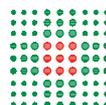




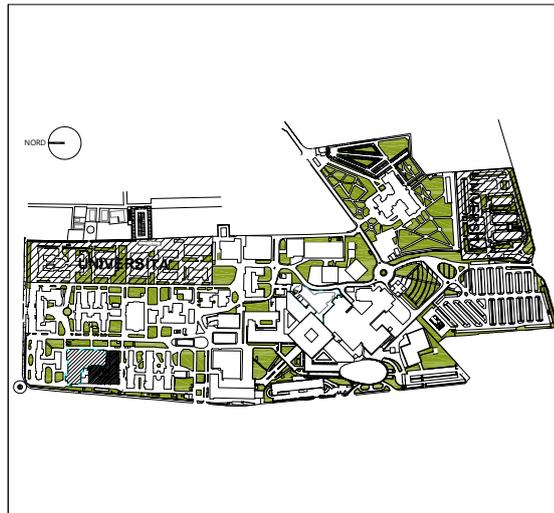
Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Ospedaliero - Universitaria di Parma
Via A. Gramsci n°14/1 - 43126 PARMA Tel. 0521/703174- Fax 0521/702617

**X/01/21 - COMPLETAMENTO POLO MATERNO INFANTILE
NUOVO "OSPEDALE DELLE MAMME"
2° STRALCIO - NUOVA COSTRUZIONE
CUP F91B211006130001**

Cod. intervento 166 - Finanziato da PNC (Piano Nazionale per gli investimenti Complementari al PNRR)



oggetto dell'elaborato

**OSPEDALE DELLE MAMME
ACUSTICA
REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DELL'EDIFICIO**

PROGETTO DEFINITIVO

il Direttore Generale

dott. Massimo Fabi

il Direttore Sanitario

dott. Nunziata D'Abbiere

il Direttore del Servizio Attività Tecniche/RUP

ing. Renato Maria Saviano

affidatario servizio progettazione



progettazione acustica

Studio Tecnico Q.S.A.
Ing. Gabriella Magri



gruppo di lavoro

progettazione architettonica: Binini Partners - Ing. Tiziano Binini

progettazione strutturale: Ing. Maurizio Ghillani

progettazione impiantistica:
Ing. Filippo Borri/ Per. ind. Mirko Mantovani

progettazione acustica: Studio QSA - Ing. Gabriella Magri

coord. sicurezza CSP: Studio QSA - Ing. Gabriella Magri

elaborato n.

S2 RLQ 00 04

scala

-

data

Febbraio 2023

progetto/attività n.

X/01/21

gara n.

-

direzione lavori n.

-

padiglione/livello

012.00/

scala di plot

1:1

validazione



revisione 0 **1 Emissione**

data **Febbraio 2023** controllato

revisione 1 .

data . controllato

revisione 2 .

data . controllato

revisione 3 .

data . controllato

il presente elaborato non può essere riprodotto, consegnato a terzi od utilizzato a scopi diversi da quello di destinazione senza l'autorizzazione scritta del SATL che ne detiene la proprietà



QUALITA' SICUREZZA AMBIENTE
Via Sicuri 60/A – 43124 PARMA
Partita IVA 02031430347

Tel: 0521.257377 – Fax: 0521.268169
E-mail: studioqsa@studioqsa.it
www.studioqsa.it

Comune di Parma

Provincia di Parma

INTERVENTO:

Progetto definitivo
X/01/21-COMPLETAMENTO POLO MATERNO INFANTILE
NUOVO “OSPEDALE DELLE MAMME”
2° STRALCIO – NUOVA COSTRUZIONE CUP F91B211006130001
Cod. intervento 166 – Finanziato da PNC (Piano Nazionale per gli investimenti Complementari al PNRR)

OGGETTO:

Requisiti acustici passivi degli edifici
DEFINIZIONE DEI PARAMETRI ACUSTICI DI PROGETTO
PROGETTAZIONE ACUSTICA

DPCM 5/12/97 – RAC PARMA - DM 23/06/2022 - Criteri Ambientali Minimi

COMMITTENTE:



Azienda Ospedaliero-Universitaria di

Parma

Via Gramsci,14

43126 PARMA

FOTO:



CODICE ELABORATO:

S2 RL Q 00 04 FEBBRAIO 2023

SERVIZIO

ACUSTICA-RELAZIONE TECNICA

CODICE ATTIVITA'

A1379

CODICE CLIENTE

C143

OFFERTA

O035/22

00	21/02/2023	DOC	M. G.	M. G.	M. G.
Aggiornamenti	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato

Il presente documento è RISERVATO.

E' vietata la riproduzione non autorizzata dallo STUDIO QSA di Ing. Gabriella Magri

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2.1	Valutazioni sull'applicabilità del DPCM 5/12/97 e del decreto CAM (DM 23/06/2022)	3
2.2	DPCM 5/12/97 Requisiti acustici passivi degli edifici	4
2.3	Decreto CAM (DM 23/06/2022) – Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi	5
2.3.1	UNI 11367 – Classificazione acustica delle unità immobiliari	6
2.4	Parametri da garantire per il progetto	6
2.5	Avvertenze generali valide per tutti gli impianti	9
2.6	Diffusori acustici – intellegibilità impianti evac	9
3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	9
4	INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO DI FACCIATA $D_{2m,nT,w}$ 10	
5	INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO DI PARETI VERTICALI FRA AMBIENTI ADIACENTI $D_{nT,w}$ e POTERE FONOSONTE APPARENTE R'_w	14
5.1	Caratteristiche tecniche delle pareti interne	14
5.2	Considerazioni sul $D_{nT,w}$ e R'_w	24
5.2.1	Pareti divisorie interne verticali tra ambienti – Senza apertura	24
5.2.2	Pareti divisorie interne verticali tra ambienti – Con porte o equivalente	24
5.3	Indicazioni progettuali.....	24
5.4	Accorgimenti in fase di posa	25
6	SOLAI DIVISORI TRA AMBIENTI	27
6.1	Potere fonoisolante apparente R'_w dei solai	28
6.2	Livello di rumore di calpestio normalizzato $L'_{n,w}$ dei solai	28
6.3	Indicazioni progettuali	28
7	RUMOROSITA' DEGLI IMPIANTI	29
7.1	Impianti a funzionamento discontinuo misurato nell'ambiente più prossimo a quello dove esso ci si origina	29
7.2	Impianto a funzionamento continuo misurato nell'ambiente più prossimo a quello dove esso ci si origina	29
7.2.1	Piano impiantistico (Piano 4)	30
7.2.2	Cross talk	31
8	ANALISI DEL TEMPO DI RIVERBERO, CHIAREZZA E INTELIGIBILITA'	32
8.1	Tempo di riverbero	32
8.1.1	Parametro Acustico Obiettivo	32
8.1.2	Ambienti campione	33
8.2	Intelegibilità STI (Speech transmission index) e chiarezza C50 del parlato	35
8.2.1	Parametro Acustico Obiettivo	35
8.2.2	Ambienti campione	35
9	CERTIFICATI DEI MATERIALI, CERTIFICATI DI PROVA ESEGUITI IN LABORATORIO, COLLAUDI IN SITO	38
9.1	Collaudo in sito	38

N.d.s.-Nel presente documento, in alcuni casi, sono stati citati nomi commerciali di materiali per l'edilizia con scopo puramente illustrativo e indicativo dei dati tecnici necessari. Pertanto prodotti similari per prestazioni tecniche, a quelli citati, non modificano i risultati ottenuti nelle valutazioni acustiche.

1 PREMESSA

Il presente studio è finalizzato a definire i "Parametri Acustici Obiettivo" (PAO) in materia di Acustica Architettonica (Requisiti Acustici Passivi degli edifici e Qualità Acustica degli Ambienti Interni) e a valutare il loro raggiungimento relativamente al progetto, sviluppato in Fase Definitiva, di **Completamento del polo materno infantile - Nuovo "OSPEDALE DELLE MAMME"** che verrà realizzato all'interno dell'area dell'Azienda Ospedaliero Universitaria a Parma.

Le valutazioni che seguono, saranno effettuate con riferimento al DPCM 5/12/97 (Requisiti acustici passivi degli edifici), al RAC di Parma (Regolamento Acustico Comunale) e al DM 23/06/2022 noto come Decreto CAM (Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi) il quale, al Paragrafo 2.4.11 "Prestazioni e comfort acustici", indica i descrittori acustici di riferimento da rispettare.

La messa in opera degli elementi costruttivi e di finitura, deve essere eseguita prestando la massima attenzione; la presenza di situazioni di discontinuità (ricomprendendo anche tutta la componente impiantistica), anche di piccola entità, e l'insieme delle variabili costruttive in gioco all'interno di una costruzione edile, può indurre decadimenti significativi, dei requisiti acustici attesi e indicati in via teorica.

Nei paragrafi a seguire, viene sviluppata una breve trattazione della legislazione in materia, per poi giungere ad una tabella di confronto e riepilogo dei diversi parametri, tra i quali sono stati individuati gli obiettivi del progetto

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **DPCM 5/12/97** – Requisiti acustici passivi degli edifici
- **RAC di Parma** – Regolamento Acustico di Parma 2021
- **DECRETO CAM (DM 23/06/2022)** – Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi:
 - Paragrafo 2.4.11: Prestazioni e comfort acustici;
- **UNI 11367** – Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera;
- **UNI EN 12354** – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti;
- **UNI TR 11175** – Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici;
- **UNI EN ISO 717** - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio:

2.1 Valutazioni sull'applicabilità del DPCM 5/12/97 e del decreto CAM (DM 23/06/2022)

Nel quadro legislativo italiano il DPCM 5/12/97 ha validità generale mentre, per gli appalti pubblici, abbiamo il Decreto CAM-DM 23/06/2022 (Nota: il DM 23/06/2022 CAM subentra al DM 11/10/2017 CAM).

Dal punto di vista acustico il decreto CAM prevede un maggior numero di parametri rispetto al DPCM 5/12/97. Inoltre, è chiaramente indicato nel decreto CAM che, nel caso in cui quest'ultimo ed il DPCM 5/12/97 prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, sono da considerarsi, quali valori da conseguire, le prestazioni più restrittive. Laddove le due legislazioni citate non avessero un focus, su temi ritenuti acusticamente importanti, si arricchirà il gruppo dei parametri obiettivo con altri ulteriori e specifici parametri,

richiamando le normative tecniche corrispondenti. Infine verrà prodotta una tabella di confronto tra le legislazioni (e/o norme tecniche) ove si indicheranno i PAO.

Si precisa sin d'ora che le legislazioni, e i PAO qui indicati, richiedono il raggiungimento dei parametri acustici in opera.

2.2 DPCM 5/12/97 Requisiti acustici passivi degli edifici

Con riferimento alla tabella A e alla tabella B del predetto decreto, i limiti sono riportati di seguito:

TABELLA A - CLASSIFICAZIONI DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (art. 2)

Categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili;

Categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili;

Categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;

Categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;

Categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;

Categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;

Categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

TABELLA B: REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

Categoria di cui alla tab. A	Parametri				
	Pareti interne $R'_w(*)$	Facciata esterna $D_{2m,nT,w}$	Calpestio $L'_{n,w}$	Impianti discontinui L_{ASmax}	Impianti continui L_{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

(*) Valori di R'_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

R'_w indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, riguarda la capacità dell'elemento costruttivo di fermare la propagazione del rumore aereo;

$D_{2m,nT,w}$ indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata, riguarda l'involucro esterno dell'edificio, serramenti compresi, ed identifica la capacità di fermare il rumore aereo;

$L'_{n,w}$ indice di valutazione del livello di rumore di calpestio dei solai normalizzato, riguarda i solai ed identifica la capacità di fermare i rumori impattivi;

L_{ASmax} livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo slow, riguarda il rumore degli impianti a funzionamento discontinuo (ascensore, sciacquone, scarichi, etc.);

L_{Aeq} livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A, riguarda gli impianti a funzionamento continuo (caldaie, condizionatori, ventilatori, etc.);

Nota: il RAC di Parma richiama in generale gli stessi parametri e gli stessi limiti del DPCM 05/12/97 specificando però, in funzione della destinazione d'uso degli edifici, come applicarli.

2.3 Decreto CAM (DM 23/06/2022) – Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi

Nell'allegato al Decreto 23/06/2022 del Ministero Della Transizione Ecologica (pubblicato in G.U. 6/08/2022 serie Generale 183) al punto 2.4.11 "Prestazioni e Comfort Acustico", si tratta la materia dell'acustica architettonica. In dettaglio:

"...

2.4.11 Prestazioni e comfort acustici

Criterion

*Fatti salvi i requisiti di legge di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 «Determinazione dei requisiti acustici degli edifici» (nel caso in cui il presente criterio ed il citato decreto prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, sono da considerarsi, quali valori da conseguire, quelli che prevedano le prestazioni più restrittive tra i due), i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio, partizioni orizzontali e verticali, facciate, impianti tecnici, definiti dalla norma UNI 11367 corrispondono almeno a quelli della classe II del prospetto 1 di tale norma. **I singoli elementi tecnici di ospedali e case di cura soddisfano il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A di tale norma e rispettano, inoltre, i valori caratterizzati come "prestazione buona" nel prospetto B.1 dell'Appendice B di tale norma.** Le scuole soddisfano almeno i valori di riferimento di requisiti acustici passivi e comfort acustico interno indicati nella UNI 11532-2.*

Gli ambienti interni, ad esclusione delle scuole, rispettano i valori indicati nell'appendice C della UNI 11367.

Nel caso di interventi su edifici esistenti, si applicano le prescrizioni sopra indicate se l'intervento riguarda la ristrutturazione totale degli elementi edilizi di separazione tra ambienti interni ed ambienti esterni o tra unità immobiliari differenti e contermini, la realizzazione di nuove partizioni o di nuovi impianti.

Per gli altri interventi su edifici esistenti va assicurato il miglioramento dei requisiti acustici passivi preesistenti. Detto miglioramento non è richiesto quando l'elemento tecnico rispetti le prescrizioni sopra indicate, quando esistano vincoli architettonici o divieti legati a regolamenti edilizi e regolamenti locali che precludano la realizzazione di soluzioni per il miglioramento dei requisiti acustici passivi, o in caso di impossibilità tecnica ad apportare un miglioramento dei requisiti acustici esistenti degli elementi tecnici coinvolti. La sussistenza dei precedenti casi va dimostrata con apposita relazione tecnica redatta da un tecnico competente in acustica di cui all'articolo 2, comma 6 della legge 26 ottobre 1995, n. 447. Anche nei casi nei quali non è possibile apportare un miglioramento, va assicurato almeno il mantenimento dei requisiti acustici passivi preesistenti.

Verifica

La Relazione CAM, di cui criterio "2.2.1-Relazione CAM", illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale e prevede anche una relazione acustica di calcolo previsionale redatta da un tecnico competente in acustica secondo le norme tecniche vigenti; in fase di verifica finale della conformità è prodotta una relazione di collaudo basata su misure acustiche in opera eseguite da un tecnico competente in acustica secondo le norme tecniche vigenti.

..."

2.3.1 UNI 11367 – Classificazione acustica delle unità immobiliari

Secondo il decreto CAM i parametri da soddisfare sono R'_w , $D_{nT,w}$, $D_{2m,nT,w}$, L'_{nw} , L_c , L_{id} di cui i valori di riferimento sono riportati nel prospetto A.1 (colonna "prestazione superiore") e nel prospetto B.1, (riga "prestazione buona" della norma UNI 11367:2023.

prospetto A.1 Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole		
	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, R'_w [dB]	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari, L'_{nw} [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L_c in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_c in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni i fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, L'_{nw} [dB]	63	53

Figura 1 – Prospetto A.1 dell'Appendice A dell'UNI 11367

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	Descrittore dell'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

Figura 2 – Prospetto B.1 dell'Appendice B dell'UNI 11367

Per quanto riguarda l'acustica interna, i parametri da soddisfare sono Tempo di riverberazione (T), Intelligibilità e Chiarezza del parlato (rispettivamente STI e C_{50}), di cui i valori di riferimento sono riportati nell'Appendice C della norma UNI 11367:2023.

2.4 Parametri da garantire per il progetto

A seguire, nella Tabella 1, l'analisi fra i parametri indicati dalle leggi in vigore sopracitate e l'individuazione di quelli ritenuti da applicare per questo progetto:

Tab 1 - Parametri Acustici Obiettivo

Elemento	DPCM 5/12/97 - RAC Parma	DECRETO CAM (DM 23/06/2022) UNI 11367 Requisiti acustici passivi e comfort acustico interno	Parametri Obiettivi di progetto
Facciate esterne	$D_{2m,nT,w} \geq 45$ dB	Appendice A dell'UNI 11367, Prospetto A.1, prestazione superiore $D_{2m,nT,w} \geq 43$ dB	$D_{2m,nT,w} \geq 45$ dB PARAMETRO COGENTE
Pareti divisorie interne verticali Senza apertura - tra ambienti *abitativi - tra ambienti abitativi e altro Rumori aerei	Tra U.I. diverse / Tra due reparti diversi Art.4 RAC Parma $R'_w \geq 55$ dB	Tra U.I. diverse / Tra due reparti diversi Appendice A dell'UNI 11367, Prospetto A.1, prestazione superiore $R'_w \geq 56$ dB	Tra due reparti diversi: $R'_w \geq 56$ dB PARAMETRO COGENTE Per tutte le pareti divisorie senza aperture: - Tra ambienti *abitativi $R'_w \geq 50$ dB PARAMETRO DI QUALITA (rif. DPCM 5/12/97) $D_{nT,w} \geq 50$ dB PARAMETRO DI QUALITA (rif. Prospetto B.1 dell'UNI 11367) Per tutte le pareti divisorie senza aperture: - Tra ambienti abitativi e ambienti d'uso comune/collettivo. - Tra ambienti abitativi e ambienti accessori
	Stessa U.I. / Stesso reparto Manca	Stessa U.I. / Stesso reparto Appendice A dell'UNI 11367, Prospetto A.1, prestazione superiore $D_{nT,w} \geq 50$ dB	Stesso reparto $D_{nT,w} \geq 50$ dB PARAMETRO COGENTE $R'_w \geq 50$ dB PARAMETRO DI QUALITA (rif. DPCM 5/12/97) Per tutte le pareti divisorie senza aperture: - Tra ambienti abitativi $R'_w \geq 50$ dB PARAMETRO DI QUALITA (rif. DPCM 5/12/97) $D_{nT,w} \geq 50$ dB PARAMETRO DI QUALITA (rif. Prospetto B.1 dell'UNI 11367) Per tutte le pareti divisorie senza aperture: - Tra ambienti abitativi e ambienti d'uso comune/collettivo. - Tra ambienti abitativi e ambienti accessori
Pareti divisorie interne verticali Con Porte o equivalente - tra ambienti *abitativi - tra ambienti abitativi e altro Rumori aerei	Tra U.I. diverse (tra due reparti diversi) Art.4 RAC Parma $R'_w \geq 55$ dB	Tra U.I. diverse / Tra due reparti diversi Appendice A dell'UNI 11367, Prospetto A.1, prestazione superiore $R'_w \geq 56$ dB Appendice B dell'UNI 11367, Prospetto B.1, Ospedali e scuole, Prestazione buona $D_{nT,w} \geq 30$ dB	Tra due reparti diversi: $R'_w \geq 56$ dB PARAMETRO COGENTE Per tutte le pareti divisorie con porte o equivalente: - Tra ambienti abitativi Il progetto non prevede questa casistica $D_{nT,w} \geq 30$ dB PARAMETRO COGENTE Per tutte le pareti divisorie con porte o equivalente: - Tra ambienti abitativi e ambienti d'uso comune / collettivo Il progetto non prevede questa casistica
	Stessa U.I. / Stesso reparto Manca	Stessa U.I. / Stesso reparto Appendice A dell'UNI 11367, Prospetto A.1, prestazione superiore $D_{nT,w} \geq 50$ dB Appendice B dell'UNI 11367, Prospetto B.1, Ospedali e scuole, Prestazione buona $D_{nT,w} \geq 30$ dB	Stesso reparto $D_{nT,w} \geq 50$ dB PARAMETRO COGENTE Per tutte le pareti divisorie con porte o equivalente: - Tra ambienti abitativi Il progetto non prevede questa casistica $D_{nT,w} \geq 30$ dB PARAMETRO DI QUALITA Per tutte le pareti divisorie con porte o equivalente: - Tra ambienti abitativi e ambienti d'uso comune (le porte installate in queste pareti dovranno avere certificati di prova in laboratorio $R_w \geq 30$ dB).
Solaio - tra ambienti *abitativi - tra ambienti abitativi e altro Rumori aerei	Tra U.I. diverse / Tra due reparti diversi Art.4 RAC Parma $R'_w \geq 55$ dB	Tra U.I. diverse / Tra due reparti diversi Appendice A dell'UNI 11367, Prospetto A.1, prestazione superiore $R'_w \geq 56$ dB	Tra due reparti diversi: $R'_w \geq 56$ dB PARAMETRO COGENTE
	Stessa U.I. / Stesso reparto Manca	Stessa U.I. / Stesso reparto Appendice A dell'UNI 11367, Prospetto A.1, prestazione superiore $D_{nT,w} \geq 55$ dB	Stesso reparto Il progetto non prevede questa casistica $D_{nT,w} \geq 55$ dB PARAMETRO COGENTE $R'_w \geq 56$ dB PARAMETRO DI QUALITA (rif. DPCM 5/12/97)
Solaio - tra ambienti *abitativi - tra ambienti abitativi e altro Calpestio	Tra U.I. diverse / Tra due reparti diversi Art.4 RAC Parma $L'_{n,w} \leq 58$ dB	Tra U.I. diverse / Tra due reparti diversi Appendice A dell'UNI 11367, Prospetto A.1, prestazione superiore $L'_{n,w} \leq 53$ dB	Tra due reparti diversi: $L'_{n,w} \leq 53$ dB PARAMETRO COGENTE
	Stessa U.I. / Stesso reparto Manca	Tra U.I. diverse / Tra due reparti diversi Appendice A dell'UNI 11367, Prospetto A.1, prestazione superiore $L'_{n,w} \leq 53$ dB	Stesso reparto Il progetto non prevede questa casistica $L'_{n,w} \leq 53$ dB PARAMETRO COGENTE
Impianti continui (Caldaie, condizionatori, ventilatori, etc.) Rumore nell'ambiente più prossimo a quello in cui si origina	$L_{Aeq} \leq 25$ dBA	Appendice A dell'UNI 11367, Prospetto A.1, prestazione superiore $L_{ic} \leq 28$ dBA	$L_{Aeq} \leq 25$ dBA PARAMETRO COGENTE $L_{ic} \leq 28$ dBA PARAMETRO COGENTE
Impianti discontinui (Ascensore, sciacquone, scarichi, etc.) Rumore nell'ambiente più prossimo a quello in cui si origina	$L_{ASmax} \leq 35$ dBA	Appendice A dell'UNI 11367, Prospetto A.1, prestazione superiore $L_{id} \leq 34$ dBA	$L_{ASmax} \leq 35$ dBA PARAMETRO COGENTE $L_{id} \leq 34$ dBA PARAMETRO COGENTE
Impianti continui (Caldaie, condizionatori, ventilatori, etc.) Rumore nell'ambiente medesimo in cui si origina	Art.4 RAC Parma $L_{Aeq,int} \leq 35$ dBA	Manca	$L_{Aeq,int} \leq 35$ dBA PARAMETRO COGENTE

Elemento	DPCM 5/12/97 - RAC Parma	DECRETO CAM (DM 23/06/2022) UNI 11367 Requisiti acustici passivi e comfort acustico interno	Parametri Obiettivi di progetto
Impianti discontinui (Ascensore, sciacquone, scarichi, etc.) <i>Rumore nell'ambiente medesimo in cui si origina</i>	Art.4 RAC Parma L _{ASmax,int} ≤ 45 dBA	Manca	L _{ASmax,int} ≤ 45 dBA PARAMETRO COGENTE
Intelligibilità e Chiarezza del parlato	Manca	Appendice C dell'UNI 11367, Prospetto C.1, Ambienti adibiti al parlato Intelligibilità - STI ≥ 0,6 Chiarezza - C ₅₀ ≤ 0	STI ≥ 0,6 PARAMETRO COGENTE C ₅₀ ≤ 0 PARAMETRO COGENTE
Tempo di riverbero	Manca	Appendice C dell'UNI 11367, Equazione C.1 e C.3 T _{medio} fra 500 Hz e 1000 Hz ≤ T _{ott} T _{ott} - Valore ottimale del tempo di riverbero è funzione del volume dell'ambiente oggetto di verifica T _{per} frequenza fra 250 Hz e 4000Hz ≤ 1,2T _{ott}	T _{medio} fra 500 Hz e 1000 Hz ≤ T _{ott} PARAMETRO COGENTE T _{per} frequenza fra 250 Hz e 4000 Hz ≤ 1,2T _{ott} PARAMETRO COGENTE

*Si intende per ambiente abitativo un ambiente con permanenza di persone

**Si ricorda che R'_w (potere fonoisolante apparente) è la prestazione in opera e R_w (potere fonoisolante) la prestazione in laboratorio.

***Resta inteso che la committenza si riserva di chiedere prestazioni diverse per situazioni particolari

Come concordato con la committenza, per la corrente valutazione gli ambienti di progetto sono stati classificati come indicato nella tabella 2.

Tab 2 - Classificazione degli ambienti di progetto

	Ambienti abitativi	Ambienti d'uso comune / Uso collettivo	Ambienti accessorio
Destinazione d'uso di progetto Piano 3	Degenze 2pl Degenze 1pl Lavoro ostetriche Lavoro medici Ambulatorio emergenza Terapia minima Ambulatorio pediatrico Ambulatorio medicazione Soggiorno Cucinetta Ambulatorio dimissioni Allattamento Locale coordinatore Ufficio registrazioni nascite Guardiola accettazione Sala Attesa	Corridoio Filtro Filtro sanitario Filtro P.F. Sbarco protetto	Locale quadri Cavedio IM Cavedio IE Rack Dati WC Anti WC Bagno assistito Disinfezione Svestizione Vestizione Deposito attrezzature Deposito pulito Deposito sporco
Destinazione d'uso di progetto Piano 2	Attesa Ristoro personale Lavoro personale Coordinatori infermieristico Ambulatorio Osservazione Post Partum Sala parto + Isola Neonatale Sala operatoria Capo Sala	Corridoio Filtro Filtro sanitario Filtro P.F. Filtro visitatori Filtro personale Sbarco protetto Lavaggio chirurgici Locale coordinamento Area risveglio Area preparazione	Locale quadri Cavedio IM Cavedio IE Rack Dati WC Anti WC Stoccaggio letti Deposito attrezzature Deposito pulito Deposito sporco Confezionamento Decontaminazione
Destinazione d'uso di progetto Piano 1	Medico di guardia Ambulatorio medico Degenze 2pl Degenze 1pl Lavoro ostetriche Sala Attesa Cucinetta Soggiorno + Sala parto fisiologico Ambulatorio colposcopia Ambulatorio ginecologico Ambulatorio ecografia Ambulatorio prericovero	Corridoio Filtro Filtro sanitario Filtro P.F. Sbarco protetto Lavoro medici Guardiola	Locale quadri Cavedio IM Cavedio IE Rack Dati WC Anti WC Bagno assistito Deposito attrezzature Deposito pulito Deposito sporco
Destinazione d'uso di progetto Piano 0	Accettazione Ufficio amministrativo Ambulatorio medico Ambulatorio prericovero ostetriche Ambulatorio Locale monitoraggio Ambulatorio anestesisti Caposala ambulatorio Cucinetta Degenza day hospital Sala operatoria Locale gestione emergenza Triage Attesa Medico di guardia	Corridoio Filtro Filtro sanitario Filtro P.F. Filtro personale Sbarco protetto Osservazione Risveglio Preparazione Deposito barelle	Locale quadri Cavedio IM Cavedio IE Rack Dati WC Anti WC Bagno assistito Deposito attrezzature Deposito pulito Deposito sporco Nota: tutto il piano seminterrato

2.5 Avvertenze generali valide per tutti gli impianti

Sono buone prassi:

- Le tubazioni dovranno essere "fasciate/protette acusticamente" in modo da evitare il passaggio di rumore laterale; in particolare le tubazioni degli scarichi idrici e fognari dovranno essere ad alto isolamento acustico (anche per "bagno a servizio di stanza di degenza" gli impianti non dovranno essere disturbanti per la stanza stessa);
- Gli "alleggerimenti" delle strutture necessarie per l'alloggio degli impianti dovranno essere foderate con materiali tali da ripristinare l'isolamento acustico originale della parete;
- Lo stesso dicasi in corrispondenza delle placche elettriche o altro genere di "terminale" impiantistico;
- Laddove le tubazioni/canalizzazioni/... e loro diramazioni dovessero essere possibili "veicoli di trasporto del rumore", sia in ambiente diretto che tra ambienti diversi, dovranno essere previsti tutti i necessari silenziatori al fine di impedire questo "passaggio"; si intendono tubazioni di qualsivoglia genere, sia poste orizzontalmente che verticalmente rispetto alla struttura, di qualunque dimensione e per qualunque scopo. Per la scelta dei silenziatori e quanto eventualmente necessario dovrà essere prodotta relazione tecnica di dettaglio;
- La presenza di motorini, ventole, UTA, macchinari, escludendo l'immissione di rumore diretta nei locali tecnici (che comune dovrà essere valutata), dovranno sempre garantire il rispetto dei limiti indicati in tutti gli altri ambienti siano essi anche accessori, quali ad esempio i servizi igienici;
- Dovrà essere eliminata la possibilità di trasmettere vibrazioni e rumore, per via vibrazionale prevedendo l'interposizione di giunti antivibranti, cuscinetti e piedini antivibranti, fissaggi antivibranti, ..., quando necessario;
- In generale tutti gli attraversamenti, forature, "scassi", per pose impiantistiche, dovranno essere attentamente chiuse e sigillate ai bordi una volta posizionati cavi e, fili, impianti, ..., e, se necessario si dovranno prevedere inserti, fasciature per garantire il perfetto ripristino della continuità.

2.6 Diffusori acustici – intellegibilità impianti evac

L'impianto di rilevazione e segnalazione incendi deve obbedire al corpo di Norme europee EN54 (per la parte audio in particolare alle EN54-16 e EN54-24). Si applica la EN54-32 (o a scelta della committenza e direzione Lavori la UNI 7240-19). Si richiederà dunque una relazione progettuale dettagliata con la valutazione preventiva dell'intelligibilità degli impianti EVAC e da un successivo collaudo acustico basato su un insieme di misure in opera, in tutte le casistiche che la committenza riterrà opportune, al fine di verificare la rispondenza in opera dei requisiti e per ultimo il collaudo finale.

3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La realizzazione del nuovo Ospedale delle Mamme si inserisce nel programma di ammodernamento dell'Azienda Ospedaliero Universitaria di Parma e si configura come completamento del "Polo Materno – Infantile", di cui la recente costruzione del Nuovo Ospedale dei Bambini "Pietro Barilla", attivato nel gennaio 2013.

La nuova struttura accoglierà le funzioni ad oggi effettuate nel Padiglione Maternità (Ostetricia e Ginecologia) posto sul fronte di Via Gramsci. Si svilupperà verticalmente (6 piani di cui uno interrato) sull'area di sedime dell'attuale Padiglione Ex.Pediatria, da tempo dismesso, destinato in tempi brevi alla demolizione.

In generale, le funzioni a progetto della nuova struttura sono le seguenti:

- il piano seminterrato è dedicato alla diagnostica (RX), agli spogliatoi del personale, ai locali tecnici e depositi generali;
- il piano terra dove si può trovare ad un'area day hospital/day surgery, ambulatoriale e ostetrica;
- il piano primo dedicato al parto fisiologico, a ginecologia e ad un'altra aria ambulatoriale e ostetrica;
- il piano secondo dedicato al blocco operatorio e alle sale parto;
- il piano terzo dedicato alle degenze ostetriche;
- il piano quarto, il piano copertura, dedicato agli impianti tecnologici (unità di trattamento aria, ...).

Per una panoramica completa di tutti i dettagli fare riferimento ai documenti di progetto.

4 INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO DI FACCIATA $D_{2m,nT,w}$

Il progetto architettonico prevede per l'involucro dell'edificio, in particolare quello degli ambienti abitativi, delle facciate continue in vetro e alluminio, con struttura a "montanti e traversi" composte da moduli opachi e trasparenti.

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ tiene conto della performance dei componenti della facciata, di tutte le possibili perdite dovute all'interfaccia tra i singoli elementi che la compongono (giunti, guarnizioni, tenuta all'aria dei profili dei telai,...), dei fenomeni di fiancheggiamento e delle caratteristiche dell'ambiente retrostante la facciata. Quindi a parità di componenti, ogni ambiente di un edificio avrà un valore di $D_{2m,nT,w}$ differente.

Il modello di calcolo del $D_{2m,nT,w}$ della facciata prospiciente un ambiente tiene conto del valore R_w degli elementi che compongono tale facciata (moduli trasparenti, opachi, apribili, fissi, ...), la sua forma, delle sue dimensioni e di quelle del relativo ambiente.

Il modello di calcolo alla base è il seguente

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + F_{cp} + \Delta L_{fs}$$

Dove:

- F_{cp} è il fattore correttivo sempre positivo che interpreta il contributo dovuto alla profondità dell'ambiente retrostante la facciata:
 $F_{cp} = 10 \log[V/(6T_0S)]$ con V volume dell'ambiente, $T_0 = 0,5$ s tempo di riverbero di riferimento e S superficie della facciata;
- ΔL_{fs} è il fattore che può essere sia positivo che negativo, che tiene conto della forma della facciata seguendo lo schema riportato nella tabella contenuta nella norma UNI EN 12354 (**per il caso in esame $\Delta L_{fs} = 0$**);
- R'_w è il potere fonoisolante medio della facciata in opera. $R'_w = R_w + K$ con:
 - K il fattore correttivo che corrisponde al contributo della trasmissione laterale;
 - R_w il potere fonoisolante ottenuto da prove di laboratorio

In questo capitolo, l'obiettivo è di garantire che la performance acustica in opera delle facciate prospicienti gli ambienti abitativi risulti in linea con il PAO ($D_{2m,nT,w} \geq 45$ dB).

La verifica consiste quindi nell'indicare il valore R_w **minimo** che dovrà avere la facciata prospiciente qualsiasi ambiente dell'edificio in progetto.

Per verificare in via previsionale il rispetto del valore di riferimento è quindi necessario effettuare gli opportuni calcoli scegliendo ambienti campione significativi sufficienti a rappresentare la maggior parte delle casistiche presenti nell'edificio in progetto.

Gli ambienti campione scelti per la verifica sono i seguenti (vedi pagina successiva con delle planimetrie dell'edificio con il solo scopo illustrativo):

- Locale 036 – Locale monitoraggio (PT)
- Locale 071 – Ambulatorio ginecologico (P1)
- Locale 030 – Ambulatorio (P2)
- Locale 056 – Degenza (P3)

Nota: la codifica degli ambiente è come da progetto architettonico.

Se si considerano per gli ambienti sopracitati i seguenti dati:

- $D_{2m,nT,w} = 45$ dB valore di riferimento;
- $K = -2$ dB trasmissione laterale;
- $\Delta L_{fs} = 0$ dB facciata piana;
- A area dell'ambiente,

Le dimensioni degli ambienti campione e le relative facciate sono circa:

Codice	Ambiente	A [m ²]	V [m ³]	S [m ²]	F _{cp} [dB]	R' _w [dB]	R _w [dB]
036	Monitoraggio	30,6	94,9	37,2	-1	46	48
071	Ambulatorio	14,6	45,3	17,4	-1	46	48
030	Ambulatorio	13,6	42,2	11,9	0	45	47
056	Degenza	30,5	85,4	20,1	1	44	46

*Per soddisfare quindi la maggior parte delle casistiche presenti nell'edificio in progetto, la facciata complessiva prospiciente ogni ambiente abitativo dovrà garantire un **potere fonoisolante minimo da rapporto di prova in laboratorio pari a $R_w = 48$ dB** su campioni analoghi e paragonabili sia per forma che per dimensioni che per composizione e dovranno essere preventivamente approvati da committenza e Direzione Lavori.*

Si ricorda che la facciata è composta da diversi elementi (moduli trasparenti, opachi, apribili, fissi, ...) interconnessi tra di loro tramite giunti, guarnizioni, telai, ..., e che il requisito deve comunque sempre essere garantito in posa per ogni ambiente.

Nota: per quanto riguarda l'isolamento della facciata alla trasmissione laterale del rumore (flanking) nel caso di parete/solaio di separazione tra ambienti si rimanda ai paragrafi 5.3 e 6.3

Piano Terra



Piano 1



Piano 2



Piano 3



5 INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO DI PARETI VERTICALI FRA AMBIENTI ADIACENTI $D_{nT,w}$ e POTERE FONOISONTE APPARENTE R'_w

5.1 Caratteristiche tecniche delle pareti interne

Dal punto di vista acustico, le pareti interne divisorie tra ambienti che dovranno soddisfare i PAO possono essere suddivisi in 6 tipologie:

Parete interna 1

Composizione	Spessore [mm]	Densità [kg/m ³]	Massa sup. [kg/m ²]	R_w [dB]
i. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	62 Da calcolo Insul
Intercapedine (sp.100 mm) con: Struttura con montanti a C 50x100x50 sp. 0,6 mm (i = 600 mm); Pannello in lana minerale (densità 40 kg/m ³) sp. 80 mm	/	Irrilevante	/	
ii. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	
Intercapedine (sp.100 mm) con: Struttura con montanti a C 50x100x50 sp. 0,6 mm (i = 600 mm); Pannello in lana minerale (densità 40 kg/m ³) sp. 40 mm	/	Irrilevante	/	
iii. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	

Parete interna 2

Composizione	Spessore [mm]	Densità [kg/m ³]	Massa sup. [kg/m ²]	R_w [dB]
i. Parete Ospedale dei bambini	/	/	/	≥ 56 Da calcolo Insul
ii. Intercapedine	/	/	/	
iii. Blocco in Leca 2 fori facciavista	200,0	750	150,0	
Intercapedine (sp.50 mm) con: Struttura con montanti a C 50x50x50 sp. 0,6 mm (i = 600 mm); Pannello in lana minerale (densità 40 kg/m ³) sp. 40 mm	/	Irrilevante	/	
iv. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	

Parete interna 3

Composizione	Spessore [mm]	Densità [kg/m ³]	Massa sup. [kg/m ²]	R_w [dB]
i. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	≥ 65 Da calcolo Insul
Intercapedine (sp.50 mm) con: Struttura con montanti a C 50x100x50 sp. 0,6 mm (i = 600 mm); Pannello in lana minerale (densità 40 kg/m ³) sp. 40 mm	/	Irrilevante	/	
ii. Setto in cemento armato	300	2500	150,0	
Intercapedine (sp.50 mm) con: Struttura con montanti a C 50x50x50 sp. 0,6 mm (i = 600 mm); Pannello in lana minerale (densità 40 kg/m ³) sp. 40 mm	/	Irrilevante	/	
iii. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	

Parete interna 4

Composizione	Spessore [mm]	Densità [kg/m ³]	Massa sup. [kg/m ²]	R_w [dB]
i. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	56 Da calcolo Insul
Intercapedine (sp.100 mm) con: Struttura con montanti a C 50x100x50 sp. 0,6 mm (i = 600 mm); Pannello in lana minerale (densità 40 kg/m ³) sp. 100 mm	/	Irrilevante	/	
ii. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	

Parete interna 5

Composizione	Spessore [mm]	Densità [kg/m ³]	Massa sup. [kg/m ²]	R _w [dB]
i. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	61 Da calcolo Insul
Intercapedine (sp.75 mm) con: Struttura con montanti a C 50x75x50 sp. 0,6 mm (i = 600 mm); Pannello in lana minerale (densità 40 kg/m ³) sp. 75 mm	/	Irrilevante	/	
ii. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	
Intercapedine (sp.75 mm) con: Struttura con montanti a C 50x75x50 sp. 0,6 mm (i = 600 mm); Pannello in lana minerale (densità 40 kg/m ³) sp. 75 mm	/	Irrilevante	/	
iii. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	

Parete interna 6

Composizione	Spessore [mm]	Densità [kg/m ³]	Massa sup. [kg/m ²]	R _w [dB]
i. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	64 Da calcolo Insul
Intercapedine (sp.100 mm) con: Struttura con montanti a C 50x100x50 sp. 0,6 mm (i = 600 mm); Pannello in lana minerale (densità 40 kg/m ³) sp. 100 mm	/	Irrilevante	/	
ii. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	
iii. Lamina di piombo	2,0	11000	22,0	
Intercapedine (sp.75 mm) con: Struttura con montanti a C 50x75x50 sp. 0,6 mm (i = 600 mm); Pannello in lana minerale (densità 40 kg/m ³) sp. 75 mm	/	Irrilevante	/	
iv. 2 Lastre di cartongesso standard (12,5 mm cad)	25,0	700	17,5	

Tab.3 Riepilogo prestazioni acustiche pareti interne

Parete	R _w [dB]	Nota
Parete interna 1	62	Pareti divisorie tra ambienti di reparti diversi
Parete interna 2	≥ 56	
Parete interna 3	≥ 65	
Parete interna 4	56	Pareti divisorie tra ambienti dello stesso reparto
Pareti interne 5	61	
Pareti interne 6	64	

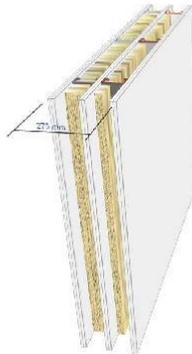
Di seguito prima il calcolo di R_w delle pareti appena descritte con il software Insul, successivamente delle planimetrie illustrative dell'edificio dove si evidenzia in verde, dal punto di vista acustico, la divisione tra reparti diversi.

Sound Insulation Prediction (v9.0.24)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017
 Margin of error is generally within $R_w = 3$ dB
 - Key No. 2061
 Job Name:
 Job No.: Initials:utente8
 Date:14/02/2023
 File Name:insul



Notes:



R_w 62 dB
 C -3 dB
 Ctr -5 dB

Mass-air-mass resonant frequency = 45 Hz, 77 Hz
 Panel Size = 2,7 m x 4,0 m
 Partition surface mass = 57,6 kg/m²

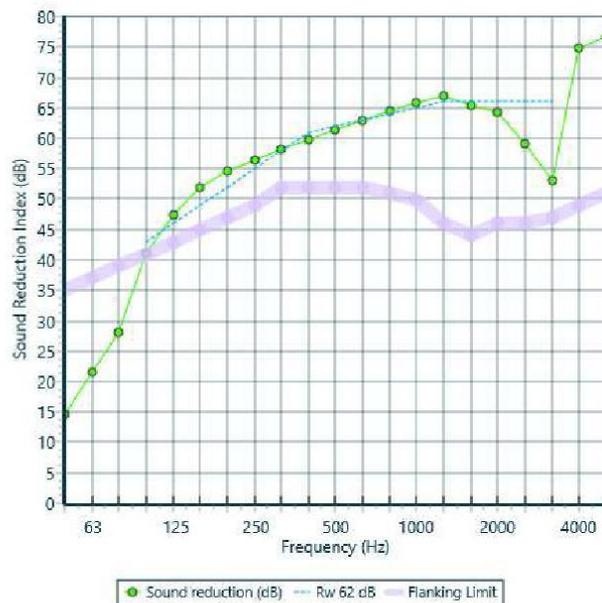
System description

Panel 1 : 2 x 12,5 mm Plaque de plâtre BA13

Frame: Steel Stud (0.55mm) (1E2 mm x 50 mm), Stud spacing 600 mm ; Cavity Width 100 mm , 1 x Laine de verre semi-rigide Thickness 80 mm
 Panel 2 : 2 x 12,5 mm Plaque de plâtre BA13

Frame: Steel Stud (0.55mm) (1E2 mm x 50 mm), Stud spacing 600 mm ; Cavity Width 100 mm , 1 x Laine de verre semi-rigide Thickness 40 mm
 Panel 3 : 2 x 12,5 mm Plaque de plâtre BA13

freq.(Hz)	R(dB)	R(dB)
50	15	
63	21	18
80	28	
100	41	
125	47	45
160	52	
200	55	
250	56	56
315	58	
400	60	
500	61	61
630	63	
800	64	
1000	66	66
1250	67	
1600	65	
2000	64	62
2500	59	
3150	53	
4000	75	58
5000	77	

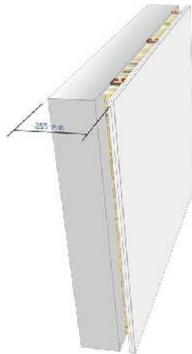


Sound Insulation Prediction (v9.0.24)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017
 Margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB
 - Key No. 2061
 Job Name:
 Job No.: Initials:utente8
 Date:14/02/2023
 File Name:insul



Notes:



R_w 56 dB
 C -2 dB
 Ctr -5 dB

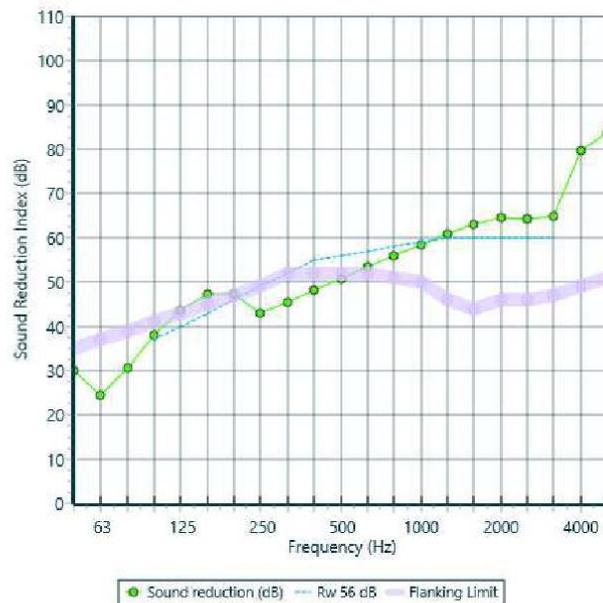
Mass-air-mass resonant frequency = 57 Hz
 Panel Size = 2,7 m x 4,0 m
 Partition surface mass = 164 kg/m²

System description

Panel 1 : 1 x 190 mm Hollow Conc Blocks(760kg/m³)

Frame: Steel Stud (0.55mm) (50 mm x 50 mm), Stud spacing 600 mm ; Cavity Width 50 mm , 1 x Laine de verre semi-rigide Thickness 40 mm
 Panel 2 : 2 x 12,5 mm Plaque de plâtre BA13

freq.(Hz)	R(dB)	R(dB)
50	30	
63	24	27
80	30	
100	38	
125	44	41
160	47	
200	47	
250	43	45
315	46	
400	48	
500	51	50
630	53	
800	56	
1000	58	58
1250	61	
1600	63	
2000	65	64
2500	64	
3150	65	
4000	80	69
5000	84	

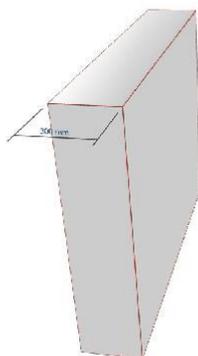


Sound Insulation Prediction (v9.0.24)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017
 Margin of error is generally within $R_w = 3$ dB
 - Key No. 2061
 Job Name:
 Job No.: Initials:utente8
 Date:14/02/2023
 File Name:insul



Notes:



R_w 65 dB
 C -1 dB
 Ctr -6 dB

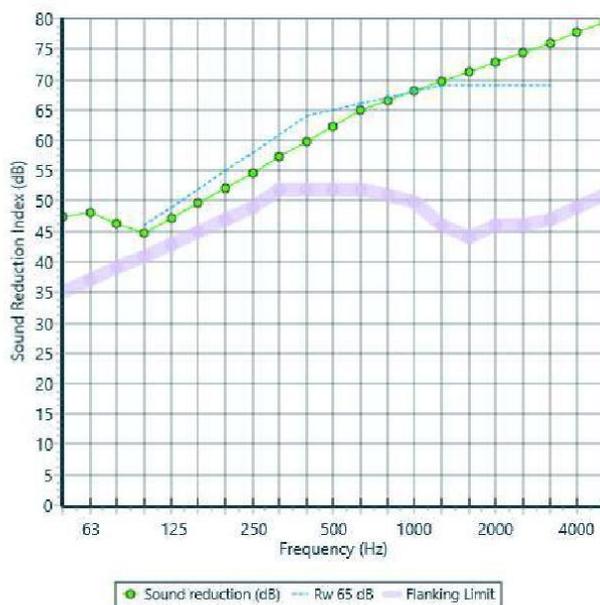
Panel Size = 2,7 m x 4,0 m

Partition surface mass = 702 kg/m²

System description

Panel 1 : 1 x 300 mm Calcestruzzo

freq.(Hz)	R(dB)	R(dB)
50	47	
63	48	47
80	46	
100	45	
125	47	47
160	50	
200	52	
250	55	54
315	57	
400	60	
500	62	62
630	65	
800	67	
1000	68	68
1250	70	
1600	71	
2000	73	73
2500	74	
3150	76	
4000	78	77
5000	79	

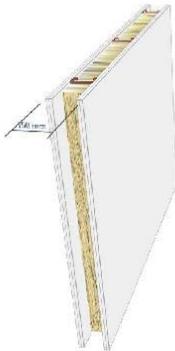


Sound Insulation Prediction (v9.0.24)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017
 Margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB
 - Key No. 2061
 Job Name:
 Job No.: Initials:utente8
 Date:14/02/2023
 File Name:insul



Notes:



R_w 56 dB
 C -3 dB
 Ctr -9 dB

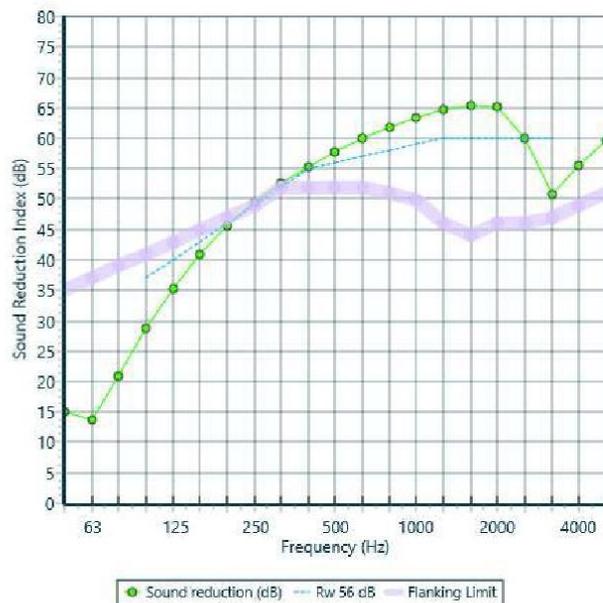
Mass-air-mass resonant frequency = 54 Hz
 Panel Size = 2,7 m x 4,0 m
 Partition surface mass = 39 kg/m²

System description

Panel 1 : 2 x 12.5 mm Plaque de plâtre BA13

Frame: Steel Stud (0.55mm) (1E2 mm x 50 mm) , Stud spacing 600 mm ; Cavity Width 100 mm , 1 x Laine de verre semi-rigide Thickness 100 mm
 Panel 2 : 2 x 12.5 mm Plaque de plâtre BA13

freq.(Hz)	R(dB)	R(dB)
50	15	
63	14	16
80	21	
100	29	
125	35	32
160	41	
200	46	
250	49	48
315	53	
400	55	
500	58	57
630	60	
800	62	
1000	63	63
1250	65	
1600	65	
2000	65	63
2500	60	
3150	51	
4000	55	54
5000	59	

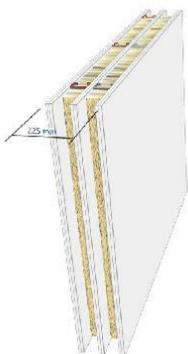


Sound Insulation Prediction (v9.0.24)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017
 Margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB
 - Key No. 2061
 Job Name:
 Job No.: Initials:utente8
 Date:14/02/2023
 File Name:insul



Notes:



R_w 61 dB
 C -4 dB
 C_{tr} -9 dB

Mass-air-mass resonant frequency = 52 Hz , 89 Hz
 Panel Size = 2,7 m x 4,0 m
 Partition surface mass = 58,5 kg/m²

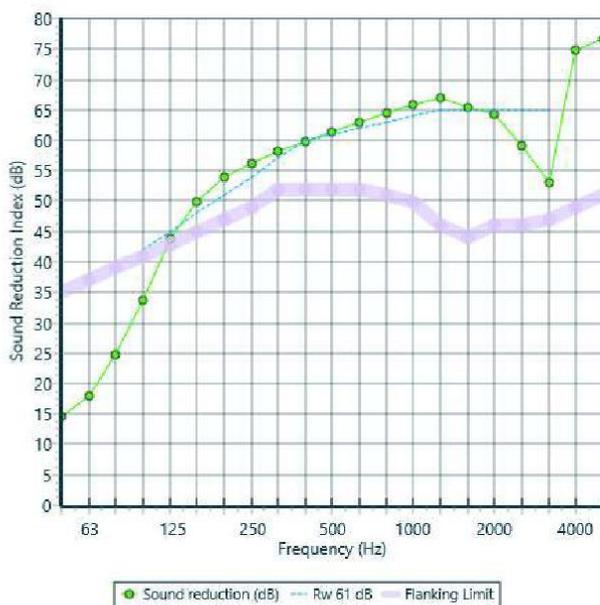
System description

Panel 1 : 2 x 12.5 mm Plaque de plâtre BA13

Frame: Steel Stud (0.55mm) (75 mm x 50 mm) , Stud spacing 600 mm ; Cavity Width 75 mm , 1 x Laine de verre semi-rigide Thickness 75 mm
 Panel 2 : 2 x 12.5 mm Plaque de plâtre BA13

Frame: Steel Stud (0.55mm) (75 mm x 50 mm) , Stud spacing 600 mm ; Cavity Width 75 mm , 1 x Laine de verre semi-rigide Thickness 75 mm
 Panel 3 : 2 x 12,5 mm Plaque de plâtre BA13

freq.(Hz)	R(dB)	R(dB)
50	15	
63	18	17
80	25	
100	34	
125	44	38
160	50	
200	54	
250	56	56
315	58	
400	60	
500	61	61
630	63	
800	64	
1000	66	66
1250	67	
1600	65	
2000	64	62
2500	59	
3150	53	
4000	75	58
5000	77	

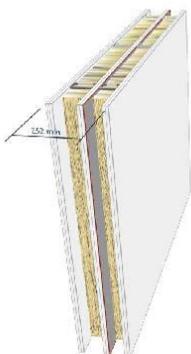


Sound Insulation Prediction (v9.0.24)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017
 Margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB
 - Key No. 2061
 Job Name:
 Job No.: Initials:utente8
 Date:14/02/2023
 File Name:insul



Notes:



R_w 64 dB
 C -4 dB
 C_{tr} -4 dB

Mass-air-mass resonant frequency = 47 Hz, 67 Hz
 Panel Size = 2,7 m x 4,0 m
 Partition surface mass = 81,3 kg/m²

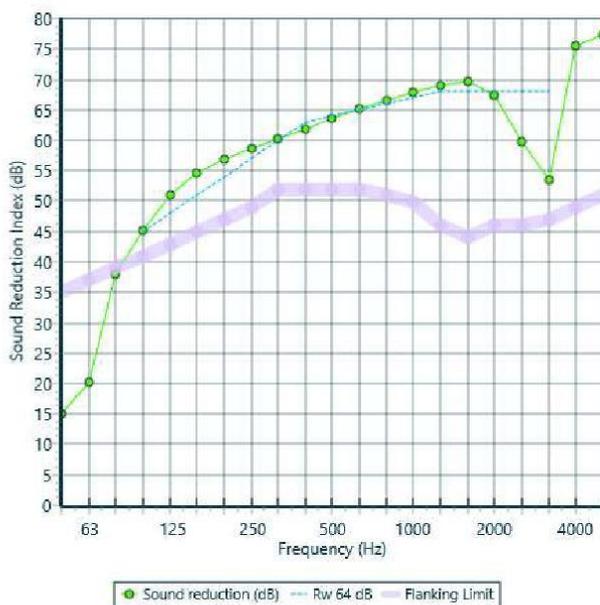
System description

Panel 1 : 2 x 12,5 mm Plaque de plâtre BA13

Frame: Steel Stud (0,55mm) (1E2 mm x 50 mm), Stud spacing 600 mm; Cavity Width 100 mm, 1 x Laine de verre semi-rigide Thickness 100 mm
 Panel 2 : 2 x 12,5 mm Plaque de plâtre BA13 + 1 x 2 mm Piombo

Frame: Steel Stud (0,55mm) (75 mm x 50 mm), Stud spacing 600 mm; Cavity Width 75 mm, 1 x Laine de verre semi-rigide Thickness 75 mm
 Panel 3 : 2 x 12,5 mm Plaque de plâtre BA13

freq.(Hz)	R(dB)	R(dB)
50	15	
63	20	19
80	38	
100	45	
125	51	49
160	55	
200	57	
250	59	58
315	60	
400	62	
500	64	63
630	65	
800	67	
1000	68	68
1250	69	
1600	70	
2000	67	63
2500	60	
3150	54	
4000	76	58
5000	77	



Piano Terra



Piano 1



Piano 2



Piano 3



5.2 Considerazioni sul $D_{nT,w}$ e R'_w

Si ricorda che l'indice $D_{nT,w}$ si calcola secondo una equazione simile a quella dell'indice $D_{2m,nT,w}$:

$$D_{nT,w} = R'_w + F_{cp}$$

Dove:

- F_{cp} è il fattore correttivo sempre positivo che interpreta il contributo dovuto alla profondità dell'ambiente retrostante la parete di separazione (vedi $D_{2m,nT,w}$);
- R'_w è il potere fonoisolante medio in opera della parete divisoria prospiciente l'ambiente esaminato.

5.2.1 Pareti divisorie interne verticali tra ambienti – Senza apertura

Con:

- le caratteristiche geometriche degli ambienti (volume) e delle pareti divisorie (superficie) di progetto;
- il potere fonoisolante di tali pareti;

le valutazioni delle pareti portano al rispetto dei PAO i cui valori vengono ricordati qui sotto:

Tra reparti diversi

- Tra ambienti abitativi: Pareti interna 1, 2 e 3 $R'_w \geq 56$ dB (parametro cogente);
- Tra ambienti abitativi e ambienti d'uso collettivo/comune/accessori: Pareti interna 1, 2 e 3 $R'_w \geq 50$ dB (parametro di qualità) e $D_{nT,w} \geq 50$ dB (parametro di qualità).

Stesso reparto

- Tra ambienti abitativi: Pareti interna 4, 5 e 6 $R'_w \geq 50$ dB (parametro di qualità) e $D_{nT,w} \geq 50$ dB (parametro cogente);
- Tra ambienti abitativi e ambienti d'uso collettivo/comune/accessori: Pareti interna 4, 5 e 6 $R'_w \geq 50$ dB (parametro di qualità) e $D_{nT,w} \geq 50$ dB (parametro di qualità).

5.2.2 Pareti divisorie interne verticali tra ambienti – Con porte o equivalente

Stesso reparto

- Tra ambienti abitativi e ambienti d'uso collettivo/comune/accessori: Pareti interna 4, 5 e 6 $D_{nT,w} \geq 30$ dB (parametro di qualità)

La porta o equivalente dovrà aver un $R_w \geq 30$ dB (si precisa che per "porta" si intende la completa chiusura dell'apertura a partire dalla parete).

Dovrà essere fornita adeguata certificazione acustica, relativa a porte del tutto analoghe a quelle previste per il progetto.

5.3 Indicazioni progettuali

In caso di connessione tra le pareti e la facciata, garantire la continuità della prestazione delle pareti:

Con un setto di separazione parete-facciata con prestazioni in linea con quella della parete:

- *Per le pareti divisorie tra ambienti di reparti diversi ci vuole un setto di separazione con $R'_w \geq 56$ dB;*
- *Per le pareti divisorie tra ambienti dello stesso reparto ci vuole un setto di separazione con $R'_w \geq 50$ dB.*

Con l'isolamento relativo alla trasmissione laterale orizzontale del rumore attraverso la facciata (flanking orizzontale) in linea con le prestazioni delle pareti:

-Per le pareti divisorie tra ambienti di reparti diversi ci vuole una prestazione $R'w \geq 56 \text{ dB}$ e di $Dnfw \geq 65 \text{ dB}$;

-Per le pareti divisorie tra ambienti dello stesso reparto ci vuole una prestazione $R'w \geq 50 \text{ dB}$ e di $Dnfw \geq 60 \text{ dB}$.

Per le pareti divisorie dovrà essere fornita adeguata certificazione acustica, relativa a pareti del tutto analoghe a quelle previste per il progetto.

Flanking orizzontale: dovrà essere prodotta specifica relazione di calcolo relativa ai punti sopra indicati, e alla loro unione con gli elementi: parete+ setto + facciata.

Qui sotto uno schema illustrativo che permette di individuare quello che si intende per setto di separazione tra parete-facciata e flanking orizzontale.

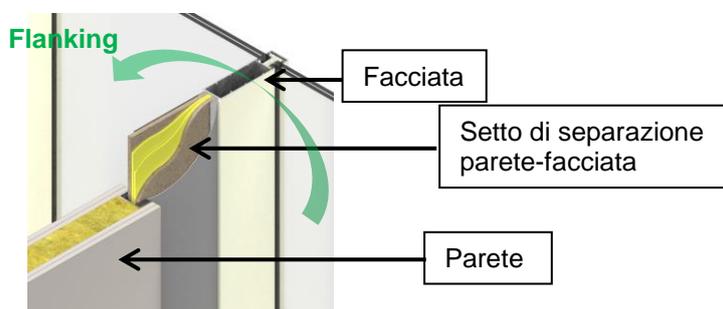


Fig.4 Schema illustrativo del nodo Parete-Facciata

5.4 Accorgimenti in fase di posa

Nel seguito si riportano una serie indicazioni di carattere generale su come progettare i dettagli di interfaccia delle pareti verticali e alcune regole pratiche per la loro realizzazione a regola d'arte dal punto di vista acustico. Tuttavia, fermo restando quanto qui indicato, per ulteriori approfondimenti si rimanda agli elaborati e relazioni tecniche di dettaglio in fase di esecuzione del progetto e in fase di realizzazione dell'opera e alle prescrizioni del fornitore del singolo materiale sulle modalità di posa.

- Prevedere una soluzione che permette di minimizzare l'indebolimento acustico dovuto alla presenza delle scatole elettriche (es: sfalsarle di almeno 0.5 m sui due fronti opposti di una parete), delle canalizzazioni relative all'impianto di ventilazione (es.: prevedere dei silenziatori adeguati a garantire sia la prestazione acustica della parete indebolita dall'attraversamento della canalizzazione sia una buona privacy),
- Posizionare sotto le guide, a pavimento e soffitto, nonché dietro i montanti di partenza e di arrivo del setto parete, una banda resiliente adesiva che consente il disaccoppiamento dalle strutture portanti dell'edificio;
- Prevedere sempre almeno due lastre con i giunti sfalsati in modo da alternare la giunzione tra lastre consecutive;
- Prevedere soluzioni idonee a ridurre il più possibile la trasmissione laterale del rumore tra due locali adiacenti nella giunzione tra parete;
- Realizzare la parete a tutt'altezza dal grezzo del solaio inferiore al quello superiore, interrompendo di fatto la continuità del controsoffitto e del pavimento;
- Prevedere soluzioni idonee a ridurre il più possibile la trasmissione laterale del rumore attraverso la giunzione tra parete di separazione e pavimento;

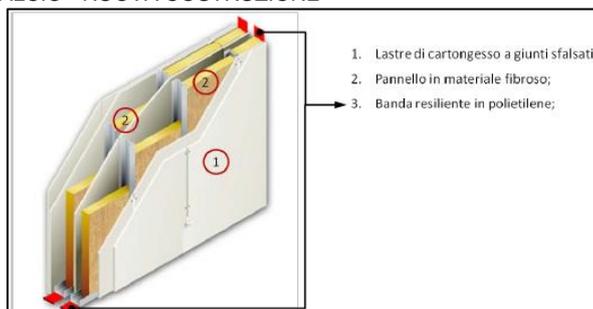


Fig.5 Esempio di banda resiliente sotto le guide e dietro i montanti

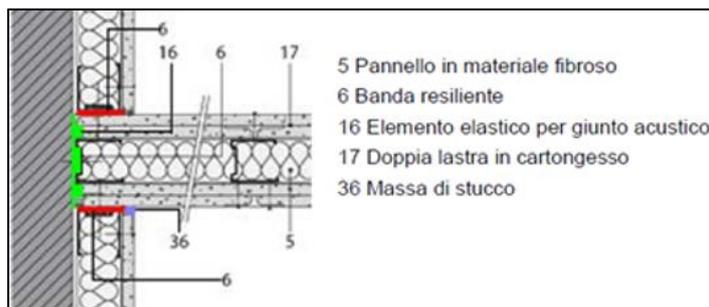


Fig.6 Esempio non esaustivo su come realizzare la Giunzione Parete interna-Parete esterna

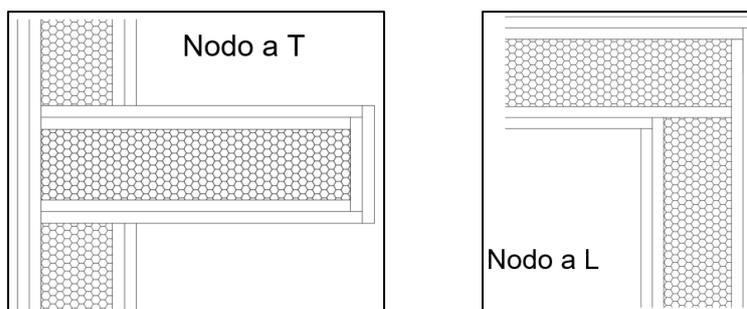


Fig.7 Esempi non esaustivi su come realizzare i nodi tra pareti interne in cartongesso per ridurre i ponti acustici

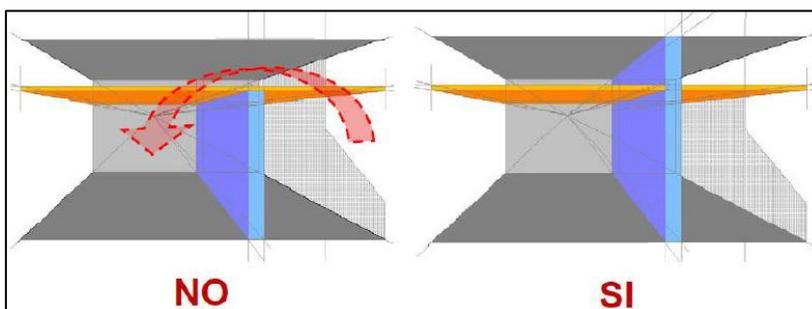


Fig.8 Come realizzare la Giunzione tra parete di separazione tra ambienti e solaio (nodo superiore)



Fig.9 Esempio su come realizzare la Giunzione Parete-Solaio (nodo inferiore)

6 SOLAI DIVISORI TRA AMBIENTI

Si precisa sin da subito che, dal punto di vista acustico ogni piano è considerato, dal punto di vista acustico, "reparto" quindi, ogni solaio, separa "reparti" diversi. I solai divisori tra ambienti rilevanti per la corrente valutazioni, e rappresentativi di tutti i casi, sono di tre tipi:

Solaio 1

Composizione (da sopra a sotto)	Spessore [mm]	Densità [kg/m ³]	Massa sup. [kg/m ²]	Note
i. Pavimento in grès porcellanato	15	2300	34	m ₂ =133 kg/m ² s' ₁ = 15 MN/m ³ m ₁ =311 kg/m ²
ii. Massetto fibrorinforzato per pavimento in ceramica	55	1800	99	
iii. Guaina anticalpestio (s' _{max} = 15 MN/m ³)	Irrilevante	Irrilevante	Irrilevante	
iv. Sottofondo alleggerito in argilla espansa	120	300	36	
v. Solaio strutturale predalles (6+20+5): Calcestruzzo (2500 kg/m ³) 50 mm Polistirolo 200 mm Calcestruzzo (2500 kg/m ³) 60 mm	110	2500	275	

Solaio 2

Composizione (da sopra a sotto)	Spessore [mm]	Densità [kg/m ³]	Massa sup. [kg/m ²]	Note
i. Pavimento in PVC	2	490	1	m ₂ =123 kg/m ² s' ₁ = 15 MN/m ³ m ₁ =311 kg/m ²
ii. Massetto fibrorinforzato per pavimento in PVC	68	1800	122	
iii. Guaina anticalpestio (s' _{max} = 15 MN/m ³)	Irrilevante	Irrilevante	Irrilevante	
iv. Sottofondo alleggerito in argilla espansa	120	300	36	
v. Solaio strutturale predalles (6+20+5): Calcestruzzo (2500 kg/m ³) 50 mm Polistirolo 200 mm Calcestruzzo (2500 kg/m ³) 60 mm	110	2500	275	

Solaio 3

Composizione (da sopra a sotto)	Spessore [mm]	Densità [kg/m ³]	Massa sup. [kg/m ²]	Note
i. Pavimento in grès porcellanato	15	2300	34	m ₂ =106 kg/m ² s' ₁ = 15 MN/m ³ m ₁ =311 kg/m ²
ii. Membrana impermeabilizzante	Irrilevante	Irrilevante	Irrilevante	
iii. Massetto fibrorinforzato per pavimento in ceramica	40	1800	72	
iv. Guaina anticalpestio (s' _{max} = 15 MN/m ³)	Irrilevante	Irrilevante	Irrilevante	
v. Sottofondo alleggerito in argilla espansa	120	300	36	
vi. Solaio strutturale predalles (6+20+5): Calcestruzzo (2500 kg/m ³) 50 mm Polistirolo 200 mm Calcestruzzo (2500 kg/m ³) 60 mm	110	2500	275	

Nota: Come si evince dalle stratigrafie, i Solai 1, 2 e 3 sono composti da sopra a sotto da:

- Una parte sopra la guaina anticalpestio di seguito denominata m₂;
- La guaina anticalpestio con rigidità dinamica reale massima s'₁=15 MN/m³;
- Una parte sotto la guaina anticalpestio di seguito denominata m₁.

6.1 Potere fonoisolante apparente $R'w$ dei solai

Segue il calcolo del potere fonoisolante apparente del Solaio 3 rappresentativo dei tre solai in quanto realizzato con una massa minore (vedi m2).

Ipotizzando una perdita dovuta alle trasmissioni laterale pari a $K = 3$ dB, si avrà

Rw - m1	49 dB
ΔR_w - m2 su guaina anticalpestio ($s'=15$ MN/m ³)	10 dB
Rw Solaio3 (Rw+ ΔR_w)	59 dB
Trasmissione laterale K	3 dB
R'w Solaio 3	56 dB
Limite verificato	

6.2 Livello di rumore di calpestio normalizzato $L'_{n,w}$ dei solai

Segue il calcolo del livello di rumore di calpestio normalizzato del Solaio 3 rappresentativo dei tre solai in quanto realizzato con una massa minore (vedi m2).

Ipotizzando una perdita dovuta alle trasmissioni laterale pari a $K = 3$ dB, si avrà

$L_{n,w,eq}$ - m1	77 dB
ΔL_w - m2 su guaina anticalpestio ($s'=15$ MN/m ³)	30 dB
K - Trasmissione laterale	3 dB
L'n,w Solaio 3	≤ 53 dB
Limite verificato	

6.3 Indicazioni progettuali

Guaina anticalpestio: si ricorda che più è bassa la rigidità dinamica della guaina anticalpestio migliori saranno le prestazioni acustiche. La rigidità dinamica massima che permette di garantire il rispetto dei requisiti di riferimento è $s'_{max} = 15$ MN/m³ dove s' è la rigidità dinamica effettiva della guaina anticalpestio e non quella apparente

In caso di connessione tra i solai e la facciata, garantire la continuità della prestazione dei solai dal punto di vista del rumore aereo:

Con un setto di separazione solaio-facciata con prestazioni in linea con quella del solaio. Ci vuole un setto di separazione con **$R'w \geq 56$ dB**

Con l'isolamento relativo alla trasmissione laterale verticale del rumore attraverso la facciata (flanking verticale) in linea con le prestazioni delle pareti Ci vuole una prestazione **$R'w \geq 56$ dB e $Dnfw \geq 65$ dB** in modo da garantire il PAO del solaio.

Flanking verticale: dovrà essere prodotta specifica relazione di calcolo relativa ai punti sopra indicati, e alla loro unione con gli elementi: solaio + setto + facciata.

Accorgimenti in fase di posa: nel seguito si riportano una serie indicazioni di carattere generale. Tuttavia per approfondimenti si rimanda agli elaborati e relazioni tecniche di dettaglio in fase esecutive e alle prescrizioni del fornitore sulle modalità di posa.

- il piano su cui posare la guaina anticalpestio (materiale resiliente) deve essere piano e continuo, privo di asperità e pulito;
- i vari pannelli della guaina anticalpestio devono costituire uno strato uniforme e continuo;
- le guaine anticalpestio sono costituite da materiale soffice, che può danneggiarsi se non maneggiato correttamente; bisogna quindi evitare di graffiarlo durante le lavorazioni successive alla sua posa con scarpe da cantiere o macchinari pesanti;
- la fascia perimetrale deve essere posata lungo tutto il perimetro del locale. Posato il pavimento la fascia deve essere sempre visibile tra pavimento e parete verticale. La sua corretta posa deve essere in continuità alla guaina anticalpestio al fine di avere l'effetto "catino". La fascia laterale deve essere tagliata a livello del piano di calpestio isolando dunque anche il piastrellato

7 RUMOROSITA' DEGLI IMPIANTI

In questo capitolo saranno forniti delle indicazioni di carattere generale utili per il rispetto della rumorosità degli impianti durante il loro funzionamento. Si ricorda che i parametri acustici obiettivi sono stati esplicitati al paragrafo 2.4 (pag.10).

7.1 Impianti a funzionamento discontinuo misurato nell'ambiente più prossimo a quello dove esso ci si origina

Sono impianti a funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i servizi igienici e la rubinetteria, ... Questi impianti, generano rumore all'interno degli ambienti tramite la propagazione sia per via aerea che per via solida dell'energia sonora che caratterizza il loro funzionamento. Il controllo del rumore propagato negli ambienti, viene effettuato tramite la corretta installazione di tutti i componenti che costituiscono gli impianti.

Impianti idrici sanitari

Negli impianti di scarico i rumori vengono generati in più punti. Ai fini della progettazione di misure di riduzione del livello sonoro, si deve distinguere tra i vari tipi di rumore e il modo con il quale questi possono essere trasmessi. Per le tubazioni di scarico si fa distinzione tra rumori causati dalla caduta, dall'urto e dal deflusso delle acque di scarico:

- *Rumori della caduta*: sono rumori causati dall'acqua che cade verso il basso all'interno di un tubo;
- *Rumori dell'urto*: sono causati dall'impatto dell'acqua sui cambiamenti di direzione dell'impianto;
- *Rumori del deflusso*: sono causati dallo scorrimento dell'acqua nella tubazione orizzontale.

Per le colonne di scarico che passano in prossimità di ambienti abitativi, dovrà essere prevista una soluzione idonea a garantire una bassa rumorosità degli impianti sanitari (es. l'impiego di tubazioni silenziate, fasciare le tubazioni delle condotte con materiali resiliente con massa $4 \div 10 \text{ kg/m}^2$, rivestimento con lana minerale delle superfici interne dei cavedi su almeno due lati per evitare le riflessioni acustiche, ...)

7.2 Impianto a funzionamento continuo misurato nell'ambiente più prossimo a quello dove esso ci si origina

Sono impianti a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento. Il rumore di tali impianti è generato dalle apparecchiature destinate al trattamento e alla movimentazione dell'aria e dei fluidi.

7.2.1 Piano Impiantistico (Piano 4)

Vista l'alta e continua rumorosità delle macchine in funzione presenti al piano impiantistico, un solaio o una facciata che garantisce il valore di riferimento richiesto (nel caso in esame rispettivamente $R'_w \geq 56$ dB e $D_{2m,nT,w} \geq 45$ dB) può non essere sufficiente a garantire il limite di rumore immesso da un impianto in un ambiente diverso da quello dove è stato installato.

In effetti i locali tecnici sono caratterizzati da elevati livelli di rumore, dovuto alla presenza di molte apparecchiature rumorose, quali UTA, Unità VRV, ecc. È importante quindi che il solaio di separazione tra ambiente disturbante e disturbato abbia un adeguato isolamento acustico nei confronti della trasmissione del rumore aereo e della trasmissione del rumore solido da vibrazione (in particolare tra i piani P4 e P3 dell'edificio).

Indicazioni nei confronti della trasmissione del rumore aereo

Relativamente al solaio si ricorda che il potere fonoisolante apparente è pari a

$$R'_w = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A}$$

Dove

- L1 Livello medio di pressione sonora nell'ambiente emittente
- L2 Livello medio di pressione sonora nell'ambiente ricevente
- S area dell'elemento di separazione
- A area di assorbimento equivalente dell'ambiente ricevente ($A = 0,16V/T$)
- T Tempo di riverbero dell'ambiente ricevente
- V Volume dell'ambiente ricevente ($V=H \cdot S_{ric}$)
- S_{ric} Area dell'ambiente ricevente
- H altezza dell'ambiente ricevente

Tra i piani P4 e P3, si avrà quindi

$$L_1 = R'_w + L_2 - 10 \log \frac{T}{0,16H}$$

Parametro	Valore	Note
R'w Solaio	56 dB	PAO
L2	25 dBA	
T	0,6 s	
H	3 m	/
L1	81 dBA	/

Al piano impiantistico, il livello di pressione sonora istantaneo non dovrà mai essere superiore a 80 dBA.

Quindi dovranno essere dotate adeguate soluzioni per garantire una bassa rumorosità degli impianti (es. UTA poco rumorose, rivestire parte delle pareti e del soffitto del piano impiantistico con materiale fonoassorbente per evitare l'amplificazione del rumore, ...).

I setti acustici marcapiano e i valori di fiancheggiamento tra ambienti dovranno garantire gli stessi parametri indicati per tutti i solai tra ambienti abitativi (vedi paragrafo 6.3).

Relativamente alle facciate, si ricorda che l'isolamento acustico è pari a:

$$D_{2m,nT,w} = L_1 - L_2 + 10 \text{Log} \frac{T}{T_0}$$

Dove

L1 Livello medio di pressione sonora in facciata all'ambiente ricevente

L2 Livello medio di pressione sonora nell'ambiente ricevente

T Tempo di riverbero dell'ambiente ricevente

T₀ Tempo di riverbero di riferimento pari a 0,5 s

Tra i piani P4 e P3, si avrà quindi

$$L_1 = D_{2m,nT,w} + L_2 - 10 \text{Log} \frac{T}{T_0}$$

Parametro	Valore	Note
D _{2m,nT,w}	45 dB	PAO
L2	25 dBA	
T	0,6 s	
L1	70 dBA	/

Il livello di pressione sonora istantaneo in facciata al piano 3 dovuto al rumore proveniente dal piano impiantistico non dovrà essere mai superiore a 70 dBA.

Quindi per quanto riguarda l'immissione delle canalizzazioni verso l'esterno, dovranno essere dotate di adeguate griglie acustiche. Il dimensionamento degli impianti dovrà tenere conto della necessità di garantire i requisiti acustici e permettere altresì un loro perfetto funzionamento.

Indicazioni nei confronti della trasmissione del rumore solido da vibrazione

Una problematica particolarmente insidiosa correlata alle macchine dotate di organi in movimento (compressori, ventilatori, ecc.) è la propagazione delle vibrazioni delle macchine stesse attraverso il sistema di appoggio.

Tutte le apparecchiature dotate di organi in movimento, quali compressori, ventilatori, ... devono essere sempre corredate di giunti elastici al fine di evitare le trasmissioni di vibrazioni ai canali ed alle tubazioni.

I canali e le tubazioni devono essere sospesi alle pareti a mezzo di dispositivi tali che evitino la trasmissione alla struttura ed alle pareti dell'edificio di vibrazioni residue, provenienti dalla macchina o dovute alla circolazione dei fluidi.

Tutte le macchine dotate di organi in movimento o comunque fonti di possibili vibrazioni devono essere posate su sistemi antivibranti.

7.2.2 Cross talk

Una criticità nel controllo del rumore degli impianti è rappresentata dalla possibilità che i vari condotti, in comune a più ambienti, possano favorire la trasmissione del rumore creando "ponti acustici". Questo fenomeno è chiamato anche "cross talk" ed interessa anche ambienti non adiacenti fra loro. Inoltre le canalizzazioni che diramano ai vari ambienti interni, non dovranno trasformarsi in veicoli di trasporto del suono.

Per ovviare quanto descritto ed evitare di impattare negativamente sulle pareti, al bisogno si dovrà prevedere:

- Favorire Il passaggio delle canalizzazioni attraverso le pareti con porte, le quali hanno un parametro obiettivo minore rispetto a quelle cieche (senza aperture) valutando nello specifico la necessità di limitare cross talk con l'inserimento di silenziatori;
- Relativamente al cross talk, l'inserimento di silenziatori all'attraversamento delle pareti non dotate di porte.

Segue un esempio di caratteristiche che ha un silenziatore idoneo a ridurre significativamente il cross talk:

Frequenza Centrale di Bande d'Ottava, Hz							
63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
2	5	16	30	39	39	39	39

In ogni caso dovranno essere particolarmente protette le giunzioni fra pareti e tubazioni e fra pareti e silenziatori, così che il rumore non debba passare tra gli ambienti da queste discontinuità.

8 ANALISI DEL TEMPO DI RIVERBERO, CHIAREZZA E INTELIGIBILITA'

Come già anticipato nel paragrafo 2.4 del corrente documento, i valori di riferimento relativi all'acustica interna degli ambienti sono riportati nell'Appendice C della norma UNI 11367.

Per la valutazione dei parametri T (Tempo di riverbero), STI (Speech Trasmission Index) e C₅₀ (Chiarezza) nei casi in esame è stato utilizzato il software Echo 8.1.

8.1 Tempo di riverbero

8.1.1 Parametro Acustico Obiettivo

L'UNI 11367, definisce dei valori ottimali di riferimento in relazione alla destinazione d'uso e al volume dell'ambiente. Segue uno stralcio dell'UNI 11367 dove viene indicato il valore ottimale del tempo di riverbero T

“...

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:

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

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

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).

...

Si suggerisce che i risultati ottenuti dalle misurazioni di tempo di riverberazione T ad ambiente non occupato, rispettino il seguente criterio, in tutte le bande di ottava comprese fra 250 Hz e 4 000 Hz:

$$T \leq 1,2 T_{0H} \quad (C.3)$$

Nota Per quanto la determinazione del tempo di riverberazione consenta di valutare un ambiente dedicato al parlato, tuttavia per una completa caratterizzazione acustica di un ambiente avente tale utilizzo è consigliabile la rilevazione di altri parametri acustici (come il C_{50} e lo STI). A maggior ragione il tempo di riverberazione non è adeguato per valutare ambienti utilizzati per l'ascolto della musica (teatri, cinema, ecc).

...

Per la valutazione del tempo di riverbero T , si è deciso, in accordo con la committenza e i progettisti, di eseguire una verifica su degli ambienti campione ritenuti rappresentativi della maggiore parte dei casi. Segue una Tabella riepilogativa dei parametri obbiettivi per ogni singolo ambiente scelto:

Tab.4 Parametri obbiettivi relativi al tempo di riverbero

Locale	Obiettivo di Progetto cogente
056 Degenza (P3)	T_{medio} fra 500 Hz e 1000 Hz $\leq 0,65$ s
066 Sala operatoria (P2)	T_{medio} fra 500 Hz e 1000 Hz $\leq 0,70$ s
033 Ambulatorio (PT)	T_{medio} fra 500 Hz e 1000 Hz $\leq 0,55$ s
086 Attesa (PT)	T_{medio} fra 500 Hz e 1000 Hz $\leq 0,75$ s

8.1.2 Ambienti campione

Prima di presentare i risultati ottenuti dopo le calcolazioni per i singoli ambienti, segue un riepilogo dei coefficienti di assorbimento acustici α [-] utilizzati nelle valutazioni dei singoli ambienti.

Tab.5 Coefficienti di assorbimento acustici α [-] materiali di progetto

	Materiale tipo	Coefficiente di assorbimento α dei materiali							Note
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	NRC	
1	Pareti/Controsoffitto Cartongesso	0,20	0,15	0,10	0,05	0,05	0,10	0,09	Dati presi da bibliografia
2	Porta	0,10	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	
3	Facciata/Vetro	0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	
4	Pavimento	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	
6	Controsoffitto metallico liscio	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
8	Controsoffitto in fibra minerale / tenuta stagna (NRC $\geq 0,90$)	0,50	0,75	1,00	1,00	0,90	1,00	0,91	Valori da garantire

Nota: si ricorda che si può garantire il tempo di riverberazione nei diversi ambienti analizzati con:

- dei materiali con prestazioni acustiche diverse da quelli citati nella tabella precedente;
- con una disposizione dei materiali fonoassorbenti diversa da quelli previsti a progetto.

Locale 032 Degenza (P3)

Il volume dell'ambiente e le quantità dei materiali sono circa:

Volume [m ³]	Materiali considerati nella valutazione	Superficie [m ²]
79	Pareti - Cartongesso	53
	Facciata	8
	Porta	3
	Pavimento	25
	Controsoffitto in fibra minerale	15
	Controsoffitto metallico liscio	10

Verifiche con i valori di riferimento

Frequenze	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	500 Hz-1 kHz
T _{calcolato} [s]	0,60	0,58	0,56	0,64	0,69	0,57	0,60
PAO	/	0,78	0,78	0,78	0,78	/	0,65

Come si evince dalle calcolazioni non emergono problematiche.

Locale 066 Sala operatoria (P2)

Il volume dell'ambiente e le quantità dei materiali sono circa:

Volume [m ³]	Materiali considerati nella valutazione	Superficie [m ²]
132	Pareti - Cartongesso	73
	Porta	5
	Pavimento	44
	Controsoffitto - Cartongesso	16
	Controsoffitto tenuta stagna	28

Verifiche con i valori di riferimento

Frequenze	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	500 Hz-1 kHz
T _{calcolato} [s]	0,63	0,58	0,55	0,62	0,67	0,55	0,58
PAO	/	0,84	0,84	0,84	0,84	/	0,70

Come si evince dalle calcolazioni non emergono problematiche.

Locale 033 Ambulatorio (PT)

Il volume dell'ambiente e le quantità dei materiali sono circa:

Volume [m ³]	Materiali considerati nella valutazione	Superficie [m ²]
37	Pareti - Cartongesso	35
	Vetro interno	7
	Porta	3
	Pavimento	12
	Controsoffitto in fibra minerale	7
	Controsoffitto metallico liscio	4

Verifiche con i valori di riferimento

Frequenze	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	500 Hz-1 kHz
T _{calcolato} [s]	0,47	0,50	0,51	0,60	0,65	0,52	0,55
PAO	/	0,66	0,66	0,66	0,66	/	0,55

Come si evince dalle calcolazioni non emergono problematiche.

Locale 086 Attesa (PT)

Il volume dell'ambiente e le quantità dei materiali sono circa:

Volume [m³]	Materiali considerati nella valutazione	Superficie [m²]
194	Pareti - Cartongesso	95
	Vetro interno	13
	Porta	8
	Pavimento	63
	Controsoffitto in fibra minerale	27
	Controsoffitto metallico liscio	35

Verifiche con i valori di riferimento

Frequenze	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	500 Hz-1 kHz
T_{calcolato} [s]	0,77	0,75	0,70	0,80	0,88	0,74	0,75
PAO	/	0,90	0,90	0,90	0,90	/	0,75

Come si evince dalle calcolazioni non emergono problematiche.

8.2 Integibilità STI (Speech transmission index) e chiarezza C50 del parlato

8.2.1 Parametro Acustico Obiettivo

L'UNI 11367, nel Prospetto C.1 definisce dei valori di riferimento relativi a STI e al C50. Segue uno stralcio dell'UNI 11367 dove vengono indicati tali valori.

"...

C.2 I descrittori acustici C₅₀ 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 C₅₀ (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 C₅₀ e STI**

	C ₅₀ dB	STI dB
Ambienti adibili al parlato	≥0	≥0,6
Ambienti adibili ad attività sportive	≥-2	≥0,5

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

..."

8.2.2 Ambienti campione

Per la valutazione dello STI e del C50, gli ambienti campione sono gli stessi del paragrafo relativo al tempo di riverbero.

Nota: il rumore di fondo è stato ipotizzato pari a quello consigliato al paragrafo 2.4. Nei casi in esame L_{Aeq} = 35 dBA (PAO). Per avere un andamento a frequenza equivalente a questo livello di rumore di fondo, è stata utilizzata la curva NR25.

Locale 032 Degenza (P3)

Modello di calcolo: **Campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile**

Volume dell'ambiente: circa **79 m³**

Parlatore: **Maschio**

Sforzo vocale: **normale**

Livello di pressione sonora a 1 m: **60 dBA**

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tempo di riverberazione							
T [s]	0,60	0,58	0,56	0,64	0,69	0,57	0,57
Direttività della sorgente							
Q	2	2	2	2	2	2	2
ID	3	3	3	3	3	3	3
Distanza critica							
rc [m]	0,65	0,66	0,67	0,63	0,61	0,67	0,67
5·rc [m]	3,27	3,30	3,37	3,16	3,04	3,34	3,34
Livello del rumore di fondo							
Ln [dB]	43,7	35,2	29,2	25,0	21,9	19,5	17,7
Livello del parlato							
Ls,1m [dB]	62,9	62,9	59,2	53,2	47,2	41,2	35,2
Lsr [dB]	63,6	63,5	59,6	54,2	48,5	41,7	35,7
Indice di trasferimento della modulazione							
MTI	0,67	0,70	0,71	0,69	0,67	0,71	0,69
Chiarezza							
C50	3,40	3,56	3,86	2,94	2,36	3,74	3,74

	STI	C50
Calcolato media 500 Hz-1 kHz	0,70	3,40
Valore minimo di riferimento	0,00	0,60

Locale 066 Sala operatoria

Modello di calcolo: **Campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile**

Volume dell'ambiente: circa **132 m³**

Parlatore: **Maschio**

Sforzo vocale: **normale**

Livello di pressione sonora a 1 m: **60 dBA**

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tempo di riverberazione							
T [s]	0,63	0,58	0,55	0,62	0,67	0,55	0,55
Direttività della sorgente							
Q	2	2	2	2	2	2	2
ID	3	3	3	3	3	3	3
Distanza critica							
rc [m]	0,82	0,85	0,88	0,83	0,80	0,88	0,88
5·rc [m]	4,10	4,27	4,41	4,15	3,98	4,38	4,38
Livello del rumore di fondo							
Ln [dB]	43,7	35,2	29,2	25,0	21,9	19,5	17,7
Livello del parlato							
Ls,1m [dB]	62,9	62,9	59,2	53,2	47,2	41,2	35,2
Lsr [dB]	61,6	61,3	57,3	51,8	46,2	39,3	33,3
Indice di trasferimento della modulazione							
MTI	0,65	0,70	0,72	0,69	0,67	0,71	0,68
Chiarezza							
C50	2,97	3,56	4,05	3,14	2,54	3,96	3,96

	STI	C50
Calcolato media 500 Hz-1 kHz	0,71	3,60
Valore minimo di riferimento	0,00	0,60

Locale 033 Ambulatorio (PT)

Modello di calcolo: **Campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile**

Volume dell'ambiente: circa **37 m³**

Parlatore: **Maschio**

Sforzo vocale: **normale**

Livello di pressione sonora a 1 m: **60 dBA**

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tempo di riverberazione							
T [s]	0,47	0,50	0,51	0,60	0,65	0,52	0,52
Direttività della sorgente							
Q	2	2	2	2	2	2	2
ID	3	3	3	3	3	3	3
Distanza critica							
r _c [m]	0,50	0,49	0,48	0,45	0,43	0,48	0,48
5·r _c [m]	2,51	2,44	2,42	2,23	2,14	2,40	2,40
Livello del rumore di fondo							
L _n [dB]	43,7	35,2	29,2	25,0	21,9	19,5	17,7
Livello del parlato							
L _{s,1m} [dB]	62,9	62,9	59,2	53,2	47,2	41,2	35,2
L _{sr} [dB]	65,9	66,1	62,5	57,2	51,6	44,6	38,6
Indice di trasferimento della modulazione							
MTI	0,73	0,74	0,73	0,70	0,68	0,73	0,72
Chiarezza							
C50	5,21	4,76	4,63	3,37	2,80	4,48	4,48

	STI	C50
Calcolato media 500 Hz-1 kHz	0,72	4,00
Valore minimo di riferimento	0,00	0,60

Locale 086 Attesa (PT)

Modello di calcolo: **Campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile**

Volume dell'ambiente: circa **194 m³**

Parlatore: **Maschio**

Sforzo vocale: **normale**

Livello di pressione sonora a 1 m: **60 dBA**

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tempo di riverberazione							
T [s]	0,77	0,75	0,70	0,80	0,88	0,74	0,74
Direttività della sorgente							
Q	2	2	2	2	2	2	2
ID	3	3	3	3	3	3	3
Distanza critica							
r _c [m]	0,90	0,91	0,93	0,88	0,84	0,92	0,92
5·r _c [m]	4,51	4,57	4,65	4,39	4,22	4,61	4,61
Livello del rumore di fondo							
L _n [dB]	43,7	35,2	29,2	25,0	21,9	19,5	17,7
Livello del parlato							
L _{s,1m} [dB]	62,9	62,9	59,2	53,2	47,2	41,2	35,2
L _{sr} [dB]	60,8	60,7	56,8	51,3	45,7	38,9	32,9
Indice di trasferimento della modulazione							
MTI	0,60	0,65	0,66	0,63	0,62	0,65	0,62
Chiarezza							
C50	1,62	1,80	2,26	1,37	0,77	1,89	1,89

	STI	C50
Calcolato media 500 Hz-1 kHz	0,65	1,82
Valore minimo di riferimento	0,00	0,60

9 CERTIFICATI DEI MATERIALI, CERTIFICATI DI PROVA ESEGUITI IN LABORATORIO, COLLAUDI IN SITO

Di tutti i materiali dovranno essere fornite schede tecniche e certificati che ne attestino i requisiti acustici; per i materiali compositi, porte, elementi, parti di impianti o accessori degli stessi, ..., o manufatti, dovranno essere prodotti certificati di prova analoghi per composizione, dimensioni e applicazione a quelli utilizzati nella commessa. E' discrezione della Committenza e della Direzione Lavori di chiedere: relazioni di calcolo di dettaglio a timbro e firma di TCA regolarmente iscritto all'albo nazionale Enteca, relative sia a situazioni generali che situazioni specifiche; certificazioni specifiche per i materiali relativamente all'effettivo utilizzo, nonché eventuali test da effettuarsi ad hoc presso laboratori certificati di prova.

Prima della posa in opera dei materiali, dovrà essere presentata una relazione tecnica per ogni requisito richiesto per dimostrare che le soluzioni proposte soddisfano tale requisito.

9.1 Collaudo in sito

Sistema di facciata	
D_{2m,nT,w}	<p>Sono necessari due fasi per i test acustici in sito:</p> <ul style="list-style-type: none"> In fase di costruzione, si procederà alla identificazione con la DL di una o più zone campione (mock-up), che verranno eventualmente confinate con pareti temporanee per permettere lo svolgimento di test specifici sulla facciata al fine di valutarne la rispondenza ai requisiti acustici di progetto di cui alla presente relazione. <p>Nel caso in cui non siano raggiunti i criteri prestazionali specificati nel presente documento, le opere installate devono essere valutate, si dovrà procedere con azioni correttive e quindi con la ripetizione del test, fino al raggiungimento della prestazione acustica richiesta;</p> <ul style="list-style-type: none"> Ad ultimazione dei lavori con tutti gli ambienti interni finiti (con le pareti e solai inclusi, così come le finiture architettoniche, gli impianti, i collegamenti parete/facciata e solaio/facciata e i pavimenti) si procederà ad eseguire uno o più test, per valutare la rispondenza delle prestazioni in opera ai requisiti di progetto. La posizione e il numero delle prove sarà decisa dalla DL di concerto con il Committente.
Da stanza a stanza	
R'w	<p>Sono necessari due fasi per i test acustici in sito:</p> <ul style="list-style-type: none"> In fase di costruzione, durante la quale si procederà alla validazione dei materiali con test su mock up di ambienti finiti, completi di pareti, di setti acustici, installazione di Impianti tecnologici e pavimento. I mock-up saranno utilizzati per l'esecuzione dei test di isolamento acustico al fine di valutarne la rispondenza ai requisiti di progetto. <p>Nel caso in cui non siano raggiunti i criteri prestazionali specificati nel presente documento, dovrà essere identificata la causa e la conseguente azione/i correttiva/e, si dovrà procedere a eseguire sul mock-up le azioni correttive necessarie, ad eliminare il difetto e quindi a ripetere il test, fino al raggiungimento della prestazione richiesta.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ad ultimazione dei lavori e con tutti gli ambienti interni finiti (pareti verticali e solai incluse le finiture architettoniche, gli impianti tecnologici, le connessioni parete/facciata e solaio/facciata, parete/pilastro e pavimenti) si procederà ad eseguire i test per valutare la rispondenza delle prestazioni in opera delle pareti ai requisiti di progetto. La posizione e il numero delle prove sarà decisa dalla DL di concerto con il Committente.
Test di Interpiano	
R'w	<ul style="list-style-type: none"> In fase di costruzione, durante la quale si procederà alla validazione dei materiali con test su mock up di ambienti finiti, completi di pareti, di setti acustici, installazione di Impianti

	<p>tecnologici e pavimento. I mock-up saranno utilizzati per l'esecuzione dei test di isolamento acustico al fine di valutarne la rispondenza ai requisiti di progetto. Nel caso in cui non siano raggiunti i criteri prestazionali specificati nel presente documento, dovrà essere identificata la causa e la conseguente azione/i correttiva/e, si dovrà procedere a eseguire sul mock-up le azioni correttive necessarie, ad eliminare il difetto e quindi a ripetere il test, fino al raggiungimento della prestazione richiesta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si richiede l'effettuazione di test di interpiano di collaudo, in corso lavori e a fine opera, su diverse tipologie di solai tra due ambienti. Gli ambienti nei quali saranno eseguiti i test saranno finiti con pareti, pavimenti, controsoffitti e impianti. La collocazione, la temporalità e il numero delle prove sarà scelta della DL, in accordo con il Committente. • La DL può richiedere l'esecuzione di test intermedi prima della conclusione dei lavori, da eseguirsi nelle posizioni che verranno scelte a sua discrezione.
<p>L'n,w</p>	<ul style="list-style-type: none"> • In fase di costruzione, durante la quale si procederà alla validazione dei materiali con test su mock up di ambienti finiti, completi di pareti, di setti acustici, installazione di Impianti tecnologici e pavimento. I mock-up saranno utilizzati per l'esecuzione dei test di isolamento acustico al fine di valutarne la rispondenza ai requisiti di progetto. Nel caso in cui non siano raggiunti i criteri prestazionali specificati nel presente documento, dovrà essere identificata la causa e la conseguente azione/i correttiva/e, si dovrà procedere a eseguire sul mock-up le azioni correttive necessarie, ad eliminare il difetto e quindi a ripetere il test, fino al raggiungimento della prestazione richiesta • Si richiede l'effettuazione di test di collaudo di interpiano, a fine opera o a completamento parziale di una porzione dell'opera, e per ambienti finiti, su diverse tipologie di solai tra due ambienti a scelta della DL, in accordo con la Committenza. • La DL può richiedere l'esecuzione di test intermedi prima della conclusione dei lavori, da eseguirsi nelle posizioni che verranno scelte a sua discrezione.
<p>Riverbero</p>	
<p>T</p>	<p>Sono necessari due fasi per i test di Sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • In fase di costruzione, durante la quale si procederà alla validazione dei materiali con test su mock up di ambienti finiti, completi di pareti, di setti acustici, installazione di Impianti tecnologici e pavimento. I mock-up saranno utilizzati per l'esecuzione dei test del tempo di riverbero al fine di valutarne la rispondenza ai requisiti di progetto. <p>Nel caso in cui non siano raggiunti i criteri prestazionali specificati nel presente documento, dovrà essere identificata la causa e la conseguente azione/i correttiva/e, si dovrà procedere a eseguire sul mock-up le azioni correttive necessarie, ad eliminare il difetto e quindi a ripetere il test, fino al raggiungimento della prestazione acustica richiesta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ad ultimazione dei lavori e con tutti gli ambienti interni finiti (pareti verticali e solai incluse le finiture architettoniche, gli impianti tecnologici, le connessioni parete/facciata e solaio/facciata, parete/pilastro e pavimenti) si procederà ad eseguire i test per valutare la rispondenza delle prestazioni in opera delle pareti ai requisiti di progetto. La posizione e il numero delle prove sarà decisa dalla DL di concerto con il Committente.

Nota: Gli ambienti Mock Up dovranno essere rispondenti della situazione reale, e completi anche dell'impiantistica e di tutti gli attraversamenti previsti.

Parma, lì 21/02/2022

Ing. Gabriella Magri
 Iscritta all'Ordine degli Ingegneri di Parma N°1438
 Tecnico Competente in Acustica
 Numero iscrizione ENTECA: 5491

IL TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA

