d'opera, ecc.

In fase progettuale risulta, quindi, di particolare importanza realizzare uno studio previsionale dei requisiti acustici passivi che riesca a stimare al meglio possibile le prestazioni da riscontrare a fine lavori.

I calcoli previsionali possono essere eseguiti adottando le indicazioni riportate nelle norme serie UNI EN 12354 e nel rapporto tecnico UNI/TR 11175. Per ottenere in opera valori paragonabili ai risultati definiti nel progetto, è di fondamentale importanza che il progetto stesso descriva con adeguato dettaglio i particolari costruttivi e le modalità di corretta esecuzione dei lavori e che nella fase realizzativa di cantiere vengano messi in atto gli opportuni controlli. Ciò per evitare che errori di posa possano comportare scostamenti, anche rilevanti, tra valutazione previsionale e risultato finale. A tal fine possono essere di ausilio anche le indicazioni riportate nella UNI 11296.

Misurazioni eseguite anche in corso d'opera consentono di attuare eventuali interventi correttivi nel caso in cui quanto misurato non collimi con gli obiettivi prefissati.

È opportuno che la progettazione dei requisiti acustici, i controlli in corso d'opera e le misurazioni strumentali vengano eseguiti da tecnici con adeguata competenza in acustica edilizia.

1 Scopo e campo di applicazione

La presente norma definisce, in riferimento ad alcuni requisiti acustici prestazionali degli edifici, i criteri per la loro misurazione e valutazione. Su tale base la norma stabilisce inoltre una classificazione acustica (in riferimento ad ognuno dei requisiti), per l'intera unità immobiliare (salvo alcune tipologie). È infine proposta una valutazione sintetica (con un unico indice descrittore) dell'insieme dei requisiti per unità immobiliare.

I criteri stabiliti nella presente norma sono applicabili a tutte le unità immobiliari con destinazione d'uso diversa da quella agricola, artigianale e industriale.

La norma inoltre si completa di diverse appendici per approfondire alcuni specifici argomenti di seguito riportati:

- valori di riferimento per i requisiti acustici di ospedali e scuole, appendice A;
- criteri di misurazione e di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti accessori di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi di una unità immobiliare, appendice B;
- indicazioni per la valutazione delle caratteristiche acustiche interne degli ambienti, appendice C;
- valutazione del rumore indotto da impianti a funzionamento continuo e discontinuo, appendice D;
- criteri di misura e di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea fra ambienti nelle situazioni in cui non è possibile valutare il potere fonoisolante apparente o non è chiaramente definito l'elemento di separazione, appendice E;
- incertezza del metodo di misura, appendice F;
- campionamento di elementi tecnici nominalmente identici di edifici con tipologia seriale a fini della effettuazione delle prove; appendice G;

- metodo per l'elaborazione dei dati derivanti da campionamento e per il calcolo dell'incertezza di campionamento, appendice H;
- esempi di determinazione della classe acustica, appendice I;
- relazione tra classificazione acustica e qualità acustica attesa all'interno degli edifici, appendice L.

2 Riferimenti normativi

La presente norma rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nella presente norma come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

UNI 8199 Acustica - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione

UNI 8290-1 + FA122 Edilizia residenziale – Sistema tecnologico – Classificazione e terminologia

UNI 8369-1 Edilizia - Chiusure verticali - Classificazione e terminologia

UNI 8369-2 Edilizia - Pareti perimetrali verticali - Classificazione e terminologia

UNI EN ISO 140-4:2000 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 4: Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti

UNI EN ISO 140-5 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 5: Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate

UNI EN ISO 140-7 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 7: Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai

UNI EN ISO 140-14:2004 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 14: Linee guida per situazioni particolari in opera

UNI EN ISO 717-1 Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea

UNI EN ISO 717-2 Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 2: Isolamento di rumore di calpestio

UNI EN ISO 3382-1 Acustica - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 1: Sale da spettacolo

UNI EN ISO 3382-2 Acustica - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 2: Tempo di riverberazione negli ambienti ordinari

UNI EN ISO 10052:2005 Acustica - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea, del rumore di calpestio e della rumorosità degli impianti - Metodo di controllo

UNI EN ISO 16032:2005 Acustica - Misurazione del livello di pressione sonora di impianti tecnici in edifici - Metodo tecnico progettuale

UNI EN ISO 18233 Acustica - Applicazione di nuovi metodi di misurazione per l'acustica negli edifici e negli ambienti interni

ISO 15186-2 Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity - Part 2: Field measurements

CEI EN 60268-16 Apparecchiature per sistemi elettroacustici

3 Termini , definizioni, simboli ed abbreviazioni

3.1 Termini e definizioni

Ai fini della presente norma si applicano i termini e le definizioni delle norme UNI 8369-1, UNI 8369-2 e UNI 8290-1 + FA122 e le seguenti:

3.1.1 ambiente abitativo: Porzione di unità immobiliare completamente delimitata destinata al soggiorno e alla permanenza di persone per lo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso.

3.1.2 ambiente accessorio o di servizio: Porzione di unità immobiliare (se di utilizzo individuale) o di sistema edilizio (se di utilizzo comune o collettivo) con funzione diversa da quella abitativa ovvero non destinato allo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso. Sono ambienti accessori gli spazi completamente o parzialmente delimitati destinati al collegamento degli ambienti abitativi ed alla distribuzione orizzontale e verticale all'interno del sistema edilizio, nonché gli spazi destinati a deposito, immagazzinamento e rimessaggio. Sono ambienti di servizio gli spazi completamente delimitati destinati ad ospitare elementi tecnici connessi con il sistema edilizio, specializzati a fornire servizi richiesti da particolari attività degli utenti, quali i servizi igienici, i locali tecnici degli edifici, ecc.

3.1.3 ambiente verificabile acusticamente: Ambiente abitativo di dimensioni sufficienti a consentire l'allestimento di misurazioni in conformità ai procedimenti di prova e valutazione descritti nelle pertinenti parti della serie UNI EN ISO 140 per la determinazione dei livelli prestazionali acustici in opera.

3.1.4 condizioni di riproducibilità: Condizioni nelle quali i risultati di prova si ottengono con lo stesso metodo su entità di prova identiche, in laboratori differenti, da operatori diversi e utilizzando apparecchiature diverse.

3.1.5 edificio: Sistema costituito dalle strutture edilizio esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti, dispositivi tecnologici ed arredi che si trovino al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici.¹

3.1.6 elemento tecnico: Elemento costruttivo considerato nella presente norma per la valutazione dei requisiti acustici; in particolare sono assunti i seguenti elementi tecnici: le partizioni interne verticali, le partizioni interne orizzontali, le facciate, che delimitano e conformano gli ambienti interni all'edificio, gli elementi di impianto a funzionamento continuo o discontinuo che servono gli ambienti interni.

3.1.7 facciata: Chiusura di un ambiente che delimita lo spazio interno da quello esterno; può essere orizzontale, verticale o inclinata e può essere caratterizzata dalla compresenza di elementi opachi e trasparenti, con o senza elementi per impianti e sistemi di oscuramento, ventilazione, sicurezza, controllo o altre attrezzature esterne.

3.1.8 fattore di copertura: Fattore numerico usato come moltiplicatore dell'incertezza tipo composta per ottenere un'incertezza estesa.

3.1.9 impianto a funzionamento continuo: Impianto il cui livello sonoro emesso nel tempo sia essenzialmente costante; rientrano in questa tipologia gli impianti di riscaldamento, climatizzazione, ricambio d'aria, estrazione forzata.

3.1.10 impianto a funzionamento discontinuo: Impianti fissi il cui livello sonoro emesso non sia costante nel tempo e caratterizzato da brevi periodi di funzionamento rispetto al tempo di inattività durante l'arco di una giornata; rientrano in questa tipologia gli impianti sanitari, di scarico, gli ascensori, i montacarichi e le chiusure automatiche.

¹ Definizione data nel Decreto Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993, N° 412 [17]

3.1.11 incertezza: Parametro, associato al risultato di una misurazione, che caratterizza la dispersione dei valori ragionevolmente attribuibili al misurando.

3.1.12 incertezza estesa: Grandezza definita come un intervallo attorno al risultato di una misurazione che ci si aspetta comprendere una frazione rilevante della distribuzione di valori ragionevolmente attribuibili al misurando.

3.1.13 incertezza tipo: Incertezza del risultato di una misurazione espressa come scarto tipo.

3.1.14 indice di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea negli edifici: Numero unico di valutazione della grandezza descrittiva dell'isolamento acustico per via aerea negli edifici. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 717-1.

3.1.15 indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio negli edifici: Numero unico di valutazione della grandezza descrittiva del livello di rumore di calpestio negli edifici. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 717-2.

3.1.16 intervento edilizio: Ogni lavorazione o opera che modifichi in tutto o in parte un edificio esistente o che porti alla realizzazione di una nuova costruzione.²

3.1.17 isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, D_{nT} : Differenza tra le medie spazio-temporali dei livelli di pressione sonora prodotti in due ambienti da una sorgente in uno degli stessi, normalizzato rispetto al valore di riferimento del tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 140-4.

3.1.18 isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $D_{2m,nT}$: Differenza tra il livello di pressione sonora all'esterno alla distanza di 2 m dalla facciata e il livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente, normalizzato rispetto ad un valore di riferimento del tempo di riverberazione. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 140-5.

3.1.19 livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, L'_n : Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'area di assorbimento acustico equivalente di riferimento nell'ambiente ricevente. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 140-7.

3.1.20 livello di rumore corretto degli impianti a funzionamento continuo L_{ic} : livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A corretto per il tempo di riverberazione e per il rumore residuo. Grandezza rilevata in conformità al metodo indicato in appendice D.

3.1.21 livello di rumore corretto degli impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} : massimo valore del livello di pressione sonora ponderato A, acquisito con costante di tempo "slow" corretto per il tempo di riverberazione Grandezza rilevata in conformità al metodo indicato in appendice D.

3.1.22 misurando: Grandezza oggetto della misurazione.

3.1.23 partizione: Insieme degli elementi tecnici orizzontali e verticali del sistema edilizio aventi funzione di dividere ed articolare gli spazi interni del sistema edilizio stesso delimitando le diverse unità immobiliari e gli ambienti accessori e di servizio di uso comune o collettivo.

3.1.24 potere fonoisolante apparente, R' : Dieci volte il logaritmo in base dieci del rapporto tra la potenza sonora W_1 , incidente su un elemento tecnico sottoposto a prova, e la potenza sonora totale trasmessa nell'ambiente ricevente qualora, in aggiunta alla potenza sonora W_2 trasmessa attraverso l'elemento di separazione, risulti significativa anche la potenza sonora W_3 , trasmessa dagli elementi laterali o da altri componenti. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 140-4.

3.1.25 ristrutturazione edilizia: Opere di revisione parziale o totale dell'edificio esistente anche con variazione di forma o di sagoma, o di volume, o di superficie e risanamento conservativo con o senza opere e variazione di destinazione d'uso. Sono interventi di ristrutturazione edilizia anche le opere di demolizione e

² Il riferimento legislativo per la definizione delle varie tipologie di interventi edilizi si trova all'art.3 del Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, N°380 (Testo unico in materia Edilizia).

ricostruzione integrale ("con stessa volumetria e sagoma di quello preesistente") o, comunque, le opere che portano alla realizzazione di un immobile in tutto o in parte differente dall'originale.

3.1.26 risultato di una misurazione: Valore attribuito al misurando ottenuto seguendo l'insieme completo di istruzioni dato in una procedura di misurazione.

3.1.27 scarto tipo di riproducibilità: Scarto tipo dei risultati di prova ottenuti in condizioni di riproducibilità.

3.1.28 tempo di riverberazione, T : Tempo, espresso in secondi, necessario affinché il livello di pressione sonora diminuisca di 60 dB, dopo che la sorgente di rumore è stata disattivata. Questa grandezza è determinata in conformità alle UNI EN ISO 140, alle due parti della UNI EN ISO 3382 e alle UNI EN ISO 18233.

3.1.29 unità immobiliare, UI: 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.

3.1.30 valore utile: Risultato di una misurazione corretto con l'incertezza di misura. Tale valori differisce dal "valore misurato" in conformità a quanto indicato in appendice F.

3.1.31 verifica acustica: Verifica strumentale delle prestazioni acustiche di un edificio o degli elementi tecnici di un edificio, da eseguire in opera, nel rispetto delle vigenti normative tecniche, negli ambienti verificabili acusticamente.

3.2 Simboli e abbreviazioni

r	requisito acustico oggetto di classificazione
P	numero di requisiti r considerati per l'unità immobiliare
Z	coefficiente di peso per la classificazione acustica globale di una unità immobiliare
Z_r	valore del coefficiente di peso relativo per ogni requisito r
Z_{UI}	coefficiente di peso relativo all'intera unità immobiliare
NC	acronimo che sta per "non classificabile"
NP	acronimo, che sta per "non pertinente", utilizzato nei casi in cui un determinato requisito non sia applicabile all'unità immobiliare in esame

Per ogni requisito r si definiscono inoltre le seguenti grandezze:

C_h	campione di elementi tecnici misurabili estratto dal numero totale di elementi tecnici misurabili M_h del gruppo omogeneo G_h ; pari ad almeno il 10% di M_h e non minore di 2
g	numero totale di gruppi omogenei G_h , individuati per l'intero sistema edilizio
G_h	gruppi omogenei di elementi tecnici misurabili, con $h = 1, \dots, g$
J	unità immobiliari del sistema edilizio in esame
M_h	numero totale di elementi tecnici misurabili appartenenti al gruppo omogeneo G_h
m_{hj}	numero di elementi tecnici misurabili del gruppo omogeneo G_h per la j -esima UI del sistema edilizio considerato
n	numero totale di elementi tecnici misurabili in una unità immobiliare e, quando sottointeso il pedice r , numero totale di elementi tecnici pertinenti relativi al requisito r in esame in una unità immobiliare

N	numero totale di elementi tecnici misurabili per l'intero sistema edilizio e, quando sottointeso il pedice r , numero totale di elementi tecnici pertinenti e relativi al requisito r in esame per l'intero sistema edilizio
N_j	numero totale di elementi tecnici misurabili per l'UI j -esima
Q	numero di prove singole relative a elementi tecnici misurabili non raggruppabili in gruppi omogenei, per l'intero sistema edilizio
q_j	numero di prove singole relative a elementi tecnici misurabili non raggruppabili in gruppi omogenei, per la j -esima UI del sistema edilizio considerato
s_m	l'incertezza di misura intesa come scarto tipo di riproducibilità del parametro in esame ricavato da misurazioni in situ
s_{sh}	scarto tipo di campionamento per ogni gruppo omogeneo G_h
s_{shX}	scarto tipo di campionamento per ogni gruppo omogeneo G_h , per i parametri che esprimono un livello di isolamento acustico
s_{shY}	scarto tipo di campionamento per ogni gruppo omogeneo G_h , per i parametri che esprimono un livello di rumore
k	fattore di copertura
U	incertezza estesa;
U_m	incertezza estesa di misura;
U_{sh}	incertezza estesa di campionamento per ogni gruppo omogeneo G_h
X	valore utile dell'indice di un livello di isolamento acustico
X_i	valore utile espresso attraverso un livello di isolamento acustico di un determinato requisito r relativamente all'elemento tecnico i -esimo
X_m	valore misurato dell'indice di un livello di isolamento acustico
X_{hc}	valore utile del parametro che esprime un livello di isolamento acustico per il gruppo omogeneo G_h con $c = 1, \dots, C_h$
X_{he}	media energetica per il gruppo omogeneo G_h nel caso di parametri che esprimono un livello di isolamento acustico (isolamento acustico di facciata, potere fonoisolante, isolamento acustico rispetto a parti comuni)
X_r	valore complessivo di un determinato requisito r espresso attraverso un livello di isolamento acustico (isolamento acustico di facciata, potere fonoisolante, isolamento acustico rispetto a parti comuni), relativo all'intera unità immobiliare
X_{rj}	valore complessivo di un determinato requisito r , espresso attraverso un livello di isolamento, acustico relativo all'unità immobiliare j -esima quando si tratta di campionamento
X_h	valore rappresentativo del gruppo omogeneo G_h per il requisito r , nel caso dei parametri che esprimono una prestazione in termini di livello di isolamento acustico
X_S	valore utile del parametro che esprime un livello di isolamento acustico per la prova singola S , con $S = 1, \dots, Q$
Y	valore utile dell'indice di un livello di rumore
Y_i	valore utile espresso attraverso un livello di rumore di un determinato requisito r relativamente all'elemento tecnico i -esimo
Y_m	valore misurato dell'indice di un livello di rumore

Y_{hc}	valore utile del parametro che esprime un livello di rumore per il gruppo omogeneo G_h con $c = 1, \dots, C_h$
Y_{he}	media energetica per il gruppo omogeneo G_h nel caso di parametri che esprimono un livello di rumore (immissione sonora dovuta al calpestio o agli impianti)
Y_r	valore complessivo di un determinato requisito r espresso attraverso un livello di rumore (immissione sonora dovuta al calpestio o agli impianti), relativo all'intera unità immobiliare
Y_{rj}	valore complessivo di un determinato requisito r , espresso attraverso un livello di rumore, relativo all'unità immobiliare j -esima quando si tratta di campionamento
Y_h	valore rappresentativo del gruppo omogeneo G_h per il parametro r , nel caso dei parametri che esprimono una prestazione in termini di livello di rumore
Y_S	valore utile del parametro che esprime un livello di rumore per la prova singola S , con $S = 1, \dots, Q$

4 Descrittori della qualità acustica degli edifici

4.1 Generalità

La qualità acustica degli edifici si descrive mediante le grandezze di valutazione delle prestazioni in opera degli elementi dell'edificio che delimitano e conformano gli ambienti delle unità immobiliari.

4.2 Isolamento di facciata

Il descrittore per l'isolamento acustico di facciata è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $D_{2m,nT,w}$.

Il metodo di misurazione e di valutazione di $D_{2m,nT,w}$ è definito nelle UNI EN ISO 140-5, UNI EN ISO 717-1, UNI EN ISO 18233 e ISO 15186-2.

Se come sorgente sonora è stato utilizzato rumore da traffico stradale l'indice di valutazione è indicato con $D_{tr,2m,nT,w}$ mentre se si è impiegato un altoparlante l'indice di valutazione è indicato con $D_{ls,2m,nT,w}$. Per la valutazione di $D_{2m,nT,w}$ si esclude l'utilizzo del rumore da traffico aeronautico e ferroviario.

È preferibile l'utilizzo dell'altoparlante come sorgente sonora in tutti i casi in cui questo sia realisticamente possibile.

4.3 Isolamento ai rumori aerei di partizioni

I descrittori per l'isolamento ai rumori aerei di partizioni verticali e orizzontali sono le seguenti grandezze:

- indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'_w
- indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, $D_{nT,w}$.

Il metodo di misurazione e di valutazione di R'_w e di $D_{nT,w}$ è definito dalle UNI EN ISO 140-4, UNI EN ISO 140-14, UNI EN ISO 18233, ISO 15186-2 e UNI EN ISO 717-1.

4.4 Livello di rumore da calpestio

Il descrittore per il livello di rumore di calpestio di partizioni orizzontali è l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, $L'_{n,w}$.

Il metodo di misurazione e di valutazione di $L'_{n,w}$ è definito nelle UNI EN ISO 140-7, UNI EN ISO 140-14, UNI EN ISO 18233 e UNI EN ISO 717-2.

4.5 Caratteristiche acustiche interne degli ambienti

Indicazioni sui descrittori da utilizzare per la valutazione delle caratteristiche acustiche degli ambienti sono riportate nell'appendice C.

4.6 Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo

Il descrittore per il livello sonoro immesso di impianti a funzionamento continuo è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A del rumore indotto dall'impianto, corretto per tener conto sia della differenza tra il livello del rumore ambientale indotto dagli impianti ed il livello del rumore residuo, sia del tempo di riverberazione dell'ambiente, (L_{ic}). Viene determinato secondo il metodo descritto in appendice D.

4.7 Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento discontinuo

Il descrittore per il livello sonoro immesso di impianti a funzionamento discontinuo è il livello massimo di pressione sonora ponderato A rilevato con costante di tempo "slow" (S) del rumore indotto dall'impianto, corretto per tenere conto del tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente, (L_{id}). Viene determinato secondo il metodo descritto in appendice D.

5 Procedure di verifica delle prestazioni acustiche di unità immobiliari ai fini della classificazione acustica

5.1 Generalità

La verifica acustica consente di determinare le prestazioni acustiche degli elementi tecnici delle unità immobiliari e valutare le classi acustiche sulla base del metodo descritto nel punto 6.

La verifica acustica prevede la valutazione dei descrittori definiti nel punto 4, tramite misurazioni eseguite coi metodi definiti dalle norme tecniche pertinenti.

Essa può richiedere una procedura di selezione delle strutture e degli impianti da valutare. Linee guida per le procedure di selezione del campione sono descritte nell'appendice G mentre nell'appendice H sono descritte le linee guida per il campionamento nel caso di valutazione di edifici con tipologia seriale.

La verifica acustica ai fini della classificazione acustica a seguito di un intervento edilizio deve essere eseguita a lavori ultimati. Qualunque intervento edilizio che porti all'alterazione delle strutture e degli impianti, alla variazione nella geometria o alla distribuzione degli ambienti, può modificare le prestazioni acustiche dell'unità immobiliare; quindi le singole valutazioni e la classificazione si riferiscono alle condizioni e al momento della verifica acustica.

Nel caso di elementi le cui prestazioni dipendano o sono influenzate dalla regolazione di uno o più parametri (per esempio regolazione del sistema di tenuta di un infisso, pressione dell'acqua di un impianto sanitario, ecc.), la verifica acustica è eseguita dopo avere verificato la regolazione degli stessi parametri. L'impostazione e l'eventuale regolazione di detti parametri deve essere riportata nella relazione di verifica acustica.

Nel caso in cui le condizioni di prova si discostino da quanto previsto dalla relativa normativa tecnica, questo deve essere riportato nella relazione di verifica acustica.

Nel caso in cui non sia possibile, per un determinato elemento tecnico, procedere alle misurazioni previste dalla presente norma, l'elemento tecnico risulta non verificabile.

5.2 Relazione di verifica e di classificazione

La relazione di verifica in opera e di classificazione acustica contiene almeno:

- l'elenco delle norme di riferimento utilizzate;
- l'eventuale descrizione della procedura di scelta dei campioni di prova;
- la descrizione degli ambienti di prova, delle partizioni e degli impianti verificati e delle postazioni di misurazione;
- le condizioni di regolazione e di funzionamento dei singoli elementi tecnici interessati alle misurazioni;
- i rapporti relativi alle prove effettuate redatti in conformità alla normativa tecnica applicabile, i calcoli effettuati e la classificazione acustica ottenuta;
- le misure di eventuali parametri secondari, influenti sui parametri oggetto di valutazione;
- nel caso di utilizzo delle tecniche di campionamento, i calcoli relativi alla determinazione dell'incertezza, con l'espressa indicazione del livello di fiducia utilizzato per i calcoli.

La relazione deve essere firmata dal tecnico che l'ha eseguita.

6 Classificazione acustica

6.1 Criteri di base della classificazione acustica

Per le unità immobiliari aventi le seguenti destinazioni d'uso:

- residenziale;
- direzionale ed ufficio;
- ricettiva (alberghi, pensioni e simili);
- ricreativa;
- di culto,
- commerciale.

sono definite le classi acustiche riportate nel prospetto 1, in riferimento ai seguenti requisiti:

- a) indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata;
- b) indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra differenti unità immobiliari;
- c) indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti e/o adiacenti appartenenti a differenti unità immobiliari;
- d) livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo;
- e) livello sonoro immesso da impianti a funzionamento discontinuo.

Fanno eccezione a quanto sopra stabilito i seguenti casi:

- le unità immobiliari destinate ad attività ricreative e di culto in cui la qualità acustica sia una caratteristica fondamentale da valutare mediante una progettazione acustica particolarmente accurata e criteri specifici (sale da concerto, chiese, ecc.);
- le unità immobiliari ad esclusivo uso commerciale, destinate a ristoranti, bar, negozi con accesso diretto all'esterno, centri commerciali, autofficine, distributori carburanti (e altre aventi caratteristiche similari). Qualora tali unità immobiliari facciano parte di edifici aventi destinazioni d'uso miste, devono essere valutati tutti i valori dei requisiti riportati nel prospetto 1, ad esclusione dei valori per l'isolamento acustico normalizzato di facciata.

Prospetto 1 Classificazione acustica di unità immobiliari in funzione dei requisiti prestazionali

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

Qualora per un requisito si riscontrino prestazioni peggiori rispetto a quelle proprie della classe IV, esso si considera non classificabile e viene caratterizzato con l'acronimo NC.

Nel considerare tali requisiti si applicano i seguenti criteri:

- il requisito a) è riferito alle facciate degli ambienti abitativi. La prescrizione è valida anche per le falde dei tetti nei sottotetti abitabili e verificabili acusticamente. I limiti sono riferiti alla situazione con sistemi oscuranti aperti. In caso di presenza di aperture di ingresso aria in facciata queste devono essere considerate nella normale condizione di utilizzo;
- il requisito b) è riferito alle partizioni orizzontali e verticali che separano unità immobiliari distinte; si applica inoltre:
 - alle partizioni orizzontali e verticali che separano ambienti abitativi di una unità immobiliare da ambienti, individuali o collettivi, destinati ad autorimessa, box, garage,
 - alle partizioni (non dotate di accessi o aperture) che separano ambienti abitativi di una unità immobiliare da parti comuni;
- il requisito c) è riferito al rumore da calpestio percepito all'interno degli ambienti abitativi e generato in unità immobiliari differenti. Per le modalità di esecuzione delle misurazioni si applicano le indicazioni descritte al punto 6.2 c) della presente norma;
- il requisito d) è riferito al livello di rumore degli impianti a funzionamento continuo, come definito nell'appendice D;
- il requisito e) è riferito al livello di rumore degli impianti a funzionamento discontinuo, come definito nell'appendice D.

Per quanto attiene le unità immobiliari aventi destinazione d'uso ricettiva la valutazione dei requisiti d) ed e) si estende anche agli impianti della stessa unità immobiliare (per esempio impianti sanitari di camere contigue), ma non ad impianti a servizio della stessa camera o dello stesso appartamento.

Per le unità immobiliare aventi destinazione d'uso ricettiva la classificazione è inoltre estesa ai seguenti requisiti (prospetto 2):

- f) indice di isolamento acustico normalizzato di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$;
- g) indice del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti o affiancati della stessa unità immobiliare L'_{nw} .

I requisiti di cui ai punti f) e g) non si applicano per i bagni o ambienti accessori a servizio della stessa camera e per appartamenti composti da più camere.

Prospetto 2 Classificazione acustica di unità immobiliari in funzione di ulteriori requisiti prestazionali da applicare in caso di destinazione d'uso ricettiva

Classe	Indici di valutazione	
	f) Isolamento acustico normalizzato artizioni verticali e orizzontali fra enti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ dB	g) Livello di pressione sonora di pestio normalizzato fra ambienti della stessa unità immobiliare L'_{nw} dB
I	≥ 56	≤ 53
II	≥ 53	≤ 58
III	≥ 50	≤ 63
IV	≥ 45	≤ 68

In appendice L è indicata, a titolo informativo, la relazione tra la classificazione acustica e la qualità acustica attesa all'interno delle unità immobiliari.

Le unità immobiliari aventi le seguenti destinazioni d'uso:

- ospedali, cliniche e case di cura;
- scuole (a tutti i livelli);

non sono soggette a classificazione. I requisiti acustici degli ambienti appartenenti a queste tipologie di unità immobiliari sono comunque da valutare in riferimento ai valori definiti in appendice A.

La presente norma considera inoltre i seguenti requisiti:

- h) isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti accessori di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi di una unità immobiliare;
- i) descrittori delle caratteristiche acustiche interne degli ambienti nei quali il controllo di tale aspetto è essenziale per garantire il comfort acustico.

I predetti requisiti h) e i) non sono considerati nella valutazione della classificazione acustica. Tuttavia, poiché ognuno di essi può essere significativo in taluni ambienti o in talune destinazioni d'uso, nelle appendici B e C sono descritte delle metodologie inerenti la loro determinazione e sono suggeriti dei valori di riferimento.

Le situazioni nelle quali non è possibile valutare R'_w fra differenti unità immobiliari o non è chiaramente definibile l'elemento di partizione fra le differenti unità immobiliari, non sono considerate nella valutazione della classificazione acustica. In casi particolari è comunque possibile integrare le informazioni ottenibili

mediante le procedure di classificazione attraverso una valutazione di confronto tra R'_w e $D_{nT,w}$ eseguita in conformità alla metodologia indicata nell'appendice E.

6.2 Modalità di valutazione dei requisiti oggetto di classificazione

La metodologia e i criteri di campionamento descritti nella presente norma per la determinazione del valore di ogni requisito acustico di un'unità immobiliare si fondano sulla verifica acustica eseguita in opera.

È responsabilità del tecnico che determina la classe di una o più unità immobiliari applicare correttamente e integralmente la presente norma. Nel caso in cui si ritenga di dover derogare rispetto a qualche specifico punto della procedura descritta nella presente norma (per esempio in ordine al campionamento degli elementi tecnici da sottoporre a prova), e purché ciò non comporti errori nella valutazione della classificazione, deve essere chiaramente esplicitato l'oggetto di tale difformità e le ragioni della scelta.

Le valutazioni riguardano tutti gli elementi tecnici di ambienti verificabili acusticamente per i quali sia possibile effettuare le misurazioni di verifica in conformità alle norme tecniche applicabili.

Sono esclusi dalla valutazione gli elementi tecnici costituiti da facciate e partizioni interne che delimitano ambienti accessori o di servizio dell'unità immobiliare.

È inoltre esclusa la valutazione del rumore immesso dagli impianti eseguita in ambienti accessori o di servizio ad uso esclusivo dell'unità immobiliare.

Sulla base della verifica acustica, ad ogni requisito è associato un valore utile, corrispondente al valore misurato, corretto con l'incertezza di misura, secondo quanto indicato in appendice F.

In riferimento ai requisiti indicati nel punto 6.1 si procede nel modo seguente.

- a) Il valore complessivo del requisito di isolamento acustico normalizzato di facciata si ottiene applicando la formula (2) (vedere punto 6.3.2) ai valori utili degli elementi tecnici di facciata dell'unità immobiliare.

Qualora l'elemento tecnico di facciata appartenga ad un ambiente che abbia più di un affaccio verso l'esterno e si devono utilizzare più posizioni di sorgente, il valore utile del requisito di isolamento di facciata si ottiene nel modo seguente.

- I. Si mediano con criterio energetico, secondo quanto previsto dalla UNI EN ISO 140 - 5, i valori in frequenza dell'isolamento di facciata di ogni combinazione affaccio-sorgente secondo la formula (1):

$$D_{2m} = -10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum 10^{-D_i/10} \right) \text{dB} \quad (1)$$

dove:

n è il numero di posizioni della sorgente;

D_i è l'isolamento acustico per l' i -esima combinazione sorgente-ricevitore.

- II. dal risultato della formula 1) si ricava l'isolamento normalizzato di facciata e il relativo indice di valutazione (applicando la UNI EN ISO 717-1) che si utilizza per ottenere il valore utile del requisito.

Nel caso in cui tale ambiente sia un sottotetto abitabile negli affacci devono essere comprese anche le porzioni di tetto.

- b) Il potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali si valuta nel modo seguente fra ambienti appartenenti a differenti unità immobiliari:

I. si esegue la media energetica tra i valori utili delle partizioni verticali (seguendo metodologia indicata al punto 6.3.2, formula 2);

II. si esegue la media energetica tra i valori utili delle partizioni orizzontali (seguendo la metodologia indicata al punto 6.3.2, formula 2);

- III. i risultati delle due operazioni al punto I) e al punto II) devono essere mediati ulteriormente con criterio energetico (seguendo la metodologia indicata al punto 6.3.2, formula 2) per ottenere il valore del requisito di potere fonoisolante delle partizioni.

La valutazione del potere fonoisolante apparente tra ambienti acusticamente verificabili di differenti unità immobiliari (UI), può essere condotta indifferentemente in un verso o nell'altro, fatto salvo il rispetto delle specifiche indicazioni delle UNI EN ISO 140-4 e UNI EN ISO 140-14.

- c) L'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti e/o adiacenti appartenenti a differenti unità immobiliari si ottiene applicando la formula (3) (vedere punto 6.3.2) ai valori utili delle partizioni orizzontali.

La valutazione del livello normalizzato di calpestio tra ambienti verificabili di diverse unità immobiliari, è condotta secondo un ordine preferenziale, che è comunque subordinato alle condizioni di trasmissione più pertinenti per gli ambienti delle unità abitative in esame e che tipicamente è il seguente:

- 1) dall'alto verso il basso (ambiente ricevente sottostante);
 - 2) tra ambienti acusticamente verificabili adiacenti se tale condizione risulta significativa o se non è realizzabile la condizione precedente;
 - 3) dal basso verso l'alto (ambiente ricevente sovrastante) se tale condizione risulta significativa o se non è realizzabile la condizione precedente.
- d) Il livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo si ottiene applicando la formula (3) (vedere punto 6.3.2) ai valori utili degli impianti a funzionamento continuo.
- e) Il livello sonoro immesso da impianti a funzionamento discontinuo si ottiene applicando la formula (3) (vedere punto 6.3.2) ai valori utili degli impianti a funzionamento discontinuo.

Per gli edifici con destinazione d'uso ricettiva si considerano inoltre i seguenti requisiti.

- f) L'indice di isolamento acustico normalizzato di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ si valuta nel modo seguente:
- I. si esegue la media energetica tra i valori utili, in termini di isolamento acustico normalizzato, delle partizioni verticali (seguendo la metodologia indicata al punto 6.3.2, formula 2);
 - II. si esegue la media energetica tra i valori utili, in termini di isolamento acustico normalizzato, delle partizioni orizzontali (seguendo la metodologia indicata al punto 6.3.2, formula 2);
 - III. i risultati delle due operazioni al punto I e al punto II devono essere mediati ulteriormente con criterio energetico (seguendo la metodologia indicata al punto 6.3.2, formula 2) per ottenere il valore del requisito di isolamento acustico normalizzato delle partizioni.
- g) L'indice del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare L'_{nw} si ottiene applicando la formula (3) (vedere punto 6.3.2) ai valori utili delle partizioni orizzontali.

Nel punto 6.4 si indica il procedimento per la classificazione acustica globale di una unità immobiliare.

Nei casi in cui un determinato requisito non sia applicabile all'unità immobiliare in esame, si fa uso dell'acronimo NP (non pertinente).

I valori degli indici di valutazione dell'isolamento acustico, del potere fonoisolante e del livello di calpestio sono arrotondati all'intero; i valori dei livelli sonori immessi da impianti a funzionamento continuo e discontinuo sono arrotondati alla prima cifra decimale. I valori ottenuti dalle medie e i valori ottenuti

applicando le procedure di valutazione della classe per unità immobiliare e di valutazione dell'incertezza di campionamento sono arrotondati alla prima cifra decimale.

6.3 Classificazione acustica per requisito e per unità immobiliare

6.3.1 Generalità

In linea generale, la determinazione del valore di un requisito si ottiene attraverso misurazioni per ognuno degli elementi tecnici misurabili (in tal caso il procedimento di calcolo è quello descritto al punto 6.3.2), vedere anche l'esempio al punto I.1 in appendice I.

Nel caso di sistemi edilizi caratterizzati da tipologie seriali, ovvero con elementi tecnici che si ripetono, si possono effettuare prove su elementi tecnici campione, estendendo il risultato agli altri elementi tecnici, (vedere esempi ai punti I.2 e I.3 in appendice I). I criteri di campionamento sono descritti nell'appendice G. La determinazione del valore dei requisiti con i dati derivati da campionamento, è descritta in appendice H.

Dalla verifica acustica dei vari elementi tecnici, è possibile procedere alla classificazione acustica delle unità immobiliari aventi le destinazioni d'uso indicate nel primo capoverso del punto 6.1.

Al fine di classificare per requisito una singola unità immobiliare, si procede nel modo seguente:

- a) si identificano tutti gli elementi tecnici verificabili dell'unità immobiliare;
- b) si determina, per ogni componente individuato alla fase a), il valore utile, vale a dire il valore dei pertinenti requisiti corretto con l'incertezza di misura (vedere 6.3.2 e appendice F);
- c) per ogni requisito considerato, si determina la classe dell'unità abitativa seguendo la metodologia indicata successivamente.

6.3.2 Metodo di calcolo generale

Il valore complessivo X_r di un determinato requisito r espresso attraverso un livello di isolamento acustico (isolamento acustico di facciata, potere fonoisolante, isolamento acustico rispetto a parti comuni), relativamente ad una unità immobiliare, si ottiene applicando la formula (2):

$$X_r = -10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n 10^{-X_i/10}}{n} \quad (2)$$

dove:

X_i è il valore utile di un determinato requisito r espresso attraverso un livello di isolamento acustico (indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata, del potere fonoisolante, dell'isolamento acustico rispetto a parti comuni) relativamente all'elemento tecnico i -esimo, per $i = 1, \dots, n$, con n pari al numero totale di elementi tecnici misurabili in relazione al requisito r in esame.

In particolare il requisito relativo al potere fonoisolante si ottiene, utilizzando la formula (2) separatamente per partizioni verticali e orizzontali; i due risultati devono essere poi mediati energeticamente per ottenere il valore del potere fonoisolante ai fini della classificazione dell'unità immobiliare.

Il valore complessivo Y_r di un determinato requisito r espresso attraverso un livello sonoro immesso (livello di calpestio o livello immesso da impianti a funzionamento continuo e discontinuo), relativamente ad una unità immobiliare, si ottiene applicando la formula (3):

$$Y_r = 10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n 10^{Y_i/10}}{n} \quad (3)$$

dove:

Y_i è il valore utile di un determinato r espresso attraverso un livello sonoro immesso (indice di valutazione del livello di calpestio o livello immesso da impianti a funzionamento continuo e discontinuo) relativamente all'elemento tecnico i -esimo (corretto con l'incertezza di misura), per $i = 1, \dots, n$, con n pari al numero totale di elementi tecnici misurabili in relazione al requisito r in esame.

Nel caso che un determinato requisito sia non pertinente (NP), esso viene ignorato nelle formule (2) e (3) e il calcolo viene effettuato sui restanti requisiti.

L'unità immobiliare viene quindi classificata sulla base del valore X_r e Y_r determinato per ogni singolo requisito acustico.

6.4 Classificazione acustica dell'unità immobiliare

Dai dati ottenuti nella fase di classificazione per requisito e per unità immobiliare è possibile classificare l'unità immobiliare attraverso un unico indice, che riassume tutti i requisiti, in base al seguente procedimento:

a) si stabilisce, per ogni requisito dell'unità immobiliare, la corrispondenza tra classe di prestazione acustica e coefficiente di peso Z di cui al prospetto 3.

Prospetto 3 Corrispondenza fra classe acustica per requisito e per unità immobiliare e coefficiente di peso Z

Classe	I	II	III	IV	Prestazioni fino a 5 dB [(o dB(A)) peggiori rispetto alla classe IV]	Prestazioni per più di 5 dB [(o dB(A)) peggiori rispetto alla classe IV]
Coefficiente Z	1	2	3	4	5	10

b) Si effettua il calcolo di cui alla formula (4), arrotondando il risultato all'intero più vicino:

$$Z_{UI} = \frac{\sum_{r=1}^P Z_r}{P} \quad (4)$$

dove:

P è il numero di requisiti r considerati per l'unità immobiliare;

Z_r è il valore del coefficiente di peso relativo all' r -esimo requisito, con $r = 1, \dots, P$.

Utilizzando ancora il prospetto 3, si determina la classe acustica globale C_{UI} dell'unità immobiliare in funzione del valore di Z_{UI} , coefficiente di peso relativo all'intera l'unità immobiliare, UI .

C_{UI} è dato dal numero espresso in carattere romano corrispondente al valore di Z_{UI} arrotondato all'intero:

$$C_{UI} = Z_{UI}$$

Nel caso in cui Z_{UI} risulta maggiore di 4, l'unità immobiliare non è classificata (NC).

La classe dell'unità immobiliare si esprime attraverso una tabella contenente il valore globale C_{UI} , seguito, dai valori C_r dei requisiti indicati nel punto 6.1 compresi fra a) ed e) (fra a) e g) nel caso degli edifici con destinazione d'uso ricettiva), dove C_r è il valore della classe, in carattere romano, relativo all' r -esimo requisito, con $r = 1, \dots, P$ dove P può essere al massimo 7 nel caso di edifici con destinazione d'uso ricettiva e 5 in tutti gli altri casi .

Nel caso in cui la classe sia ottenuta attraverso campionamento, come in seguito descritto nelle appendici G e H, viene esplicitato anche il livello di fiducia. Nel prospetto 4 è riportato un esempio di tale schema per il caso di misurazione di tutti gli elementi tecnici pertinenti e nel prospetto 5 per il caso del campionamento, e dove:

- C_{UI} è la classe dell'unità immobiliare, ottenuta col procedimento indicato nei precedenti punti a) e b); essa può valere I, II, III, IV o NC;
- C_i , con i che va da 1 a 7 nel caso di destinazione d'uso ricettiva e da 1 a 5 in tutti gli altri casi, è la classe relativa a ciascun requisito e può valere I, II, III, IV, NC o NP (nel caso il requisito non sia pertinente per l'UI in esame);
- $L\%$ è il livello di fiducia scelto per il campionamento utilizzato, così come indicato nell'appendice H (vedere anche prospetto H.1)

Prospetto 4 Classificazione acustica dell'unità immobiliare attraverso un unico indice nel caso di misurazione di tutti gli elementi tecnici pertinenti ³⁾

Unità immobiliare UI nn					
Classe C_{UI}	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$	L_{ic}	L_{id}
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
Calcolo della classe derivante dalla misurazione di tutti gli elementi tecnici pertinenti, per ciascun requisito, per l'unità immobiliare in esame					

Prospetto 5 Classificazione acustica dell'unità immobiliare attraverso un unico indice nel caso di campionamento ³⁾

Unità immobiliare UI nn					
Classe C_{UI}	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$	L_{ic}	L_{id}
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia $L\%$					

Nell'appendice I sono riportati esempi di calcolo di Z_{UI} e C_{UI} .

7 Criteri per la dichiarazione della classificazione acustica dell'unità immobiliare

La classificazione di una unità immobiliare si basa sul rapporto di verifica acustica.

Nel caso in cui la classificazione si fondi sul campionamento degli elementi tecnici (secondo quanto stabilito in appendice G) i criteri di campionamento sono scelti in base alle esigenze di classificazione; ciò riguarda in particolare la scelta del livello di fiducia in base a cui effettuare i calcoli previsti in appendice H.

³⁾ Per la destinazioni d'uso ricettiva sono presenti anche le due colonne relative ai requisiti f) e g) del punto 6.1.

APPENDICE A (normativa)
Valori di riferimento per i requisiti acustici di ospedali e scuole

Per le seguenti destinazioni d'uso:

- ospedali e case di cura;
- scuole (a tutti i livelli);

non è prevista la classificazione secondo quanto stabilito nella presente norma per le restanti tipologie di unità immobiliari.

Peraltro, esistendo analoghe o più rigorose esigenze di protezione dal rumore, si forniscono specifici valori di riferimento, a due livelli:

- il primo che definisce le prestazioni di base relative ad ogni requisito
- il secondo, che definisce, per gli stessi requisiti, prestazioni di tipo superiore.

I requisiti sono valutati con le modalità specificate nella presente norma; i valori di riferimento sono riportati nel prospetto A.1.

Prospetto A.1 Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole

	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, L_{ic} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro massimo immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	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

Nota 1 Per la valutazione del livello sonoro immesso dagli impianti non è considerato "ambiente diverso da quello di installazione" il bagno a servizio della camera di degenza o a servizio di un'aula o di aule polifunzionali separate da strutture mobili

Una particolare valutazione riguarda il livello di calpestio tra ambienti adiacenti appartenenti alla stessa unità immobiliare degli edifici ad uso ospedaliero e scolastico, con solaio caratterizzato da massetto di ripartizione continuo e comune ad ambienti acusticamente verificabili contigui, che viene determinato applicando il termine di correzione C_1 .

Nota 2 La ragione di ciò è legata al fatto che, per quanto riguarda gli edifici ad uso collettivo, è abbastanza diffusa la pratica di realizzare il massetto ripartitore dei solai senza interruzioni per un piano intero e appoggiare le pareti che delimitano i diversi ambienti successivamente sul pavimento. Questo implica che, anche per solai realizzati con pavimentazione galleggiante ad elevate prestazioni, durante le misure del livello di pressione

sonora di calpestio tra ambienti adiacenti, il rumore impattivo generato dalla macchina da calpestio si propaga, da un ambiente a quello adiacente, prevalentemente lungo il massetto ripartitore.

I livelli di L'_n rilevati in queste condizioni, sono riconducibili a quelli riscontrabili in ambienti sovrapposti separati da solai nudi di calcestruzzo.

Per tenere conto di questo effetto, nella UNI EN ISO 717-2 è stato introdotto un termine di adattamento C_1 . Questo termine è definito in maniera tale che per i solai compatti con rivestimenti efficaci il suo valore è circa zero, mentre per i solai di calcestruzzo senza rivestimento o con rivestimento meno efficace, esso è compreso tra -15 dB e 0 dB.

L'indice del livello di calpestio (L'_{nw}) tra ambienti adiacenti appartenenti alla stessa unità immobiliare è misurato in conformità alle UNI EN ISO 140-7 o UNI EN ISO 140-14 e il termine C_1 è calcolato come riportato nella UNI EN ISO 717-2.

Il requisito relativo al livello di calpestio tra ambienti adiacenti appartenenti alla stessa unità immobiliare è quindi ottenuto con la somma tra L'_{nw} e C_1 .

Anche per questo requisito vengono forniti specifici valori di riferimento, a due livelli:

- il primo che definisce le prestazioni di base;
- il secondo che definisce prestazioni di tipo superiore.

I valori di riferimento sono riportati nel prospetto A.2.

Prospetto A.2 Requisiti per il livello di pressione sonora di calpestio fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare destinata a scuola od ospedale e avente massetto continuo

	Prestazione di base $L'_{nw} + C_1$ (dB)	Prestazione superiore $L'_{nw} + C_1$ (dB)
Livello di pressione sonora di calpestio fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare destinata a scuola o a ospedale e avente massetto continuo	63	53

APPENDICE B (informativa)

Criteria di misurazione e di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti accessori di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi di una unità immobiliare

L'isolamento acustico per via aerea di ambienti abitativi nei confronti di ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture, è determinato in termini di isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dell'ambiente abitativo ($D_{nT,w}$).

Esso si determina col metodo descritto dalla UNI EN ISO 140-14.

Nelle situazioni in cui le prescrizioni della suddetta norma non possono essere seguite si adottano le seguenti prescrizioni:

- il corridoio o la tromba delle scale possono essere scelti come ambiente emittente;
- si scelgono 2 posizioni dell'altoparlante;
- l'altoparlante è preferibilmente posizionato nell'angolo dell'ambiente opposto alla porta. Non deve essere posizionato né troppo vicino alla porta né troppo vicino al muro dove la porta è montata;
- in un corridoio le posizioni della sorgente sono fra loro ad una distanza di almeno 6 m e devono essere poste in maniera asimmetrica rispetto alla porta;
- in trombe delle scale strette, le 2 posizioni dell'altoparlante sono scelte preferibilmente mezzo piano sopra e mezzo piano sotto rispetto al piano di prova;
- sono individuate 5 posizioni microfoniche (oppure una posizione dell'asta rotante) sia nell'ambiente emittente sia in quello ricevente.

Per quanto riguarda i requisiti relativi all'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi si fa riferimento al prospetto B.1.

Prospetto B.1 Requisiti per l'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi

Livello prestazionale	Isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi $D_{nT,w}$ (dB)	
	Ospedali e scuole	Altre destinazioni d'uso
Prestazione ottima	≥ 34	≥ 40
Prestazione buona	≥ 30	≥ 36
Prestazione di base	≥ 27	≥ 32
Prestazione modesta	≥ 23	≥ 28

APPENDICE C (informativa)

Indicazioni per la valutazione delle caratteristiche acustiche interne degli ambienti

C.1 Generalità

All'interno di ambienti dove il comfort acustico, e in specifico l'intelligibilità del parlato, rivestono un'importanza fondamentale (aule scolastiche, ambienti espositivi, sale da conferenza, mense, ecc.) e/o dove il controllo dell'assorbimento acustico risulta essere critico (palestre, piscine, ambienti per lo sport in genere), la valutazione acustica richiede la determinazione di alcuni specifici parametri.

C.2. I descrittori acustici C_{50} e STI

Le caratteristiche interne di un ambiente, soprattutto quando sia essenziale garantire una buona intelligibilità del parlato, possono essere ben descritte attraverso i parametri C_{50} (chiarezza) e STI (speech transmission index). Nel prospetto C.1 sono riportati i valori consigliati per ognuna delle due grandezze citate, in relazione ad ambienti in cui la comprensione del parlato sia il requisito principale, e ad ambienti dedicati ad attività per le quali è sufficiente il controllo della riverberazione acustica (per esempio attività sportive).

Prospetto C.1 Valori consigliati dei parametri C_{50} e STI

	C_{50} dB	STI dB
Ambienti adibiti al parlato	≥ 0	$\geq 0,6$
Ambienti adibiti ad attività sportive	≥ -2	$\geq 0,5$

Le modalità di misurazione e di valutazione sono descritte nella serie UNI EN ISO 3382 e nella CEI EN 60268-16.

C.3. Il tempo di riverberazione

Nella pratica corrente è molto diffuso, per quanto generalmente meno affidabile, l'utilizzo del tempo di riverberazione T per valutare le caratteristiche acustiche interne di un ambiente.

I valori ottimali del tempo di riverberazione medio fra 500 Hz e 1 000 Hz sono ricavabili dalle espressioni seguenti:

$$T_{\text{ott}} = 0,32 \lg(V) + 0,03 \text{ [s]} \text{ (ambiente non occupato adibito al parlato)} \quad (\text{C.1})$$

$$T_{\text{ott}} = 1,27 \lg(V) - 2,49 \text{ [s]} \text{ (ambiente non occupato adibito ad attività sportive)} \quad (\text{C.2})$$

dove:

V è il volume dell'ambiente, in metri cubi.

Nel diagramma in figura C.1 è rappresentato T_{ott} in funzione del volume V , in accordo con le formule C.1 e C.2.

-

Figura C.1 Valori ottimali del tempo di riverberazione medio tra 500 Hz e 1 000 Hz, T_{ott} , in ambienti adibiti al parlato e ad attività sportiva

APPENDICE D (normativa)
Valutazione del rumore indotto da impianti a funzionamento continuo e discontinuo

D.1. Generalità

La determinazione del livello di rumore indotto in una unità immobiliare dagli impianti a funzionamento continuo e discontinuo a servizio di unità immobiliari diverse o dell'intero sistema edilizio contribuisce alla classificazione dell'unità immobiliare e viene effettuata con lo specifico metodo di misurazione di seguito descritto, mutuato dalle UNI EN ISO 10052 e UNI EN ISO 16032.

Il livello di rumore generato all'interno di una unità immobiliare dagli impianti a servizio della stessa non contribuisce alla sua classificazione. Limitatamente al rumore prodotto dai sistemi di climatizzazione e ventilazione, possono essere applicati in sede contrattuale i metodi descritti dalla UNI 8199.

D.2. Principi

D.2.1. Campo di applicazione

La presente appendice è applicabile alla determinazione del rumore generato da impianti a funzionamento continuo e discontinuo a servizio dell'intero sistema edilizio (centralizzati condominiali o d'uso collettivo) o di singole unità immobiliari (impianti individuali o autonomi, impianti ad uso privato) che viene indotto in unità immobiliari diverse da quelle servite.

Sono escluse le determinazioni del rumore generato da impianti a funzionamento continuo o discontinuo indotto direttamente o indirettamente all'interno delle unità immobiliari o delle unità abitative servite dagli stessi, non che il rumore generato da installazioni non permanenti e quello prodotto da elettrodomestici, sistemi di avviso e segnalazione, sicurezza o allarme.

D.2.2 Tipologie di impianti

D.2.2.1 Impianti a funzionamento continuo

Gli impianti a funzionamento continuo sono quegli impianti fissi caratterizzati da un'emissione sonora con carattere essenzialmente stazionario, ovvero quelli il cui livello di pressione sonora rilevato con caratteristica dinamica "fast" (F) subisce oscillazioni non maggiori di 5 dB per tutta la durata del ciclo operativo o del tempo di funzionamento.

Rientrano in questa tipologia di impianti di riscaldamento, raffrescamento, climatizzazione, ventilazione meccanica, aspirazione centralizzata.

Le fasi non stazionarie del rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo sono tipicamente quelle generate nella fase di avviamento o quelle associabili a rumori di breve durata con durata minore di 60 s, nei casi in cui il livelli di pressione sonora siano più elevati rispetto a quello di regime. In questi casi si applicano a tali impianti i criteri di valutazione definiti per gli impianti a funzionamento discontinuo per la durata della fasi non stazionarie.

D.2.2.2 Impianti a funzionamento discontinuo

Gli impianti a funzionamento discontinuo sono quegli impianti fissi il cui livello sonoro emesso non sia costante nel tempo con variazioni fluttuanti o intermittenti e caratterizzato da brevi periodi di funzionamento rispetto al tempo di inattività durante l'arco di una giornata, ovvero quelli il cui livello di pressione sonora rilevato con caratteristica dinamica "fast" (F) varia in modo aleatorio con oscillazioni che sono maggiori di 5 dB o che sono caratterizzati da un'alternanza di rumori stazionari o fluttuanti di varia durata e livello sonoro.

Rientrano in questa tipologia gli impianti sanitari, di scarico, gli ascensori, i montacarichi, le chiusure automatiche.

D.3 Grandezze da misurare e cicli operativi degli impianti

Le grandezze da misurare per la descrizione del livello di pressione sonora ambientale in seguito al funzionamento degli specifici impianti in esame sono:

- il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A, L_{Aeq} , per il rumore stazionario prodotto dagli impianti a funzionamento continuo;
- il livello massimo di pressione sonora ponderato "A", rilevato con caratteristica dinamica "slow" (S), L_{ASmax} , per il rumore prodotto dagli impianti a funzionamento discontinuo e per le fasi non stazionarie del rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo.

I livelli misurati andranno successivamente corretti per tener conto, nel caso del rumore stazionario riferibile agli impianti a funzionamento continuo, del livello del rumore residuo, cioè del livello di pressione sonora rilevabile in assenza del funzionamento dello specifico impianto in esame, e del tempo di riverberazione degli ambienti riceventi sia per gli impianti a funzionamento continuo, sia per quelli a funzionamento discontinuo.

I cicli operativi di riferimento per la misurazione del rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo e discontinuo sono descritti allo stesso modo sia nell'appendice B della UNI EN ISO 10052:2005, sia nell'appendice B della UNI EN ISO 16032:2005.

D.4 Individuazione degli impianti rilevanti ai fini della classificazione acustica delle unità immobiliari

La valutazione del livello sonoro immesso dagli impianti a funzionamento continuo e discontinuo all'interno di unità immobiliari diverse da quelle servite dagli impianti stessi richiede un'accurata valutazione delle potenzialità e delle modalità di produzione e propagazione del rumore all'interno dell'intero sistema edilizio. Alcuni impianti, infatti, possono essere non rilevanti se confrontati con altri a parità di condizioni operative, di ambiente e di condizioni di misurazione.

Ai fini della classificazione acustica delle unità immobiliari si valuta il livello sonoro immesso dagli impianti a funzionamento continuo e discontinuo caratterizzati da modalità di funzionamento che presentano le maggiori potenzialità di generazione e propagazione di rumore all'interno del sistema edilizio.

Si suggerisce di effettuare almeno due valutazioni per gli impianti discontinui di adduzione e scarico in ciascun ambiente individuato, basandosi, per gli impianti idraulici, sulle reti di portata maggiore (per esempio WC e scarico vasca/doccia).

D.5 Individuazione degli ambienti di misura per la caratterizzazione del rumore degli impianti

La rumorosità indotta dagli impianti a funzionamento continuo e discontinuo dipende principalmente dalle modalità operative dell'impianto considerato, come anche dalla distribuzione delle reti impiantistiche.

La corretta individuazione degli ambienti dell'unità immobiliare in cui effettuare la valutazione della rumorosità indotta da impianti a servizio di unità immobiliari diverse da quella oggetto di classificazione o dell'intero sistema edilizio dipende, a sua volta, dalla conoscenza:

- della posizione delle reti di adduzione e scarico degli impianti idraulici all'interno di cavedii o partizioni verticali che costituiscono elemento di separazione tra le unità immobiliari;
- della posizione delle componenti di reti aerauliche rispetto agli elementi orizzontali e verticali di separazione tra le unità immobiliari;
- della posizione e delle modalità di installazione delle apparecchiature principali ed ausiliarie che costituiscono l'impianto in esame, sia per gli impianti termici (generatori di calore, refrigeratori,

pompe, compressori, valvole, ecc.) che per gli impianti meccanici (ascensori, montacarichi, chiusure automatiche, ecc.).

In generale, nella valutazione del rumore indotto dagli impianti sono da preferire gli ambienti acusticamente verificabili di una unità immobiliare in cui vi è la presenza di un elemento di partizione orizzontale o verticale che contenga o supporti elementi impiantistici.

Nel caso degli impianti idraulici di adduzione e scarico è da preferire l'ambiente acusticamente verificabile posto al livello immediatamente inferiore a quello dell'unità immobiliare servita dall'impianto stesso. Nell'ambiente da sottoporre a verifica deve essere presente almeno un elemento tecnico caratterizzato dal transito o dalla prossimità di componenti della rete impiantistica a servizio dell'unità immobiliare soprastante. Qualora questo non fosse possibile o non fosse effettivamente rappresentativo delle condizioni di propagazione del rumore dell'impianto è possibile individuare gli ambienti di misura in unità immobiliari che si trovano allo stesso livello dell'unità immobiliare servita dall'impianto in esame.

Nel caso di impianti meccanici è da preferire l'ambiente acusticamente verificabile posto allo stesso livello dell'ambiente accessorio o di servizio o dell'unità immobiliare servita dall'impianto stesso. Nell'ambiente da sottoporre a verifica deve essere presente almeno un elemento tecnico caratterizzato dall'adiacenza o dalla prossimità con componenti d'impianto a servizio di una unità immobiliare adiacente o dell'intero sistema edilizio. Qualora questo non fosse possibile o non fosse effettivamente rappresentativo delle condizioni di propagazione del rumore dell'impianto è possibile individuare gli ambienti di misura in unità immobiliari che si trovano a livelli diversi dell'unità immobiliare servita dall'impianto in esame.

D.6 Condizioni degli ambienti di misura

Le valutazioni del rumore indotto da impianti a funzionamento continuo e discontinuo devono essere effettuate in ambienti abitativi acusticamente verificabili di unità immobiliari diverse da quelle servite dagli impianti individuali o in ambienti accessori o di servizio del sistema edilizio.

Nel corso della valutazione devono essere escluse tutte le sorgenti sonore operanti all'interno dell'ambiente di misura ed estranee alla valutazione del rumore indotto dall'impianto in esame.

Gli ambienti abitativi possono essere non arredati o arredati, purché in questo caso siano applicabili le prescrizioni relative al metodo di misurazione ed alla disposizione delle postazioni microfoniche di cui al punto D.3.

D.7 Metodo di misurazione

Le misurazioni del livello di pressione sonora devono essere eseguite in condizioni di funzionamento dell'impianto riferibili a cicli operativi definiti e riproducibili.

Il livello sonoro ambientale si misura in almeno tre posizioni (figura D.1):

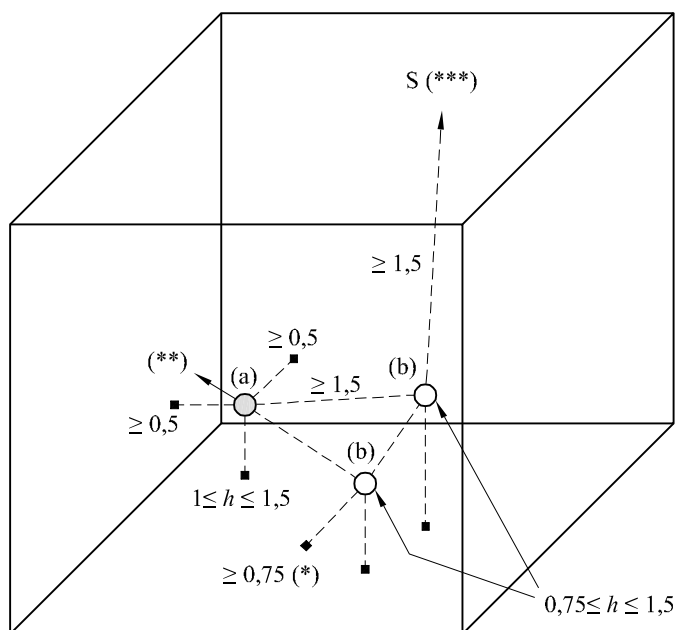
- a) una posizione deve essere vicina all'angolo apparente formato dalle superfici dell'ambiente più prossimo alla posizione o al percorso dell'installazione impiantistica in esame, ovvero in cui risulta massimo l'effetto del rumore indotto nell'ambiente ricevente, preferibilmente ad un'altezza compresa tra 1 m e 1,5 m ed una distanza di 0,5 m dalle pareti;
- b) almeno due posizioni nel campo acustico riverberante dell'ambiente. La distanza minima tra ciascuna posizione e tra queste e la posizione d'angolo deve essere di almeno 1,5 m, mentre l'altezza rispetto al pavimento non deve eccedere 1,5 m. La distanza tra le posizioni microfoniche in campo diffuso e qualsiasi superficie dell'ambiente deve essere di almeno 0,75 m.

Figura D.1 Distanze minime tra le posizioni microfoniche

Legenda

Misure in metri

- (a) Posizione microfonica d'angolo (in prossimità dell'elemento edilizio che ospita gli impianti o separa l'ambiente di misura da quello in cui viene generato il rumore)
- (b) Posizioni microfoniche nel campo riverberato dell'ambiente di misurazione
- (*) In ambienti molto piccoli la distanza può essere ridotta a 0,50 m
- (**) Il microfono deve essere posizionato ad almeno 0,2 m da qualsiasi ostacolo
- (***) Elemento edilizio che ospita gli impianti o separa l'ambiente di misura da quello in cui viene misurato il rumore



La distanza di ciascuna posizione microfonica da qualsiasi altra sorgente sonora presente in ambiente (per esempio, prese di ventilazione) deve essere di almeno 1,5 m.

Non devono essere presenti arredi in prossimità della posizione d'angolo o schermi ed altri ostacoli tra questa e le superfici verticali ed orizzontali che delimitano l'ambiente.

In ciascuna posizione devono essere effettuate almeno due misurazioni distinte relative a cicli operativi dell'impianto in condizioni d'uso normali.

D.8 Determinazione del livello di rumore degli impianti

D.8.1 Generalità

Il livello del rumore ambientale indotto dagli impianti deve essere rilevato in periodi di tempo nei quali il rumore residuo è il più basso possibile.

Al fine di determinare il livello di rumore prodotto dall'impianto in esame nelle diverse modalità operative, si devono eseguire misurazioni in un arco di tempo sufficientemente lungo da fornire un valore rappresentativo della massima rumorosità.

D.8.2 Determinazione del livello di rumore ambientale indotto dagli impianti a funzionamento continuo

Il livello del rumore degli impianti a funzionamento continuo è determinato in base alla media energetica dei valori misurati del livello di pressione sonora equivalente, L_{Aeq} , secondo la formula (3) del punto 6.3.2.

D.8.3 Determinazione del livello di rumore ambientale indotto dagli impianti a funzionamento discontinuo

Il livello del rumore degli impianti a funzionamento discontinuo è determinato in base alla media energetica dei valori misurati del livello massimo di pressione sonora, rilevato con caratteristica dinamica “slow” (S), L_{ASmax} , secondo la formula (3) del punto 6.3.2.

D.8.4 Correzione per il livello del rumore residuo per gli impianti a funzionamento continuo

Il livello di pressione sonora del rumore residuo viene misurato immediatamente prima o dopo la rilevazione del livello di pressione sonora ambientale indotto dagli impianti a funzionamento continuo in esame.

Il livello di pressione sonora del rumore residuo è determinato come livello di pressione sonora equivalente per un tempo pari alla durata di un ciclo operativo di riferimento e comunque non minore di 30 s. E' prevista l'effettuazione di almeno tre misure, utilizzando ognuna delle posizioni microfoniche impiegate per rilevazione del livello del rumore ambientale indotto dagli impianti a funzionamento continuo in esame.

Il livello di pressione sonora da utilizzare per la correzione del rumore residuo è calcolato dalla media energetica dei livelli misurati nelle tre posizioni microfoniche, a partire dagli intervalli temporali in cui il rumore residuo risulta stazionario.

Non sono apportate correzioni se il livello medio di pressione sonora del rumore residuo è minore di 10 dB rispetto al livello medio di pressione sonora del rumore ambientale indotto dagli impianti a funzionamento continuo in esame.

Se la differenza tra il livello di pressione sonora del rumore indotto dagli impianti ed il livello di pressione sonora del rumore residuo è compresa tra 4 dB e 10 dB il termine di correzione per il rumore residuo è calcolato utilizzando le seguenti relazioni:

$$K_1 = -10 \lg(1 - 10^{-\Delta L/10}) \quad (D.1)$$

$$\Delta L = L_a - L_r \quad (D.2)$$

dove:

K_1 è il termine di correzione del rumore residuo, in dB(A);

L_a è il livello di pressione sonora ambientale, misurato con l'impianto in funzione, in dB(A);

L_r è il livello di pressione sonora del rumore residuo, misurato in assenza del funzionamento dell'impianto in esame, in dB(A).

Una differenza di 4 dB tra il livello di pressione sonora ambientale immesso dagli impianti in esame ed il livello di pressione sonora del rumore residuo corrisponde ad un valore del termine di correzione di 2,2 dB. Se la differenza è di minore di 4 dB non è possibile valutare correttamente il livello sonoro immesso dagli impianti in esame.

D.8.5 Normalizzazione rispetto al tempo di riverberazione

Ai fini della valutazione della rumorosità degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo deve essere applicato il termine di normalizzazione rispetto al tempo di riverberazione, K_2 .

I tempi di riverberazione dell'ambiente devono essere misurati in conformità alle norme della serie UNI EN ISO 3382.

Il termine di normalizzazione rispetto al tempo di riverberazione deve essere calcolato utilizzando la seguente formula:

$$K_2 = -10 \lg(T/T_0) \quad (D.3)$$

dove:

- T la media aritmetica tra i dati dei tempi di riverberazione misurati nelle bande di terzi d'ottava comprese tra 100 Hz e 3 150 Hz, misurati nell'ambiente nelle condizioni in cui viene effettuata la verifica;
- T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento variabile in funzione del volume, V , dell'ambiente, secondo i valori del prospetto D.1.

Prospetto D.1 Tempi di riverberazione di riferimento in funzione del volume dell'ambiente

$V \leq 100 \text{ m}^3$	$T_0 = 0,5 \text{ s}$
$100 < V < 2\,500 \text{ m}^3$	$T_0 = 0,05 (V)^{0,5}$
$V \geq 2\,500 \text{ m}^3$	$T_0 = 2,5 \text{ s}$

D.9 Determinazione del livello di rumore corretto indotto dagli impianti

D. 9.1 Livello di rumore corretto indotto dagli impianti a funzionamento continuo

Il livello di rumore corretto degli impianti a funzionamento continuo, L_{ic} , è dato dalla formula:

$$L_{ic} = L_{Aeq} + K_1 + K_2 \quad (D.4)$$

dove:

L_{Aeq} è il livello continuo equivalente del rumore ambientale indotto dall'impianto in funzione, in dB(A);

K_1 è il termine di correzione del rumore residuo;

K_2 è il termine di normalizzazione rispetto al tempo di riverberazione;

D.9.2 Livello di rumore corretto indotto dagli impianti a funzionamento discontinuo

Il livello di rumore corretto degli impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} , è dato dalla formula:

$$L_{id} = L_{ASmax} + K_2 \quad (D.5)$$

dove:

L_{ASmax} è il livello massimo di pressione sonora del rumore ambientale, rilevato con caratteristica dinamica "slow" (S), indotto dall'impianto in funzione, in dB(A);

K_2 è il termine di normalizzazione rispetto al tempo di riverberazione.

APPENDICE E (informativa)

Criteri di misurazione e di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea fra ambienti nelle situazioni in cui non è possibile valutare il potere fonoisolante apparente o non è chiaramente definito l'elemento di separazione

E.1. Generalità

La determinazione in opera dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'_{w} , in conformità alle prescrizioni delle UNI EN ISO 140-4 e UNI EN ISO 140-14 può risultare inattuabile in particolari condizioni critiche:

- ambienti riceventi non regolari (sottotetti, uffici "open space", ambienti con volumi accoppiati, ecc.);
- ambienti riceventi caratterizzati da un elevato e non omogeneo assorbimento acustico (in particolar modo nel caso di misurazioni tra ambienti emittenti non arredati e ambienti riceventi arredati ove è possibile una sovrastima del potere fonoisolante apparente;
- superficie comune tra due ambienti adiacenti non ben definita o assente (partizione comune che si sviluppa su piani verticali diversi, strutture di separazione tra case a schiera includenti i corpi scala, ambienti sovrapposti, ambienti separati da corridoi, ecc.).

Nell'impossibilità di determinare il potere fonoisolante apparente di un elemento edilizio, si può ricorrere all'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, D_{nT} per fornire informazioni accessorie sulle caratteristiche di fonoisolamento degli ambienti. Tale indice non è, infatti, dipendente dalla superficie di separazione tra ambienti diversi e dalle condizioni di campo sonoro diffuso, per le quali è applicabile, a rigore, la relazione relativa al potere fonoisolante apparente.

Le informazioni ottenute mediante la presente metodologia non sono considerate nella valutazione della classificazione acustica. Esse possono tuttavia integrare i risultati della classificazione acustica qualora questo risulti significativo per una completa descrizione alcuni ambienti dell'unità immobiliare o in talune destinazioni d'uso.

E.2. Principi

E.2.1. Campo di applicazione

I presenti criteri sono applicabili alle determinazioni dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, D_{nT} , per ambienti completamente o parzialmente affiancati o sovrapposti, allineati o sfalsati, giacenti sullo stesso piano orizzontale o verticale.

Figura E.1 Ambienti completamente o parzialmente affiancati

Legenda

- 1 - Ambiente emittente
- 2 - Ambiente ricevente



E.2.2. Condizioni dell'ambiente

La presente appendice è applicabile principalmente alle valutazioni di ambienti in abitazioni, scuole, edifici con destinazione d'uso ricettiva, ecc., con volumi minori di 250 m³.

Nel caso di volumi accoppiati deve essere considerata la somma dei volumi.

E.3. Comparazione tra potere fonoisolante apparente ed isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione

E.3.1. Generalità

Nel caso in cui non sia possibile la determinazione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'_w , il confronto con requisiti prestazionali previsti dalla classificazione acustica può essere effettuato, in favore di sicurezza, utilizzando le seguenti relazioni basate sulla determinazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione.

E.3.2 Ambienti completamente o parzialmente affiancati o sovrapposti. Presenza di assorbimento elevato e non omogeneo nell'ambiente ricevente

Quando si è in presenza di assorbimento elevato e non omogeneo nell'ambiente ricevente, si calcola il coefficiente di assorbimento acustico medio, $\bar{\alpha}_{(100-3150)}$ (oppure si stima mediante la formula (E.1), se questo è maggiore o uguale al valore 0,20 si stima il potere fonoisolante apparente mediante la formula (E.2), dove si tiene conto di un decremento di 1 dB dovuto alla non diffusività del campo sonoro.

$$\bar{\alpha}_{(100-3150)} = \frac{A_2}{S_{r2}} \cong \frac{0,16 \cdot V_2}{S_{r2} \cdot \bar{T}_{(100-3150)}} \cong \frac{0,16 \cdot V_2}{6\sqrt[3]{V_2^2} \cdot \bar{T}_{(100-3150)}} = \frac{\sqrt[3]{V_2}}{37,5 \cdot \bar{T}_{(100-3150)}} \geq 0,20 \quad (E.1)$$

dove:

$\bar{\alpha}_{(100-3150)}$ è il coefficiente di assorbimento medio considerando le frequenze in banda per terzi di ottava da 100 Hz a 3 150 Hz;

$\bar{T}_{(100-3150)}$ è il tempo di riverberazione medio considerando le frequenze in banda per terzi di ottava da 100 Hz a 3 150 Hz, in secondi.

$$R'_w \geq D_{nT,w} - 10 \lg (0,32 V_2 / S) - 1 \quad \text{dB} \quad (E.2)$$

dove:

V_2 è il volume dell'ambiente ricevente, in metri quadri;

S è la superficie della partizione, in metri quadri.

E.3.3 Ambienti completamente o parzialmente affiancati o sovrapposti. Presenza di volumi accoppiati o superfici comuni di forma particolare

Quando si è in presenza di volumi accoppiati o superfici comuni di forma non quadrata, rettangolare o trapezoidale (per esempio sottotetti abitabili), si stima il potere fonoisolante apparente mediante la formula (E.3):

$$R'_w \geq D_{nT,w} - X \quad \text{dB} \quad (E.3)$$

dove:

X è un termine di riferimento pari a 4 dB per ambienti riceventi con volume minore di 80 m³.

Per ambienti riceventi con volume compreso tra 80 m³ e 250 m³, il termine X si ricava attraverso la seguente formula:

$$X = 10 \lg \left(\frac{V_2}{31,25} \right) \text{ [dB]} \quad (\text{E.4})$$

E.3.4 Ambienti completamente o parzialmente affiancati o sovrapposti. Presenza di volumi accoppiati o superfici comuni di forma particolare e assorbimento elevato e non omogeneo nell'ambiente ricevente

Quando si è in presenza di volumi accoppiati o superfici comuni di forma non quadrata, rettangolare o trapezoidale (sottotetti abitabili) e assorbimento elevato e non omogeneo dell'ambiente ricevente, si calcola il coefficiente di assorbimento acustico medio $\bar{\alpha}_{(100-3150)}$ (oppure si stima mediante la formula (E.1), se questo è maggiore o uguale a 0,20 si stima il potere fonoisolante apparente mediante la formula (E.5), dove si tiene conto di un decremento di 1 dB dovuto alla non diffusività del campo sonoro.

$$R'_w \geq D_{nT,w} - X - 1 \text{ dB} \quad (\text{E.5})$$

dove:

X è un termine di riferimento pari a 4 dB per ambienti riceventi con volume minore di 80 m³.

Per ambienti riceventi con volume compreso tra 80 m³ e 250 m³, il termine X si ricava attraverso la formula (E.4).

APPENDICE F (normativa)
Incertezza del metodo di misura

F.1 Applicazione dell'incertezza al risultato di una misurazione

Per ogni requisito acustico misurato si valuta l'incertezza di misura s_m , intesa come scarto tipo di riproducibilità dell'indice di valutazione delle misure; tali valori sono riportati nel prospetto F.1.

Prospetto F.1 Scarto tipo di riproducibilità del risultato delle misurazioni espresso con numero unico

Grandezza	s_m
Isolamento al rumore aereo dall'esterno dB	0,8
Isolamento al rumore aereo tra ambienti dB	1,1
Isolamento al rumore impattivo dB	1,3
Rumore di impianti a funzionamento continuo dB(A)	1,1
Rumore di impianti a funzionamento discontinuo dB(A)	2,4
Nota Dati pubblicati nella norma olandese "NPR 5092:1999 Noise control in buildings – Assessment of results from acoustics measurement according to NEN 5077 "	

Si calcola quindi l'incertezza estesa U in base alla seguente formula:

$$U_m = k * s_m \quad (F.1)$$

dove:

k è il fattore di copertura; ad esso si assegna un valore è pari a 1, corrispondente ad un livello di fiducia per test monolaterale di circa l'84%.

I valori da attribuire all'incertezza estesa di misura U_m ai fini della valutazione delle classi acustiche sono riportati nel prospetto F.2. Tali valori sono arrotondati all'intero quando si applicano gli indici di valutazione delle grandezze acustiche, mentre sono espressi con un decimale quando si applicano ai livelli di rumore degli impianti.

Prospetto F.2 Incertezza estesa di misure in situ espresse con numero unico

	$D_{2m,nT,w}$ dB	R'_w dB	L'_{nw} dB	L_c dB(A)	L_{rd} dB(A)
U_m	1	1	1	1,1	2,4

Nota l'incertezza estesa, per ogni requisito, il valore utile, cioè il valore da assumere per la comparazione con i valori limite relativi agli intervalli di classe, si ottiene applicando le seguenti formule (F.2) e (F.3):

$$X = X_m - U_m \quad (F.2)$$

in cui X_m è il valore misurato dell'indice di isolamento acustico (isolamento acustico di facciata, potere fonoisolante, isolamento acustico rispetto a parti comuni)

$$Y = Y_m + U_m \quad (F.3)$$

in cui Y_m è il valore misurato dell'indice del rumore di calpestio e del livello di rumore di impianti.

Nota 1 L'utilizzo di un k relativo ad un livello di fiducia per test monolaterale è dettato dall'esigenza di confrontarsi con un requisito e col suo valore; l'applicazione delle formule F.2 e F.3 implica che esista una probabilità del 84% che il valore utile sia maggiore (o minore, a secondo del requisito) di questo limite.

Le considerazioni sull'incertezza riportate nella presente appendice valgono per i metodi di misurazione definiti nelle serie UNI EN ISO 140 e UNI EN ISO 16032 e per il metodo descritto in appendice D.

Nel caso in cui siano utilizzati altri metodi è necessario determinare la relativa incertezza di misura.

Nel prospetto F.3 è riportato un esempio di determinazione, per ogni requisito, del valore utile ottenuto applicando le formule (F.2) e (F.3).

Prospetto F.3 Esempio di determinazione del valore utile per ogni requisito

Requisito	Grandezza	Valore misurato (dB)	Incertezza di misura U_m (dB)	Valore utile (dB)
Isolamento facciata	$D_{2m,nT,w}$	39	1	38
Isolamento partizioni fra distinte unità immobiliari	R'_w	54	1	53
Calpestio fra distinte unità immobiliari	$L'_{n,w}$	54	1	55
Impianti a funzionamento continuo	L_{ic}	30,2	1,1	31,3
Impianti a funzionamento discontinuo	L_{id}	36,4	2,4	38,8

APPENDICE G (normativa)

Campionamento di elementi tecnici nominalmente identici di edifici con tipologia seriale a fini della effettuazione delle prove

G.1 Criteri di base

Nei sistemi edilizi caratterizzati da tipologie seriali, ovvero con elementi tecnici che si ripetono secondo schemi che dipendono dalle caratteristiche distributive, organizzative e funzionali degli ambienti delle unità immobiliari, è possibile adottare dei criteri di campionamento durante il processo di definizione dei livelli prestazionali per la determinazione della classe acustica, al fine di contenere il numero complessivo di determinazioni sperimentali necessarie per la valutazione della classe acustica delle unità immobiliari.

Il campionamento degli elementi tecnici (da sottoporre a determinate tipologie di prove) che compongono le diverse parti dell'unità immobiliare si basa sull'individuazione di insiemi omogenei da cui ricavare le prestazioni acustiche rappresentative dell'intero gruppo ed estendibili a tutti gli elementi tecnici dello specifico sistema edilizio in esame aventi le stesse caratteristiche.

In generale, un insieme di elementi tecnici può essere considerato omogeneo, cioè formato da elementi nominalmente uguali, e quindi oggetto di un possibile campionamento (in riferimento ad uno specifico requisito), qualora fra essi si verifichi l'identità delle seguenti condizioni:

- dimensioni dell'elemento;
- dimensioni degli ambienti acusticamente misurabili (sia trasmittente che ricevente) in cui è presente l'elemento tecnico oggetto di campionamento;
- uguale metodologia di prova (per esempio non sono omogenei fra loro, in riferimento al rumore di calpestio, solai in cui la valutazione dell'indice di livello al calpestio sia effettuabile dall'alto verso il basso e altri in cui tale valutazione sia effettuabile solamente fra ambienti adiacenti);
- stratigrafia, materiali e massa superficiale;
- condizioni di vincolo;
- presenza di attraversamenti impiantistici;
- tecniche di posa.

In generale possono essere ammesse tolleranze dimensionali del 10% sulla superficie delle partizioni e sul volume degli ambienti sottoposti a verifica (tali tolleranze non sono alle dimensioni dei serramenti).

In linea generale, per ogni requisito, è possibile effettuare il campionamento solo all'interno di gruppi omogenei di elementi tecnici, individuati mediante i criteri generali precedentemente descritti.

Nel caso di edifici o porzioni di edifici a destinazione d'uso residenziale, i gruppi omogenei devono essere costituiti da elementi appartenenti a diverse unità immobiliari.

Nel caso di edifici con destinazione d'uso diversa da quella residenziale, si possono campionare gli elementi tecnici dei singoli ambienti funzionali (per esempio, camere d'albergo, aule scolastiche, sale di degenza, uffici, ecc.).

La procedura di selezione del campione richiede l'identificazione di tutti gli elementi tecnici tra loro distinti. La selezione e l'identificazione del campione si effettua sulla base dall'analisi dei progetti esecutivi e delle schede tecniche relative alle strutture e agli impianti, ai loro componenti, elementi e materiali.

G.2 Indicazioni per la selezione del campione

Si può eseguire la selezione del campione per tipo e funzione dell'elemento tecnico sulla base dei criteri di seguito specificati.

Dopo avere individuati tutti gli elementi tecnici del sistema edilizio, è possibile raggrupparli per caratteristiche e funzione (campionamento stratificato, schemi delle figure G.1 e G.2). Ciascun insieme di

elementi tecnici omogenei deve essere oggetto di specifiche valutazioni, da eseguirsi nella misura di non meno del 10% degli elementi per ciascun gruppo omogeneo e comunque per almeno due elementi nominalmente uguali.

Il campionamento non può essere applicato ad elementi tecnici eterogenei o singoli.

Figura G.1 Schema di suddivisione degli elementi tecnici di un sistema edilizio sulla base dell'analisi costruttiva e tipologica

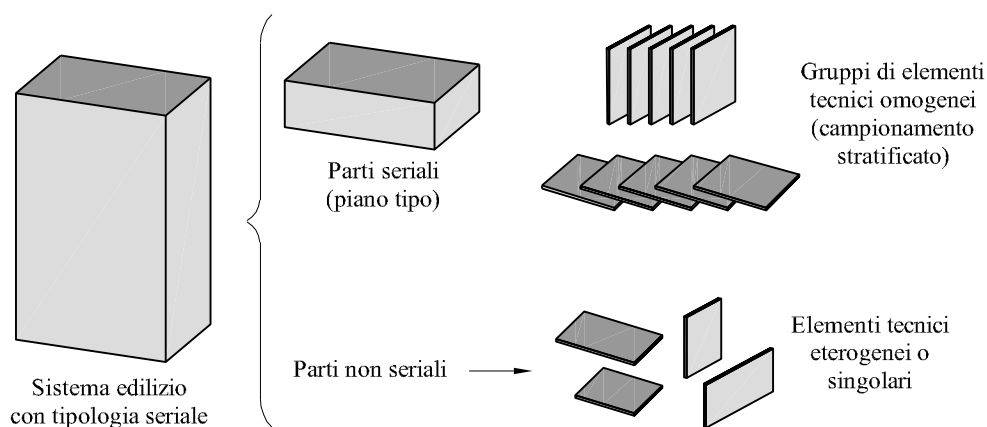
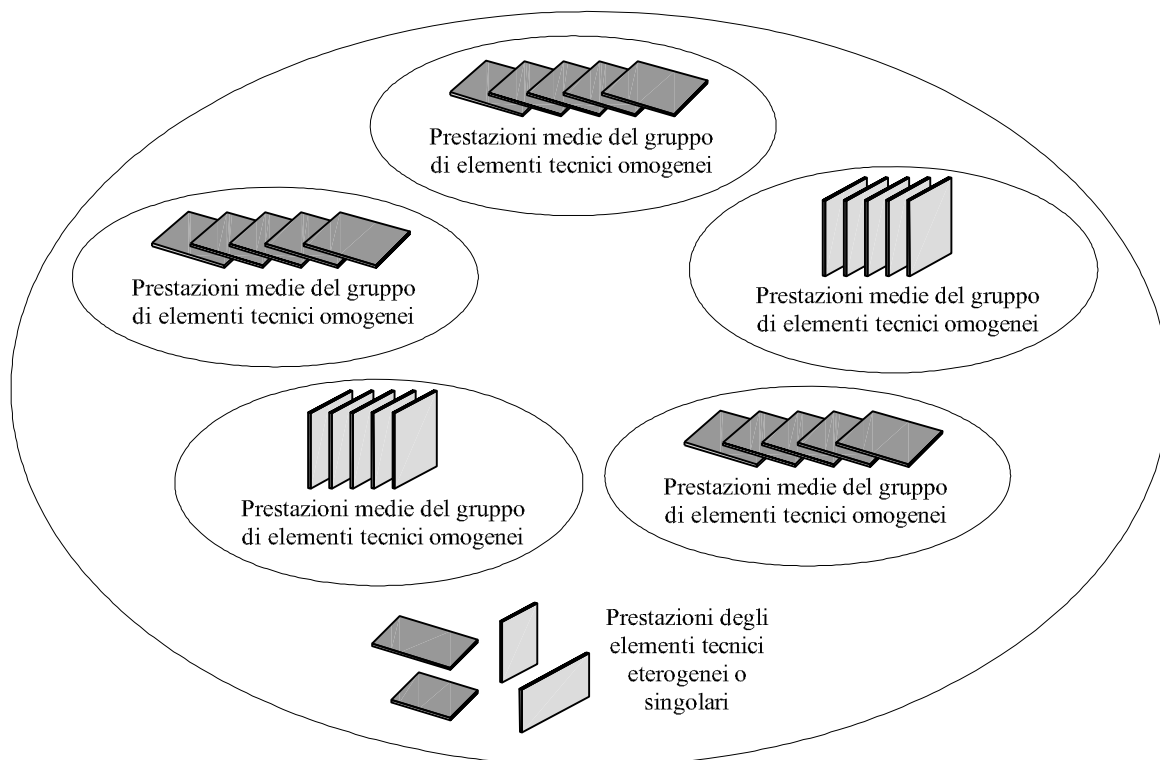


Figura G. 2 Esempio di schema di raggruppamento degli elementi tecnici per tipo e funzione



G.2.1 Isolamento acustico di facciata

Nel caso di valutazione dell'isolamento di facciata, la formazione dei gruppi omogenei di elementi tecnici deve basarsi sulla sostanziale uguaglianza di ognuno dei seguenti parametri:

- tipologia e configurazione del serramento (finestra, portafinestra, portoncino, lucernario, ecc.);
- tipologia degli accessori di movimentazione e degli elementi di tenuta dei serramenti;
- stratigrafia e materiali della chiusura trasparente;
- stratigrafia e materiali della chiusura opaca;
- superficie totale della porzione facciata in esame;
- modalità di giunzione della facciata alla struttura dell'edificio;
- volume e dimensioni dell'ambiente ricevente;
- dimensione e superficie dei serramenti;
- fattore di forma della facciata;
- tipologia di cassonetti (se presenti);
- presenza di elementi necessari alle normative di sicurezza (griglie di aerazione, griglie evacuazione gas, aperture tecniche di servizio, ecc.);
- condizioni di posa della parte opaca della facciata e dei serramenti.

G.2.2 Isolamento di partizioni interne

Nel caso di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea di partizioni interne, la selezione dei gruppi omogenei di elementi tecnici deve considerare in prima analisi la suddivisione fra strutture orizzontali e verticali, e successivamente, la formazione di ciascun gruppo omogeneo di elementi tecnici deve basarsi sulla sostanziale uguaglianza di ognuno dei seguenti parametri:

- superficie totale e dimensioni della partizione;
- volume e dimensione degli ambienti trasmittente e ricevente;
- stratigrafia, materiali e massa superficiale;
- condizioni di vincolo;
- tecniche di posa;
- presenza di porzioni di pareti parzialmente o completamente attraversate da elementi di impianto;
- presenza di pareti laterali con portoncini di ingresso, infissi, elementi eterogenei;
- presenza di pareti laterali leggere;
- presenza di partizioni poste in ambienti sottotetto abitabili;
- presenza di ambienti confinanti lateralmente con ambienti accessori di uso collettivo, quali vani scala e/o vani ascensore; presenza di ambienti messi in comunicazione da impianti tecnologici (canalizzazioni, condotti, ecc.);
- presenza di ambienti sfalsati sul piano orizzontale e/o verticale;
- verso in cui si effettua la determinazione sperimentale, in presenza di rivestimenti o controsoffitti.

G.2.3 Livello di rumore da calpestio

Nel caso di valutazione del livello di calpestio, oltre alle considerazioni fatte per l'isolamento per via aerea, la selezione dei gruppi omogenei di elementi tecnici deve tenere conto in particolare modo del diverso tipo di rivestimento delle superfici calpestabili (per esempio piastrelle, ceramiche, parquet, moquette o altro) e della collocazione dell'elemento considerato rispetto all'ambiente ricevente (trasmissione in ambienti sottostanti o in ambienti adiacenti).

G.2.4 Rumore di impianto

Nel caso di valutazione del livello di rumore di impianto, la selezione dei gruppi omogenei di elementi tecnici deve tenere conto della sostanziale identità:

- della tipologia e delle caratteristiche dell'impianto considerato;
- della modalità di funzionamento dell'impianto considerato;
- della distribuzione delle reti impiantistiche, prestando particolare attenzione agli impianti realizzati all'interno o in adiacenza a strutture di separazione tra ambienti (per esempio una parete attrezzata di un bagno a confine con una camera da letto);
- della collocazione rispetto all'edificio degli ambienti riceventi rispetto a quelli in cui è presente l'elemento impiantistico considerato;
- del volume e delle dimensioni degli ambienti riceventi;
- delle caratteristiche costruttive delle partizioni che costituiscono gli ambienti riceventi.

G.3 Verifica acustica a campione su unità immobiliari esistenti e ristrutturate

Nel caso di più unità immobiliari esistenti si può procedere con la verifica a campione come indicato nel punto precedente. Qualora per l'assenza di dati di progetto contenenti le descrizioni dettagliate degli elementi tecnici, o perché nel tempo siano state apportate modifiche alle strutture e agli impianti oggetto di valutazione, che lascino dubbi sulla effettiva uguaglianza di taluni ambienti agli ambienti campione, questi devono essere verificati singolarmente.

In caso di intervento edilizio, ai fini della classificazione acustica si verificheranno tutti gli elementi tecnici e gli impianti interessati dagli interventi; qualora esistesse una classificazione precedente agli interventi essa devono essere aggiornata per l'intera unità immobiliare.

APPENDICE H (normativa)
Metodo per l'elaborazione dei dati derivanti da campionamento e per il calcolo dell'incertezza di campionamento

H.1 Individuazione del numero di prove:

Nel caso di sistemi edilizi caratterizzati da tipologie seriali, cioè con elementi tecnici che si ripetono, è consentito effettuare prove su elementi tecnici campione, estendendo il risultato agli altri elementi tecnici. I criteri di campionamento sono descritti nell'appendice G.

Si individuano per ogni requisito r richiesto dalla classificazione, tutti gli N elementi tecnici misurabili relativi all'intero sistema edilizio.

All'interno degli N elementi tecnici si individuano:

- quelli associabili in gruppi omogenei G_h , con $h = 1, \dots, g$, dove g è il numero totale di gruppi omogenei, individuati per l'intero sistema edilizio (per l'individuazione dei gruppi omogenei si veda l'appendice G);
- quelli singoli, non associabili in gruppi omogenei, individuati per l'intero sistema edilizio.

Pertanto il numero totale di elementi tecnici misurabili N risulta pari a :

$$N = \sum_{h=1}^g M_h + Q \quad (\text{H.1})$$

dove:

M_h è il numero totale di elementi tecnici misurabili per ogni gruppo omogeneo G_h ;

Q è il numero di elementi tecnici misurabili singoli.

Nota Il gruppo omogeneo di elementi tecnici misurabili è sempre definito (vedere appendice G) rispetto ad un determinato requisito (poiché alcuni elementi tecnici possono essere omogenei rispetto ad un determinato requisito ma non rispetto ad un altro) e rispetto ad una stessa metodologia di prova (per esempio livello di isolamento al calpestio misurato dall'alto verso il basso).

In generale sono presenti, nell'edificio in esame, un numero J di unità immobiliare. All'interno delle singole UI, possono non essere presenti tutti i gruppi omogenei, ma solo un numero g_j di essi.

Per ogni gruppo omogeneo G_h il numero totale M_h di elementi tecnici misurabili può essere ripartito in un numero m_{hj} diverso di elementi tecnici misurabili per ciascuna j -esima UI (con $j = 1, \dots, J$) che compone l'edificio. Pertanto si ha che:

$$M_h = \sum_{j=1}^J m_{hj} \quad (\text{H.2})$$

Inoltre nelle diverse UI è presente un numero diverso di elementi tecnici misurabili singolarmente q_j . Il numero totale di elementi tecnici misurabili singolarmente Q dell'intero sistema edilizio è pari a:

$$Q = \sum_{j=1}^J q_j \quad (\text{H.3})$$

H.2 Campionamento

H.2.1 Generalità

Per ogni gruppo omogeneo G_h relativo ad un requisito r , si dispone di un numero M_h di elementi tecnici misurabili, da cui si estrae un campione composto da C_h elementi tecnici sottoposti a prova, dove C_h deve essere almeno pari al 10% del numero totale M_h e comunque non minore di 2.

I risultati delle C_h prove derivanti dal campionamento su ciascun gruppo omogeneo G_h , e i risultati delle Q prove singole relative al requisito r , sono i valori utili (cioè si considerano i valori dei risultati delle prove corretti con l'incertezza di misura):

- X_{hc} valore utile del parametro che esprime un livello di isolamento acustico per il gruppo omogeneo G_h con $c = 1, \dots, C_h$;
- Y_{hc} valore utile del parametro che esprime un livello di rumore per il gruppo omogeneo G_h con $c = 1, \dots, C_h$;
- X_S valore utile del parametro che esprime un livello di isolamento acustico per la prova singola S , con $S = 1, \dots, Q$;
- Y_S valore utile del parametro che esprime un livello di rumore per la prova singola S , con $S = 1, \dots, Q$.

H.2.2 Incertezza di campionamento

Per le prove singole l'incertezza di campionamento è nulla.

Per ognuno dei gruppi omogenei relativi ad un requisito r , si calcola la media energetica dei C_h valori utili nel modo seguente:

- nel caso di parametri che esprimono un livello di isolamento acustico (isolamento acustico di facciata, potere fonoisolante, isolamento acustico rispetto a parti comuni), la media energetica X_{he} per ognuno dei gruppi omogenei G_h , relativi ad un requisito r , si ottiene con la seguente formula, arrotondata alla prima cifra decimale:

$$X_{he} = -10 \lg \frac{\sum_{c=1}^{C_h} 10^{-X_{hc}/10}}{C_h} \quad (\text{H.4})$$

- nel caso di parametri che esprimono un livello di rumore (immissione sonora dovuta al calpestio o agli impianti) la media energetica Y_{he} per il gruppo omogeneo G_h , si ottiene con la seguente formula, arrotondata alla prima cifra decimale:

$$Y_{he} = 10 \lg \frac{\sum_{c=1}^{C_h} 10^{Y_{hc}/10}}{C_h} \quad (\text{H.5})$$

Per ogni gruppo omogeneo G_h relativo ad un requisito r , si calcola lo scarto tipo di campionamento s_{sh} con una delle seguenti relazioni relative rispettivamente ai parametri che esprimono un livello di isolamento acustico s_{shX} (formula H.6) e ai parametri che esprimono un livello di rumore s_{shY} (formula H.7), entrambi arrotondati alla seconda cifra decimale:

$$S_{shX} = \sqrt{\frac{\sum_{c=1}^{C_h} (X_{he} - X_{hc})^2}{C_h - 1} \frac{(M_h - C_h)}{(M_h - 1)}} \quad (\text{H.6})$$

$$S_{shY} = \sqrt{\frac{\sum_{c=1}^{C_h} (Y_{he} - Y_{hc})^2}{C_h - 1} \frac{(M_h - C_h)}{(M_h - 1)}} \quad (\text{H.7})$$

Per ogni gruppo omogeneo G_h relativo ad un requisito r si calcola quindi l'incertezza estesa di campionamento, arrotondata alla prima cifra decimale, secondo la formula seguente:

$$U_{sh} = s_{sh} * k \quad (\text{H.8})$$

dove k è il fattore di copertura, che dipende dal numero C_h di prove effettuate e dal livello di fiducia scelto, ed è dato nel prospetto H.1.

Prospetto H.1 Valore di k in funzione del numero di prove e del livello di fiducia (distribuzione t di Student monolaterale)

Numero di prove	Livello di fiducia									
	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
2	0,00	0,16	0,32	0,51	0,73	1,00	1,76	1,96	3,08	6,31
3	0,00	0,14	0,29	0,44	0,62	0,82	1,06	1,39	1,89	2,92
4	0,00	0,14	0,28	0,42	0,58	0,76	0,98	1,25	1,64	2,35
5	0,00	0,13	0,27	0,41	0,57	0,74	0,94	1,19	1,53	2,13
6	0,00	0,13	0,27	0,41	0,56	0,73	0,92	1,16	1,48	2,02
7	0,00	0,13	0,26	0,40	0,55	0,72	0,91	1,13	1,44	1,94
8	0,00	0,13	0,26	0,40	0,55	0,71	0,90	1,12	1,41	1,90
9	0,00	0,13	0,26	0,40	0,55	0,71	0,89	1,11	1,40	1,86
10	0,00	0,13	0,26	0,40	0,54	0,70	0,88	1,10	1,38	1,83
11	0,00	0,13	0,26	0,40	0,54	0,70	0,88	1,09	1,37	1,81
12	0,00	0,13	0,26	0,40	0,54	0,70	0,88	1,09	1,36	1,80
13	0,00	0,13	0,26	0,39	0,54	0,70	0,87	1,08	1,36	1,78
14	0,00	0,13	0,26	0,39	0,54	0,69	0,87	1,08	1,35	1,77
15	0,00	0,13	0,26	0,39	0,54	0,69	0,87	1,08	1,35	1,76
16	0,00	0,13	0,26	0,39	0,54	0,69	0,87	1,07	1,34	1,75
17	0,00	0,13	0,26	0,39	0,54	0,69	0,86	1,07	1,34	1,75
18	0,00	0,13	0,26	0,39	0,53	0,69	0,86	1,07	1,33	1,74
19	0,00	0,13	0,26	0,39	0,53	0,69	0,86	1,07	1,33	1,74
20	0,00	0,13	0,26	0,39	0,53	0,69	0,86	1,07	1,33	1,74

Il livello di fiducia scelto deve essere dichiarato esplicitamente nella classificazione acustica dell'UI in conformità al prospetto 5, punto 6.4.

La scelta del livello di fiducia è affidata al richiedente la classificazione.

H. 2.3 Valore rappresentativo del gruppo omogeneo

Per ogni requisito r si calcola il valor rappresentativo da assegnare ad ogni suo gruppo omogeneo G_h , corretto per tener conto dell'incertezza di campionamento secondo le seguenti formule:

▪ nel caso dei parametri che esprimono una prestazione in termini di livello di isolamento acustico (isolamento acustico di facciata, potere fonoisolante, isolamento acustico rispetto a parti comuni), il valore rappresentativo X_h del gruppo si ottiene con la seguente formula, arrotondato alla prima cifra decimale:

$$X_h = X_{eh} - U_{sh} \quad (H.9)$$

▪ nel caso dei parametri che esprimono un livello di rumore (immissione sonora dovuta al calpestio o agli impianti), il valore rappresentativo Y_{rh} del gruppo si ottiene con la seguente formula, arrotondato alla prima cifra decimale:

$$Y_h = Y_{eh} + U_{sh} \quad (H.10)$$

H.2.4 Valore rappresentativo dell'unità immobiliare

Per la caratterizzazione delle J unità immobiliari del sistema edilizio in esame, è necessario ripetere per ciascun requisito r , il procedimento descritto al punto H.2.3 per tutti i g gruppi omogenei.

Per ogni requisito r , si esegue una media energetica ponderata, tenendo conto del numero effettivo di elementi tecnici misurabili, sia singoli che di gruppi omogenei, pertinenti per la j -esima UI in esame.

Per ogni gruppo omogeneo G_h , si considera il numero di elementi tecnici misurabili m_{hj} appartenenti a ciascuna delle J unità immobiliare in esame.

Nel caso dei parametri che esprimono un livello di isolamento acustico (isolamento acustico di facciata, potere fonoisolante, isolamento acustico rispetto a parti comuni), si calcola il valore globale X_{rj} del parametro in esame, con la seguente formula, arrotondato alla prima cifra decimale:

$$X_{rj} = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{-X_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{-X_S/10}}{N_j} \quad (H.11)$$

dove, per il requisito r in esame :

X_S sono i valori derivanti dalle prove, effettuate singolarmente, e pertinenti per l' unità immobiliare j -esima ;

X_h sono i valori rappresentativi per ciascun gruppo omogeneo G_h , pertinente per l' unità immobiliare j -esima;

g_j è il numero di gruppi omogenei presenti nell' unità immobiliare j -esima;

q_j è il numero di elementi tecnici misurabili singoli per l' unità immobiliare j -esima;

m_{hj} è il numero di elementi tecnici misurabili del gruppo omogeneo G_h relativi all' unità immobiliare j -esima;

N_j è il numero totale di elementi tecnici misurabili dell' unità immobiliare j -esima definito dalla seguente formula:

$$N_j = \sum_{h=1}^{g_j} m_{hj} + q_j \quad (H.12)$$

Analogamente, per i parametri che esprimono delle prestazioni in termini di livello di rumore (immissione sonora dovuta al calpestio o agli impianti), arrotondato alla prima cifra decimale:

$$Y_{rj} = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{Y_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{Y_S/10}}{N_j} \quad (\text{H.13})$$

con analogo significato dei simboli.

Nel caso del potere fonoisolante, la formula H.11 deve essere applicata separatamente per il potere fonoisolante misurato in direzione orizzontale e per il potere fonoisolante misurato in direzione verticale; solo in un secondo momento i due risultati $X_{rj,orizz}$ e $X_{rj,vert}$ devono essere mediati energeticamente tra loro a costituire il valore X_{rj} rappresentativo per l'intera unità immobiliare.

H.2.4 Casi particolari

Le due relazioni precedenti si semplificano nei seguenti casi:

- **(CASO A)** Se all'interno della j-esima unità immobiliare in esame ogni elemento tecnico (sia che appartenga ad un gruppo omogeneo, sia che costituisca un elemento singolare) è ripetuto una sola volta, per trovare il valore del requisito r , pertinente per l'intera unità immobiliare, è sufficiente fare una media energetica semplice dei valori relativi ad ogni elemento tecnico (ogni valore è conteggiato una sola volta):

$$X_{rj} = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} 10^{-X_h/10} + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{-X_S/10}}{N_j} \quad (\text{H.14})$$

$$Y_{rj} = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} 10^{Y_h/10} + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{Y_S/10}}{N_j} \quad (\text{H.15})$$

dove, per il requisito r :

X_h o Y_h sono i valori rappresentativi per ciascun gruppo omogeneo G_h , pertinente per l'unità immobiliare j-esima (con $h = 1, \dots, g_j$, e dove g_j è il numero di gruppi omogenei presenti nell'unità immobiliare j-esima.);

X_S sono i risultati delle prove effettuate singolarmente (con $S = 1, \dots, q_j$, e dove q_j è il numero di prove singole pertinenti per l'unità immobiliare j-esima);

N_j è il numero totale di prove per l'unità immobiliare j-esima, che, nel caso particolare in esame, risulta definito dalla seguente formula:

$$N_j = g_j + q_j \quad (\text{H.16})$$

X_{rj} o Y_{rj} è il valore, rappresentativo per l'intera unità immobiliare j-esima e che si utilizza per determinarne la classe acustica.

In generale tale situazione si può verificare nel caso di un edificio di tipo seriale composto da più unità immobiliare di tipo residenziale: all'interno di una stessa unità immobiliare gli elementi tecnici sono praticamente tutti singolari, ma guardando l'intero edificio, essi possono ripetersi identici più volte, in unità immobiliare differenti.

- **(CASO B)** Se il campionamento è stato fatto all'interno di un'unica unità immobiliare di tipo seriale ed i gruppi omogenei sono stati individuati solo all'interno di tale unità immobiliare: risulta $J = 1$ e quindi nelle formule si può omettere il pedice j .

Per il calcolo del valore globale da assegnare all'intera unità immobiliare, per ciascun requisito r , deve essere fatta una media energetica ponderata conteggiando M_h volte il requisito X_h o Y_h derivante dal campionamento all'interno del gruppo omogeneo G_h e conteggiando invece una sola volta i requisiti X_s relativi alle Q prove singole; la media ponderata deve essere riferita al numero totale N di elementi.

La formula da utilizzare per la media energetica ponderata è la seguente:

$$X_r = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{-X_h/10} \cdot M_h) + \sum_{s=1}^Q 10^{-X_s/10}}{N} \quad (\text{H.16})$$

$$Y_r = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{Y_h/10} \cdot M_h) + \sum_{s=1}^Q 10^{Y_s/10}}{N} \quad (\text{H.17})$$

Notare che nel caso di un'unica unità immobiliare di tipo seriale:

- tutte le elementi tecnici misurabili appartenenti al gruppo omogeneo G_h risultano pertinenti per l'unità immobiliare, quindi risulta $M_h = m_{hj}$;
- il numero g di gruppi omogenei individuati per il sistema edilizio coincide con il numero g_j di gruppi omogenei pertinenti per l'unità immobiliare;
- tutti gli elementi tecnici misurabili singoli risultano pertinenti per l'unità immobiliare e quindi $Q = q_j$;
- il numero totale di elementi tecnici misurabili N sul sistema edilizio coincide con il numero totale di elementi tecnici misurabili N_j per l'unità immobiliare e risulta:

$$N = \sum_{h=1}^g M_h + Q \equiv N_j = \sum_{h=1}^{g_j} m_{hj} + \sum_{h=1}^{q_j} q_j \quad (\text{H.18})$$

Tale situazione si verifica per esempio negli alberghi: questi, se collocati in un edificio autonomo, costituiscono delle unità immobiliare singole, all'interno delle quali si hanno numerosi elementi tecnici identici, data la presenza del modulo camera/bagno ripetuto uguale.

APPENDICE I (informativa)
Esempi di determinazione della classe acustica

I.1 Esempio di singola unità immobiliare ad uso residenziale

I.1.1 Generalità

La singola UI immobiliare considerata in questo esempio fa parte di un edificio multipiano ed è situata ad un piano intermedio (sopra e sotto sono presenti altre due UI identiche a quella in esame). In figura I.1 si riporta la pianta del piano tipo in cui è sita la UI considerata, che è evidenziata in grigio. Nelle figure successive sono individuati gli elementi tecnici, relativi ai requisiti da considerare per la classificazione acustica dell'UI ed elencati di seguito:

- isolamento acustico di facciata; elementi tecnici individuati in figura I.2;
- potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari; elementi tecnici individuati in figura I.3;
- isolamento al rumore da calpestio; elementi tecnici individuati in figura I.4;
- isolamento al rumore da impianti a funzionamento discontinuo; elementi tecnici individuati in figura I.5.

Figura I.1 Piano tipo con evidenziata l'UI in esame



Figura I.2 Elementi tecnici interessati dalle prove di isolamento di facciata, per l'UI in esame

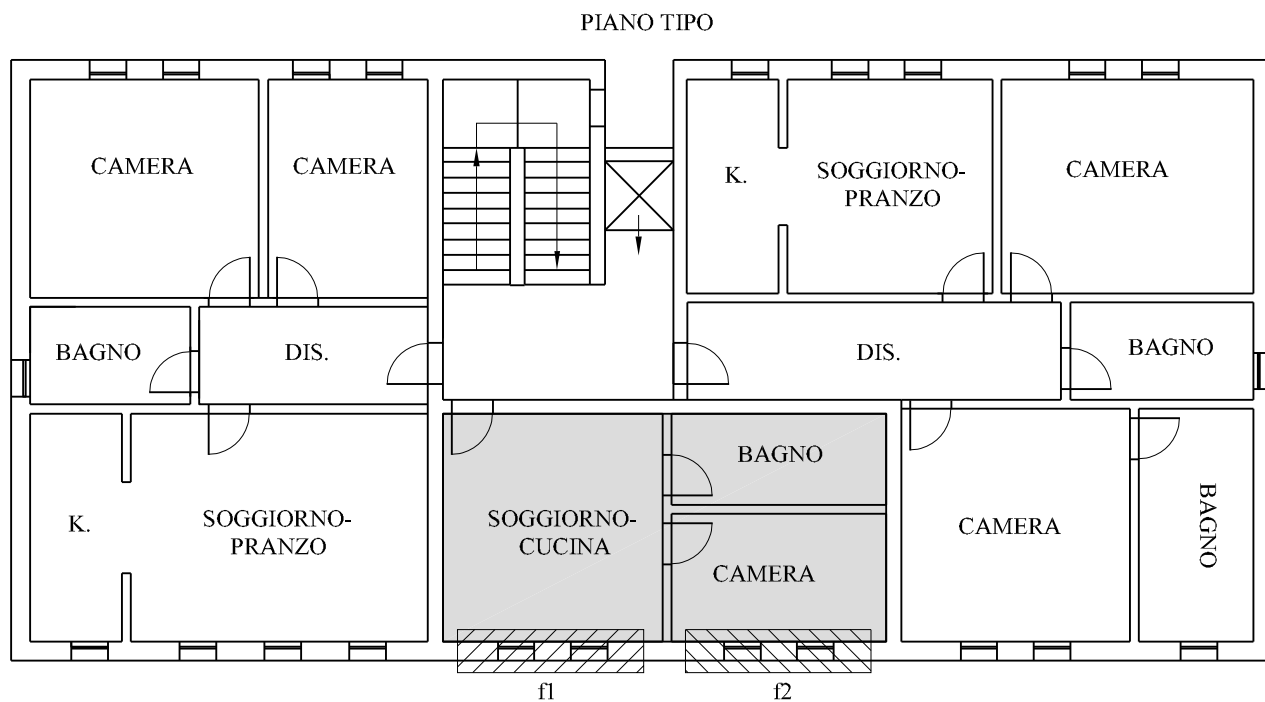
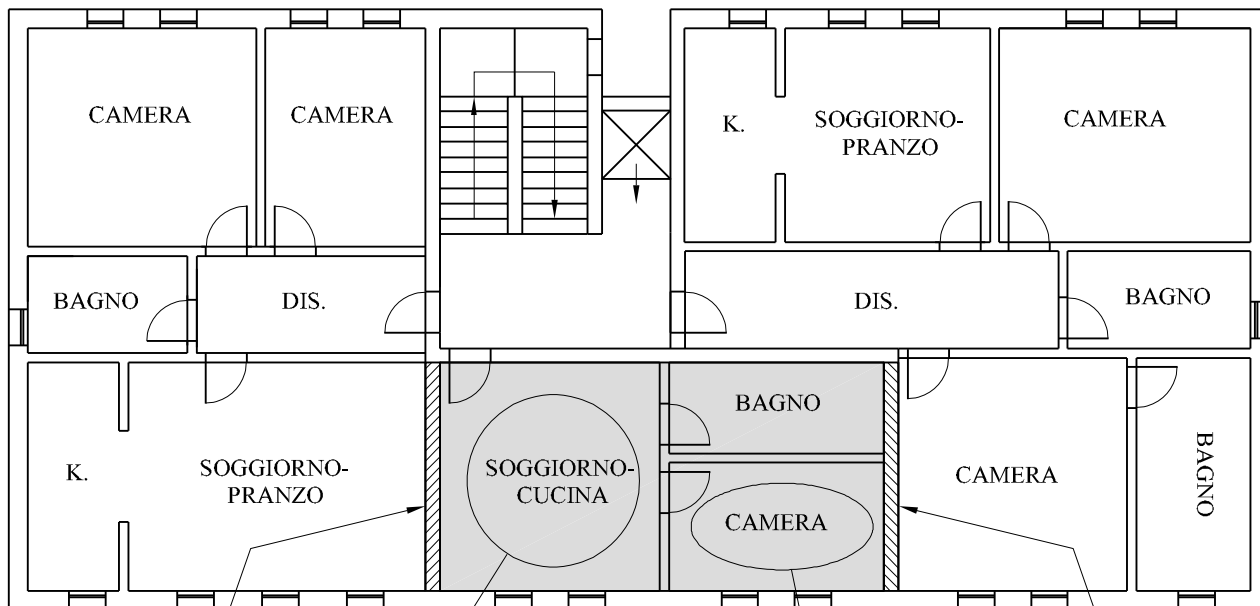


Figura I.3 Elementi tecnici interessati dalle prove di potere fonoisolante apparente, per l'UI in esame
PIANO TIPO



R5 - potere fonoisolante
 apparente
 della partete laterale

R1 - potere fonoisolante
 apparente
 del solaio superiore
 R2 - potere fonoisolante
 apparente
 del solaio inferiore

R3 - potere fonoisolante
 apparente
 del solaio superiore
 R4 - potere fonoisolante
 apparente
 del solaio inferiore

R6 - potere fonoisolante
 apparente
 della partete laterale

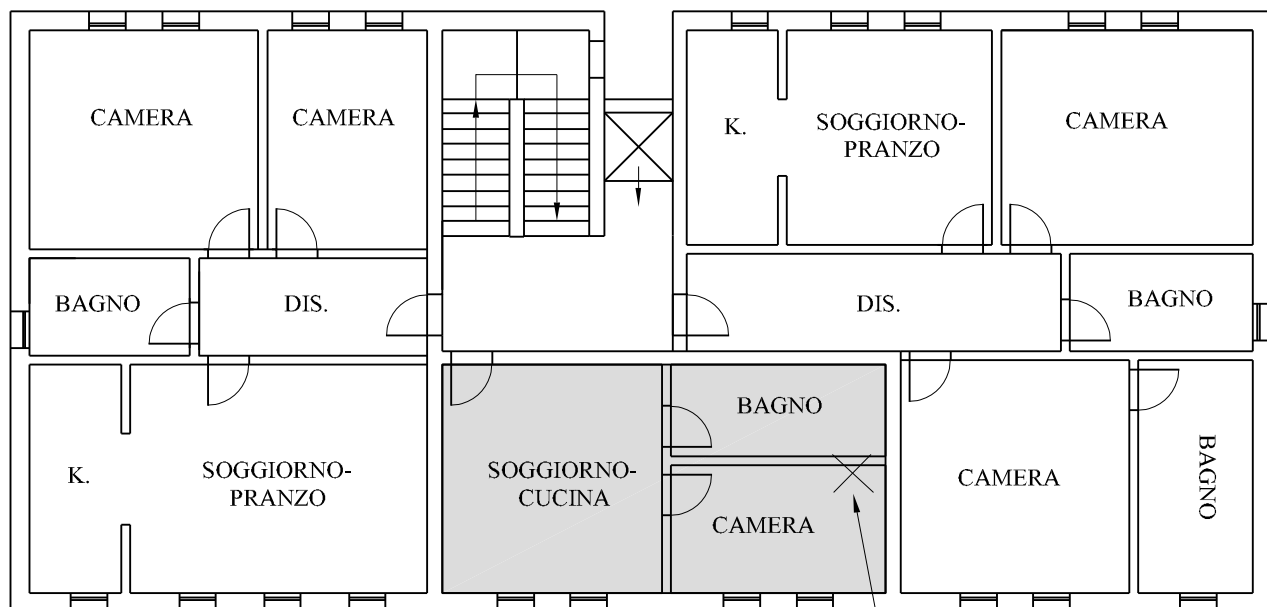
Figura I.4 Pianta dell'edificio con evidenziati gli elementi tecnici per l'isolamento al rumore da calpestio, per l'UI in esame

PIANO TIPO



Figura I.5 Ambiente dell'UI in esame in cui va valutato il livello sonoro immesso dagli impianti a funzionamento discontinuo dell'UI soprastante

PIANO TIPO



d1 - prova rumorosità indotta dallo scarico del WC del bagno al piano superiore
 d2 - prova rumorosità indotta dallo scarico della doccia del bagno al piano superiore

A seguire sono riportati i valori risultanti dalle prove di ciascun requisito, effettuate sugli elementi tecnici dell'UI in esame. Effettuando la correzione con l'incertezza di misura, come descritto in appendice F, si ottengono i valori utili, da cui si calcola poi il valore di ciascun requisito rappresentativo per l'intera U.I.

I.1.2 Isolamento di facciata

I valori utili del requisito di isolamento acustico di facciata, X , si ottengono sottraendo ai valori misurati, l'incertezza estesa di misura, come indicato nella formula (F.2): $X = X_m - U_m$

Prospetto I.1 Valori misurati e valori utili per il requisito di isolamento acustico di facciata

Prove di isolamento acustico di facciata	Valore misurato [dB]	Incetezza di misura [dB]	Valore utile [dB]
f1	38	1	37
f2	39	1	38

Il valore complessivo dell'isolamento di facciata, da confrontare con i valori delle classi date nel prospetto 1, al punto 6.1, si ottiene utilizzando la formula (2) del punto 6.3.2:

$$D_{2m,nT,W} = -10 \log \frac{10^{-37/10} + 10^{-38/10}}{2} = 37,5 \text{ dB} \rightarrow \text{classe III}$$

I.1.3 Potere fonoisolante apparente

I valori utili del potere fonoisolante apparente, X , si ottengono sottraendo ai valori misurati, l'incertezza estesa di misura, come indicato nella formula (F.2): $X = X_m - U_m$

Prospetto I.2 Valori misurati e valori utili per il requisito del potere fonoisolante apparente

Prove di isolamento acustico di facciata	Valore misurato [dB]	Incertezza di misura [dB]	Valore utile [dB]	Direzione di misura
R1	55	1	54	verticale
R2	53	1	52	verticale
R3	54	1	53	verticale
R4	55	1	54	verticale
R5	51	1	50	orizzontale
R6	50	1	49	orizzontale

Nel caso del calcolo del requisito potere fonoisolante apparente per la singola UI, in riferimento al punto 6.3.2, si applica la formula (2) del punto 6.3.2 separatamente alle partizioni orizzontali e verticali (i pedici orizz. e vert. nelle formule seguenti sono riferiti al verso della prova), poi si mediano energeticamente i due risultati per ottenere il valore del potere fonoisolante apparente dei divisori rappresentativo dell'unità immobiliare.

$$R'_{W,vert} = -10 \log \frac{10^{-54/10} + 10^{-52/10} + 10^{-53/10} + 10^{-54/10}}{4} = 53,2 \text{ dB}$$

$$R'_{W,orizz} = -10 \log \frac{10^{-50/10} + 10^{-49/10}}{2} = 49,5 \text{ dB}$$

$$R'_{W,U.I} = -10 \log \frac{10^{-53,2/10} + 10^{-49,5/10}}{2} = 51,0 \text{ dB} \rightarrow \text{classe III}$$

I.1.4 Isolamento dal rumore di calpestio

I valori utili del requisito di isolamento dal rumore di calpestio, Y , si ottengono sommando ai valori misurati l'incertezza estesa di misura, come indicato nella formula (F.3): $Y = Y_m + U_m$

Prospetto I.3 Valori misurati e valori utili per il requisito di isolamento dai rumori di calpestio

Prove di isolamento dal rumore di calpestio	Valore misurato [dB]	Incertezza di misura [dB]	Valore utile [dB]
c1	61	1	62
c2	58	1	59

Il valore complessivo dell'isolamento da calpestio, da confrontare con i valori delle classi date nel prospetto 1, al punto 6.1, si ottiene utilizzando la relazione (3) del punto 6.3.2:

$$L'_{n,w} = 10 \log \frac{10^{62/10} + 10^{59/10}}{2} = 60,8 \text{ dB} \rightarrow \text{classe II}$$

I.1.5 Livelli indotti dagli impianti a funzionamento discontinuo

I valori utili del requisito di livello sonoro immesso dagli impianti a funzionamento discontinuo Y , si ottengono sommando ai valori misurati l'incertezza estesa di misura, come indicato nella formula (F.3): $Y = Y_m + U_m$

Prospetto I.4 Valori misurati e valori utili per i livelli di rumorosità immessa dagli impianti a funzionamento discontinuo

Prove di rumorosità indotta dagli impianti a funzionamento discontinuo	Tipo di prova	Valore misurato [dB(A)]	incertezza di misura [dB(A)]	Valore utile [dB(A)]
d1	scarico WC	34	2,4	36,4
d2	scarico doccia	32	2,4	34,4

Il valore complessivo del livello dovuto agli impianti a funzionamento discontinuo, da confrontare con i valori delle classi date nel prospetto 1, al punto 6.1, si ottiene utilizzando la formula (3) del punto 6.3.2:

$$L_{id} = 10 \log \frac{10^{36,4/10} + 10^{34,4/10}}{2} = 35,5 \text{ dB} \rightarrow \text{classe III}$$

I.1.6 Impianti a funzionamento continuo

Nell'unità immobiliare in esame non vi sono impianti a funzionamento continuo pertinenti. Pertanto il requisito risulta NP.

I.1.7 Calcolo della classe globale dell'unità immobiliare

Per l'unità immobiliare in esame si calcola il valore globale Z_{UI} , che dipende dai valori di Z_r per ogni requisito dell'unità immobiliare.

Si riportano nel prospetto I.5 i valori dei requisiti ottenuti.

Prospetto I.5 Valori dei requisiti relativi all'UI in esame e relativi Z_r .

Requisito	Valore	Z_r
Isolamento di facciata	37,5 dB	3
Isolamento ai rumori aerei	51,0 dB	3
Isolamento al calpestio	60,8 dB	2
Isolamento al rumore da impianti discontinui	35,5 dB(A)	3
Isolamento al rumore da impianti continui	NP	-

Ottenuti i valori Z_r per ogni requisito dell'unità immobiliare, questi si compongono secondo la formula (4) del punto 6.4.

$$Z_{UI} = \frac{\sum_{r=1}^P Z_r}{P} = \frac{3 + 3 + 2 + 3}{4} = \frac{11}{4} = 2,75$$

Il risultato arrotondato all'intero più vicino, ovvero 3, fornisce la classe globale dell'unità immobiliare.

La classe dell'unità immobiliare si esprime attraverso una lettera che ne indica il valore globale, seguita da 5 lettere indicanti, nell'ordine il valore dei requisiti compresi fra a) ed e).

Prospetto I.6 Classificazione acustica dell'unità immobiliare UI00 attraverso un unico indice

Unità immobiliare UI00					
Classe III	$D_{2m,nT,w}$	R'_{w}	$L'_{n,w}$	L_{ic}	L_{rid}
	III,	III,	II,	NP,	III
Calcolo della classe derivante dalla misurazione di tutti gli elementi tecnici pertinenti, per ciascun requisito, per l'unità immobiliare in esame					

I.2 Esempio di campionamento di unità immobiliare con destinazione d'uso ricettiva - albergo

I.2.1 Generalità

L'albergo considerato in questo esempio è un'unità immobiliare di tipo seriale. Si applica il metodo di campionamento descritto in appendice G, e, per l'elaborazione dei dati provenienti da campionamento, si utilizza il metodo descritto in appendice H.

Per un'unità immobiliare a destinazione d'uso ricettiva, la classificazione acustica prevede oltre ai requisiti riportati nel prospetto 1 del punto 6.1, anche gli ulteriori requisiti riportati nel prospetto 2 del punto 6.1. Dunque si valutano l'isolamento acustico normalizzato di partizioni verticali e orizzontali della stessa UI, $D_{nT,w}$, e il livello di pressione sonora di calpestio normalizzato tra ambienti della stessa UI, L'_{nw} .

L'albergo considerato è a 6 piani: al piano terra sono presenti ambienti comuni e di servizio (hall, sala da pranzo, cucina e un ufficio); gli altri piani sono occupati esclusivamente da camere (il primo piano presenta una distribuzione degli ambienti leggermente diversa rispetto ai piani superiori). Sono presenti in tutto 4 diverse tipologie di camere.

La tipologia costruttiva dell'albergo prevede l'utilizzo di pareti leggere tra le camere, nei corridoi e, all'interno della stessa camera, tra la camera e il bagno; di pareti pesanti in corrispondenza del vano scale. Prevede inoltre la stessa tipologia per tutti i solai interpiano, con pavimento galleggiante in ogni camera; la hall, la sala da pranzo e l'ufficio al piano terra, hanno un rivestimento a pavimento diverso da quello utilizzato nelle camere. Non è presente il controsoffitto nelle camere. Non vi è passaggio di impianti nelle pareti divisorie tra le camere.

La scelta dei gruppi omogenei, come descritta in appendice G, deve essere fatta per ogni requisito oggetto di classificazione.

I.2.2 Isolamento acustico di facciata

Per il requisito isolamento acustico di facciata, si individuano tutti gli elementi tecnici misurabili all'interno dell'intero sistema edilizio (albergo). All'interno degli N elementi misurabili si individuano quelli raggruppabili in gruppi omogenei e quelli singoli non raggruppabili in gruppi omogenei.

In figura I.6 sono riportate le piante dell'albergo con evidenziati i gruppi omogenei per l'isolamento acustico di facciata.

Le facciate di tipologia f1, f2, f3 sono elementi tecnici singoli non raggruppabili in gruppi omogenei. Pertanto il numero Q di elementi tecnici misurabili singolarmente è pari a 3.

Le facciate di tipologia f4 sono 5 elementi tecnici (1 elemento tecnico per ogni piano a partire dal primo piano) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_1 . Si ha che M_1 è pari a 5.

Le facciate di tipologia f5 sono 35 elementi tecnici (7 elementi tecnici per ogni piano a partire dal primo piano) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_2 . Si ha che M_2 è pari a 35.

Le facciate di tipologia f6 sono 4 elementi tecnici (1 elemento tecnico per ogni piano a partire dal secondo) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_3 . Si ha che M_3 è pari a 4.

Le facciate di tipologia f7 sono 4 elementi tecnici (1 elemento tecnico per ogni piano a partire dal secondo) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_4 . Si ha che M_4 è pari a 4.

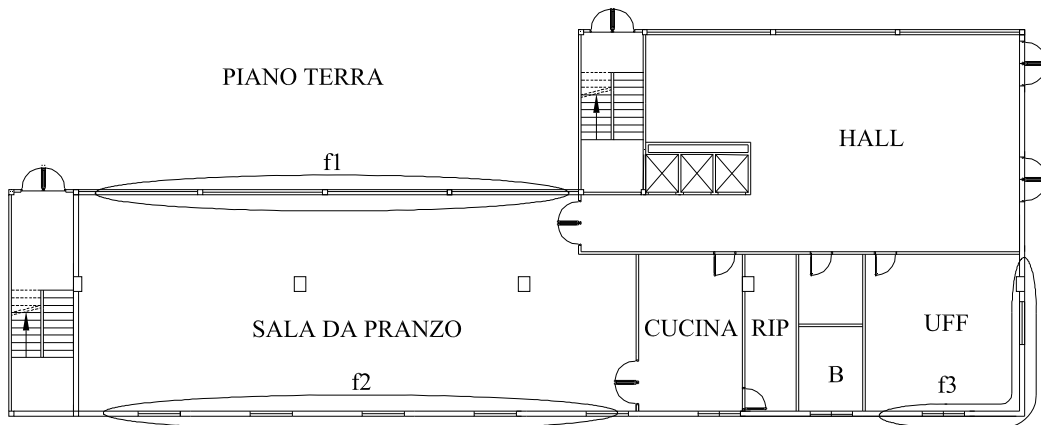
Il numero totale di elementi tecnici misurabili per il requisito isolamento di facciata è pari a (vedere formula H.1 dell'appendice H):

$$N = \sum_{h=1}^g M_h + Q = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + Q = 5 + 35 + 4 + 4 + 3 = 51$$

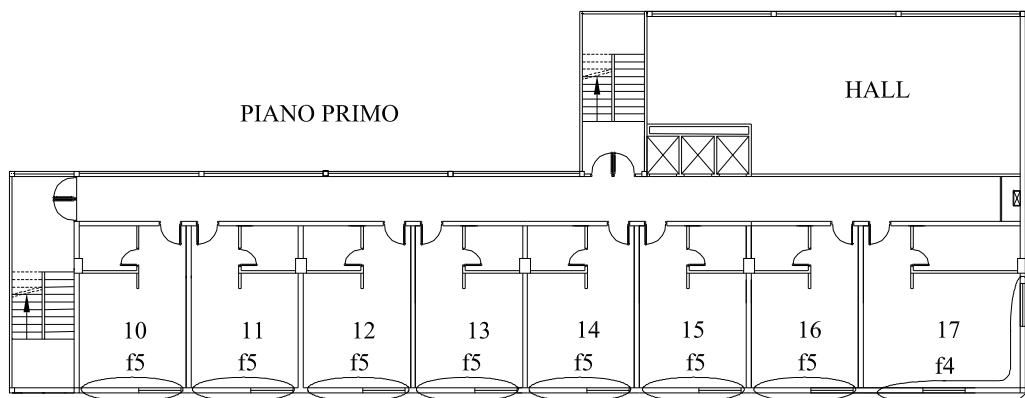
Nota Non è stato misurato l'isolamento di facciata della Hall, in quanto locale accessorio.

Per la prova singola f3, facciata con due affacci, e per i gruppi omogenei G_1 e G_4 , costituiti rispettivamente dagli elementi tecnici di tipologia f4 e f7, facciate con due affacci verso l'esterno, si utilizzano due posizioni di sorgente. Il valore utile della facciata si ottiene applicando il procedimento descritto nel punto 6.2 lettera a), mediando con criterio energetico i valori in frequenza di ogni combinazione affaccio-sorgente secondo la formula (1) punto 6.2, da cui si ottiene l'isolamento normalizzato di facciata a cui deve essere poi applicata l'incertezza di misura (per ottenere il valore utile).

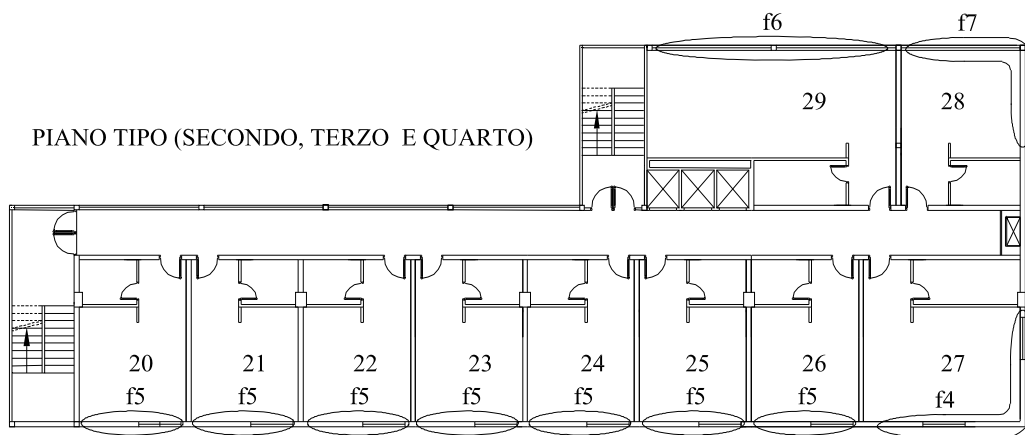
Figura I.6 Pianta dell'albergo con evidenziati gli elementi tecnici per l'isolamento acustico di facciata



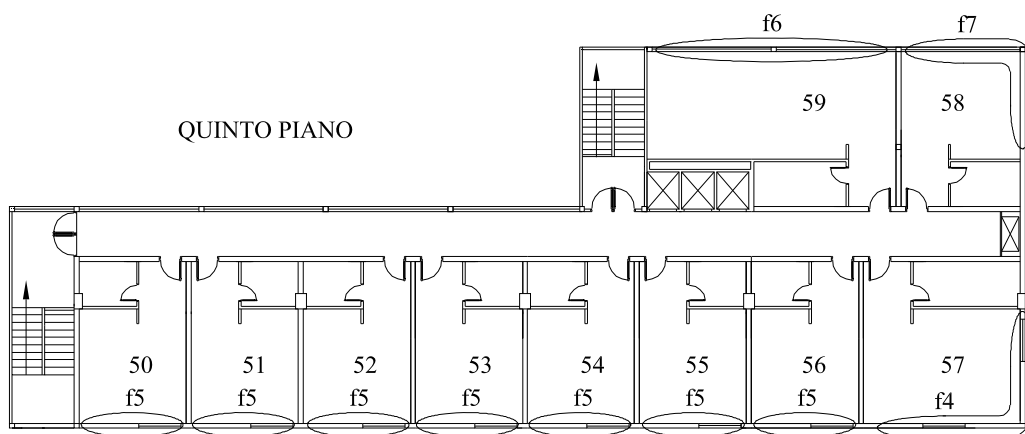
f1: prova singola
f2: prova singola
f3: prova singola



f4: 5 prove
f5: 35 prove



f6: 4 prove
f7: 4 prove



Campionamento: per ogni gruppo omogeneo G_h si dispone di un numero M_h di elementi tecnici misurabili, da cui si estrae un campione composto da C_h elementi tecnici sottoposti a prova, dove C_h deve essere almeno pari al 10% (arrotondato all'intero superiore) del numero totale M_h e comunque non minore di 2, secondo quanto riportato nel prospetto I.7.

Prospetto I.7 Numero di elementi tecnici campione sottoposti a prova per i gruppi omogenei individuati

Gruppo omogeneo	n° elementi tecnici M_h	Elementi tecnici campione sottoposti a prova C_h
G_1	5	2
G_2	35	4
G_3	4	2
G_4	4	2

Gli elementi tecnici singoli non raggruppabili in gruppi omogenei devono essere misurati tutti.

Nel prospetto I.8 si riportano i risultati delle misurazioni sugli elementi tecnici sottoposti a prova, dove:

X_s sono i valori utili del parametro che esprime l'isolamento di facciata per ciascuna delle prove singole S , con $S = 1, \dots, Q$; e $Q = 3$;

X_{hc} è il valore utile del parametro che esprime l'isolamento acustico normalizzato di facciata, determinato per ciascuno dei C_h elementi tecnici misurati del gruppo omogeneo G_h con $c = 1, \dots, C_h$;

X_{he} è la media energetica dei C_h valori derivanti da campionamento per ciascuno dei gruppi G_h ottenuta con la formula (H.4), arrotondata alla prima cifra decimale.

Prospetto I. 8 a) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: a) gruppi omogenei

Gruppo omogeneo	$D_{2m,n,Tw}$ misurato [dB]				$D_{2m,n,Tw}$ valore utile [dB] X_{hc}				Media energetica [dB] X_{he}
	G_1	40	41			39	40		
G_2	39	38	38	40	38	37	37	39	37,7
G_3	36	37			35	36			35,5
G_4	35	37			34	36			34,9

Prospetto I.8 b) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: b) elementi tecnici singoli

Elementi tecnici singoli	$D_{2m,n,Tw}$ misurato [dB]	$D_{2m,n,Tw}$ valore utile [dB] X_s
f1	35	34
f2	36	35
f3	40	39

I valori X_{he} sono ottenuti dalle seguenti relazioni (vedere formula H.4 dell'appendice H):

$$X_{1e} = -10 \lg \frac{\sum_{c=1}^{C_1} 10^{-X_{1c}/10}}{C_1} = -10 \lg \frac{10^{-39/10} + 10^{-40/10}}{2} = 39,5$$

$$X_{2e} = -10 \lg \frac{\sum_{c=1}^{C_2} 10^{-X_{2c}/10}}{C_2} = -10 \lg \frac{10^{-38/10} + 10^{-37/10} + 10^{-37/10} + 10^{-39/10}}{4} = 37,7$$

$$X_{3e} = -10 \lg \frac{\sum_{c=1}^{C_3} 10^{-X_{3c}/10}}{C_3} = -10 \lg \frac{10^{-35/10} + 10^{-36/10}}{2} = 35,5$$

$$X_{4e} = -10 \lg \frac{\sum_{c=1}^{C_4} 10^{-X_{4c}/10}}{C_4} = -10 \lg \frac{10^{-34/10} + 10^{-36/10}}{2} = 34,9$$

Per ogni gruppo omogeneo G_n , lo scarto tipo di campionamento s_{sh} si calcola applicando la formula (H.6) dell'appendice H, e si arrotonda il risultato alla seconda cifra decimale:

$$s_{s1} = \sqrt{\frac{\sum_{c=1}^{C_1} (X_{1e} - X_{1c})^2}{C_1 - 1} \frac{(M_1 - C_1)}{(M_1 - 1)}} = \sqrt{\frac{(39,5 - 39)^2 + (39,5 - 40)^2}{2 - 1} \frac{(5 - 2)}{(5 - 1)}} = 0,61$$

$$s_{s2} = \sqrt{\frac{\sum_{c=1}^{C_2} (X_{2e} - X_{2c})^2}{C_2 - 1} \frac{(M_2 - C_2)}{(M_2 - 1)}} = \sqrt{\frac{(37,7 - 38)^2 + (37,7 - 37)^2 + (37,7 - 37)^2 + (37,7 - 39)^2}{4 - 1} \frac{(35 - 4)}{(35 - 1)}} = 0,92$$

$$s_{s3} = \sqrt{\frac{\sum_{c=1}^{C_3} (X_{3e} - X_{3c})^2}{C_3 - 1} \frac{(M_3 - C_3)}{(M_3 - 1)}} = \sqrt{\frac{(35,5 - 35)^2 + (35,5 - 36)^2}{2 - 1} \frac{(4 - 2)}{(4 - 1)}} = 0,58$$

$$s_{s4} = \sqrt{\frac{\sum_{c=1}^{C_4} (X_{4e} - X_{4c})^2}{C_4 - 1} \frac{(M_4 - C_4)}{(M_4 - 1)}} = \sqrt{\frac{(34,9 - 34)^2 + (34,9 - 36)^2}{2 - 1} \frac{(4 - 2)}{(4 - 1)}} = 1,16$$

Per ogni gruppo omogeneo G_n si calcola quindi l'incertezza estesa di campionamento secondo la formula (H.8) dell'appendice H: $U_{sh} = s_{sh} \cdot k$ dove k è il fattore di copertura, che dipende dal numero C_n di prove effettuate e dal livello di fiducia scelto, ed è dato nel prospetto H.1 dell'appendice H.

Nel prospetto I.9 seguente si riportano i risultati dei calcoli dell'incertezza estesa di campionamento (arrotondata alla prima cifra decimale) per tre livelli di fiducia considerati: 50%, 75% e 95%.

Prospetto I.9 Valori dello scarto tipo di campionamento s_{sh} , del fattore di copertura k e dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Gruppo omogeneo	C_h	s_{sh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
			k	U_{sh}	k	U_{sh}	k	U_{sh}
G_1	2	0,61	0	0	1	0,6	6,31	3,8
G_2	4	0,92	0	0	0,76	0,7	2,35	2,2
G_3	2	0,58	0	0	1	0,6	6,31	3,7
G_4	2	1,16	0	0	1	1,2	6,31	7,3

Nel prospetto I.10 si riporta il valore rappresentativo del gruppo omogeneo X_h , arrotondato alla prima cifra decimale, calcolato secondo la formula (H.9) dell'appendice H: $X_h = X_{eh} - U_{sh}$.

Prospetto I.10 Valori dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} e del valore rappresentativo di ciascun gruppo omogeneo X_h per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Gruppo omogeneo	X_{eh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
		U_{sh}	X_h	U_{sh}	X_h	U_{sh}	X_h
G_1	39,5	0	39,5	0,6	38,9	3,8	35,7
G_2	37,7	0	37,7	0,7	37,0	2,2	35,5
G_3	35,5	0	35,5	0,6	34,9	3,7	31,8
G_4	34,9	0	34,9	1,2	33,7	7,3	27,6

Il valore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, rappresentativo dell'unità immobiliare si calcola utilizzando la formula semplificata (H.16) dell'appendice H, poiché l'albergo in questione è un'unica unità immobiliare, quindi risulta $J = 1$, dove J è il numero delle unità immobiliari del sistema edilizio in esame:

$$\begin{aligned}
 X_r(50\%) &= -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{-X_h/10} \cdot M_h) + \sum_{S=1}^Q 10^{-X_s/10}}{N} = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^4 (10^{-X_h/10} \cdot M_h) + \sum_{S=1}^3 10^{-X_s/10}}{51} = \\
 &= -10 \lg \frac{(10^{-X_1/10} \cdot M_1) + (10^{-X_2/10} \cdot M_2) + (10^{-X_3/10} \cdot M_3) + (10^{-X_4/10} \cdot M_4) + 10^{-34/10} + 10^{-35/10} + 10^{-39/10}}{51} = \\
 &= -10 \lg \frac{(10^{-39,5/10} \cdot 5) + (10^{-37,7/10} \cdot 35) + (10^{-35,5/10} \cdot 4) + (10^{-34,9/10} \cdot 4) + 10^{-34/10} + 10^{-35/10} + 10^{-39/10}}{51} = 37,2 \\
 X_r(75\%) &= -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{-X_h/10} \cdot M_h) + \sum_{S=1}^Q 10^{-X_s/10}}{N} = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^4 (10^{-X_h/10} \cdot M_h) + \sum_{S=1}^3 10^{-X_s/10}}{51} = \\
 &= -10 \lg \frac{(10^{-38,9/10} \cdot 5) + (10^{-37,0/10} \cdot 35) + (10^{-34,9/10} \cdot 4) + (10^{-33,7/10} \cdot 4) + 10^{-34/10} + 10^{-35/10} + 10^{-39/10}}{51} = 36,5 \\
 X_r(95\%) &= -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{-X_h/10} \cdot M_h) + \sum_{S=1}^Q 10^{-X_s/10}}{N} = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^4 (10^{-X_h/10} \cdot M_h) + \sum_{S=1}^3 10^{-X_s/10}}{51} = \\
 &= -10 \lg \frac{(10^{-35,7/10} \cdot 5) + (10^{-35,5/10} \cdot 35) + (10^{-31,8/10} \cdot 4) + (10^{-27,6/10} \cdot 4) + 10^{-34/10} + 10^{-35/10} + 10^{-39/10}}{51} = 33,7
 \end{aligned}$$

Dove, per le prove singole, si considera il valore utile indicato con il simbolo X_s .

Per ottenere il coefficiente di peso Z relativo alla classe acustica dell'isolamento normalizzato di facciata si utilizza il prospetto 3 del punto 6.4 ottenendo, per i livelli di fiducia considerati i valori riportati nel prospetto I.11.

Prospetto I.11 Corrispondenza fra classe e coefficiente di peso Z per l'isolamento acustico di facciata

Livello di fiducia	Media energetica pesata X_f [dB]	Classe	Z_f
50%	37,2	III	3
75%	36,5	IV	4
95%	33,7	IV	4

I.2.3 Isolamento normalizzato di partizioni orizzontali e verticali

Secondo la UNI EN ISO 140-4:2000 punto 3.4 nota 1, in ambienti con arredi la misura dell'isolamento normalizzato D_{nT} dipende dalla direzione della trasmissione del suono se gli ambienti hanno volumi diversi. Sempre secondo la ISO 140-14:2004 al punto A.2.2, condizioni dell'ambiente, per le misurazioni orizzontali eseguite in una sola direzione, generalmente si sceglie come ambiente emittente l'ambiente più grande; per le misurazioni verticali, si dovrebbe utilizzare preferibilmente l'ambiente inferiore come ambiente emittente.

Tra camere uguali (stesso volume, stesso arredo, uguali condizioni di trasmissione laterale) si può considerare che la direzione di misura dell'isolamento acustico normalizzato sia ininfluente, motivo per cui alcune prove sono state indicate in figura con una doppia freccia (\leftrightarrow). Al fine del conteggio del numero di prove, ciascuna misura "bidirezionale" (indipendente dal verso di misura e quindi eseguibile indifferentemente in un verso o nell'altro) è stata conteggiata come una sola prova.

Le prove che dipendono dalla direzione di misura sono state indicate in figura con una freccia singola (\rightarrow , \uparrow , \leftarrow , \downarrow); per queste è stato scelto il verso preferenziale di misura (non è necessario ripetere la prova nei due versi) e sono state conteggiate una sola volta.

Per il requisito isolamento acustico normalizzato di partizioni orizzontali e verticali, si individuano tutti gli elementi tecnici misurabili all'interno dell'intero sistema edilizio (albergo). All'interno degli N elementi misurabili si individuano quelli raggruppabili in gruppi omogenei e quelli singoli non raggruppabili in gruppi omogenei. In figura I.7 sono riportate la pianta e le sezioni dell'albergo con evidenziati i gruppi omogenei individuati.

Per l'individuazione dei gruppi omogenei, per le pareti divisorie tra camere si distinguono in primo luogo le pareti di tipologia 1 (D1) e le pareti di tipologia 2 (D2), differenti per dimensione ed elementi laterali, evidenziate in figura I.2.

Le pareti di tipologia D1 (evidenziate in nero in figura I.7), sono 20 pareti (4 per ogni piano) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_1 . Si ha che M_1 è pari a 20. Per quanto riguarda l'isolamento normalizzato di partizioni, la parete divisoria tra le camere 17, 27, 37, 47, 57 e le camere 16, 26, 36, 46, 56, rientra nel gruppo omogeneo G_1 , in quanto si sceglie come ambiente emittente l'ambiente più grande, quindi l'ambiente ricevente ha le stesse caratteristiche, forma, dimensioni e connessioni laterali, degli ambienti riceventi del gruppo, e, per un campo diffuso il risultato è indipendente dal volume dell'ambiente emittente.

Le pareti di tipologia D2, sono 15 pareti (3 per ogni piano) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_2 . Si ha che M_2 è pari a 15.

Le pareti di tipologia D3, che differiscono dalle pareti di tipologia D1 per gli elementi laterali e per il volume degli ambienti riceventi, sono 4 (1 per piano), raggruppabili nel gruppo omogeneo G_3 . Si ha che M_3 è pari a 4.

I solai interpiano sono tutti della stessa tipologia costruttiva, quindi la distinzione in gruppi omogenei dipende principalmente dai volumi degli ambienti riceventi e dalle connessioni con le pareti laterali.

I solai di tipologia D4 sono 24 (6 per piano, dal secondo al quinto piano) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_4 . Si ha che M_4 è pari a 24.

I solai di tipologia D5 sono 5 (1 per piano) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_5 . Si considera facente parte dello stesso gruppo anche il solaio tra l'ufficio e la camera 17, perché la tipologia del solaio interpiano è la stessa, la prova prevede come verso di esecuzione preferenziale quello dal basso verso l'alto, quindi l'ambiente ricevente ha lo stesso volume degli ambienti riceventi per le prove del gruppo e le connessioni laterali possono essere ritenute costanti anche nel caso dell'ufficio. Si ha che M_5 è pari a 5.

I solai di tipologia D6 sono 4 (1 per piano, dal secondo al quinto piano) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_6 . Si ha che M_6 è pari a 4. Il gruppo omogeneo G_6 si differenzia dal gruppo omogeneo G_4 per la parete sul vano scale che è di tipologia pesante.

I solai di tipologia D7 sono 4, raggruppabili nel gruppo omogeneo G_7 . Si ha che M_7 è pari a 4.

I solai di tipologia D8 sono 3 (1 per piano, dal terzo al quinto piano) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_8 . Si ha che M_8 è pari a 3.

I solai di tipologia D9 sono 3 (1 per piano, dal terzo al quinto piano) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_9 . Si ha che M_9 è pari a 3.

I solai di tipologia D10, D11, D12 e D13 sono elementi tecnici singoli non raggruppabili in gruppi omogenei. Pertanto il numero Q di elementi tecnici misurabili singoli è pari a 4.

Pertanto il numero totale di elementi tecnici misurabili per il requisito isolamento normalizzato di partizioni è pari a (vedere formula H.1 dell'appendice H):

$$\begin{aligned} N &= \sum_{h=1}^g M_h + Q = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 + M_7 + M_8 + M_9 + Q = \\ &= 20 + 15 + 4 + 24 + 5 + 4 + 4 + 3 + 3 + 4 = 86 \end{aligned}$$

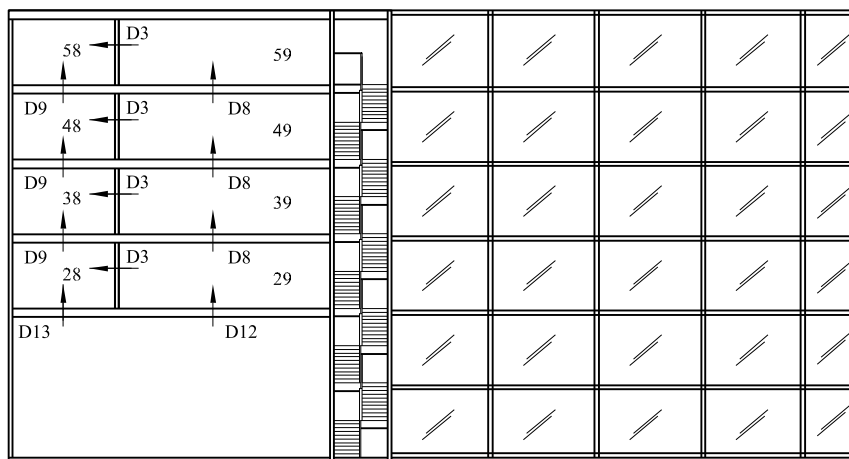
Figura I.7 Sezioni e pianta piano primo dell'albergo con evidenziati gli elementi tecnici pertinenti per l'isolamento acustico normalizzato delle partizioni

A-A

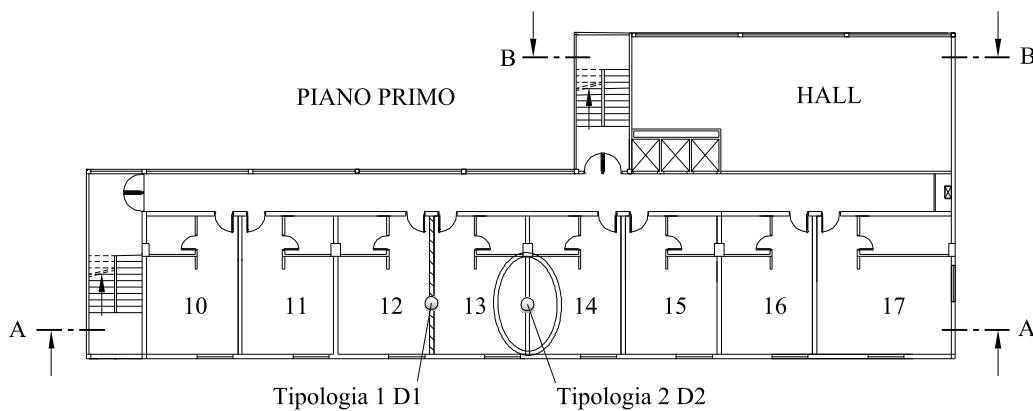


- D1: 20 prove (orizzontale)
- D2: 15 prove (orizzontale)
- D4: 24 prove (verticale)
- D5: 5 prove (verticale)
- D6: 4 prove (verticale)
- D7: 4 prove (verticale)
- D10: prova singola (verticale)
- D11: prova singola (verticale)

B-B



- D3: 4 prove (orizzontale)
- D8: 3 prove (verticale)
- D9: 3 prove (verticale)
- D12: prova singola (verticale)
- D13: prova singola (verticale)



Nota In sezione non sono stati inseriti il vano ascensore e i bagni delle camere, per comodità di lettura delle prove acustiche.

Per le prove di isolamento acustico normalizzato, dovendo analizzare separatamente le partizioni verticali (prove in direzione orizzontale) e le partizioni orizzontali (prove in direzione verticale), si distinguono N_{orizz} (numero di prove in direzione orizzontale) e N_{vert} (numero di prove in direzione verticale), la cui somma dà N :

$$N = N_{orizz} + N_{vert} = (M_1 + M_2 + M_3) + (M_4 + M_5 + M_6 + M_7 + M_8 + M_9 + Q) = (20 + 15 + 4) + (24 + 5 + 4 + 4 + 3 + 3 + 4) = 39 + 47 = 86$$

Nota Le prove singole Q sono tutte prove il cui verso di prova è verticale, pertanto tale numero deve essere compreso nel numero di prove N_{vert} .

Campionamento: per ogni gruppo omogeneo G_h si dispone di un numero M_h di elementi tecnici misurabili, da cui si estrae un campione composto da C_h elementi tecnici sottoposti a prova, dove C_h deve essere almeno pari al 10% (arrotondato all'intero superiore) del numero totale M_h e comunque non minore di 2, secondo quanto riportato nel prospetto I.12.

Prospetto I.12 Numero di elementi tecnici campione sottoposti a prova per i gruppi omogenei individuati

Gruppo omogeneo	n° elementi tecnici M_h	Elementi tecnici campione sottoposti a prova C_h
G_1	20	2
G_2	15	2
G_3	4	2
G_4	24	3
G_5	5	2
G_6	4	2
G_7	4	2
G_8	3	2
G_9	3	2

Gli elementi tecnici singoli non raggruppabili in gruppi omogenei devono essere misurati tutti.

Nel prospetto I.13 si riportano i risultati delle misurazioni sugli elementi tecnici sottoposti a prova, dove:

X_S sono i valori utili del parametro che esprime l'isolamento normalizzato di partizioni per ciascuna delle prove singole S, con $S = 1, \dots, Q$; e $Q = 4$;

X_{hc} è il valore utile dell'isolamento acustico normalizzato delle partizioni, determinato per ciascuno dei C_h elementi tecnici misurati del gruppo omogeneo G_h con $c = 1, \dots, C_h$;

X_{he} è la media energetica dei C_h valori derivanti da campionamento per ciascuno dei gruppi G_h ottenuta con la relazione (H.4), arrotondata alla prima cifra decima.

I gruppi omogenei relativi a prove effettuate in direzione orizzontale e quelli relativi a prove effettuate in direzione verticale sono considerati separatamente al fine del campionamento; pertanto nel prospetto I.13, in cui sono riportati i risultati delle misurazioni e i valori utili utilizzati per i calcoli, è indicata anche la direzione di prova.

Prospetto I. 13 a) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: a) gruppi omogenei

Direzione di prova	Gruppo omogeneo	$D_{n,Tw}$ misurato [dB]			D_{nTw} valore utile [dB]			Media energetica [dB] X_{he}
					X_{hc}			
Orizzontale	G_1	54	53		53	52		52,5
	G_2	52	53		51	52		51,5
	G_3	54	53		53	52		52,5
Verticale	G_4	57	58	57	56	57	56	56,3
	G_5	58	59		57	58		57,5
	G_6	59	58		58	57		57,5
	G_7	58	59		57	58		57,5
	G_8	57	58		56	57		56,5
	G_9	58	59		57	58		57,5

Prospetto I.13 b) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: b) elementi tecnici singoli

Direzione di prova	Elementi tecnici singoli	$D_{n,Tw}$ misurato [dB]	D_{nTw} valore utile [dB] X_s
Verticale	D10	58	57
	D11	58	57
	D12	59	58
	D13	57	56

I valori X_{he} sono ottenuti, come per l'isolamento di facciata, applicando la formula (H.4) dell'appendice H.

Per ogni gruppo omogeneo G_n , lo scarto tipo di campionamento s_{sh} si calcola applicando la formula (H.6) dell'appendice H, e si arrotonda il risultato alla seconda cifra decimale, seguendo lo stesso procedimento per l'isolamento di facciata al punto I.1.2.

Per ogni gruppo omogeneo G_n si calcola quindi l'incertezza estesa di campionamento secondo la formula (H.8) dell'appendice H : $U_{sh} = s_{sh} \cdot k$ dove k è il fattore di copertura, che dipende dal numero C_n di prove effettuate e dal livello di fiducia scelto, ed è dato nel prospetto H.1 dell'appendice H.

Nel prospetto I.14 seguente si riportano i risultati dei calcoli dell'incertezza estesa di campionamento (arrotondata alla prima cifra decimale) per tre livelli di fiducia considerati: 50%, 75% e 95%.

Prospetto I.14 Valori dello scarto tipo di campionamento s_{sh} , del fattore di copertura k e dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Direzione di prova	Gruppo omogeneo	C_h	s_{sh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
				k	U_{sh}	k	U_{sh}	k	U_{sh}
Orizzontale	G_1	2	0,69	0	0	1	0,7	6,31	4,4
	G_2	2	0,68	0	0	1	0,7	6,31	4,3
	G_3	2	0,58	0	0	1	0,6	6,31	3,7
Verticale	G_4	3	0,55	0	0	0,82	0,5	2,92	1,6
	G_5	2	0,61	0	0	1	0,6	6,31	3,8
	G_6	2	0,58	0	0	1	0,6	6,31	3,7
	G_7	2	0,58	0	0	1	0,6	6,31	3,7
	G_8	2	0,5	0	0	1	0,5	6,31	3,2
	G_9	2	0,5	0	0	1	0,5	6,31	3,2

Nel prospetto I.15 si riporta il valore rappresentativo del gruppo omogeneo X_h arrotondato alla prima cifra decimale calcolato secondo la formula (H.9) dell'appendice H: $X_h = X_{eh} - U_{sh}$.

Prospetto I.15 Valori dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} e del valore rappresentativo di ciascun gruppo omogeneo X_h per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Direzione di prova	Gruppo omogeneo	X_{eh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
			U_{sh}	X_h	U_{sh}	X_h	U_{sh}	X_h
Orizzontale	G_1	52,5	0	52,5	0,7	51,8	4,4	48,1
	G_2	51,5	0	51,5	0,7	50,8	4,3	47,2
	G_3	52,5	0	52,5	0,6	51,9	3,7	48,8
Verticale	G_4	56,3	0	56,3	0,5	55,8	1,6	54,7
	G_5	57,5	0	57,5	0,6	56,9	3,8	53,7
	G_6	57,5	0	57,5	0,6	56,9	3,7	53,8
	G_7	57,5	0	57,5	0,6	56,9	3,7	53,8
	G_8	56,5	0	56,5	0,5	56,0	3,2	53,3
	G_9	57,5	0	57,5	0,5	57,0	3,2	54,3

Secondo quanto descritto al punto 6.3.2, si procede come per il potere fonoisolante, quindi per ogni livello di fiducia considerato, si applica la formula (H.16) dell'appendice H separatamente alle partizioni orizzontali e verticali (i pedici orizz. e vert. nelle formule seguenti sono riferiti al verso della prova), poi si mediano energeticamente i due risultati per ottenere il valore dell'isolamento normalizzato dei divisori rappresentativo dell'unità immobiliare.

Per il livello di fiducia del 50% si ha:

$$\begin{aligned}
 X_{orizz}(50\%) &= -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{-X_h/10} \cdot M_h)}{N_{orizz}} = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^3 (10^{-X_h/10} \cdot M_h)}{39} = \\
 &= -10 \lg \frac{(10^{-X_1/10} \cdot M_1) + (10^{-X_2/10} \cdot M_2) + (10^{-X_3/10} \cdot M_3)}{39} = -10 \lg \frac{(10^{-52,5/10} \cdot 20) + (10^{-51,5/10} \cdot 15) + (10^{-52,5/10} \cdot 4)}{39} = 52,1 \\
 X_{vert}(50\%) &= -10 \lg \frac{\sum_{h=4}^g (10^{-X_h/10} \cdot M_h) + \sum_{s=1}^Q 10^{-X_s/10}}{N_{vert}} = -10 \lg \frac{\sum_{h=4}^9 (10^{-X_h/10} \cdot M_h) + \sum_{s=1}^4 10^{-X_s/10}}{47} = \\
 &= -10 \lg \left[\frac{(10^{-56,3/10} \cdot 24) + (10^{-57,5/10} \cdot 5) + (10^{-57,5/10} \cdot 4) + (10^{-57,5/10} \cdot 4) + (10^{-56,5/10} \cdot 3) + (10^{-57,5/10} \cdot 3) + 10^{-57/10} + 10^{-57/10} + 10^{-58/10} + 10^{-56/10}}{47} \right] = 56,7
 \end{aligned}$$

$$X_r(50\%) = -10 \lg \frac{10^{-X_{orizz}/10} + 10^{-X_{vert}/10}}{2} = -10 \lg \frac{10^{-52,1/10} + 10^{-56,8/10}}{2} = 53,8$$

Per il livello di fiducia del 75% si ha:

$$X_{orizz}(75\%) = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{-X_h/10} \cdot M_h)}{N_{orizz}} = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^3 (10^{-X_h/10} \cdot M_h)}{39} =$$

$$= -10 \lg \frac{(10^{-X_1/10} \cdot M_1) + (10^{-X_2/10} \cdot M_2) + (10^{-X_3/10} \cdot M_3)}{39} = -10 \lg \frac{(10^{-51,8/10} \cdot 20) + (10^{-50,8/10} \cdot 15) + (10^{-51,9/10} \cdot 4)}{39} = 51,4$$

$$X_{vert}(75\%) = -10 \lg \frac{\sum_{h=4}^g (10^{-X_h/10} \cdot M_h) + \sum_{S=1}^Q 10^{-X_s/10}}{N_{vert} + Q} = -10 \lg \frac{\sum_{h=4}^9 (10^{-X_h/10} \cdot M_h) + \sum_{S=1}^4 10^{-X_s/10}}{43 + 4} =$$

$$= -10 \lg \left\{ (10^{-55,8/10} \cdot 24) + (10^{-56,9/10} \cdot 5) + (10^{-56,9/10} \cdot 4) + (10^{-56,9/10} \cdot 4) + (10^{-56,0/10} \cdot 3) + (10^{-57,0/10} \cdot 3) + \right.$$

$$\left. + 10^{-57/10} + 10^{-57/10} + 10^{-58/10} + 10^{-56/10} \right\} / 47 = 56,3$$

$$X_r(75\%) = -10 \lg \frac{10^{-X_{orizz}/10} + 10^{-X_{vert}/10}}{2} = -10 \lg \frac{10^{-51,4/10} + 10^{-56,3/10}}{2} = 53,2$$

Per il livello di fiducia del 95% si ha:

$$X_{orizz}(95\%) = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{-X_h/10} \cdot M_h)}{N_{orizz}} = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^3 (10^{-X_h/10} \cdot M_h)}{39} =$$

$$= -10 \lg \frac{(10^{-X_1/10} \cdot M_1) + (10^{-X_2/10} \cdot M_2) + (10^{-X_3/10} \cdot M_3)}{39} = -10 \lg \frac{(10^{-48,1/10} \cdot 20) + (10^{-47,2/10} \cdot 15) + (10^{-48,8/10} \cdot 4)}{39} = 47,8$$

$$X_{vert}(75\%) = -10 \lg \frac{\sum_{h=4}^g (10^{-X_h/10} \cdot M_h) + \sum_{S=1}^Q 10^{-X_s/10}}{N_{vert} + Q} = -10 \lg \frac{\sum_{h=4}^9 (10^{-X_h/10} \cdot M_h) + \sum_{S=1}^4 10^{-X_s/10}}{43 + 4} =$$

$$= -10 \lg \left\{ (10^{-54,7/10} \cdot 24) + (10^{-53,7/10} \cdot 5) + (10^{-53,8/10} \cdot 4) + (10^{-53,8/10} \cdot 4) + (10^{-53,3/10} \cdot 3) + (10^{-54,3/10} \cdot 3) + \right.$$

$$\left. + 10^{-57/10} + 10^{-57/10} + 10^{-58/10} + 10^{-56/10} \right\} / 47 = 54,4$$

$$X_r(95\%) = -10 \lg \frac{10^{-X_{orizz}/10} + 10^{-X_{vert}/10}}{2} = -10 \lg \frac{10^{-47,8/10} + 10^{-54,4/10}}{2} = 50,0$$

Dove, per le prove singole, si considera il valore utile indicato con il simbolo X_g .

Per ottenere il coefficiente di peso Z relativo alla classe acustica dell'isolamento normalizzato di partizioni verticali e orizzontali si utilizza il prospetto 2 del punto 6.4 ottenendo, per i livelli di fiducia considerati, i valori riportati nel prospetto I.16.

Livello di fiducia	Media energetica pesata X_r [dB]	Classe	Z_r
50%	53,8	II	2
75%	53,2	II	2

95%	50,0	III	3
-----	------	-----	---

Prospetto I.16 Corrispondenza fra classe e coefficiente di peso Z per l'isolamento normalizzato di partizioni verticali e orizzontali

I.2.4 Isolamento al rumore da calpestio

Secondo quanto indicato al punto 6.2, lettera c) la valutazione del livello normalizzato di calpestio è condotta secondo il seguente ordine preferenziale:

- 1) dall'alto verso il basso (ambiente ricevente sottostante);
- 2) tra ambienti acusticamente verificabili adiacenti se tale condizione risulta significativa o se non è realizzabile la condizione precedente;
- 3) dal basso verso l'alto (ambiente ricevente sovrastante) se tale condizione risulta significativa o se non è realizzabile la condizione precedente.

Per il requisito isolamento al rumore da calpestio si individuano tutti gli elementi tecnici misurabili all'interno dell'intero sistema edilizio (albergo). All'interno degli N elementi misurabili si individuano quelli raggruppabili in gruppi omogenei e quelli singoli non raggruppabili in gruppi omogenei. In figura I.8 sono riportate la pianta e le sezioni dell'albergo con evidenziati i gruppi omogenei individuati per l'elemento tecnico solaio.

I solai di tipologia c1 sono 5 solai al primo piano, delle camere 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16 di cui si valuta l'isolamento tra camere adiacenti raggruppabili nel gruppo omogeneo G_1 (calpestio orizzontale). Si ha che M_1 è pari a 5.

Le prove di tipologia c2 sono riferite al solaio al piano terra della sala da pranzo valutato nelle 5 camere 10, 11, 12, 13 e 14 al piano primo soprastante, raggruppabili nel gruppo omogeneo G_2 (calpestio verticale). Si ha che M_2 è pari a 5.

I solai di tipologia c3 sono 4 solai (1 per piano dal secondo al quinto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_3 (calpestio verticale). Si ha che M_3 è pari a 4. Il gruppo omogeneo G_3 si differenzia dal gruppo omogeneo G_4 per la parete sul vano scale che è di tipologia pesante.

I solai di tipologia c4 sono 24 solai (6 per piano dal secondo al quinto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_4 (calpestio verticale). Si ha che M_4 è pari a 24.

I solai di tipologia c5 sono 4 solai (1 per piano dal secondo al quinto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_5 (calpestio verticale). Si ha che M_5 è pari a 4.

I solai di tipologia c6 sono 3 solai (1 per piano dal terzo al quinto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_6 (calpestio verticale). Si ha che M_6 è pari a 3.

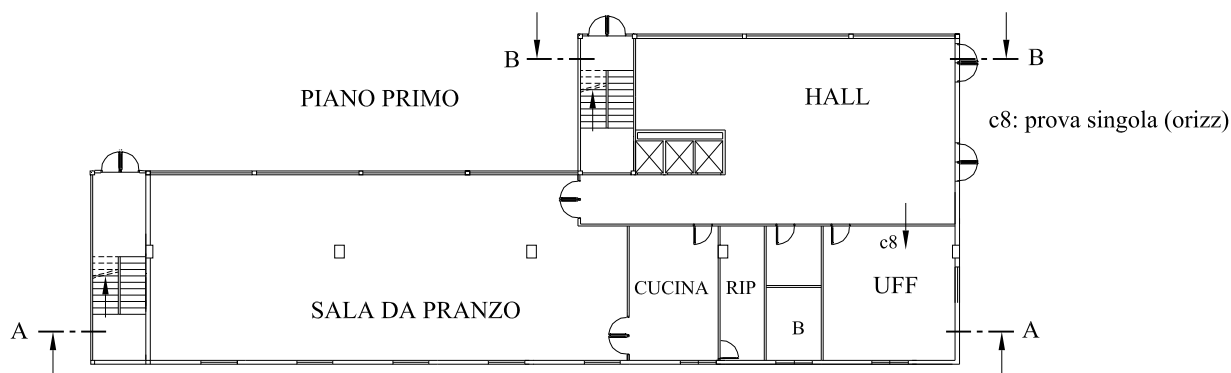
I solai di tipologia c7 sono 3 solai (1 per piano dal terzo al quinto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_7 (calpestio verticale). Si ha che M_7 è pari a 3.

Si individuano anche le prove singole c8, c11, c12, c13 e c14 prove orizzontali e le prove singole c9 e c10, prove verticali. Il numero di prove singole Q è pari a 7.

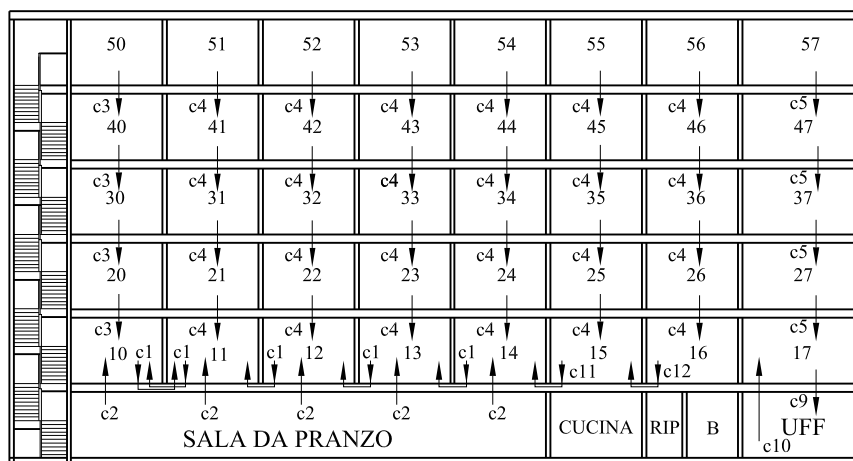
Pertanto il numero totale di elementi tecnici misurabili per il requisito isolamento normalizzato di partizioni è pari a (vedere formula H.1, dell'appendice H):

$$N = \sum_{h=1}^g M_h + Q = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 + M_7 + Q = 7 + 5 + 4 + 24 + 4 + 3 + 3 + 5 = 55$$

Figura I.8 Sezioni e pianta del piano primo dell'albergo con evidenziati gli elementi tecnici pertinenti per l'isolamento al rumore da calpestio

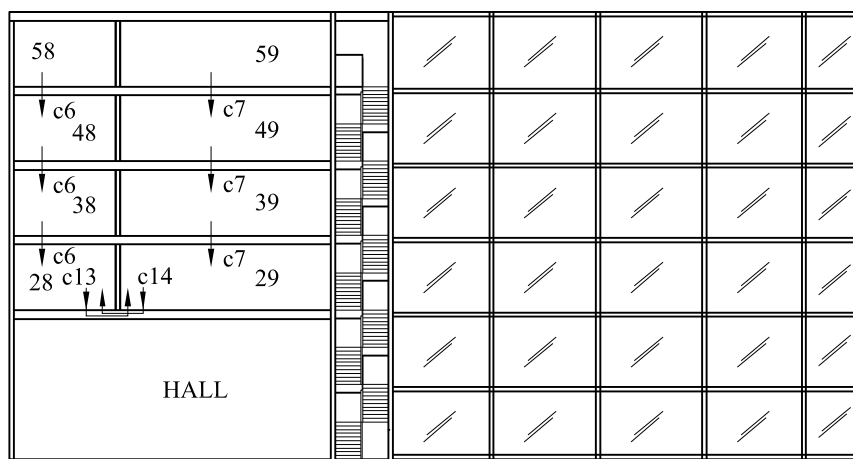


A-A



- c1: 5 prove (orizz)
- c2: 5 prove (vert)
- c3: 4 prove (vert)
- c4: 24 prove (vert)
- c5: 4 prove (vert)
- c9: prova singola (vert)
- c10: prova singola (vert)
- c11: prova singola (orizz)
- c12: prova singola (orizz)

B-B



- c6: 3 prove (vert)
- c7: 3 prove (vert)
- c13: prova singola (orizz)
- c14: prova singola (orizz)

Nota In sezione non sono stati inseriti il vano ascensore e i bagni delle camere, per comodità di lettura delle prove acustiche.

Campionamento: per ogni gruppo omogeneo G_h si dispone di un numero M_h di elementi tecnici misurabili, da cui si estrae un campione composto da C_h elementi tecnici sottoposti a prova, dove C_h deve essere almeno pari al 10% (arrotondato all'intero superiore) del numero totale M_h e comunque non minore di 2, secondo quanto riportato nel prospetto I.17.

Prospetto I.17 Numero di elementi tecnici campione sottoposti a prova per i gruppi omogenei individuati

Gruppo omogeneo	n° elementi tecnici M_h	Elementi tecnici campione sottoposti a prova C_h
G_1	5	2
G_2	5	2
G_3	4	2
G_4	24	3
G_5	4	2
G_6	3	2
G_7	3	2

Gli elementi tecnici singoli non raggruppabili in gruppi omogenei devono essere misurati tutti.

Nel prospetto I.18 si riportano i risultati delle misurazioni sugli elementi tecnici sottoposti a prova, dove:

Y_s sono i valori utili del parametro che esprime il livello normalizzato di calpestio per ciascuna delle prove singole S , con $S = 1, \dots, Q$; e $Q = 7$;

Y_{hc} è il valore utile del parametro che esprime il livello normalizzato di isolamento da calpestio determinato per ciascuno dei C_h elementi tecnici misurati del gruppo omogeneo G_h con $c = 1, \dots, C_h$;

Y_{he} è la media energetica dei C_h valori derivanti da campionamento per ciascuno dei gruppi G_h ottenuta con la formula (H.5), arrotondata alla prima cifra decimale.

Prospetto I.18 a) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: a) gruppi omogenei

Gruppo omogeneo	L'_{nw} misurato [dB]		L'_{nw} valore utile [dB]			Media energetica [dB]
				Y_{hc}		Y_{he}
G_1	59	60	60	61		60,5
G_2	56	54	57	55		56,1
G_3	55	57	56	58		57,1
G_4	54	55	57	55	58	56,5
G_5	55	57	56	58		57,1
G_6	54	56	55	57		56,1
G_7	57	54	58	55		56,8

Prospetto I.18 b) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: b) elementi tecnici singoli

Elementi tecnici singoli	L'_{nw} misurato [dB]	L'_{nw} valore utile [dB]
		Y_s
c8	66	67
c9	55	56
c10	53	54
c11	60	61
c12	59	60
c13	58	59
c14	60	61

Per ogni gruppo omogeneo G_h , lo scarto tipo di campionamento s_{sh} si calcola applicando la formula (H.7) dell'appendice H, e si arrotonda il risultato alla seconda cifra decimale, seguendo lo stesso procedimento per l'isolamento di facciata al punto I.1.2.

Per ogni gruppo omogeneo G_h si calcola quindi l'incertezza estesa di campionamento secondo la formula (H.8) dell'appendice H: $U_{sh} = s_{sh} \cdot k$ dove k è il fattore di copertura, che dipende dal numero C_h di prove effettuate e dal livello di fiducia scelto, ed è dato nel prospetto H.1 dell'appendice H.

Nel prospetto I.19 seguente si riportano i risultati dei calcoli dell'incertezza estesa di campionamento (arrotondata alla prima cifra decimale) per tre livelli di fiducia considerati: 50%, 75% e 95%.

Prospetto I.19 Valori dello scarto tipo di campionamento s_{sh} , del fattore di copertura k e dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Gruppo omogeneo	C_h	s_{sh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
			k	U_{sh}	k	U_{sh}	k	U_{sh}
G_1	2	0,61	0	0	1	0,6	6,31	3,8
G_2	2	1,23	0	0	1	1,2	6,31	7,8
G_3	2	1,16	0	0	1	1,2	6,31	7,3
G_4	3	1,47	0	0	0,82	1,2	2,92	4,3
G_5	2	1,16	0	0	1	1,2	6,31	7,3
G_6	2	1,00	0	0	1	1,0	6,31	6,3
G_7	2	1,53	0	0	1	1,5	6,31	9,7

Nel prospetto I.20 si riporta il valore rappresentativo del gruppo omogeneo Y_h arrotondato alla prima cifra decimale calcolato secondo la formula (H.10) dell'appendice H: $Y_h = Y_{eh} + U_{sh}$

Prospetto I.20 Valori dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} e del valore rappresentativo di ciascun gruppo omogeneo X_h per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Gruppo omogeneo	Y_{eh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
		U_{sh}	Y_h	U_{sh}	Y_h	U_{sh}	Y_h
G_1	60,5	0	60,5	0,6	61,1	3,8	64,3
G_2	56,1	0	56,1	1,2	57,3	7,8	63,9
G_3	57,1	0	57,1	1,2	58,3	7,3	64,4
G_4	56,5	0	56,5	1,2	57,7	4,3	60,8
G_5	57,1	0	57,1	1,2	58,3	7,3	64,4
G_6	56,1	0	56,1	1,0	57,1	6,3	62,4
G_7	56,8	0	56,8	1,5	58,3	9,7	66,5

Il valore dell'isolamento normalizzato di calpestio rappresentativo dell'unità immobiliare si calcola utilizzando la formula semplificata (H.17) dell'appendice H, poiché l'albergo in questione è un'unica unità immobiliare, quindi risulta $J = 1$, dove J è il numero delle unità immobiliari del sistema edilizio in esame:

$$Y_r(50\%) = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{Y_h/10} \cdot M_h) + \sum_{S=1}^Q 10^{Y_S/10}}{N} = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^7 (10^{Y_h/10} \cdot M_h) + \sum_{S=1}^7 10^{Y_S/10}}{55} = 58,0$$

$$Y_r(75\%) = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{Y_h/10} \cdot M_h) + \sum_{s=1}^Q 10^{Y_s/10}}{N} = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^7 (10^{Y_h/10} \cdot M_h) + \sum_{s=1}^7 10^{Y_s/10}}{55} = 58,9$$

$$Y_r(95\%) = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{Y_h/10} \cdot M_h) + \sum_{s=1}^Q 10^{Y_s/10}}{N} = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^7 (10^{Y_h/10} \cdot M_h) + \sum_{s=1}^7 10^{Y_s/10}}{55} = 62,8$$

Dove, per le prove singole, si considera il valore utile indicato con il simbolo Y_s .

Per ottenere il coefficiente di peso Z relativo alla classe acustica dell'isolamento normalizzato dal rumore di calpestio si utilizza il prospetto 3 del punto 6.4 ottenendo, per i livelli di fiducia considerati, i valori riportati nel prospetto I.21.

Prospetto I.21 Corrispondenza fra classe e coefficiente di peso Z per l'isolamento normalizzato dal rumore di calpestio

Livello di fiducia	Media energetica pesata Y_r [dB]	Classe	Z
50%	58,0	II	2
75%	58,9	III	3
95%	62,8	III	3

I.2.5 Impianti a funzionamento discontinuo

Per le unità immobiliari a destinazione d'uso ricettiva, come indicato nel punto 6.1, la valutazione dei requisiti riferiti ai livelli di rumore degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo, si estende anche agli impianti della stessa unità immobiliare, ma non ad impianti a servizio della stessa camera.

I cicli operativi di riferimento per la misura del rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo e discontinuo sono descritti sia nella UNI EN ISO 10052 sia nella UNI EN ISO 16032.

Per gli impianti discontinui di adduzione e scarico, in ciascun ambiente individuato, secondo quanto indicato al punto D.2.4, ci si basa sulle reti di portata maggiore (per esempio WC e scarico vasca/doccia). Secondo quanto indicato al punto D.2.5, dove possibile sono state previste prove tra camere sovrapposte, utilizzando come ambiente ricevente l'ambiente acusticamente verificabile posto al piano inferiore; solamente per le camere 15 e 16 al primo piano, le misure si eseguono dal bagno di una camera verso la camera affiancata.

Sono state considerate le misure del rumore degli ascensori nelle camere 29, 39, 49 e 59.

Per il requisito di isolamento al rumore da impianti a funzionamento discontinuo si individuano tutti gli elementi tecnici misurabili all'interno dell'intero sistema edilizio (albergo). All'interno degli N elementi misurabili si individuano quelli raggruppabili in gruppi omogenei e quelli singoli non raggruppabili in gruppi omogenei. In figura I.9 sono riportate la pianta del piano tipo e le sezioni dell'albergo con evidenziati i gruppi omogenei individuati per gli elementi tecnici di impianto discontinuo.

Nelle prove di tipologia d1, gli scarichi WC e doccia sono misurati nella camera al piano inferiore rispetto a quello in cui è prodotto il disturbo. Sono 28 prove per lo scarico WC e 28 prove per lo scarico doccia, raggruppabili nei gruppi omogenei rispettivamente $G_{1,1}$ e $G_{1,2}$. Si ha che $M_{1,1}$ è pari a 28 e $M_{1,2}$ è pari a 28.

Nelle prove di tipologia d2, gli scarichi WC e doccia sono misurati nella camera al piano inferiore rispetto a quello in cui è prodotto il disturbo. Sono 4 prove per lo scarico WC e 4 prove per lo scarico doccia, raggruppabili nei gruppi omogenei rispettivamente $G_{2,1}$ e $G_{2,2}$. Si ha che $M_{2,1}$ è pari a 4 e $M_{2,2}$ è pari a 4.

Nelle prove di tipologia d3, gli scarichi WC e doccia sono misurati nella camera al piano inferiore rispetto a quello in cui è prodotto il disturbo. Sono 3 prove per lo scarico WC e 3 prove per lo scarico doccia, raggruppabili nei gruppi omogenei rispettivamente $G_{3,1}$ e $G_{3,2}$. Si ha che $M_{3,1}$ è pari a 3 e $M_{3,2}$ è pari a 3.

Nelle prove di tipologia d4, gli scarichi WC e doccia sono misurati nella camera al piano inferiore rispetto a quello in cui è prodotto il disturbo. Sono 3 prove per lo scarico WC e 3 prove per lo scarico doccia, raggruppabili nei gruppi omogenei rispettivamente $G_{4,1}$ e $G_{4,2}$. Si ha che $M_{4,1}$ è pari a 3 e $M_{4,2}$ è pari a 3.

Nelle prove di tipologia d5, gli ascensori sono misurati nelle camere 29, 39, 49 e 59 dal secondo al quinto piano. Sono 12 prove raggruppabili nel gruppo omogeneo G_5 . Si ha che M_5 è pari a 12.

Nelle prove di tipologia d6, gli scarichi WC e doccia sono misurati nella sala da pranzo al piano terra e il disturbo è prodotto nelle camere 10, 11, 12, 13 e 14 al piano primo. Sono 5 prove per lo scarico WC e 5 prove per lo scarico doccia, raggruppabili nei gruppi omogenei rispettivamente $G_{6,1}$ e $G_{6,2}$. Si ha che $M_{6,1}$ è pari a 5 e $M_{6,2}$ è pari a 5.

Nelle prove di tipologia d7, gli scarichi WC e doccia sono misurati nella camera a fianco a quella in cui viene prodotto il disturbo. Poiché le prove sono solamente 2 sia per lo scarico WC che per lo scarico doccia, e poiché il numero minimo di prove per ogni gruppo omogeneo è almeno 2, si considerano queste prove come prove singole, utilizzando i valori utili delle prove stesse ai fini dal calcolo di classe. Si individua inoltre la prova singola d8, dalla camera 17 all'ufficio al piano terra. Il numero di prove singole Q è pari a 3 per lo scarico WC a cui devono essere sommate le altre 3 prove per lo scarico doccia, per un totale di 6 prove singole.

Pertanto il numero totale di elementi tecnici misurabili per il requisito isolamento degli impianti a funzionamento discontinuo è pari a (vedere formula H.1):

$$N = \sum_{h=1}^g M_h + Q = M_{1,1} + M_{1,2} + M_{2,1} + M_{2,2} + M_{3,1} + M_{3,2} + M_{4,1} + M_{4,2} + M_5 + M_{6,1} + M_{6,2} + Q =$$

$$= 28 + 28 + 4 + 4 + 3 + 3 + 3 + 3 + 12 + 5 + 5 + 6 = 104$$

Campionamento: per ogni gruppo omogeneo G_h si dispone di un numero M_h di elementi tecnici misurabili, da cui si estrae un campione composto da C_h elementi tecnici sottoposti a prova, dove C_h deve essere almeno pari al 10% (arrotondato all'intero superiore) del numero totale M_h e comunque non minore di 2, secondo quanto riportato nel prospetto I.22.

Prospetto I. 22 Numero di elementi tecnici campione sottoposti a prova per i gruppi omogenei individuati

Tipologia di impianto	Gruppo omogeneo	n° elementi tecnici M_h	elementi tecnici campione sottoposti a prova C_h
Scarico WC	$G_{1,1}$	28	3

	$G_{2,1}$	4	2
	$G_{3,1}$	3	2
	$G_{4,1}$	3	2
	$G_{6,1}$	5	2
Scarico doccia	$G_{1,2}$	28	3
	$G_{2,2}$	4	2
	$G_{3,2}$	3	2
	$G_{4,2}$	3	2
	$G_{6,2}$	5	2
Ascensore	G_5	12	2

Gli elementi tecnici singoli non raggruppabili in gruppi omogenei devono essere misurati tutti.

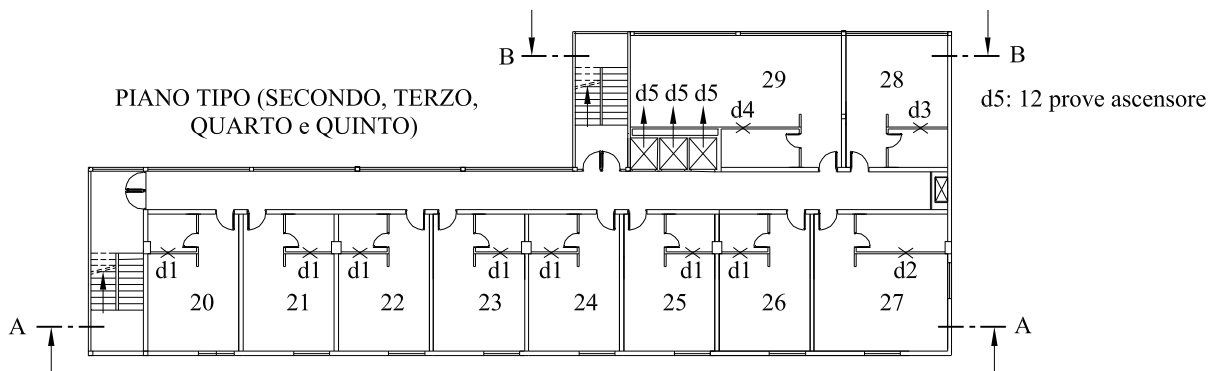
Nel prospetto I.23 si riportano i risultati delle misurazioni sugli elementi tecnici sottoposti a prova, dove:

Y_s sono i valori utili del parametro che esprime il livello del rumore degli impianti per ciascuna delle prove singole S , con $S = 1, \dots, Q$; e $Q = 6$;

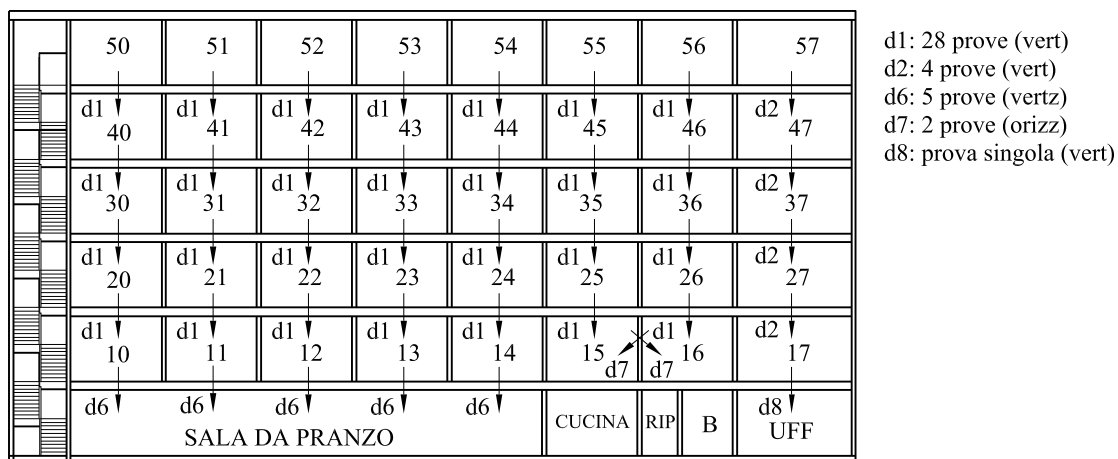
Y_{hc} è il valore utile del parametro che esprime il livello immesso dagli impianti discontinui, determinato per ciascuno dei C_h elementi tecnici misurati del gruppo omogeneo G_h con $c = 1, \dots, C_h$;

Y_{he} è la media energetica dei C_h valori derivanti da campionamento per ciascuno dei gruppi G_h ottenuta con la formula (H.5), arrotondata alla prima cifra decimale.

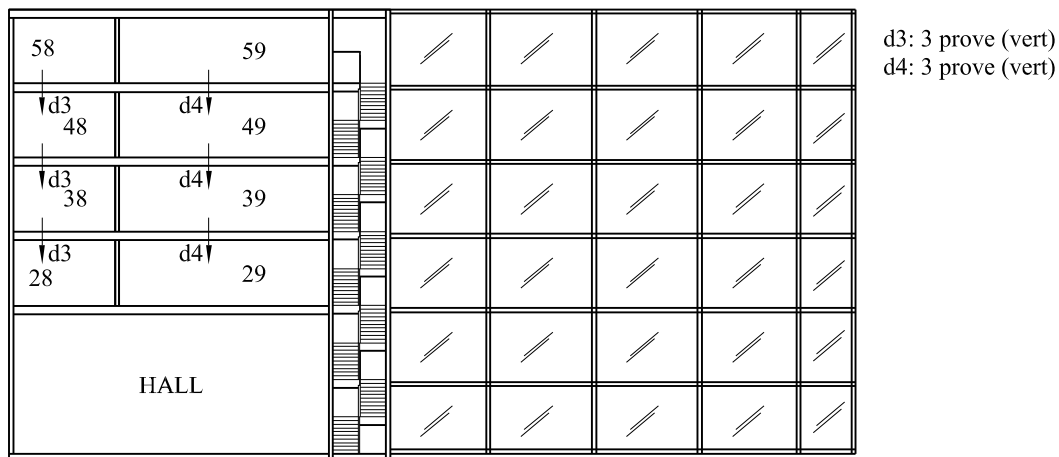
Figura I.9 Sezioni e pianta del piano primo dell'albergo con evidenziati gli elementi tecnici pertinenti per l'isolamento al rumore da impianti discontinui



A-A



B-B



Nota In sezione non sono stati inseriti il vano ascensore e i bagni delle camere, per comodità di lettura delle prove acustiche.

Prospetto I.23 a) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: a) gruppi omogenei

Tipologia di impianto	Gruppo omogeneo	L _{id} misurato [dB(A)]			L _{id} valore utile [dB(A)] Y _{hc}			Media energetica [dB(A)] Y _{he}
Scarico WC	G _{1,1}	33,0	33,8	32	35,4	36,2	34,4	35,4
	G _{2,1}	34,3	31,7		36,7	34,1		35,6
	G _{3,1}	35,7	33,4		38,1	35,8		37,1
	G _{4,1}	34,6	33,9		37,0	36,3		36,7
	G _{6,1}	33,1	34,8		35,5	37,2		36,4
Scarico doccia	G _{1,2}	32,7	33,3	33,8	35,1	35,7	36,2	35,7
	G _{2,2}	35,0	33,9		37,4	36,3		36,9
	G _{3,2}	36,1	33,5		38,5	35,9		37,4
	G _{4,2}	33,8	34,6		36,2	37,0		36,6
	G _{6,2}	34,4	35,7		36,8	38,1		37,5
Ascensore	G ₅	34,8	34,4		37,2	36,8		37,0

Prospetto I.23 b) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: b) elementi tecnici singoli

Tipologia di impianto	Elementi tecnici singoli	L _{id} misurato [dB(A)]	L _{id} valore utile [dB(A)] Y _s
Scarico WC	d _{7,1} (15)	31,1	33,5
	d _{7,1} (16)	31,7	34,1
	d _{8,1}	33,4	35,8
Scarico doccia	d _{7,2} (15)	31,8	34,2
	d _{7,2} (16)	31,1	33,5
	d _{8,2}	34,5	36,9

I valori Y_{he} sono ottenuti, seguendo il procedimento applicato per il livello di rumore di impianti, applicando la formula (H.5) appendice H

Per ogni gruppo omogeneo G_n, lo scarto tipo di campionamento s_{sh} si calcola applicando la formula (H.7) dell'appendice H, e si arrotonda il risultato alla seconda cifra decimale, seguendo lo stesso procedimento per l'isolamento di facciata al punto I.1.1.

Per ogni gruppo omogeneo G_n si calcola quindi l'incertezza estesa di campionamento secondo la formula (H.8) dell'appendice H : U_{sh} = s_{sh} • k dove k è il fattore di copertura, che dipende dal numero C_n di prove effettuate e dal livello di fiducia scelto, ed è dato nel prospetto H.1 dell'appendice H.

Nella prospetto I.24 seguente si riportano i risultati dei calcoli dell'incertezza estesa di campionamento (arrotondata alla prima cifra decimale) per tre livelli di fiducia considerati: 50%, 75% e 95%.

Prospetto I. 24 Valori dello scarto tipo di campionamento s_{sh} , del fattore di copertura k e dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Gruppo omogeneo	C_h	s_{sh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
			k	U_{sh}	k	U_{sh}	k	U_{sh}
$G_{1,1}$	3	0,87	0	0	0,82	0,7	2,92	2,5
$G_{2,1}$	2	1,52	0	0	1	1,5	6,31	9,6
$G_{3,1}$	2	1,16	0	0	1	1,2	6,31	7,3
$G_{4,1}$	2	0,35	0	0	1	0,4	6,31	2,2
$G_{6,1}$	2	1,04	0	0	1	1,0	6,31	6,6
$G_{1,2}$	3	0,53	0	0	0,82	0,4	2,92	1,5
$G_{2,2}$	2	0,64	0	0	1	0,6	6,31	4,0
$G_{3,2}$	2	1,32	0	0	1	1,3	6,31	8,3
$G_{4,2}$	2	0,4	0	0	1	0,4	6,31	2,5
$G_{6,2}$	2	0,8	0	0	1	0,8	6,31	5,0
G_5	2	0,27	0	0	1	0,3	6,31	1,7

Nel prospetto I.25 si riporta il valore rappresentativo del gruppo omogeneo Y_h arrotondato alla prima cifra decimale, calcolato secondo la formula (H.10) dell'appendice H: $Y_h = Y_{eh} + U_{sh}$.

Prospetto I. 25 Valori dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} e del valore rappresentativo di ciascun gruppo omogeneo X_h per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Gruppo omogeneo	Y_{eh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
		U_{sh}	Y_h	U_{sh}	Y_h	U_{sh}	Y_h
$G_{1,1}$	35,4	0	35,4	0,7	36,1	2,5	37,9
$G_{2,1}$	35,6	0	35,6	1,5	37,1	9,6	45,2
$G_{3,1}$	37,1	0	37,1	1,2	38,3	7,3	44,4
$G_{4,1}$	36,7	0	36,7	0,4	37,1	2,2	38,9
$G_{6,1}$	36,4	0	36,4	1,0	37,4	6,6	43,0
$G_{1,2}$	35,7	0	35,7	0,4	36,1	1,5	37,2
$G_{2,2}$	36,9	0	36,9	0,6	37,5	4,0	40,9
$G_{3,2}$	37,4	0	37,4	1,3	38,7	8,3	45,7
$G_{4,2}$	36,6	0	36,6	0,4	37,0	2,5	39,1
$G_{6,2}$	37,5	0	37,5	0,8	38,3	5,0	42,5
G_5	37,0	0	37,0	0,3	37,3	1,7	38,7

Il valore dell'isolamento normalizzato di calpestio rappresentativo dell'unità immobiliare si calcola utilizzando la formula semplificata (H.17) dell'appendice H, poiché l'albergo in questione è un'unica unità immobiliare, quindi risulta $J = 1$, dove J è il numero delle unità immobiliari del sistema edilizio in esame:

$$Y_r(50\%) = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{Y_h/10} \cdot M_h) + \sum_{s=1}^Q 10^{Y_s/10}}{N} = 36,1$$

$$Y_r(75\%) = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{Y_h/10} \cdot M_h) + \sum_{s=1}^Q 10^{Y_s/10}}{N} = 36,7$$

$$Y_r(95\%) = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^g (10^{Y_h/10} \cdot M_h) + \sum_{s=1}^Q 10^{Y_s/10}}{N} = 40,0$$

Dove, per le prove singole, si considera il valore utile indicato con il simbolo Y_s .

Per ottenere il coefficiente di peso Z relativo alla classe acustica dell'isolamento da rumore di impianti discontinui si utilizza il prospetto 3 del punto 6.4 ottenendo, per i livelli di fiducia considerati, i valori riportati nel prospetto I.26.

Prospetto I.26 Corrispondenza fra classe e coefficiente di peso Z per l'isolamento acustico di facciata

Livello di fiducia	Media energetica pesata Y_r [dB]	Classe	Z_r
50%	36,1	III	3
75%	36,7	III	3
95%	40,0	IV	4

I.2.6 Impianti a funzionamento continuo

Valgono le considerazioni generali fatte per gli impianti a funzionamento discontinuo nel precedente punto I.1.5, pertanto devono essere considerati gli impianti a funzionamento continuo, misurati in ambienti diversi da quello in cui il suono si origina. In tale categoria non rientrano le misure dei livelli di rumore dovuto all'impianto di ventilazione/condizionamento ad aria che serve le camere stesse.

Il requisito non è applicabile all'unità immobiliare in esame, pertanto risulta non pertinente (NP).

I.2.7 Classificazione acustica dell'unità immobiliare

Nel prospetto I.27 si riportano i valori dei requisiti ottenuti per i livelli di fiducia considerati.

Prospetto I.27 Valori dei requisiti ottenuti ogni requisito dell'unità immobiliare per il livello di fiducia 50%, 75% e 95%

Livello di fiducia	Requisito	Valore	Classe	Z_r

50%	a) Isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ dB	37,2	III	3
	b) Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari R'_w dB	NP	NP	-
	c) Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L'_{nw} dB	NP	NP	-
	d) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo L_{ic} dB(A)	36,1	III	3
	e) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo L_{id} dB(A)	NP	NP	-
	f) Isolamento acustico normalizzato di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ dB	53,8	II	2
	g) Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti della stessa unità immobiliare L'_{nw} dB	58,0	II	2
75%	a) Isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ dB	36,5	IV	4
	b) Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari R'_w dB	NP	NP	-
	c) Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L'_{nw} dB	NP	NP	-
	d) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo L_{ic} dB(A)	36,7	III	3
	e) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo L_{id} dB(A)	NP	NP	-
	f) Isolamento acustico normalizzato di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ dB	53,2	II	2
	g) Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti della stessa unità immobiliare L'_{nw} dB	58,9	III	3
95%	a) Isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ dB	33,7	IV	4
	b) Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari R'_w dB	NP	NP	-
	c) Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L'_{nw} dB	NP	NP	-
	d) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo L_{ic} dB(A)	40,0	IV	4
	e) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo L_{id} dB(A)	NP	NP	-
	f) Isolamento acustico normalizzato di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ dB	50,0	III	3
	g) Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti della stessa unità immobiliare L'_{nw} dB	62,8	III	3

Ottenuti i valori per ogni requisito dell'unità immobiliare, per ciascuno dei livelli di fiducia considerati, si compongono secondo la formula (4) del punto 6.4.

$$Z_{UI}(50\%) = \frac{\sum_{r=1}^P Z_r}{P} = \frac{3+2+2+3}{4} = \frac{10}{4} = 2,5$$

Il risultato arrotondato all'intero più vicino, ovvero 3, fornisce la classe globale dell'unità immobiliare.

$$Z_{UI}(75\%) = \frac{\sum_{r=1}^P Z_r}{P} = \frac{4+2+3+3}{4} = \frac{12}{4} = 3$$

Il risultato fornisce la classe globale dell'unità immobiliare.

$$Z_{UI}(95\%) = \frac{\sum_{r=1}^P Z_r}{P} = \frac{4+3+3+4}{4} = \frac{14}{4} = 3,5$$

Il risultato arrotondato all'intero più vicino, ovvero 4, fornisce la classe globale dell'unità immobiliare.

Per la dichiarazione della classe dell'unità immobiliare si devono indicare:

- 1) la classe di ogni requisito;
- 2) la classe globale dell'unità immobiliare;
- 3) il livello di fiducia utilizzato per il campionamento

come riportato nel prospetto I.28.

Prospetto I.28 Unità immobiliare albergo – Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 50%, 75% e 95%

Unità immobiliare albergo							
Classe III	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}	Tra ambienti della stessa UI	
	III	NP	NP	NP	III	$D_{nT,w}$ II	L'_{nw} II
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 50%							

Unità immobiliare albergo							
Classe III	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}	Tra ambienti della stessa UI	
	IV	NP	NP	NP	III	$D_{nT,w}$ II	L'_{nw} III
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 75%							

Unità immobiliare albergo							
Classe IV	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}	Tra ambienti della stessa UI	
	IV	NP	NP	NP	IV	$D_{nT,w}$ III	L'_{nw} III
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 95%							

I.3 Esempio di campionamento di edificio multipiano avente destinazione d'uso mista: residenziale e commerciale

I.3.1 Generalità

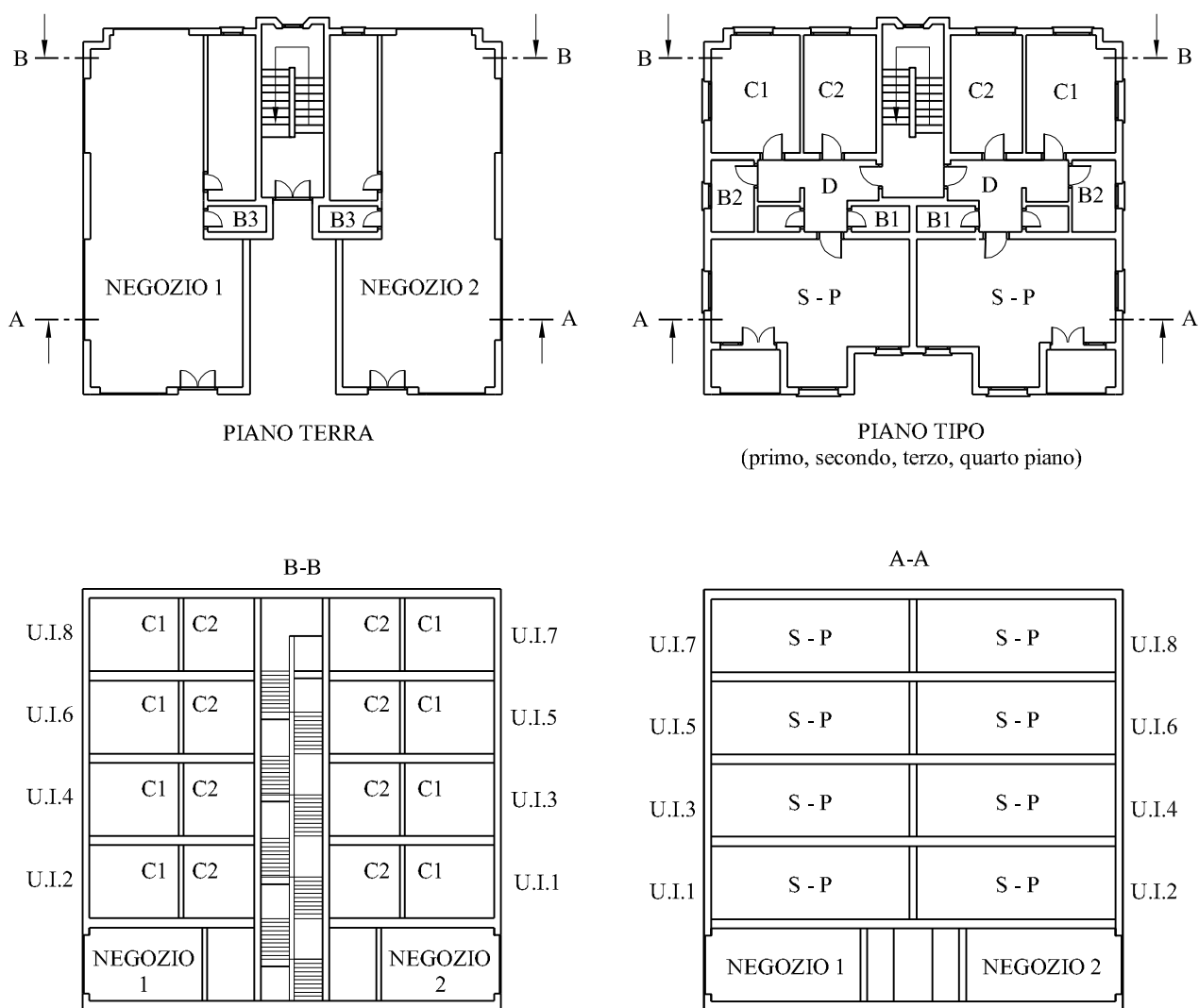
L'edificio considerato in questo esempio è un edificio multipiano di 5 piani a destinazione d'uso mista: commerciale al piano terra, con due negozi e residenziale ai piani superiori dal primo al quarto, con due unità immobiliari distinte per piano per un totale di 10 unità immobiliari. I solai interpiano sono tutti dello stesso tipo e hanno il pavimento galleggiante, i solai dei negozi al piano terra sono di un tipo diverso con un rivestimento diverso. Le pareti divisorie tra unità immobiliari diverse sono tutte dello stesso tipo.

Si applica il metodo di campionamento descritto in appendice G, e, per l'elaborazione dei dati provenienti da campionamento, si utilizza il metodo descritto in appendice H.

La scelta dei gruppi omogenei, come descritta in appendice G, deve essere fatta per ogni requisito oggetto di classificazione.

In figura I.10 sono riportate le piante e le sezioni dell'edificio in esame.

Figura I.10 Piante e sezioni dell'edificio in esame



I.3.2 Isolamento acustico di facciata

Secondo quanto indicato al punto 6.1 per le unità immobiliari a uso commerciale, quando fanno parte di edifici aventi destinazioni d'uso miste, devono essere valutati tutti i requisiti riportati nel prospetto 1, ad esclusione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata. Pertanto non si misura l'isolamento normalizzato di facciata dei negozi al piano terra.

Per il requisito di isolamento acustico di facciata, si individuano tutti gli elementi tecnici misurabili all'interno dell'intero sistema edilizio (palazzina multipiano). All'interno degli N elementi misurabili si individuano quelli raggruppabili in gruppi omogenei e quelli singoli non raggruppabili in gruppi omogenei.

In figura I.11 sono riportate le piante della palazzina con evidenziati i gruppi omogenei per l'isolamento acustico di facciata.

Le facciate di tipologia F1 sono 8 elementi tecnici (2 elementi tecnici per ogni piano, dal primo al quarto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_1 . Si ha che M_1 è pari a 8.

Le facciate di tipologia F2 sono 8 elementi tecnici (2 elementi tecnici per ogni piano, dal primo al quarto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_2 . Si ha che M_2 è pari a 8.

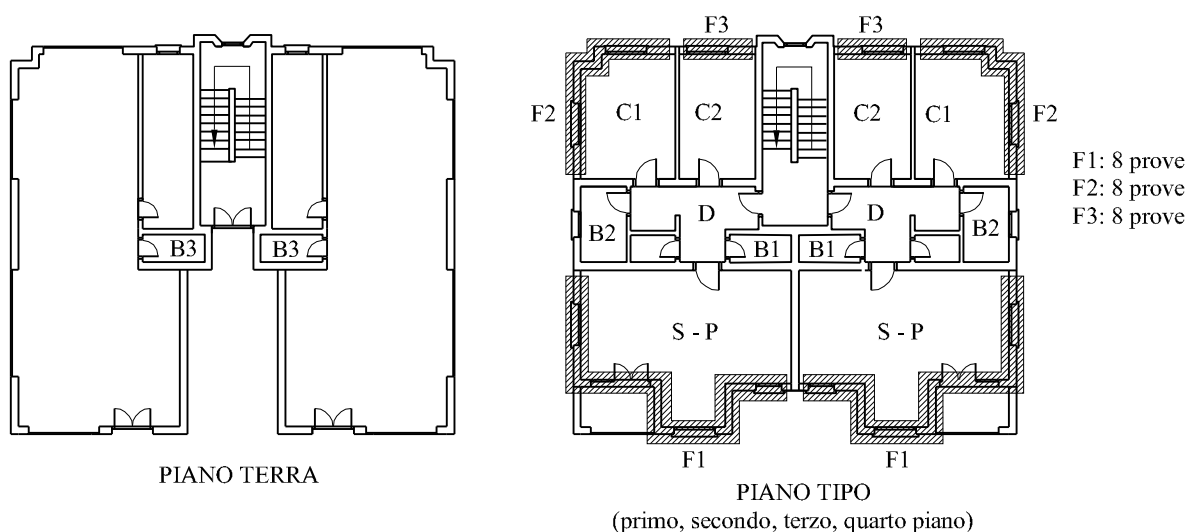
Le facciate di tipologia F3 sono 8 elementi tecnici (2 elementi tecnici per ogni piano, dal primo al quarto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_3 . Si ha che M_3 è pari a 8.

Il numero totale di elementi tecnici misurabili per il requisito isolamento di facciata è pari a (vedere formula H.1 dell'appendice H):

$$N = \sum_{h=1}^g M_h + Q = M_1 + M_2 + M_3 + Q = 8 + 8 + 8 + 0 = 24$$

Nota Per i gruppi omogenei G_1 e G_2 , costituiti rispettivamente dagli elementi tecnici di tipologia F1 e F2, facciate con più di un affaccio verso l'esterno, si utilizza una posizione di sorgente per ogni affaccio. Il valore utile della facciata si ottiene applicando il procedimento descritto nel punto 6.2 lettera a), mediando con criterio energetico i valori in frequenza di ogni combinazione affaccio-sorgente secondo la formula (1) punto 6.2, da cui si ottiene l'isolamento normalizzato di facciata a cui va poi applicata l'incertezza di misura (per ottenere il valore utile).

Figura I.11 Piante dell'edificio con evidenziati gli elementi tecnici per l'isolamento acustico di facciata



Campionamento: per ogni gruppo omogeneo G_h si dispone di un numero M_h di elementi tecnici misurabili, da cui si estrae un campione composto da C_h elementi tecnici sottoposti a prova, dove C_h deve essere almeno pari al 10% (arrotondato all'intero superiore) del numero totale M_h e comunque non minore di 2, secondo quanto riportato nel prospetto I.29.

Prospetto I.29 Numero di elementi tecnici campione sottoposti a prova per i gruppi omogenei individuati

Gruppo omogeneo	n° elementi tecnici M_h	Elementi tecnici campione sottoposti a prova C_h
G_1	8	2
G_2	8	2
G_3	8	2

Nel prospetto I.30 si riportano i risultati delle misurazioni sugli elementi tecnici sottoposti a prova, dove:

X_{hc} è il valore utile del parametro che esprime l'isolamento acustico di facciata, determinato per ciascuno dei C_h elementi tecnici misurati del gruppo omogeneo G_h con $c = 1, \dots, C_h$;

X_{he} è la media energetica dei C_h valori derivanti da campionamento per ciascuno dei gruppi G_h ottenuta con la formula (H.4), arrotondata alla prima cifra decimale.

Prospetto I. 30 Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli

Gruppo omogeneo	$D_{2m,n,Tw}$ misurato [dB]		$D_{2m,nTw}$ valore utile [dB] X_{hc}		media energetica [dB] X_{he}
G_1	39	38	38	37	37,5
G_2	40	41	39	40	39,5
G_3	38	40	37	39	37,9

I valori X_{he} sono ottenuti dalle seguenti relazioni (vedere formula H.4 dell'appendice H):

$$X_{1e} = -10 \lg \frac{\sum_{c=1}^{C_1} 10^{-X_{1c}/10}}{C_1} = -10 \lg \frac{10^{-38/10} + 10^{-37/10}}{2} = 37,5$$

$$X_{2e} = -10 \lg \frac{\sum_{c=1}^{C_2} 10^{-X_{2c}/10}}{C_2} = -10 \lg \frac{10^{-39/10} + 10^{-40/10}}{2} = 39,5$$

$$X_{3e} = -10 \lg \frac{\sum_{c=1}^{C_3} 10^{-X_{3c}/10}}{C_3} = -10 \lg \frac{10^{-37/10} + 10^{-39/10}}{2} = 37,9$$

Per ogni gruppo omogeneo G_h , lo scarto tipo di campionamento s_{sh} si calcola applicando la formula (H.6) dell'appendice H, e si arrotonda il risultato alla seconda cifra decimale:

$$s_{s1} = \sqrt{\frac{\sum_{c=1}^{C_1} (X_{1e} - X_{1c})^2}{C_1 - 1} \frac{(M_1 - C_1)}{(M_1 - 1)}} = \sqrt{\frac{(37,5 - 38)^2 + (37,5 - 37)^2}{2 - 1} \frac{(8 - 2)}{(8 - 1)}} = 0,65$$

$$s_{s2} = \sqrt{\frac{\sum_{c=1}^{C_2} (X_{2e} - X_{2c})^2}{C_2 - 1} \frac{(M_2 - C_2)}{(M_2 - 1)}} = \sqrt{\frac{(39,5 - 39)^2 + (39,5 - 40)^2}{2 - 1} \frac{(8 - 2)}{(8 - 1)}} = 0,65$$

$$s_{s3} = \sqrt{\frac{\sum_{c=1}^{C_3} (X_{3e} - X_{3c})^2}{C_3 - 1} \frac{(M_3 - C_3)}{(M_3 - 1)}} = \sqrt{\frac{(37,9 - 37)^2 + (37,9 - 39)^2}{2 - 1} \frac{(8 - 2)}{(8 - 1)}} = 1,32$$

Per ogni gruppo omogeneo G_h si calcola quindi l'incertezza estesa di campionamento secondo la formula (H.8) dell'appendice H: $U_{sh} = s_{sh} \cdot k$ dove k è il fattore di copertura, che dipende dal numero C_h di prove effettuate e dal livello di fiducia scelto, ed è dato nel prospetto H.1 dell'appendice H.

Nel prospetto I.31 seguente si riportano i risultati dei calcoli dell'incertezza estesa di campionamento (arrotondata alla prima cifra decimale) per tre livelli di fiducia considerati: 50%, 75% e 95%.

Prospetto I. 31 Valori dello scarto tipo di campionamento s_{sh} , del fattore di copertura k e dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Gruppo omogeneo o	C_h	s_{sh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
			k	U_{sh}	k	U_{sh}	k	U_{sh}
G_1	2	0,65	0	0	1	0,7	6,31	4,1
G_2	2	0,65	0	0	1	0,7	6,31	4,1
G_3	2	1,32	0	0	1	1,3	6,31	8,3

Nel prospetto I.32 si riporta il valore rappresentativo del gruppo omogeneo X_h arrotondato alla prima cifra decimale, calcolato secondo la formula (H.9) dell'appendice H: $X_h = X_{eh} - U_{sh}$

Prospetto I.32 Valori dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} e del valore rappresentativo di ciascun gruppo omogeneo X_h per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Gruppo omogeneo o	X_{eh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
		U_{sh}	X_h	U_{sh}	X_h	U_{sh}	X_h
G_1	37,5	0	37,5	0,7	36,8	4,1	33,4
G_2	39,5	0	39,5	0,7	38,8	4,1	35,4
G_3	37,9	0	37,9	1,3	36,6	8,3	29,6

Per la caratterizzazione delle J unità immobiliari del sistema edilizio in esame, per il requisito isolamento di facciata, si esegue una media energetica ponderata, tenendo conto del numero effettivo di elementi tecnici misurabili, sia singoli sia appartenenti a gruppi omogenei, pertinenti per la j -esima UI in esame. Per ogni gruppo omogeneo G_h , si considera il numero di elementi tecnici misurabili m_{hj} appartenenti a ciascuna delle J unità immobiliari in esame. Si applica la formula (H.11) dell'appendice H, tenendo conto che per ogni UI del sistema edilizio in esame, si ha un unico elemento tecnico per ciascuno dei gruppi omogenei considerati, pertanto per la J -esima unità immobiliare si ottiene:

$$\begin{aligned}
X_{rj}(50\%) &= -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{-X_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{-X_S/10}}{N_j} = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^3 (10^{-X_h/10} \cdot m_{hj}) + 0}{N_j} = \\
&= -10 \lg \frac{10^{-X_1/10} \cdot m_{1j} + 10^{-X_2/10} \cdot m_{2j} + 10^{-X_3/10} \cdot m_{3j}}{N_j} = \\
&= -10 \lg \frac{10^{-37,5/10} \cdot 1 + 10^{-39,5/10} \cdot 1 + 10^{-37,9/10} \cdot 1}{3} = 38,2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
X_{rj}(75\%) &= -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{-X_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{-X_S/10}}{N_j} = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^3 (10^{-X_h/10} \cdot m_{hj}) + 0}{N_j} = \\
&= -10 \lg \frac{10^{-36,8/10} \cdot 1 + 10^{-38,8/10} \cdot 1 + 10^{-36,6/10} \cdot 1}{3} = 37,3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
X_{rj}(95\%) &= -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{-X_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{-X_S/10}}{N_j} = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^3 (10^{-X_h/10} \cdot m_{hj}) + 0}{N_j} = \\
&= -10 \lg \frac{10^{-33,4/10} \cdot 1 + 10^{-35,4/10} \cdot 1 + 10^{-29,6/10} \cdot 1}{3} = 32,1
\end{aligned}$$

dove:

X_h sono i valori rappresentativi per ciascun gruppo omogeneo G_h , pertinente per l'unità immobiliare j-esima;

g_j è il numero di gruppi omogenei presenti nell'unità immobiliare j-esima;

m_{hj} è il numero di elementi tecnici misurabili del gruppo omogeneo G_h relativi all'unità immobiliare j-esima;

N_j è il numero totale di elementi tecnici misurabili dell'unità immobiliare j-esima definito dalla formula (H.12) in appendice H.

Per tutte le UI del sistema edilizio si ha che per ottenere il coefficiente di peso Z relativo alla classe acustica dell'isolamento normalizzato di facciata si utilizza il prospetto 3 del punto 6.4 ottenendo, per i livelli di fiducia considerati, i valori riportati nel prospetto I.33.

Prospetto I.33 Corrispondenza fra classe e coefficiente di peso Z per l'isolamento acustico di facciata

Livello di fiducia	Media energetica pesata X_r [dB]	Classe	Z_r
50% UI da 1 a 8	38,2	III	3
75% UI da 1 a 8	37,3	III	3
95% UI da 1 a 8	32,1	IV	4
UI negozi piano terra	NP	NP	-

I.3.3 Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari

Per quanto riguarda il potere fonoisolante apparente, secondo la UNI ISO 140-14:2004, punto A.2.2, per le misurazioni orizzontali eseguite in una sola direzione, generalmente si sceglie come ambiente emittente l'ambiente più grande; per le misurazioni verticali, si dovrebbe utilizzare preferibilmente l'ambiente inferiore come ambiente emittente.

Tra ambienti uguali (stesso volume, stesso arredo, uguali condizioni di trasmissione laterale) si può considerare che la direzione di misura sia ininfluenza, motivo per cui alcune prove sono state indicate in figura con una doppia freccia (\leftrightarrow). Al fine del conteggio del numero di prove, ciascuna misura "bidirezionale" (indipendente dal verso di misura e quindi eseguibile indifferentemente in un verso o nell'altro) è stata conteggiata come una sola prova.

Le prove che dipendono dalla direzione di misura sono state indicate in figura con una freccia singola (\rightarrow , \uparrow , \leftarrow , \downarrow); per queste è stato scelto il verso preferenziale di misura (non è necessario ripetere la prova nei due versi) e sono state conteggiate una sola volta.

Per il requisito potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari, si individuano tutti gli elementi tecnici misurabili all'interno dell'intero sistema edilizio. All'interno degli N elementi misurabili si individuano quelli raggruppabili in gruppi omogenei e quelli singoli non raggruppabili in gruppi omogenei, nel caso di gruppi omogenei composti da due sole prove, queste sono state trattate come prove singole. In figura I.12 sono riportate la pianta e le sezioni della palazzina con evidenziati i gruppi omogenei individuati.

Le pareti di tipologia R1, sono 4 pareti (1 per ogni piano, dal primo al quarto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_1 . Si ha che M_1 è pari a 4.

I solai di tipologia R2, sono 6 solai (2 per ogni piano dal secondo al quarto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_2 . Si ha che M_2 è pari a 6.

I solai di tipologia R3, sono 6 solai (2 per ogni piano dal secondo al quarto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_3 . Si ha che M_3 è pari a 6.

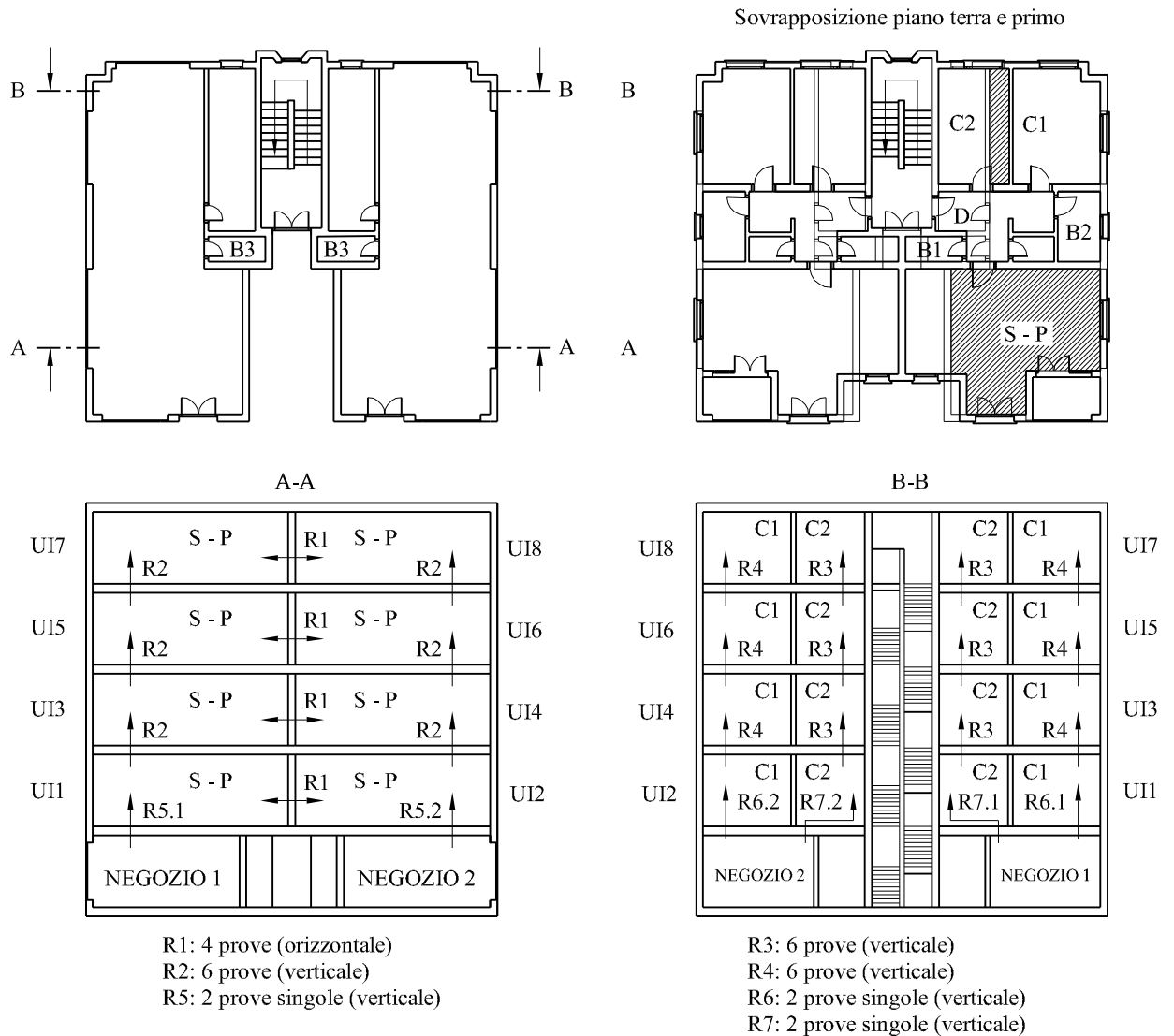
I solai di tipologia R4, sono 6 solai (2 per ogni piano dal secondo al quarto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_4 . Si ha che M_4 è pari a 6.

I solai di tipologia R5, R6 e R7 sono composti da due elementi ciascuno, devono essere trattati come prove singole, pertanto il numero Q di prove singole è pari a 6.

Il numero totale di elementi tecnici misurabili per il requisito potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali è pari a (vedere formula H.1 dell'appendice H):

$$N = \sum_{h=1}^g M_h + Q = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + Q = 4 + 6 + 6 + 6 + 6 = 28$$

Figura I.12 Sezioni e piante dell'edificio con evidenziati gli elementi tecnici pertinenti per il potere fonoisolante apparente di partizioni



Nota - Per le prove dal piano terra al piano primo sono state evidenziate in pianta le partizioni comuni.

Campionamento: per ogni gruppo omogeneo G_n si dispone di un numero M_n di elementi tecnici misurabili, da cui si estrae un campione composto da C_n elementi tecnici sottoposti a prova, dove C_n deve essere almeno pari al 10% (arrotondato all'intero superiore) del numero totale M_n e comunque non minore di 2, secondo quanto riportato nel prospetto I.34.

Prospetto I.34 Numero di elementi tecnici campione sottoposti a prova per i gruppi omogenei individuati

Gruppo omogeneo	n° elementi tecnici M_n	Elementi tecnici campione sottoposti a prova C_n
G_1	4	2
G_2	6	2
G_3	6	2
G_4	6	2

Gli elementi tecnici singoli non raggruppabili in gruppi omogenei devono essere misurati tutti.

Nel prospetto I.35 si riportano i risultati delle misurazioni sugli elementi tecnici sottoposti a prova, dove:

X_S sono i valori utili del parametro che esprime il potere fonoisolante appartenente di partizioni per ciascuna delle prove singole S , con $S = 1, \dots, Q$; e $Q = 6$;

X_{hc} è il valore utile del parametro che esprime il potere fonoisolante apparente, determinato per ciascuno dei C_n elementi tecnici misurati del gruppo omogeneo G_n con $c = 1, \dots, C_n$;

X_{he} è la media energetica dei C_n valori derivanti da campionamento per ciascuno dei gruppi G_n ottenuta con la formula (H.4), arrotondata alla prima cifra decimale.

I gruppi omogenei relativi a prove effettuate in direzione orizzontale e quelli relativi a prove effettuate in direzione verticale sono considerati separatamente al fine del campionamento; pertanto nel prospetto I.35, in cui sono riportati i risultati delle misurazioni e i valori utili utilizzati per i calcoli, è indicata anche la direzione di prova.

Prospetto I. 35 a) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: a) gruppi omogenei

Direzione di prova	Gruppo omogeneo	R'_w misurato [dB]		R'_w valore utile [dB] X_{hc}		media energetica [dB] X_{he}
Orizzontale	G_1	54	52	53	51	51,9
Verticale	G_2	55	56	54	55	54,5
	G_3	54	55	53	54	53,5
	G_4	57	56	56	55	55,5

Prospetto I. 35 b) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: a) elementi tecnici simili

Direzione di prova	Elementi tecnici singoli	R'_w misurato [dB]	R'_w valore utile [dB] X_S
Verticale	R5.1	56	55
	R5.2	58	57
	R6.1	55	54
	R6.2	56	55
	R7.1	53	52
	R7.2	55	54

I valori X_{he} sono ottenuti, come per l'isolamento di facciata, applicando la formula (H.4) dell'appendice H.

Per ogni gruppo omogeneo G_n , lo scarto tipo di campionamento s_{sh} si calcola applicando la formula (H.6) dell'appendice H, e si arrotonda il risultato alla seconda cifra decimale, seguendo lo stesso procedimento per l'isolamento di facciata al punto I.1.2.

Per ogni gruppo omogeneo G_n si calcola quindi l'incertezza estesa di campionamento secondo la formula (H.8) dell'appendice H: $U_{sh} = s_{sh} \cdot k$ dove k è il fattore di copertura, che dipende dal numero C_n di prove effettuate e dal livello di fiducia scelto, ed è dato nel prospetto H.1 dell'appendice H.

Nel prospetto I.36 seguente si riportano i risultati dei calcoli dell'incertezza estesa di campionamento (arrotondata alla prima cifra decimale) per tre livelli di fiducia considerati: 50%, 75% e 95%.

NOTA Data la scarsa numerosità del numero di elementi tecnici per ogni gruppo omogeneo considerato, una differenza di 2 o 3 dB nei valori misurati per le due prove effettuate, comporta scarti tipo di campionamento elevati e di conseguenza, se si utilizzano livelli di fiducia maggiori del 75% (livello per il quale, con due campioni, risulta $k = 1$) l'incertezza estesa di misura risulta rilevante. In questi casi si consiglia l'adozione anche solo di un campione in più, che porterebbe il vantaggio di una notevole diminuzione dell'incertezza estesa.

Prospetto I. 36 Valori dello scarto tipo di campionamento s_{sh} , del fattore di copertura k e dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Direzione di prova	Gruppo omogeneo	C_h	s_{sh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
				k	U_{sh}	k	U_{sh}	k	U_{sh}
Orizzontale	G_1	2	1,16	0	0	1	1,2	6,31	7,3
	G_2	2	0,63	0	0	1	0,6	6,31	4,0
Verticale	G_3	2	0,63	0	0	1	0,6	6,31	4,0
	G_4	2	0,63	0	0	1	0,6	6,31	4,0

Nel prospetto I. 37 si riporta il valore rappresentativo del gruppo omogeneo X_h arrotondato alla prima cifra decimale calcolato secondo la formula (H.9) dell'appendice H: $X_h = X_{eh} - U_{sh}$

Prospetto I. 37 Valori dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} e del valore rappresentativo di ciascun gruppo omogeneo X_h per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Direzione di prova	Gruppo omogeneo	X_{eh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
			U_{sh}	X_h	U_{sh}	X_h	U_{sh}	X_h
Orizzontale	G_1	51,9	0	51,9	1,2	50,7	7,3	44,6
	G_2	54,5	0	54,5	0,6	53,9	4,0	50,5
Verticale	G_3	53,5	0	53,5	0,6	52,9	4,0	49,5
	G_4	55,5	0	55,5	0,6	54,9	4,0	51,5

Ottenuti i valori rappresentativi, per ogni gruppo, e per ogni livello di fiducia considerato, per la valutazione del potere fonoisolante apparente di partizioni da assegnare alle UI che costituiscono il sistema edilizio in esame, è necessario innanzitutto stabilire quali siano le prove pertinenti per ciascuna UI. Si individuano nel prospetto I.38 le prove pertinenti.

Prospetto I. 38 Prove pertinenti per ciascuna UI del sistema edilizio in esame

Unità immobiliare	Prove pertinenti
UI 1	R1, R2, R3, R4, R5.1, R6.1, R7.1
UI 2	R1, R2, R3, R4, R5.2, R6.2, R7.2
UI 3	R1, R2 (due volte), R3 (due volte), R4 (due volte)
UI 4	R1, R2 (due volte), R3 (due volte), R4 (due volte)
UI 5	R1, R2 (due volte), R3 (due volte), R4 (due volte)
UI 6	R1, R2 (due volte), R3 (due volte), R4 (due volte)
UI 7	R1, R2, R3, R4

UI 8	R1, R2, R3, R4
Negozio 1	R5.1, R6.1, R7.1
Negozio 2	R5.2, R6.2, R7.2

NOTA Per le UI ai piani intermedi, il poter fonoisolante dei solai viene conteggiato due volte: una per il solaio superiore e una per quello inferiore.

Per i negozi al piano terra, le prove pertinenti hanno come ambienti riceventi i locali delle UI poste al piano superiore, poiché la prova è direzionale e si ottiene il valore del potere fonoisolante dell'elemento tecnico divisorio.

Per la tipologia seriale dell'edificio in esame, si ha che il valore globale del requisito potere fonoisolante dei divisori, per le UI da 3 a 6, con il campionamento applicato è lo stesso. Per le UI 7 e 8 si ha che il requisito è lo stesso. Si deve invece calcolare singolarmente il requisito potere fonoisolante relativo alle due UI al piano primo e ai due negozi al piano terra.

Anche nel caso del calcolo del requisito potere fonoisolante apparente per la singola UI del sistema edilizio in esame, in riferimento al punto 6.3.2, per ogni livello di fiducia considerato, si applica la formula (H.11) dell'appendice H separatamente alle partizioni orizzontali e verticali (i pedici orizz. e vert. nelle formule seguenti sono riferiti al verso della prova), poi si mediano energeticamente i due risultati per ottenere il valore del potere fonoisolante apparente dei divisori rappresentativo della singola unità immobiliare.

Si riporta per esteso l'esempio relativo alla UI 3 (valido anche per le UI 4, 5 e 6).

Per il potere fonoisolante apparente di partizioni verticali (direzione di prova orizzontale), si ha un solo gruppo omogeneo, il gruppo G1. Di questo gruppo si è calcolato il valore medio per i tre livelli di fiducia considerati.

Per il potere fonoisolante di partizioni orizzontali (direzione di misura verticale) le prove pertinenti sono relative ai gruppi omogenei G2, G3, G4. Il valore di questi gruppi rientra due volte nel calcolo, per tener conto degli elementi tecnici di separazione dell'UI in esame sia con UI al piano superiore sia con UI al piano inferiore.

Per ogni gruppo omogeneo G_h il numero totale M_h di elementi tecnici misurabili può essere ripartito in un numero m_{hj} diverso di elementi tecnici misurabili per ciascuna j -esima UI (con $j = 1, \dots, J$) che compone l'edificio. Per la UI 3 in esame, si hanno i seguenti valori di m_{hj} (che risultano identici anche per le UI 4, 5 e 6):

- per il gruppo G_2 , $m_{hj} = m_{23} = 2$;
- per il gruppo G_3 , $m_{hj} = m_{33} = 2$;
- per il gruppo G_4 , $m_{hj} = m_{43} = 2$.

Per il livello di fiducia del 50% si ha:

$$\begin{aligned}
 X_{rjvert}(50\%) &= -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{-X_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{-X_S/10}}{N_j} = -10 \lg \frac{\sum_{h=2}^4 (10^{-X_h/10} \cdot m_{h3})}{N_3} = \\
 &= -10 \lg \frac{10^{-X_2/10} \cdot m_{23} + 10^{-X_3/10} \cdot m_{33} + 10^{-X_4/10} \cdot m_{43}}{N_3} = \\
 &= -10 \lg \frac{10^{-54,5/10} \cdot 2 + 10^{-53,5/10} \cdot 2 + 10^{-55,5/10} \cdot 2}{6} = 54,4
 \end{aligned}$$

$$X_r(50\%) = -10 \lg \frac{10^{-X_{orizz}/10} + 10^{-X_{vert}/10}}{2} = -10 \lg \frac{10^{-51,9/10} + 10^{-54,4/10}}{2} = 53,0$$

Per il livello di fiducia del 75% si ha:

$$X_{rjvert}(75\%) = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{-X_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{-X_S/10}}{N_j} = -10 \lg \frac{\sum_{h=2}^4 (10^{-X_h/10} \cdot m_{h3})}{N_3} =$$

$$= -10 \lg \frac{10^{-X_2/10} \cdot m_{23} + 10^{-X_3/10} \cdot m_{33} + 10^{-X_4/10} \cdot m_{43}}{N_3} =$$

$$-10 \lg \frac{10^{-53,9/10} \cdot 2 + 10^{-52,9/10} \cdot 2 + 10^{-54,9/10} \cdot 2}{6} = 53,8$$

$$X_r(75\%) = -10 \lg \frac{10^{-X_{orizz}/10} + 10^{-X_{vert}/10}}{2} = -10 \lg \frac{10^{-50,7/10} + 10^{-53,8/10}}{2} = 52,0$$

Per il livello di fiducia del 95% si ha:

$$X_{rjvert}(95\%) = -10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{-X_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{-X_S/10}}{N_j} = -10 \lg \frac{\sum_{h=2}^4 (10^{-X_h/10} \cdot m_{h3})}{N_3} =$$

$$= -10 \lg \frac{10^{-X_2/10} \cdot m_{23} + 10^{-X_3/10} \cdot m_{33} + 10^{-X_4/10} \cdot m_{43}}{N_3} =$$

$$-10 \lg \frac{10^{-50,5/10} \cdot 2 + 10^{-49,5/10} \cdot 2 + 10^{-51,5/10} \cdot 2}{6} = 50,4$$

$$X_r(95\%) = -10 \lg \frac{10^{-X_{orizz}/10} + 10^{-X_{vert}/10}}{2} = -10 \lg \frac{10^{-44,6/10} + 10^{-50,4/10}}{2} = 46,6$$

Per le UI 1 e 2 al piano primo, si hanno anche delle prove singole. Si riporta di seguito l'esempio relativo alla sola UI 1. Per quanto riguarda le prove relative ai gruppi omogenei dei solai, per la UI 1 in esame, si hanno i seguenti valori di m_{hj} (che risultano identici anche per le UI 2, 7 e 8, dal momento che per queste unità immobiliari le prove relative ai solai devono essere conteggiate una sola volta):

- per il gruppo G_2 , $m_{hj} = m_{21} = 1$;
- per il gruppo G_3 , $m_{hj} = m_{31} = 1$;
- per il gruppo G_4 , $m_{hj} = m_{41} = 1$.

Per il livello di fiducia del 50% si ha:

$$\begin{aligned}
X_{rjvert}(50\%) &= -10\lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{-X_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{-X_S/10}}{N_j} = -10\lg \frac{\sum_{h=2}^4 (10^{-X_h/10} \cdot m_{h1}) + \sum_{S=5}^7 10^{-X_S/10}}{N_1} = \\
&= -10\lg \frac{10^{-X_2/10} \cdot m_{21} + 10^{-X_3/10} \cdot m_{31} + 10^{-X_4/10} \cdot m_{41} + 10^{-X_{5,1}/10} + 10^{-X_{6,1}/10} + 10^{-X_{7,1}/10}}{N_1} = \\
&= -10\lg \frac{10^{-54,5/10} \cdot 1 + 10^{-53,5/10} \cdot 1 + 10^{-55,5/10} \cdot 1 + 10^{-55/10} + 10^{-54/10} + 10^{-52/10}}{6} = 53,9
\end{aligned}$$

$$X_r(50\%) = -10\lg \frac{10^{-X_{orizz}/10} + 10^{-X_{vert}/10}}{2} = -10\lg \frac{10^{-51,9/10} + 10^{-53,9/10}}{2} = 52,8$$

Per il livello di fiducia del 75% si ha:

$$\begin{aligned}
X_{rjvert}(75\%) &= -10\lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{-X_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{-X_S/10}}{N_j} = -10\lg \frac{\sum_{h=2}^4 (10^{-X_h/10} \cdot m_{h1}) + \sum_{S=5}^7 10^{-X_S/10}}{N_1} = \\
&= -10\lg \frac{10^{-X_2/10} \cdot m_{21} + 10^{-X_3/10} \cdot m_{31} + 10^{-X_4/10} \cdot m_{41} + 10^{-X_{5,1}/10} + 10^{-X_{6,1}/10} + 10^{-X_{7,1}/10}}{N_1} = \\
&= -10\lg \frac{10^{-53,9/10} \cdot 1 + 10^{-52,9/10} \cdot 1 + 10^{-54,9/10} \cdot 1 + 10^{-55/10} + 10^{-54/10} + 10^{-52/10}}{6} = 53,6
\end{aligned}$$

$$X_r(75\%) = -10\lg \frac{10^{-X_{orizz}/10} + 10^{-X_{vert}/10}}{2} = -10\lg \frac{10^{-50,7/10} + 10^{-53,6/10}}{2} = 51,9$$

Per il livello di fiducia del 95% si ha:

$$\begin{aligned}
X_{rjvert}(95\%) &= -10\lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{-X_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{-X_S/10}}{N_j} = -10\lg \frac{\sum_{h=2}^4 (10^{-X_h/10} \cdot m_{h1}) + \sum_{S=5}^7 10^{-X_S/10}}{N_1} = \\
&= -10\lg \frac{10^{-X_2/10} \cdot m_{21} + 10^{-X_3/10} \cdot m_{31} + 10^{-X_4/10} \cdot m_{41} + 10^{-X_{5,1}/10} + 10^{-X_{6,1}/10} + 10^{-X_{7,1}/10}}{N_1} = \\
&= -10\lg \frac{10^{-50,5/10} \cdot 1 + 10^{-49,5/10} \cdot 1 + 10^{-51,5/10} \cdot 1 + 10^{-55/10} + 10^{-54/10} + 10^{-52/10}}{6} = 51,7
\end{aligned}$$

$$X_r(95\%) = -10\lg \frac{10^{-X_{orizz}/10} + 10^{-X_{vert}/10}}{2} = -10\lg \frac{10^{-44,6/10} + 10^{-51,7/10}}{2} = 46,8$$

Si procede allo stesso modo per la UI 2 al primo piano, le UI 7 e 8 all'ultimo piano e per i negozi al piano terra, per i quali si hanno solo prove singole.

Nei prospetti da 39 a 42 sono riportati i risultati per ogni UI del sistema edilizio in esame.

Prospetto I. 39 Valori del potere fonoisolante apparente per ciascuna UI per il livello di fiducia del 50%

UI	Livello di fiducia 50%				
	$X_{r,vert}$	$X_{r,orizz}$	X_r	Classe	Z_r
1	53,9	51,9	52,8	III	3
2	54,8	51,9	53,1	II	2
3, 4, 5, 6	54,4	51,9	53,0	II	2
7	54,4	51,9	53,0	II	2
8	54,4	51,9	53,0	II	2

Prospetto I. 40 Valori del potere fonoisolante apparente per ciascuna UI per il livello di fiducia del 75%

UI	Livello di fiducia 75%				
	$X_{r,vert}$	$X_{r,orizz}$	X_r	Classe	Z_r
1	53,6	50,7	51,9	III	3
2	54,4	50,7	52,2	III	3
3, 4, 5, 6	53,8	50,7	52,0	III	3
7	53,8	50,7	52,0	III	3
8	53,8	50,7	52,0	III	3

Prospetto I. 41 Valori del potere fonoisolante apparente per ciascuna UI per il livello di fiducia del 95%

UI	Livello di fiducia 95%				
	$X_{r,vert}$	$X_{r,orizz}$	X_r	Classe	Z_r
1	51,7	44,6	46,8	IV	4
2	52,2	44,6	46,9	IV	4
3, 4, 5, 6	50,4	44,6	46,6	IV	4
7	50,4	44,6	46,6	IV	4
8	50,4	44,6	46,6	IV	4

Per i negozi al piano terra, si hanno solo prove singole.

Prospetto I. 42 Valori del potere fonoisolante apparente per le UI commerciali al piano terra

UI	$X_{r,vert}$	$X_{r,orizz}$	X_r	Classe	Z_r
Negozio 1	53,5	NP	53,5	II	2
Negozio 2	55,2	NP	55,2	II	2

I.3.4 Isolamento al rumore da calpestio

Secondo quanto indicato al punto 6.2, lettera c) la valutazione del livello normalizzato di calpestio è condotta secondo il seguente ordine preferenziale:

- 2) dall'alto verso il basso (ambiente ricevente sottostante);

- 3) tra ambienti acusticamente verificabili adiacenti se tale condizione risulta significativa o se non è realizzabile la condizione precedente;
- 4) dal basso verso l'alto (ambiente ricevente sovrastante) se tale condizione risulta significativa o se non è realizzabile la condizione precedente.

Per il requisito isolamento al rumore da calpestio si individuano tutti gli elementi tecnici misurabili all'interno dell'intero sistema edilizio. All'interno degli N elementi misurabili si individuano quelli raggruppabili in gruppi omogenei e quelli singoli non raggruppabili in gruppi omogenei. In figura I.13 sono riportate la pianta e le sezioni della palazzina con evidenziati i gruppi omogenei individuati per l'elemento tecnico solaio.

I solai di tipologia c1, sono 6 solai (2 per ogni piano dal secondo al quarto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_1 . Si ha che M_1 è pari a 6.

I solai di tipologia c2, sono 6 solai (2 per ogni piano dal secondo al quarto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_2 . Si ha che M_2 è pari a 6.

I solai di tipologia c3, sono 6 solai (2 per ogni piano dal secondo al quarto) raggruppabili nel gruppo omogeneo G_3 . Si ha che M_3 è pari a 6.

Nel caso di gruppi omogenei composti da due sole prove, queste sono state trattate come prove singole. Si elencano di seguito tali prove.

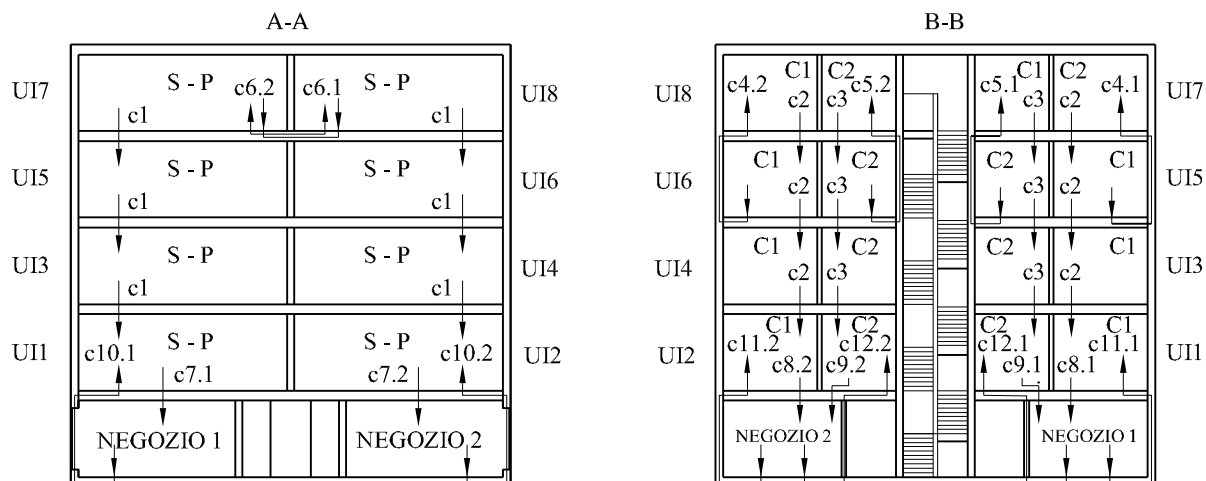
I solai di tipologia c4 e c5, sono due per tipologia, per le prove dal basso verso l'alto per le UI all'ultimo piano e devono essere trattati come prove singole. I solai di tipo c6, sono due solai per le prove in direzione orizzontale, per le UI all'ultimo piano e devono essere trattati come prove singole. I solai 7, 8 e 9 sono due solai ciascuno, per le prove verso le UI commerciali al piano terra e devono essere provati tutti singolarmente. I solai di tipo c10, c11 e c12, sono due solai ciascuno, per le prove dalle UI commerciali al piano terra, verso le UI residenziali al primo piano; devono essere trattate come prove singole. Il numero totale Q di prove singole è pari a 18.

Il numero totale di elementi tecnici misurabili per il requisito isolamento al calpestio dei solai è pari a (vedere formula H.1 dell'appendice H):

$$N = \sum_{h=1}^g M_h + Q = M_1 + M_2 + M_3 + Q = 6 + 6 + 6 + 18 = 36$$

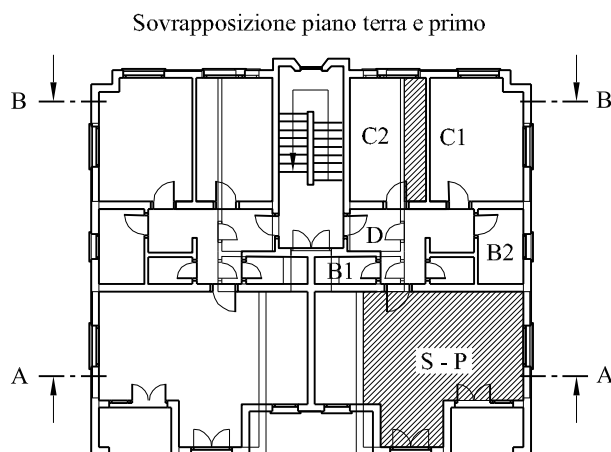
NOTA Per le prove di tipologia c9, si rimanda a quanto indicato nella UNI EN ISO 140-14 nel caso in cui l'area comune sia minore o uguale a 20 m^2 , per cui si devono comunque utilizzare 20 m^2 facendo riferimento agli esempi da 33 a 35 dell'appendice C della UNI EN ISO 140-14:2004.

Figura I.13 Sezioni e pianta dell'edificio con evidenziati gli elementi tecnici per l'isolamento al rumore da calpestio



c1: 6 prove (verticale)
 c6: 2 prove (verticale)
 c10: 2 prove singole (verticale dal basso verso l'alto)
 c7: 2 prove singole (verticale)

c2: 6 prove (verticale)
 c3: 6 prove (verticale)
 c4: 2 prove (verticale dal basso verso l'alto)
 c5: 2 prove (verticale dal basso verso l'alto)
 c8: 2 prove (verticale)
 c9: 2 prove (verticale)
 c11: 2 prove (verticale dal basso verso l'alto)
 c12: 2 prove (verticale dal basso verso l'alto)



Campionamento: per ogni gruppo omogeneo G_h si dispone di un numero M_h di elementi tecnici misurabili, da cui si estrae un campione composto da C_h elementi tecnici sottoposti a prova, dove C_h deve essere almeno pari al 10% (arrotondato all'intero superiore) del numero totale M_h e comunque non minore di 2, secondo quanto riportato nel prospetto I. 43.

Prospetto I.43 Numero di elementi tecnici campione sottoposti a prova per i gruppi omogenei individuati

Gruppo omogeneo	n° elementi tecnici M_h	Elementi tecnici campione sottoposti a prova C_h
G_1	6	2
G_2	6	2
G_3	6	2

Gli elementi tecnici singoli non raggruppabili in gruppi omogenei devono essere misurati tutti.

Nel prospetto I.44 si riportano i risultati delle misurazioni sugli elementi tecnici sottoposti a prova, dove:

Y_s sono i valori utili del parametro che esprime l'isolamento al calpestio per ciascuna delle prove singole S , con $S = 1, \dots, Q$; e $Q = 18$;

Y_{hc} è il valore utile del parametro che esprime l'isolamento dal rumore di calpestio, determinato per ciascuno dei C_h elementi tecnici misurati del gruppo omogeneo G_h con $c = 1, \dots, C_h$;

Y_{he} è la media energetica dei C_h valori derivanti da campionamento per ciascuno dei gruppi G_h ottenuta con la formula (H.5), arrotondata alla prima cifra decimale.

Prospetto I. 44 a) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: a) gruppi omogenei

Direzione di prova	Gruppo omogeneo	L'_{nw} misurato [dB]		L'_{nw} valore utile [dB] Y_{hc}		Media energetica [dB] Y_{he}
		Verticale	G_1	62	63	61
G_2	62		60	61	59	60,1
G_3	60		61	59	60	59,5

Prospetto I. 44 b) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: b) elementi tecnici singoli

Direzione di prova	Elementi tecnici singoli	L'_{nw} misurato [dB]	L'_{nw} valore utile [dB] Y_s
Verticale dal basso verso l'alto	c4.1	50	49
	c4.2	52	51
	c5.1	56	55
	c5.2	55	54
Orizzontale	c6.1	53	52
	c6.2	51	50
Verticale	c7.1	56	55
	c7.2	57	56
	c8.1	52	51
	c8.2	50	49
	c9.1	51	50
	c9.2	51	50
Verticale dal basso verso l'alto	c10.1	53	52
	c10.2	54	53
	c11.1	54	53
	c11.2	55	54
	c12.1	51	50
	c12.2	52	51

Per ogni gruppo omogeneo G_h , lo scarto tipo di campionamento s_{sh} si calcola applicando la formula (H.7) dell'appendice H, e si arrotonda il risultato alla seconda cifra decimale, seguendo lo stesso procedimento utilizzato per l'isolamento di facciata al punto I.1.2.

Per ogni gruppo omogeneo G_h si calcola quindi l'incertezza estesa di campionamento secondo la formula (H.8) dell'appendice H: $U_{sh} = s_{sh} \cdot k$ dove k è il fattore di copertura, che dipende dal numero C_h di prove effettuate e dal livello di fiducia scelto, ed è dato nel prospetto H.1 dell'appendice H.

Nel prospetto I.45 seguente si riportano i risultati dei calcoli dell'incertezza estesa di campionamento (arrotondata alla prima cifra decimale) per tre livelli di fiducia considerati: 50%, 75% e 95%.

NOTA - Come nel caso del potere fonoisolante di partizioni orizzontali e verticali, data la scarsa numerosità del numero di elementi tecnici per ogni gruppo omogeneo considerato, una differenza di 2 o 3 dB nei valori misurati per le due prove effettuate, comporta scarti tipo di campionamento elevati e di conseguenza, se si utilizzano livelli di fiducia maggiori del 75% (livello per il quale, con due campioni, risulta $k = 1$) l'incertezza estesa di misura risulta rilevante. In questi casi si consiglia l'adozione anche solo di un campione in più, che porterebbe il vantaggio di una notevole diminuzione dell'incertezza estesa.

Prospetto I. 45 Valori dello scarto tipo di campionamento s_{sh} , del fattore di copertura k e dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Direzione di prova	Gruppo omogeneo	C_h	s_{sh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
				k	U_{sh}	k	U_{sh}	k	U_{sh}
Verticale	G_1	2	0,63	0	0	1	0,6	6,31	4,0
	G_2	2	1,27	0	0	1	1,3	6,31	8,0
	G_3	2	0,63	0	0	1	0,6	6,31	4,0

Nel prospetto I.46 si riporta il valore rappresentativo del gruppo omogeneo X_h arrotondato alla prima cifra decimale, calcolato secondo la formula (H.10) dell'appendice H: $Y_h = Y_{eh} + U_{sh}$.

Prospetto I. 46 Valori dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} e del valore rappresentativo di ciascun gruppo omogeneo X_h per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Direzione di prova	Gruppo omogeneo	Y_{eh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
			U_{sh}	Y_h	U_{sh}	Y_h	U_{sh}	Y_h
verticale	G_1	61,5	0	61,5	0,6	62,1	4,0	65,5
	G_2	60,1	0	60,1	1,3	61,4	8,0	68,1
	G_3	59,5	0	59,5	0,6	60,1	4,0	63,5

Ottenuti i valori rappresentativi, per ogni gruppo, e per ogni livello di fiducia considerato, per la valutazione dell'isolamento al calpestio da assegnare alle UI che costituiscono il sistema edilizio in esame, è necessario innanzitutto stabilire quali siano le prove pertinenti per ciascuna UI. Si individuano nel prospetto 47 le prove pertinenti.

Prospetto I. 47 Prove pertinenti per ciascuna UI del sistema edilizio in esame

Unità immobiliare	Prove pertinenti
UI 1	c1, c2, c3, c10.1, c11.1, c12.1
UI 2	c1, c2, c3, c10.2, c11.2, c12.2
UI 3, UI 4, UI 5, UI 6	c1, c2, c3
UI 7	c4.1, c5.1, c6.1
UI 8	c4.2, c5.2, c6.2
Negozi 1	c7.1, c8.1, c9.1
Negozi 2	c7.2, c8.2, c9.2

Nota - Per stabilire le prove pertinenti per ogni UI in esame, si devono considerare le prove che hanno tali UI come riceventi.

Per la tipologia seriale dell'edificio in esame, si ha che il valore globale del requisito isolamento al calpestio, per le UI da 3 a 6, con il campionamento applicato è lo stesso. Per le UI 1 e 2, si hanno anche delle prove singole e per tanto il calcolo deve essere eseguito a parte.

Per le UI 7 e 8 e per i due negozi al piano terra, si deve calcolare singolarmente il requisito e, poiché le prove relative sono tutte singole, non si ha l'incertezza di campionamento.

Si riporta per esteso l'esempio relativo alla UI 3 (analogo per le UI da 4 a 6).

Per ogni gruppo omogeneo G_h il numero totale M_h di elementi tecnici misurabili può essere ripartito in un numero m_{hj} diverso di elementi tecnici misurabili per ciascuna j -esima UI (con $j = 1, \dots, J$) che compone l'edificio. Per i calcoli si utilizza la formula (H.13) dell'appendice H. Per la UI 3 in esame, si hanno i seguenti valori di m_{hj} (che risultano identici anche per le UI 4, 5 e 6):

- per il gruppo G_1 , $m_{hj} = m_{13} = 1$;
- per il gruppo G_2 , $m_{hj} = m_{23} = 1$;
- per il gruppo G_3 , $m_{hj} = m_{33} = 1$.

Per il livello di fiducia del 50% si ha:

$$Y_{rj}(50\%) = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{Y_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{Y_S/10}}{N_j} = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_3} (10^{Y_h/10} \cdot m_{h3}) + 0}{N_3} =$$

$$= 10 \lg \frac{10^{Y_1/10} \cdot m_{13} + 10^{Y_2/10} \cdot m_{23} + 10^{Y_3/10} \cdot m_{33}}{3} = 10 \lg \frac{10^{61,5/10} \cdot 1 + 10^{60,1/10} \cdot 1 + 10^{59,5/10} \cdot 1}{3} = 60,4$$

Per il livello di fiducia del 75% si ha:

$$Y_{rj}(75\%) = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{Y_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{Y_S/10}}{N_j} = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_3} (10^{Y_h/10} \cdot m_{h3}) + 0}{N_3} =$$

$$= 10 \lg \frac{10^{Y_1/10} \cdot m_{13} + 10^{Y_2/10} \cdot m_{23} + 10^{Y_3/10} \cdot m_{33}}{3} = 10 \lg \frac{10^{62,1/10} \cdot 1 + 10^{61,4/10} \cdot 1 + 10^{60,1/10} \cdot 1}{3} = 61,3$$

Per il livello di fiducia del 95% si ha:

$$Y_{rj}(95\%) = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{Y_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{Y_S/10}}{N_j} = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_3} (10^{Y_h/10} \cdot m_{h3}) + 0}{N_3} =$$

$$= 10 \lg \frac{10^{Y_1/10} \cdot m_{13} + 10^{Y_2/10} \cdot m_{23} + 10^{Y_3/10} \cdot m_{33}}{3} = 10 \lg \frac{10^{65,5/10} \cdot 1 + 10^{68,1/10} \cdot 1 + 10^{63,5/10} \cdot 1}{3} = 66,1$$

Per le altre UI 1 e 2 al piano primo, si hanno anche delle prove singole. Si riporta di seguito l'esempio relativo alla sola UI 1.

Per il livello di fiducia del 50% si ha:

$$\begin{aligned}
Y_{rj}(50\%) &= 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{Y_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{s=1}^{q_j} 10^{Y_s/10}}{N_j} = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_1} (10^{Y_h/10} \cdot m_{h1}) + \sum_{s=1}^{q_1} 10^{Y_s/10}}{N_1} = \\
&= 10 \lg \frac{10^{X_1/10} \cdot m_{11} + 10^{Y_2/10} \cdot m_{21} + 10^{Y_3/10} \cdot m_{31} + 10^{Y_{10,1}/10} + 10^{Y_{11,1}/10} + 10^{Y_{12,1}/10}}{6} = \\
&= 10 \lg \frac{10^{61,5/10} \cdot 1 + 10^{60,1/10} \cdot 1 + 10^{59,5/10} \cdot 1 + 10^{52/10} + 10^{53/10} + 10^{50/10}}{6} = 58,0
\end{aligned}$$

Per il livello di fiducia del 75% si ha:

$$\begin{aligned}
 Y_{rj}(75\%) &= 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{Y_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{Y_S/10}}{N_j} = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_1} (10^{Y_h/10} \cdot m_{h1}) + \sum_{S=1}^{q_1} 10^{Y_S/10}}{N_1} = \\
 &= 10 \lg \frac{10^{Y_1/10} \cdot m_{11} + 10^{Y_2/10} \cdot m_{21} + 10^{Y_3/10} \cdot m_{31} + 10^{Y_{10.1}/10} + 10^{Y_{11.1}/10} + 10^{Y_{12.1}/10}}{6} = \\
 &= 10 \lg \frac{10^{62,1/10} \cdot 1 + 10^{61,4/10} \cdot 1 + 10^{60,1/10} \cdot 1 + 10^{52/10} + 10^{53/10} + 10^{50/10}}{6} = 58,7
 \end{aligned}$$

Per il livello di fiducia del 95% si ha:

$$\begin{aligned}
 Y_{rj}(95\%) &= 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_j} (10^{Y_h/10} \cdot m_{hj}) + \sum_{S=1}^{q_j} 10^{Y_S/10}}{N_j} = 10 \lg \frac{\sum_{h=1}^{g_1} (10^{Y_h/10} \cdot m_{h1}) + \sum_{S=1}^{q_1} 10^{Y_S/10}}{N_1} = \\
 &= 10 \lg \frac{10^{Y_1/10} \cdot m_{11} + 10^{Y_2/10} \cdot m_{21} + 10^{Y_3/10} \cdot m_{31} + 10^{Y_{10.1}/10} + 10^{Y_{11.1}/10} + 10^{Y_{12.1}/10}}{6} = \\
 &= 10 \lg \frac{10^{65,5/10} \cdot 1 + 10^{68,1/10} \cdot 1 + 10^{63,5/10} \cdot 1 + 10^{52/10} + 10^{53/10} + 10^{50/10}}{6} = 63,3
 \end{aligned}$$

Per le UI 7 e 8 all'ultimo piano e per le UI commerciali al piano terra si hanno solo prove singole. Nei prospetti successive I.48 e I.49 sono riportati i risultati per ogni UI del sistema edilizio in esame.

Prospetto I. 48 Valori dell'isolamento al calpestio per ciascuna UI con campionamento per i livelli di fiducia considerati

UI	Livello di fiducia 50%			Livello di fiducia 75%			Livello di fiducia 95%		
	Y_r	Classe	Z_r	Y_r	Classe	Z_r	Y_r	Classe	Z_r
1	58,0	II	2	58,7	III	3	63,3	IV	4
2	58,1	III	3	58,8	III	3	63,3	IV	4
3, 4, 5, 6	60,4	III	3	61,3	III	3	66,1	IV	4

Per i negozi al piano terra, e per le due UI all'ultimo piano si hanno solo prove singole.

Prospetto I.49 Valori del potere fonoisolante per le UI 7 e 8 all'ultimo piano e per le UI commerciali al piano terra

UI	Y_r	Classe	Z_r
7	52,7	I	1
8	52,0	I	1
Negozi 1	52,6	I	1
Negozi 2	52,8	I	1

I.3.4 impianti a funzionamento discontinuo

I cicli operativi di riferimento per la misura del rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo e discontinuo sono descritti sia nella UNI EN ISO 10052 sia nella UNI EN ISO 16032.

Per gli impianti discontinui di adduzione e scarico, si devono eseguire le misure nell'ambiente più prossimo al passaggio delle colonne di scarico. In ciascun ambiente individuato, ci si basa sulle reti di portata maggiore (per esempio WC e scarico vasca/doccia), come indicato al punto D.2.4. Secondo quanto indicato al punto D.2.5, dove possibile, sono state previste prove tra camere sovrapposte, utilizzando come ambiente ricevente l'ambiente acusticamente verificabile posto al piano inferiore.

Per il requisito isolamento al rumore da impianti a funzionamento discontinuo si individuano tutti gli elementi tecnici misurabili all'interno dell'intero sistema edilizio. All'interno degli N elementi misurabili si individuano quelli raggruppabili in gruppi omogenei e quelli singoli non raggruppabili in gruppi omogenei. In figura I.14 sono riportate la pianta e le sezioni della palazzina con evidenziati i gruppi omogenei individuati per l'elemento tecnico impianto discontinuo.

Nella palazzina in oggetto, nei bagni di tipo B1, gli impianti discontinui presenti sono WC e lavabo; considerando solo gli impianti con portata maggiore, si valuta solo la rumorosità dovuta agli scarichi dei WC. Nei bagni di tipo B2 si hanno WC, lavabo, bidet e doccia e, sempre valutando solo gli impianti con portata maggiore, si misurano solo i livelli dovuti ai WC e alle docce.

Nelle prove di tipologia d1, gli scarichi WC sono misurati nel soggiorno-pranzo al piano inferiore rispetto a quello in cui viene prodotto il disturbo. Sono 6 prove per lo scarico WC raggruppabili nel gruppo omogeneo rispettivamente G_1 . Si ha che M_1 è pari a 6.

Nelle prove di tipologia d2, gli scarichi WC e doccia sono misurati nella camera al piano inferiore rispetto a quello in cui viene prodotto il disturbo. Sono 6 prove per lo scarico WC e 6 prove per lo scarico doccia, raggruppabili nei gruppi omogenei rispettivamente G_{2w} e G_{2d} . Si ha che M_{2w} è pari a 6 e M_{2d} è pari a 6.

Le prove di tipologia d3 e d4 sono prove dai bagni delle UI al primo piano verso i negozi al piano terra. Sono due prove per lo scarico WC (d3) e due prove per lo scarico WC e per la doccia (d4). Si hanno inoltre due prove per lo scarico WC, misurate nelle UI affiancate per le UI 7 e 8 all'ultimo piano. Per un totale di prove singole Q pari a 8.

Il numero totale di elementi tecnici misurabili per il requisito isolamento degli impianti a funzionamento discontinuo è pari a (vedere formula H.1 dell'appendice H):

$$N = \sum_{h=1}^g M_h + Q = M_1 + M_{2w} + M_{2d} + Q = 6 + 6 + 6 + 8 = 26$$

Campionamento: per ogni gruppo omogeneo G_h si dispone di un numero M_h di elementi tecnici misurabili, da cui si estrae un campione composto da C_h elementi tecnici sottoposti a prova, dove C_h deve essere almeno pari al 10% (arrotondato all'intero superiore) del numero totale M_h e comunque non minore di 2, secondo quanto riportato nel prospetto I.50.

Prospetto I. 50 Numero di elementi tecnici campione sottoposti a prova per i gruppi omogenei individuati

Gruppo omogeneo	n° elementi tecnici M_h	Elementi tecnici campione sottoposti a prova C_h
G_1	6	2
G_{2w}	6	2
G_{2d}	6	2

Gli elementi tecnici singoli non raggruppabili in gruppi omogenei devono essere misurati tutti.

Nel prospetto I. 51 si riportano i risultati delle misurazioni sugli elementi tecnici sottoposti a prova, dove:

Y_s sono i valori utili del parametro che esprime l'isolamento al rumore da impianti per ciascuna delle prove singole S , con $S = 1, \dots, Q$; e $Q = 8$;

Y_{hc} è il valore utile del parametro che esprime il livello sonoro immesso dagli impianti discontinui, per ciascuno dei C_h elementi tecnici misurati del gruppo omogeneo G_h con $c = 1, \dots, C_h$;

Y_{he} è la media energetica dei C_h valori derivanti da campionamento per ciascuno dei gruppi G_h ottenuta con la relazione (H.5), arrotondata alla prima cifra decimale.

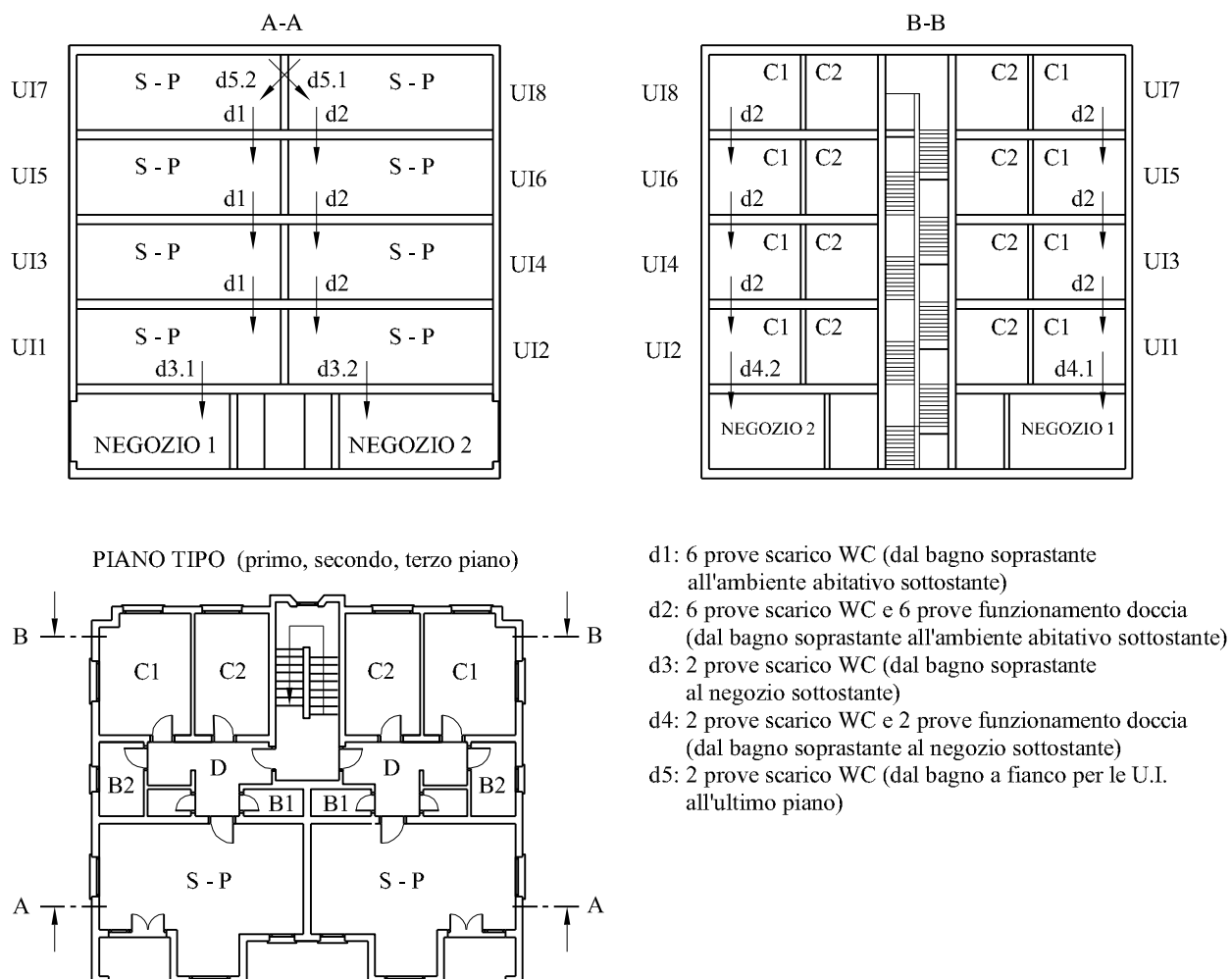
Prospetto I. 51 a) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: a) gruppi omogenei

Tipologia di impianto	Gruppo omogeneo	L'_{id} misurato [dB(A)]		L'_{id} valore utile [dB(A)] Y_{hc}		Media energetica [dB(A)] Y_{he}
WC	G_1	29,7	29,5	32,1	31,9	32,0
	G_{2w}	32,1	33,8	34,5	36,2	35,4
Doccia	G_{2d}	31,6	31,0	34,0	33,4	33,7

Prospetto I. 51 b) Risultati delle misurazioni e valori utili utilizzati per i calcoli: b) elementi tecnici singoli

Tipologia di impianto	Elementi tecnici singoli	L'_{id} misurato [dB(A)]	L'_{id} valore utile [dB(A)] Y_s
WC	d3.1w	24,8	27,2
	d3.2w	24,2	26,6
	d4.1w	25,9	28,3
	d4.2w	23,5	25,9
Doccia	d4.1d	21,7	24,1
	d4.2d	23,0	25,4
WC	d5.1w	29,8	32,2
	d5.2w	29,7	32,1

Figura I.14 Sezioni e pianta piano tipo della palazzina



Nota - Sono evidenziate le pareti dove passano le colonne di scarico. Per le UI residenziali le misurazioni vengono effettuate nelle camere C1 per i bagni di tipo B2 e nei soggiorni-pranzo per i bagni di tipo B1.

Per ogni gruppo omogeneo G_n , lo scarto tipo di campionamento s_{sh} si calcola applicando la formula (H.7) dell'appendice H, e si arrotonda il risultato alla seconda cifra decimale, seguendo lo stesso procedimento utilizzato per l'isolamento di facciata al punto I.1.2.

Per ogni gruppo omogeneo G_n si calcola quindi l'incertezza estesa di campionamento secondo la formula (H.8) dell'appendice H: $U_{sh} = s_{sh} \cdot k$ dove k è il fattore di copertura, che dipende dal numero C_n di prove effettuate e dal livello di fiducia scelto, ed è dato nel prospetto H.1 dell'appendice H.

Nella prospetto I.52 si riportano i risultati dei calcoli dell'incertezza estesa di campionamento (arrotondata alla prima cifra decimale) per tre livelli di fiducia considerati: 50%, 75% e 95%.

NOTA Come nel caso dell'isolamento al calpestio, data la scarsa numerosità del numero di elementi tecnici per ogni gruppo omogeneo considerato, una differenza di 2 o 3 dB nei valori misurati per le due prove effettuate, comporta scarti tipo di campionamento elevati e di conseguenza, se si utilizzano livelli di fiducia maggiori del 75% (livello per il quale, con due campioni, risulta $k = 1$) l'incertezza estesa di misura risulta rilevante. In questi casi si consiglia l'adozione anche solo di un campione in più, che porterebbe il vantaggio di una notevole diminuzione dell'incertezza estesa.

Prospetto I. 52 Valori dello scarto tipo di campionamento s_{sh} , del fattore di copertura k e dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Tipologia di impianto	Gruppo omogeneo	C_h	s_{sh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
				k	U_{sh}	k	U_{sh}	k	U_{sh}
WC	G_1	2	0,13	0	0	1	0,1	6,31	0,8
	G_{2w}	2	1,08	0	0	1	1,1	6,31	6,8
doccia	G_{2d}	2	0,38	0	0	1	0,4	6,31	2,4

Nel prospetto I.53 si riporta il valore rappresentativo del gruppo omogeneo X_h arrotondato alla prima cifra decimale, calcolato secondo la formula (H.10) dell'appendice H: $Y_h = Y_{eh} + U_{sh}$.

Prospetto I.53 Valori dell'incertezza estesa di campionamento U_{sh} e del valore rappresentativo di ciascun gruppo omogeneo X_h per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Tipologia di impianto	Gruppo omogeneo	Y_{eh}	Livello di fiducia del 50%		Livello di fiducia del 75%		Livello di fiducia del 95%	
			U_{sh}	Y_h	U_{sh}	Y_h	U_{sh}	Y_h
WC	G_1	32,0	0	32,0	0,1	32,1	0,8	32,8
	G_{2w}	35,4	0	35,4	1,1	36,5	6,8	42,2
Doccia	G_{2d}	33,7	0	33,7	0,4	34,1	2,4	36,1

Ottenuti i valori medi, per ogni gruppo, e per ogni livello di fiducia considerato, per la valutazione dell'isolamento ai rumori di impianti discontinui da assegnare alle UI che costituiscono il sistema edilizio in esame, è necessario innanzitutto stabilire quali siano le prove pertinenti per ciascuna UI. Si individuano nel prospetto 54 le prove pertinenti.

Prospetto I. 54 Prove pertinenti per ciascuna UI del sistema edilizio in esame

Unità immobiliare UI	Prove pertinenti
da 1 a 6	d1, d2w, d2d
UI 7	d5.1
UI 8	d5.2
Negozi 1	d3.1, d4.1w, d4.1d
Negozi 2	d3.2, d4.2w, d4.2d

Nota - Per stabilire le prove pertinenti per ogni UI in esame, si devono considerare le prove che hanno tali UI come riceventi.

Per la tipologia seriale dell'edificio in esame, si ha che il valore globale del requisito isolamento ai rumori di impianti discontinui, per le UI da 1 a 6, con il campionamento applicato è lo stesso. Per le UI 7 e 8 e per i due negozi al piano terra, si deve calcolare singolarmente il requisito e, poiché le prove relative sono tutte singole, non si ha l'incertezza di campionamento.

Si riporta per esteso l'esempio relativo alle UI da 1 a 6.

Per ogni gruppo omogeneo G_h il numero totale M_h di elementi tecnici misurabili può essere ripartito in un numero m_{hj} diverso di elementi tecnici misurabili per ciascuna j -esima UI (con $j = 1, \dots, J$) che compone l'edificio, Per i calcoli si utilizza la formula (H.13) dell'appendice H.

Si ripetono i calcoli seguendo lo stesso procedimento utilizzato per l'isolamento al calpestio nel punto I.2.4, ottenendo i risultati inseriti nelle tabelle seguenti I.55 e I.56 per ogni UI del sistema edilizio in esame.

Prospetto I. 55 Valori dell'isolamento al calpestio per ciascuna UI con campionamento per i livelli di fiducia considerati

UI	Livello di fiducia 50%			Livello di fiducia 75%			Livello di fiducia 95%		
	Y_r	Classe	Z_r	Y_r	Classe	Z_r	Y_r	Classe	Z_r
1, 2, 3, 4, 5, 6	33,9	III	3	34,6	III	3	38,8	IV	4

Per i negozi al piano terra, si hanno solo prove singole.

Prospetto I.56 Valori del potere fonoisolante per le UI 7 e UI 8 all'ultimo piano e per le UI commerciali al piano terra

UI	Y_r	Classe	Z_r
7	32,2	II	2
8	32,1	II	2
Negozi 1	26,9	I	1
Negozi 2	26,0	I	1

I.3.6 Impianti a funzionamento continuo

Nel sistema edilizio in esame non vi sono impianti a funzionamento continuo pertinenti per le UI in oggetto. Pertanto, per tutte le UI il requisito risulta NP.

I.3.7 Calcolo della classe globale delle unità immobiliari

Per ogni UI dell'edificio multipiano si calcola per ogni livello di fiducia considerato il valore globale Z_{ui} dell'unità immobiliare in oggetto.

Residenziale: unità immobiliare 1

Si riportano nel prospetto I.57 i valori dei requisiti ottenuti per i livelli di fiducia considerati.

Prospetto I. 57 Valori dei requisiti dell'unità immobiliare e relativi coefficienti di peso Z_r per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Requisito	Livello fiducia 50%		Livello fiducia 75%		Livello fiducia 95%	
	Valore	Z_r	Valore	Z_r	Valore	Z_r
Isolamento di facciata [dB]	38,2	3	37,3	3	32,1	4
Isolamento ai rumori aerei [dB]	52,8	3	51,9	3	46,8	4
Isolamento al calpestio [dB]	58,0	2	58,7	3	63,3	4
Isolamento al rumore da impianti discontinui [dB(A)]	33,9	3	34,6	3	38,8	4
Isolamento al rumore da impianti continui [dB(A)]	NP	-	NP	-	NP	-

Ottenuti i valori Z_r per ogni requisito dell'unità immobiliare, per ciascuno dei livelli di fiducia considerati, questi si compongono secondo la formula (4) del punto 6.4.

$$Z_{UI}(50\%) = \frac{\sum_{r=1}^P Z_r}{P} = \frac{3+3+2+3}{4} = \frac{11}{4} = 2,75$$

Il risultato arrotondato all'intero più vicino, ovvero 3, fornisce la classe globale dell'unità immobiliare.

$$Z_{UI}(75\%) = \frac{\sum_{r=1}^P Z_r}{P} = \frac{3+3+3+3}{4} = \frac{12}{4} = 3$$

Il risultato fornisce la classe globale dell'unità immobiliare.

$$Z_{UI}(95\%) = \frac{\sum_{r=1}^P Z_r}{P} = \frac{4+4+4+4}{4} = \frac{16}{4} = 4$$

Il risultato fornisce la classe globale dell'unità immobiliare.

Per la dichiarazione della classe dell'unità immobiliare si devono indicare:

- 4) la classe di ogni requisito;
- 5) la classe globale dell'unità immobiliare;
- 6) il livello di fiducia utilizzato per il campionamento

come riportato nel prospetto I.58.

Unità immobiliare UI 1					
Classe III	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}
	III	III	II	N.P	III
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 50%					

Unità immobiliare UI 1					
Classe III	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}
	III	III	III	N.P	III
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 75%					

Unità immobiliare UI 1					
Classe IV	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}
	IV	IV	IV	N.P	IV
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 95%					

Prospetto I.58 Unità immobiliare 1 – Classificazione dell'unità immobiliare mediante tecniche di campionamento con livello di fiducia 50%, 75% e 95%

Residenziale: unità immobiliare 2

Si riportano nel prospetto I.59 i valori dei requisiti ottenuti per i livelli di fiducia considerati.

Prospetto I. 59 Valori dei requisiti dell'unità immobiliare e relativi coefficienti di peso Z_r per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Requisito	Livello fiducia 50%		Livello fiducia 75%		Livello fiducia 95%	
	Valore	Z_r	Valore	Z_r	Valore	Z_r
Isolamento di facciata [dB]	38,2	3	37,3	3	32,1	4
Isolamento ai rumori aerei [dB]	53,1	2	52,2	3	46,9	4
Isolamento al calpestio [dB]	58,1	3	58,8	3	63,3	4
Isolamento al rumore da impianti discontinui [dB(A)]	33,9	3	34,6	3	38,8	4
Isolamento al rumore da impianti continui [dB(A)]	NP	-	NP	-	NP	-

Ottenuti i valori Z_r per ogni requisito dell'unità immobiliare, per ciascuno dei livelli di fiducia considerati, questi si compongono secondo la formula (4) del punto 6.4, seguendo lo stesso procedimento utilizzato per la UI 1.

Il risultato fornisce la classe globale dell'unità immobiliare.

Per la dichiarazione della classe dell'unità immobiliare si devono indicare:

- 1) la classe di ogni requisito;
- 2) la classe globale dell'unità immobiliare;
- 3) il livello di fiducia utilizzato per il campionamento.

come riportato nel prospetto I.60.

Prospetto I. 60 Unità immobiliare 2 – Classificazione dell'unità immobiliare mediante tecniche di campionamento con livello di fiducia 50%, 75% e 95%

Unità immobiliare UI 2					
Classe III	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_n	L_{ic}	L_{id}
	III	II	III	NP	III
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 50%					

Unità immobiliare UI 2					
Classe III	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}
	III	III	III	NP	III
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 75%					

Unità immobiliare UI 2					
Classe IV	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}
	IV	IV	IV	N.P	IV
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 95%					

Residenziale: unità immobiliari 3, 4, 5 e 6

Si riportano nel prospetto I. 61 i valori dei requisiti ottenuti per i livelli di fiducia considerati.

Prospetto I. 61 Valori dei requisiti dell'unità immobiliare e relativi coefficienti di peso Z_r per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Requisito	Livello fiducia 50%		Livello fiducia 75%		Livello fiducia 95%	
	Valore	Z_r	Valore	Z_r	Valore	Z_r
Isolamento di facciata [dB]	38,2	3	37,3	3	32,1	4
Isolamento ai rumori aerei [dB]	53,0	2	52,0	3	46,6	4
Isolamento al calpestio [dB]	60,4	3	61,3	3	66,1	4
Isolamento al rumore da impianti discontinui [dB(A)]	33,9	3	34,6	3	38,8	4
Isolamento al rumore da impianti continui [dB(A)]	NP	-	NP	-	NP	-

Ottenuti i valori Z_r per ogni requisito dell'unità immobiliare, per ciascuno dei livelli di fiducia considerati, questi si compongono secondo la formula (4) del punto 6.4, seguendo lo stesso procedimento utilizzato per la UI 1.

Il risultato fornisce la classe globale dell'unità immobiliare.

Per la dichiarazione della classe dell'unità immobiliare si devono indicare:

- 1) la classe di ogni requisito;
- 2) la classe globale dell'unità immobiliare;
- 3) il livello di fiducia utilizzato per il campionamento.

come riportato nel prospetto I.62.

Prospetto I. 62 - Unità immobiliari 3, 4, 5 e 6- Classificazione dell'unità immobiliare mediante tecniche di campionamento con livello di fiducia 50%, 75% e 95%

Unità immobiliare UI 3, UI 4, UI 5 e UI 6					
Classe III	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{rc}	L_{rd}
	III	II	III	N.P	III
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 50%					

Unità immobiliare UI 3, UI 4, UI 5 e UI 6					
Classe III	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{rc}	L_{rd}
	III	III	III	N.P	III
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 75%					

Unità immobiliare UI 3, UI 4, UI 5 e UI 6					
Classe IV	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{rc}	L_{rd}
	IV	IV	IV	N.P	IV
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 95%					

Residenziale: unità immobiliare 7

Si riportano nel prospetto I.63 i valori dei requisiti ottenuti per i livelli di fiducia considerati.

Prospetto I. 63 Valori dei requisiti dell'unità immobiliare e relativi coefficienti di peso Z_r per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Requisito	Livello fiducia 50%		Livello fiducia 75%		Livello fiducia 95%	
	Valore	Z_r	Valore	Z_r	Valore	Z_r
Isolamento di facciata [dB]	38,2	3	37,3	3	32,1	4
Isolamento ai rumori aerei [dB]	53,0	2	52,0	3	46,6	4
Isolamento al calpestio [dB]	52,7	1	52,7	1	52,7	1
Isolamento al rumore da impianti discontinui [dB(A)]	32,2	2	32,2	2	32,2	2
Isolamento al rumore da impianti continui [dB(A)]	NP	-	NP	-	NP	-

Ottenuti i valori Z_r per ogni requisito dell'unità immobiliare, per ciascuno dei livelli di fiducia considerati, questi si compongono secondo la formula (4) del punto 6.4, seguendo lo stesso procedimento utilizzato per la UI 1.

Il risultato fornisce la classe globale dell'unità immobiliare.

Per la dichiarazione della classe dell'unità immobiliare si devono indicare:

- 1) la classe di ogni requisito;
- 2) la classe globale dell'unità immobiliare;
- 3) il livello di fiducia utilizzato per il campionamento

come riportato nel prospetto I.64.

Prospetto I. 64 Unità immobiliare 7- Classificazione dell'unità immobiliare mediante tecniche di campionamento con livello di fiducia 50%, 75% e 95%

Unità immobiliare UI 7					
Classe II	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}
	III	II	I	N.P	II
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 50%					

Unità immobiliare UI 7					
Classe II	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}
	III	III	I	N.P	II
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 75%					

Unità immobiliare UI 7					
Classe III	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}
	IV	IV	I	N.P	II
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 95%					

Residenziale: unità immobiliare 8

Si riportano nel prospetto I.65 i valori dei requisiti ottenuti per i livelli di fiducia considerati.

Prospetto I. 65 Valori dei requisiti dell'unità immobiliare e relativi coefficienti di peso Z_r per i livelli di fiducia 50%, 75% e 95%

Requisito	Livello fiducia 50%		Livello fiducia 75%		Livello fiducia 95%	
	Valore	Z_r	Valore	Z_r	Valore	Z_r
Isolamento di facciata [dB]	38,2	3	37,3	3	32,1	4
Isolamento ai rumori aerei [dB]	53,0	2	52,0	3	46,6	4
Isolamento al calpestio [dB]	52,0	1	52,0	1	52,0	1
Isolamento al rumore da impianti discontinui [dB(A)]	32,1	2	32,1	2	32,1	2
Isolamento al rumore da impianti continui [dB(A)]	NP	-	NP	-	NP	-

Ottenuti i valori Z_r per ogni requisito dell'unità immobiliare, per ciascuno dei livelli di fiducia considerati, questi si compongono secondo la formula (4) del punto 6.4, seguendo lo stesso procedimento utilizzato per la UI 1.

Il risultato fornisce la classe globale dell'unità immobiliare.

Per la dichiarazione della classe dell'unità immobiliare si devono indicare:

- 1) la classe di ogni requisito;
- 2) la classe globale dell'unità immobiliare;
- 3) il livello di fiducia utilizzato per il campionamento

come riportato nel prospetto I.66.

Prospetto I. 66 Unità immobiliare 8- Classificazione dell'unità immobiliare mediante tecniche di campionamento con livello di fiducia 50%, 75% e 95%

Unità immobiliare UI 8					
Classe II	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}
	III	II	I	N.P	II
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 50%					

Unità immobiliare UI 8					
Classe II	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}
	III	III	I	N.P	II
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 75%					

Unità immobiliare UI 8					
Classe III	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}
	IV	IV	I	N.P	II
Calcolo della classe utilizzando tecniche di campionamento con livello di fiducia 95%					

Commerciale: negozio 1

Si riportano nel prospetto I.67 i valori dei requisiti ottenuti per il negozio. Essendo le prove pertinenti tutte prove singole, non si hanno livelli di fiducia derivanti dal campionamento.

Prospetto I. 67 Valori dei requisiti dell'unità immobiliare e relativi coefficienti di peso Z_r

Requisito	Valore	Z_r
Isolamento di facciata [dB]	NP	-
Isolamento ai rumori aerei [dB]	53,5	2
Isolamento al calpestio [dB]	52,6	1
Isolamento al rumore da impianti discontinui [dB(A)]	26,9	1
Isolamento al rumore da impianti continui [dB(A)]	NP	-

Ottenuti i valori Z_r per ogni requisito dell'unità immobiliare, questi si compongono secondo la formula (4) del punto 6.4, seguendo lo stesso procedimento utilizzato per la UI 1.

Il risultato fornisce la classe globale dell'unità immobiliare.

Per la dichiarazione della classe dell'unità immobiliare si devono indicare:

- 1) la classe di ogni requisito;
- 2) la classe globale dell'unità immobiliare.

come riportato nel prospetto I.68.

Prospetto I. 68 Unità immobiliare Negozio 1- Classificazione dell'unità immobiliare

Negozio 1					
Classe I	$D_{2m,nT,w}$	R_w	L'_{nw}	L_{ic}	L_{id}
	NP	II	I	NP	I
Calcolo della classe derivante dalla misurazione di tutti gli elementi tecnici pertinenti, per ciascun requisito, per l'unità immobiliare in esame					

Commerciale: negozio 2

Si riportano nel prospetto I.69 i valori dei requisiti ottenuti per il negozio. Essendo le prove pertinenti tutte prove singole, non si hanno livelli di fiducia derivanti dal campionamento.

Prospetto I. 69 Valori dei requisiti dell'unità immobiliare e relativi coefficienti di peso Z_r

Requisito	Valore	Z_r
Isolamento di facciata [dB]	NP	
Isolamento ai rumori aerei [dB]	55,2	2
Isolamento al calpestio [dB]	52,8	1
Isolamento al rumore da impianti discontinui [dB(A)]	26,0	1
Isolamento al rumore da impianti continui [dB(A)]	NP	

Ottenuti i valori Z_r per ogni requisito dell'unità immobiliare, questi si compongono secondo la formula (4) del punto 6.4, seguendo lo stesso procedimento utilizzato per la UI 1. Il risultato fornisce la classe globale dell'unità immobiliare.

Per la dichiarazione della classe dell'unità immobiliare si devono indicare:

- 1) la classe di ogni requisito;
- 2) la classe globale dell'unità immobiliare.

come riportato nel prospetto I.70.

Prospetto I. 70 Unità immobiliare Negozio 2- Classificazione dell'unità immobiliare

Negozio 1					
Classe I	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	L'_{nw}	L'_{ic}	L'_{id}
	NP	II	I	NP	I
Calcolo della classe derivante dalla misurazione di tutti gli elementi tecnici pertinenti, per ciascun requisito, per l'unità immobiliare in esame					

Appendice L (informativa)
Relazione tra classificazione acustica e qualità acustica attesa all'interno degli edifici

In accordo con quanto specificato al punto 6, la classificazione acustica è determinata in funzione delle caratteristiche intrinseche degli elementi tecnici e degli ambienti delle unità immobiliari oggetto di classificazione.

In conseguenza di ciò, ad una determinata classe acustica di un'unità immobiliare non sempre corrisponde la stessa qualità acustica percepita da parte degli occupanti di detta unità immobiliare.

Infatti, la qualità acustica percepita da una persona dipende:

- dal tipo di sorgente disturbante (livello sonoro, composizione in frequenza, andamento temporale);
- dalla prestazione acustica degli elementi di chiusura e separazione (quindi dalla loro classe acustica);
- dalla sensibilità al rumore della persona.

Ipotizzando una normale sensibilità al rumore dei soggetti interessati, per associare ad ogni classe acustica la qualità acustica percepita è necessario fare ipotesi sulla natura del rumore disturbante.

Per quanto attiene l'isolamento acustico dai rumori provenienti dall'interno dell'edificio (requisiti di potere fonoisolante apparente e livello normalizzato di rumore da calpestio), in presenza di livelli sonori disturbanti di media intensità, si possono assumere corrispondenze tra classi acustiche degli elementi tecnici e qualità acustica percepita dagli occupanti definite dal prospetto L.1.

Classe acustica	Prestazioni acustiche attese
I	Molto buone
II	Buone
III	Di base
IV	Modeste

Prospetto L.1 Relazione tra classi acustica di isolamento ai rumori interni (potere fonoisolante apparente, isolamento, livello di rumore da calpestio e livello sonoro di impianti) e prestazioni acustiche attese da parte di occupanti con normale sensibilità al rumore.

Per quanto attiene l'isolamento acustico dai rumori provenienti dall'esterno dell'edificio (requisito di isolamento acustico di facciata), è invece necessario tenere conto della forte variabilità del clima acustico del contesto in cui può essere collocato l'edificio.

In funzione del clima acustico esterno è possibile distinguere le aree esterne in diverse tipologie alle quali ci si può riferire per determinare la qualità acustica percepita.

Nel prospetto L.2 è riportata la relazione tra classe acustica di isolamento acustico di facciata, tipologia dell'area esterna e qualità acustica percepita da parte di occupanti con normale sensibilità al rumore.

Prospetto L.2 Relazione tra classi acustica della facciata, livello sonoro esterno e prestazioni acustiche attese da parte di occupanti con normale sensibilità al rumore.

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

Bibliografia

- [1] UNI/TR 11326 Acustica – Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica – Parte 1: Concetti generali
- [2] UNI/TR 11175 Acustica in edilizia – Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici – Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale
- [3] UNI 11296 Acustica – Linee guida per la progettazione, la selezione, l'installazione e il collaudo dei sistemi per la mitigazione ai ricettori del rumore originato da infrastrutture di trasporto
- [4] UNI EN 12354-1 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti
- [5] UNI EN 12354-2 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
- [6] UNI EN 12354-3 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 3: Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea
- [7] UNI EN 12354-5 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 5: Livello sonoro dovuto agli impianti tecnici
- [8] UNI EN 12354-6 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi
- [9] UNI EN 20140-2 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 2: Determinazione, verifica e applicazione della precisione dei dati
- [10] UNI EN 20140-10 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
- [11] UNI EN ISO 354 Acustica - Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante
- [12] UNI ISO 5725 (6 parti) Accuratezza (esattezza e precisione) dei risultati e dei metodi di misurazione
- [13] UNI CEI ENV 13005 Guida all'espressione dell'incertezza di misura
- [14] UNI CEI 70099 Vocabolario Internazionale di Metrologia - Concetti fondamentali e generali e termini correlati (VIM)
- [15] ISO/TS 21748 Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation
- [16] NPR 5092:1999 Noise control in buildings – assessment of results from acoustics measurement according to NEN 5077
- [17] Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n° 412 “Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (modificato dal Decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n° 551)