

Revisione	Data	Oggetto modifiche	Eseguito	Verificato	Approvato
<b>REALIZZAZIONE DEL POLO INFANZIA</b> Via Villagrappa - San Mauro Pascoli (FC)					
 <p>Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU</p> <p>“Opera finanziata dall'Unione Europea – NextGenerationEU - Fondi PNRR – M4C1 – 1.1 “PIANI PER ASILI NIDO E SCUOLE DELL’INFANZIA E SERVIZI DI EDUCAZIONE E CURA PER LA PRIMA INFANZIA”</p>  <p>Comune di San Mauro Pascoli. Provincia Forlì - Cesena</p>					
<p>Progetto DEFINITIVO di cui all’art.24 del D.P.R. 207/2010 per la realizzazione di Nuovo Polo Infanzia in Via Villagrappa CUP. G85E21000090006</p>					
<p>committente: <b>Comune di San Mauro Pascoli</b> Piazza Giuseppe Mazzini n.3 47030 San Mauro Pascoli (FC)</p> <p>responsabile del procedimento <b>geom. Giovanni Ravagli</b> Responsabile Settore Tecnico Ufficio Edilizia Privata ed Urbanistica</p>		<p>progetto: <b>TULLIO ZINI</b> <b>ARCHITETTO</b> via Archirola, 165 - 41124 Modena tel.059-391050 tulliozini@tulliozini.it</p> <p><b>ZPZ PARTNERS</b> via Archirola, 165 - 41124 Modena tel.059-391050 mail@zpzpartners.it www.zpzpartners.it</p> <p><b>INTeGRA Professionisti Associati</b> Via Alberto Brasili, 91 - 41122 Modena (MO) tel.059-4394770 info@webintegra.it</p> <p><b>Studio Associato Energia</b> Via Guglielmo Marconi, 30/3 - 48018 Faenza (RA) tel. 0546-668163 energia@energia.ra.it</p>		<p>progetto: <b>architettonico</b> arch. Tullio Zini arch. Michele Zini arch. Claudia Zoboli arch. Sara Michelini <b>computi</b> geom. Maurizio Forghieri arch. Oliver Forghieri</p> <p><b>strutture</b> ing. Filippo Naldi ing. Daniele Cavazzani</p> <p><b>impianti meccanici, elettrici, energetici, antincendio</b> p.i. Andrea Montuschi ing. Pietro Collina p.i. Piero Ponti</p> <p><b>sicurezza</b> ing. Filippo Naldi</p> <p><b>acustica</b> ing. Emanuele Morlini</p> <p><b>DNSH</b> ing. Francesco Bonacini</p> <p><b>indagine geologica</b> Geo Group srl</p>	
<p>titolo <b>Relazione acustica</b></p>			<p>scala</p>	<p>tavola <b>REL.6</b></p>	<p>data data della firma digitale</p>



0	13/03/2023	Revisione 0	L.PAR	L.PAR	E.MOR
<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Preparazione</b>	<b>Controllo</b>	<b>Approvazione</b>



### Morlini Engineering

di dott. ing. Emanuele Morlini  
Via Fratelli Cervi, 6  
42124 Reggio Emilia (RE)  
tel. +39 335 6481119  
e-mail: info@morlini.com  
web site: www.morlini.com

### ZPZ Partners

Via Archirola, 165 – 41124 Modena (MO)







**Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 recante la "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" e del Decreto 23 Giugno 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."**







**Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia**  
**"Opera finanziata dall'Unione Europea – NextGenerationEU – Fondi PNRR – M4C1 – 1.1 "Piani per Asili Nido e Scuole dell'Infanzia e Servizi di Educazione e Cura per la Prima Infanzia"**  
**Via Villagrappa –4 7030 San Mauro Pascoli (FC)**

Progetto	Unità / Area	Disciplina	Tipo Doc.	Progressivo	Foglio	Revisione
					1 / 133	0





 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

## SOMMARIO

<b>1.</b>	<b>Introduzione.....</b>	<b>4</b>
1.1	Requisiti acustici passivi degli edifici (D.P.C.M. 05/12/1997) .....	6
1.2	Criteri Ambientali Minimi (Decreto 23 Giugno 2022) .....	9
1.3	Quadro normativo .....	18
1.4	Definizioni .....	21
<b>2.</b>	<b>Valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi .....</b>	<b>24</b>
2.1	Isolamento acustico per via aerea .....	24
2.1.1	Analisi previsionale (potere fonoisolante, divisoria verticale tra aule distinte) .....	27
2.1.2	Analisi previsionale (potere fonoisolante apparente, aule affiancate) .....	28
2.2	Isolamento acustico di facciata.....	30
2.2.1	Analisi previsionale (potere fonoisolante, parete perimetrale) .....	32
2.2.2	Analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso A) .....	33
2.2.3	Analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso B) .....	36
2.3	Rumore di calpestio .....	39
2.3.1	Analisi previsionale (livello di rumore di calpestio, aule affiancate) .....	40
2.4	Indicatori di comfort acustico .....	44
2.4.1	Tempo di riverberazione.....	44
2.4.2	Speech Transmission Index (STI).....	46
2.4.3	Analisi previsionale (tempo di riverberazione, <i>sezione 1 materna</i> ) .....	49
2.4.4	Analisi previsionale (tempo di riverberazione, <i>sezione 2 nido - spazio sonno</i> ) .....	53
2.4.5	Analisi previsionale (tempo di riverberazione, <i>lavoro insegnanti</i> ) .....	56
2.5	Impianti tecnologici .....	60
2.5.1	Impianti aeraulici .....	62
2.5.2	Attenuazione nelle condotte d'aria .....	68
2.5.3	Prescrizioni previsionali di progetto sulle sorgenti impiantistiche .....	72
<b>3.</b>	<b>Interventi volti al rispetto dei requisiti acustici passivi degli edifici.....</b>	<b>74</b>
3.1	Isolamento acustico per via aerea .....	74
3.2	Isolamento di facciata.....	81
3.3	Rumore di calpestio .....	85
3.4	Impianti tecnologici .....	86
3.4.1	Impianti tecnologici a funzionamento continuo.....	87
3.4.2	Impianti tecnologici a funzionamento discontinuo .....	89

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

<b>4.</b>	<b>Conclusioni</b> .....	<b>98</b>
4.1	Condizioni di calcolo (prescrizioni architettoniche).....	98
4.2	Condizioni di calcolo (prescrizioni su sorgenti impiantistiche) .....	101
4.3	Stima previsionale del rispetto dei valori limite .....	102
<b>5.</b>	<b>Schede di valutazione (software previsionale Echo 8.3.1.2)</b> .....	<b>107</b>
<b>6.</b>	<b>Schede tecniche e/o certificazioni</b> .....	<b>118</b>

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

## 1. Introduzione

Il presente studio consiste nella valutazione previsionale del rispetto degli indici indicati all'interno del D.P.C.M. 05/12/1997 recante la *“Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”* e del D.M. 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”*, relativamente all'intervento di costruzione di un nuovo struttura scolastica (Nido e Scuola dell'Infanzia) a San Mauro Pascoli (FC), in via Villagrappa.

Si allegano di seguito elaborati progettuali (prospetti e pianta del piano terreno) illustrativi del previsto nuovo insediamento scolastico.



**Figura 1: elaborati progettuali (prospetto est)**



**Figura 2: elaborati progettuali (prospetto sud)**

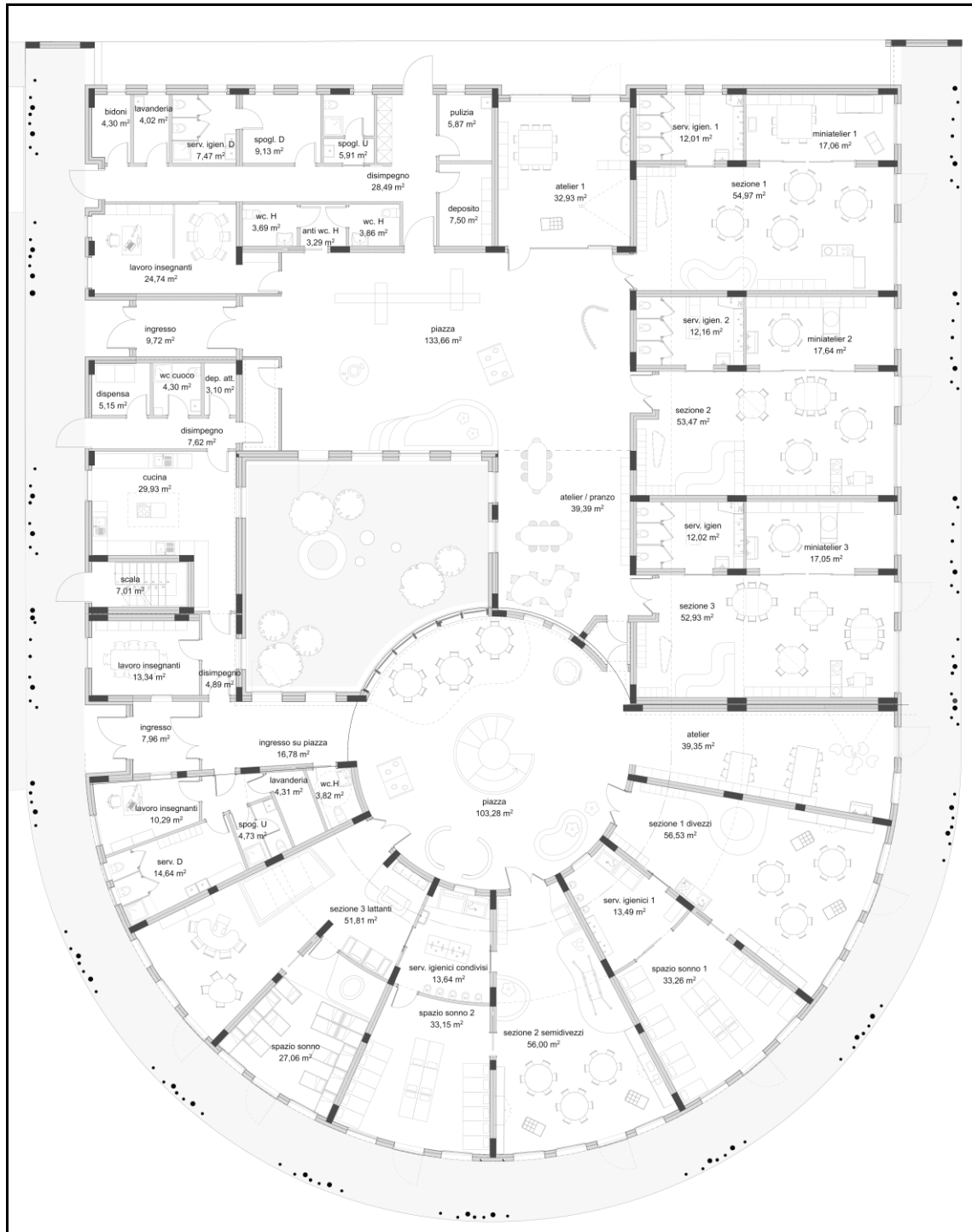






Figura 3: elaborati progettuali (pianta piano terreno)

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 1.1 Requisiti acustici passivi degli edifici (D.P.C.M. 05/12/1997)

La normativa in materia di determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici, dei requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore, è regolata attualmente dal D.P.C.M. 05/12/1997 "Requisiti acustici passivi degli edifici".

Per ogni tipologia di rumore il D.P.C.M. 05/12/1997 indica il descrittore da utilizzare ed i valori limite da rispettare in opera, a fine lavori, in funzione della destinazione d'uso, secondo la classificazione della tabella A del suddetto Decreto.





**Tabella 1: D.P.C.M. 05/12/1997 (tabella A)**

Categoria / Destinazione d'uso	Descrizione
A	edifici adibiti a residenza o assimilabili
B	edifici adibiti ad uffici e assimilabili
C	edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
D	edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
E	edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
F	edifici adibiti ad attività ricreative o di culto ed assimilabili
G	edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Nota: risulta evidenziata in colore viola la categoria di appartenenza per l'intervento in esame.

In particolare, il Decreto individua le prescrizioni per:

- isolamento dai rumori aerei tra differenti unità immobiliari (TV, radio, voci, ecc.);
- isolamento dai rumori provenienti dall'esterno (isolamento di facciata);
- isolamento dai rumori da impatto (calpestio, ecc.);
- isolamento dai rumori degli impianti a funzionamento discontinuo e continuo;
- tempo di riverbero di aule e palestre scolastiche.





 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

**Tabella 2: D.P.C.M. 05/12/1997 (descrizione parametri)**

	Descrittore	
Isolamento dai rumori aerei	$R'_w$	L'indice di potere fonoisolante apparente $R'_w$ indica in sostanza "quanti dB è in grado di eliminare la partizione": pertanto più il valore di $R'_w$ è alto, migliore è la prestazione di isolamento.
Isolamento dai rumori esterni	$D_{2m,nT,w}$	Anche l'indice di isolamento acustico di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ ) indica in sostanza "quanti dB" è in grado di eliminare la facciata: alti valori di $D_{2m,nT,w}$ indicano migliori prestazioni di isolamento.
Isolamento dai rumori da impatto	$L'_{n,w}$	L'indice di livello di rumore da calpestio ( $L'_{n,w}$ ) si valuta azionando una macchina per il calpestio nell'ambiente disturbante e misurando il livello di rumore percepito nell'ambiente disturbato. Più basso è il valore di $L'_{n,w}$ migliori sono le prestazioni di isolamento.
Rumori impianti a funzionamento discontinuo	$L_{ASmax}$	Il parametro dipende dal "picco massimo" di rumore emesso da un impianto. Il DPCM 05/12/1997 considera impianti a funzionamento discontinuo: ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici e rubinetteria.
Rumori impianti a funzionamento continuo	$L_{Aeq}$	Il parametro dipende dal "livello costante" di rumore emesso dall'impianto: il DPCM 05/12/1997 considera come impianti a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento.
Tempo di riverbero	T	Il tempo di riverberazione (T) è il tempo necessario perché un suono decada di 60 dB all'interno di un locale: varia con la frequenza considerata.

- I valori di  $R'_w$  sono valori minimi consentiti e riferiti ad "elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari".
- I limiti  $D_{2m,nT,w}$  sono valori minimi consentiti, riguardano i singoli ambienti abitativi (non l'intera facciata della U.I.) e non dipendono dal rumore esterno all'edificio; anche le falde dei tetti dei sottotetti abitabili devono quindi rispettare i limiti del D.P.C.M. 05/12/1997.
- I limiti di  $L'_{n,w}$  sono valori massimi consentiti.
- I limiti di  $L_{ASmax}$  e  $L_{Aeq}$  sono valori massimi consentiti ed il disturbo deve essere misurato in ambienti diversi da quello in cui il rumore si origina.
- I limiti per il tempo di riverberazione, che riguardano solo aule e palestre scolastiche, sono quelli riportati nella Circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici.







 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

**Tabella 3: D.P.C.M. 05/12/1997 (tabella B)**

Categorie	Parametri				
	$R'_w$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
1. D	55	45	58	35	25
2. A C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B F G	50	42	55	35	35

- Il D.P.C.M. 05/12/1997, come indicato all'art. 1, comma 1, *"in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore"*.
- All'art. 2, comma 1, dello stesso D.P.C.M. 05/12/1997 "ai fini dell'applicazione del presente decreto, gli ambienti abitativi di cui all'art. 2, comma 1, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n. 447", ovvero gli *"ambienti interni ad un edificio destinati alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzati per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive (...)"* *"sono distinti nelle categorie indicate nella tabella A"*.
- Alla luce di questa definizione si può sostenere che non ci sia la necessità di rispettare i requisiti acustici passivi per ambienti destinati alla permanenza di persone per periodi estremamente ridotti, quali possono essere i servizi (cucine, bagni, ripostigli, ecc.).
- Infine, il D.P.C.M. nel richiamare i valori limite si riferisce ad unità immobiliari distinte: nella presente trattazione si assume come definizione di unità l'interpretazione più comune del D.M. 02/01/98: "l'unità immobiliare è costituita da una porzione (..) che (..) presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale".

Nota: risulta evidenziata in colore viola la categoria di appartenenza ed i requisiti applicabili all'intervento in esame.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023   
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

## 1.2 Criteri Ambientali Minimi (Decreto 23 Giugno 2022)

Si riporta di seguito quanto indicato all'interno del Decreto 22 Giugno 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”*, al paragrafo 2.4.11 *“Prestazioni e Comfort Acustici”*.





*“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.*

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023





*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."*

*"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."*

Il Decreto 23/06/2022 richiama per le scuole la UNI 11532-2 :2020:

- la norma definisce le prestazioni di comfort interno per tempo di riverberazione (T), chiarezza (C50), Speech Transmission Index (STI), livello rumore impianti e altri parametri;
- per i requisiti acustici ( $R'_{wz}$ ,  $D_{2m,nT,wz}$ ,  $D_{nT,wz}$ ,  $L'_{n,wz}$ ,  $L_{icz}$ ,  $L_{id}$ ) la UNI 11532-2 indica come limiti il livello di "prestazione superiore" dell'Appendice A "Ospedali e scuole" della UNI 11367 e i valori di "prestazione buona" nell'Appendice B "Isolamento acustico tra ambienti comuni e ambienti abitativi" della stessa norma; sono gli stessi limiti indicato dal Decreto C.A.M. per ospedali e case di cura.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

**Tabella 4: UNI 11367 (prospetto 1, valori dei parametri descrittivi)**

Classe	Indici di valutazione				
	$D_{2m,nT,w}$	$R'_w$	$L'_{nw}$	$L_{ic}$	$L_{id}$
I	$\geq 43$	$\geq 56$	$\leq 53$	$\leq 25$	$\leq 30$
II	$\geq 40$	$\geq 53$	$\leq 58$	$\leq 28$	$\leq 33$
III	$\geq 37$	$\geq 50$	$\leq 63$	$\leq 32$	$\leq 37$
IV	$\geq 32$	$\geq 45$	$\leq 68$	$\leq 37$	$\leq 42$





**Tabella 5: UNI 11367 (appendice A, prospetto A.1)**

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

Nota: risultano evidenziati in colore viola i requisiti applicabili per l'intervento in esame.

Come indicato all'interno della UNI 11367 :2023 "Le prescrizioni di isolamento acustico normalizzato di partizioni tra ambienti adiacenti o sovrapposti della stessa unità immobiliare,  $D_{nT,w}$ , indicate nel prospetto A.1 sono riferite ad elementi tecnici di separazione tra ambienti contigui e collegati da spazi distributivi comuni di una stessa U.I. (esempio: aule di una stessa sezione o ala di un edificio scolastico, camere di degenza di uno stesso reparto ospedaliero, ambulatori di uno stesso servizio sanitario, eccetera).

*Nel caso, invece, di ambienti adiacenti o sovrapposti non collegati tra loro da spazi distributivi comuni, per all'interno della stessa Unità Immobiliare, viene valutato il parametro del potere fonoisolante apparente  $R'_w$ ".*





 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

**Tabella 6: UNI 11367 (appendice B, prospetto B.1)**

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

- Il D.P.C.M. 05/12/1997, come indicato all'art. 1, comma 1, "in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore".
  - All'art. 2, comma 1, dello stesso D.P.C.M. 05/12/1997 "ai fini dell'applicazione del presente decreto, gli ambienti abitativi di cui all'art. 2, comma 1, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n. 447", ovvero gli "ambienti interni ad un edificio destinati alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzati per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive (...)" "sono distinti nelle categorie indicate nella tabella A".
- Alla luce di questa definizione si può sostenere che non ci sia la necessità di rispettare i requisiti acustici passivi per ambienti destinati alla permanenza di persone per periodi estremamente ridotti, quali possono essere i servizi (cucine, bagni, ripostigli, ecc.).
- Infine, il D.P.C.M. nel richiamare i valori limite si riferisce ad unità immobiliari distinte: nella presente trattazione si assume come definizione di unità l'interpretazione più comune del D.M. 02/01/98: "l'unità immobiliare è costituita da una porzione (..) che (..) presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale".

Come indicato all'interno della UNI 11367 :2023 "I valori di riferimento indicati nel prospetto B.1 non si applicano nel caso di partizioni dotate di accessi o aperture verso spazi distributivi interni orizzontali o verticali destinati esclusivamente al transito degli utenti di una stessa unità immobiliare (corridoi, anditi, passaggi, eccetera)."

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023





All'interno della norma UNI 11532-2 :2020 *“Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 2: Settore scolastico”* sono individuati i valori limite da rispettare negli ambienti scolastici per parametri quali il tempo di riverbero (T), lo Speech Transmission Index (STI), la chiarezza (C50) ed il rumore degli impianti: il documento specifica inoltre come effettuare le verifiche in opera considerando l'incertezza di misura.

La suddetta norma è richiamata nel Decreto C.A.M. e, pertanto, le prescrizioni della parte 2 si applicano agli appalti degli edifici scolastici.

Nelle tabelle successive si illustrano le diverse categorie degli ambienti scolastici, definite sulla base delle attività svolte, con i relativi obiettivi qualitativi e modalità di intervento al fine di ottenere i valori di riferimento da calcolarsi sulla base delle dimensioni.

**Tabella 7: UNI 11532-2 :2020 (prospetto 1)**

Categoria	Attività in ambiente	Modalità di intervento
A1	Musica	Obiettivo raggiunto con progettazione integrata di geometrie, arredo, controllo del rumore residuo
A2	Parlato / conferenza	
A3	Lezione / comunicazione come parlato / conferenza (aule grandi) / interazione insegnante studente	
A4	Lezione / comunicazione (incluse aule speciali)	
A5	Sport	
A6	Aree e spazi non destinati all'apprendimento e biblioteche	Obiettivo raggiunto con assorbimento acustico ed il controllo del rumore residuo





 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

**Tabella 8: UNI 11532-2 :2020 (prospetto 2)**

Categoria	Descrizione dell'utilizzo	Obiettivo qualitativo	Esempi
A1	Musica. Prevalentemente rappresentazioni musicali.	Buona acustica per musica non amplificata; ammessa limitata comprensione del parlato.	Aule per musica con musica suonata e canto.
A2	Parlato. Conferenze, Presentazioni parlate dove si ha un oratore frontale	Elevato grado di intelligibilità del parlato.	Aule didattiche, aule magne.
A3	A3.1 Ambienti della categoria A2 per persone che hanno problemi o deficit uditivi o parlano una lingua diversa ovvero aule speciali	Elevato grado di intelligibilità del parlato anche per persone con deficit uditivi o non madrelingua oppure con differenze linguistiche.	Aule didattiche, aule magne.
	A3.2 Parlato. Comunicazione con la presenza contemporanea di più persone parlanti nell'aula.	Elevato grado di intelligibilità del parlato anche con più oratori contemporaneamente.	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi di studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aule insegnanti e similari.
A4	Più persone parlanti nella stanza (come A3.2) e destinate a persone con particolari necessità (aule speciali). Escluse aule speciali di volume superiore a 500 mc oppure per l'utilizzo musicale.	Elevato grado di intelligibilità del parlato con più oratori contemporaneamente e per persone con deficit uditivi o non madrelingua oppure con differenze linguistiche.	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi di studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aula insegnanti e similari. Ambienti per le videoconferenze.
A5	Sport: piscine palestre e similari.	Comunicazione verbale possibile ma a distanze brevi.	Palestre, piscine per utilizzo come ambienti sportivi in generale.

**Tabella 9: UNI 11532-2 :2020 (prospetto 3)**

Categoria	Descrizione dell'utilizzo	Esempi
A6.1	Spazi senza permanenza.	Vani scala.
A6.2	Spazi con permanenza ridotta.	Spogliatoi, palestre e similari.
A6.3	Ambienti per la permanenza a lungo termine e/o di collegamento.	Ambienti espositivi con interattività oppure sorgente di rumore elevata (multimedia, arti visive e suoni, eccetera). Spazi di studio, spazi / corridoi per attività didattiche alternative / ricreative, in scuole di ogni ordine e grado. Laboratori, biblioteche.
A6.4	Ambienti con necessità di riduzione del rumore di confort dell'ambiente.	Reception / Area desk (bidelleria) con postazione di lavoro fissa. Laboratorio con postazione di lavoro fissa, mense in scuole di ogni ordine e grado. Aree distribuzione nelle mense.
A6.5	Ambienti con particolari necessità di riduzione del rumore e di confort dell'ambiente.	Sale da pranzo. Aule e spogliatoi nelle scuole materne e nido.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### Valori di riferimento dei descrittori delle prestazioni acustiche degli elementi edilizi

I valori di riferimento per i descrittori  $R'_{w}$ ,  $D_{nT,w}$ ,  $D_{2m,nT,w}$ ,  $L'_{nw}$ ,  $L_{ic}$  e  $L_{id}$  sono riportati nella norma UNI 11367 :2010, al prospetto A.1 nella colonna prestazione superiore e nel prospetto B.1 nella colonna prestazione buona.

I valori misurati, determinati in accordo con i metodi di verifica descritti al punto 6, prima di essere confrontati con i valori di riferimento, dovranno essere corretti con l'incertezza di misura come specificato nel punto 6.6 del suddetto riferimento normativo.

### Valori di riferimento per il descrittore STI

Il descrittore si applica alle categoria A.1, A.2, A.3 ed A.4 del prospetto 1 della norma UNI 11532-2 :2020; in alternativa allo STI può essere il descrittore  $C_{50}$ , solo per ambienti aventi volume < 250 mc.





I valori di riferimento per STI sono indicati al prospetto 4 della norma UNI 11532-2 e sono riferiti ad ambiente arredato e con la presenza di due persone al massimo (tecnici rivelatori).

**Tabella 10: UNI 11532-2 :2020 (prospetto 4)**

	< 250 mc	> 250 mc
Senza impianto di amplificazione o con impianto spento	$\geq 0,55$ con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 60 dB(A)	$\geq 0,50$ con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 70 dB(A)
Con impianto di amplificazione	$\geq 0,60$ con segnale di emissione come in normali condizioni d'uso dell'impianto di amplificazione	

I valori misurati, determinati in accordo con i metodi di verifica, prima di essere confrontati con i valori di riferimento, dovranno essere corretti con l'incertezza di misura come specificato nel punto 6.6 della UNI 11367 :2010.



 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Il tempo di riverberazione ottimale  $T_{ott}$  corrispondente ad un'occupazione convenzionale pari all'80% ad eccezione della categoria A5, è determinato in relazione alla destinazione d'uso specifica dell'ambiente considerato ad al suo volume, attraverso le formule di calcolo riportate nel prospetto 6 della norma UNI 11532-2 :2020.





**Tabella 11: UNI 11532-2 :2020 (prospetto 6)**

Categoria	Ambiente occupato all'80%	
A1	$T_{ott,A1} = (0,45 \log V + 0,07)$	$30 \text{ mc} \leq V < 1000 \text{ mc}$
A2	$T_{ott,A2} = (0,37 \log V - 0,14)$	$30 \text{ mc} \leq V < 5000 \text{ mc}$
A3	$T_{ott,A3} = (0,32 \log V - 0,17)$	$30 \text{ mc} \leq V < 5000 \text{ mc}$
A4	$T_{ott,A4} = (0,26 \log V - 0,14)$	$30 \text{ mc} \leq V < 500 \text{ mc}$
Categoria	Ambiente non occupato	
A5	$T_{ott,A5} = (0,75 \log V - 1,00)$	$200 \text{ mc} \leq V < 10000 \text{ mc}$
	$T_{ott,A5} = 2,00$	$V \geq 10000 \text{ mc}$

Per le persone con problemi uditivi o disturbi legati alla concentrazione o attenzione, il tempo di riverberazione deve essere conforme alla categoria A3.1 o A4: nel caso di aule multifunzione (A2, A3 e A4), il tempo di riverberazione deve soddisfare i valori più restrittivi tra quelli per le categorie considerate.

Per gli ambienti appartenenti alla categoria A6, i valori di riferimento sono sempre considerati allo stato arredato e non occupato.





Il valore ottimale del tempo di riverberazione è in funzione dell'area di assorbimento ( $A$ ) e della caratteristiche generiche dell'ambiente ( $V$  e  $h$ ), come indicato nella tabella successiva.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

I valori di riferimento per il rapporto A/V richiesto per le categorie A6.2, A6.3, A6.4 e A6.5 si applicano nelle singole ottave da 250 Hz a 2000 Hz senza considerare l'assorbimento acustico delle persone.

**Tabella 12: UNI 11532-2 :2020 (prospetto 7)**





Categoria	Per altezza dell'ambiente $h \leq 2,5$ m Rapporto A/V in mq/mc	Per altezza dell'ambiente $h < 2,5$ m Rapporto A/V in mq/mc
A6.1	Nessuna richiesta	
A6.2	$A/V \geq 0,15$	$A/V \geq [4,80 + 4,69 \log(h/1)]^{-1}$
A6.3	$A/V \geq 0,20$	$A/V \geq [3,13 + 4,69 \log(h/1)]^{-1}$
A6.4	$A/V \geq 0,25$	$A/V \geq [2,13 + 4,69 \log(h/1)]^{-1}$
A6.5	$A/V \geq 0,30$	$A/V \geq [1,47 + 4,69 \log(h/1)]^{-1}$

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 1.3 Quadro normativo

#### Norme tecniche per la progettazione dei requisiti acustici passivi

- UNI EN 12354-1 :2017 *“Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti”*.
- UNI EN 12354-2 :2017 *“Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti”* .
- UNI EN 12354-3 :2017 *“Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea”* .
- UNI EN 12354-4 :2017 *“Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 4: Trasmissione del rumore interno all'esterno”* .
- UNI EN 12354-5 :2009 *“Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici”*.
- UNI EN 12354-6 :2006 *“Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi”*.
- UNI/TR 11175-1 :2021 *“Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 1: Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale”*.
- UNI/TR 11175-2 :2021 *“Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 2: dati di ingresso per il modello di calcolo”*.
- UNI 11532-1:2018 *“Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 1: Requisiti generali”* .
- UNI 11532-2: 2020 *“Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 2: Settore scolastico”*.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

#### Norme tecniche per la posa in opera di sistemi costruttivi





- UNI 11516 :2013 *“Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l'isolamento acustico”*.
- UNI 11296 :2018 *“Acustica in edilizia – Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata - Criteri finalizzati all’ottimizzazione dell’isolamento acustico di facciata dal rumore esterno”*.

#### Norme tecniche per la classificazione acustica delle unità immobiliari

- UNI 11367 :2010 *“Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera”*.
- UNI 11367 :2023 *“Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera”*.
- UNI 11444 :2012 *“Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Linee guida per la selezione delle unità immobiliari in edifici con caratteristiche non seriali”*.





#### Calcolo degli indici di valutazione

- UNI EN ISO 717-1 :2021 *“Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 1: Isolamento acustico per via aerea “*.
- UNI EN ISO 717-2 :2021 *“Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio“*.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Norme tecniche per la misura in opera dei requisiti acustici passivi

- UNI EN ISO 16283-1 :2018 *“Misure in opera dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 1: Isolamento acustico per via aerea”*.
- UNI EN ISO 16283-2 :2018 *“Misure in opera dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio”*.
- UNI EN ISO 16283-3 :2016 *“Misure in opera dell’isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 3: Isolamento acustico di facciata”*.
- UNI EN ISO 16032 :2005 *“Misurazione del livello di pressione sonora di impianti tecnici in edifici – Metodo tecnico progettuale”*.
- UNI EN ISO 10052:2010 *“Misurazioni in opera dell’isolamento acustico per via aerea, del rumore da calpestio e della rumorosità degli impianti – Metodo di controllo”*.
- UNI 8199 :2016 *“Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari – Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all’interno degli ambienti serviti”*.
- UNI EN ISO 3382-1 :2009 *“Acustica – Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 1: Sale da spettacolo”*.
- UNI EN ISO 3382-2 :2008 *“Acustica – Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 2: Tempo di riverberazione negli ambienti ordinari”*.
- UNI EN ISO 3382-3 :2012 *“Acustica – Misurazione dei parametri acustici degli ambienti - Parte 3: Open space”*.
- EN 60268-16 :2011 *“Sound system equipment – Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index”*.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023





#### 1.4 Definizioni

- 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.
- 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, (per esempio vani ascensore, vani scala, ecc), e quelli specializzati a fornire servizi richiesti da particolari attività degli utenti, quali i servizi igienici, i locali tecnici degli edifici, i ripostigli anche interni all'unità abitativa, eccetera.

- 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 717 per la determinazione dei livelli prestazionali in opera.
- Edificio: sistema edilizio costituito dalle strutture esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti, dispositivi tecnologici ed eventuali arredi che si trovano 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. L'edificio può essere composto da una o più unità immobiliari.
- Facciata: chiusura di un ambiente che delimita lo spazio interno da quello esterno; può essere orizzontale, verticale o inclinata ed essere caratterizzata dalla presenza di elementi opachi e trasparenti, con o senza elementi per impianti e sistemi di oscuramento, ventilazione, sicurezza, o altre attrezzature esterne.





 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

- 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, grandezza determinata in conformità alla UNI EN ISO 717-1 :2021.
- 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, grandezza determinata in conformità alla UNI EN ISO 717-2 :2021.
- Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione: differenza tra le medie spaziotemporali dei livelli di pressione sonora prodotti in due ambienti da una sorgente posta 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 16283-1 :2018.
- Isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione: differenza tra il livello di pressione sonora all'esterno alla distanza di 2 m dalla facciata e la media spazio-temporale del livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente, normalizzato rispetto al valore del tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente, in conformità alla UNI EN ISO 16283-1:2018.
- Impianto a funzionamento continuo: impianto il cui livello sonoro emesso nel tempo sia essenzialmente costante; rientrano in questa tipologia gli impianti di climatizzazione, di ricambio d'aria, di estrazione forzata e similari.
- 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.
- 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.
- 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.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

- 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 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.
- Sistema edilizio: insieme strutturato di unità ambientali e di unità tecnologiche.
- 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.
- Verifica acustica: verifica strumentale delle prestazioni acustiche degli elementi tecnici di un edificio, da eseguire in opera, nel rispetto delle vigenti normative tecniche, negli ambienti verificabili acusticamente delle varie unità immobiliari dell'edificio stesso.



 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

## 2. Valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi

### 2.1 Isolamento acustico per via aerea





La potenza sonora immessa nell'ambiente ricevente è dovuta al suono irradiato dai prodotti di separazione e dagli elementi strutturali laterali in quell'ambiente, oltre alla relativa trasmissione sonora diretta ed indiretta per via aerea.

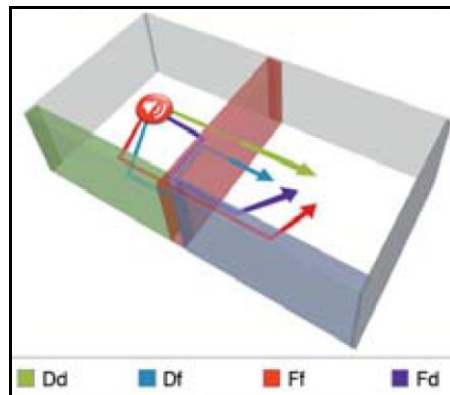
L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$  caratterizza la capacità di un elemento divisorio (parete o solaio) posto in opera tra due locali, di abbattere il rumore: tale indice tiene conto, oltre che delle caratteristiche di fonoisolamento intrinseche della partizione, anche dei percorsi di trasmissione sonora laterale.

La norma UNI EN 12354-1 :2017 illustra un modello semplificato di calcolo per la trasmissione per via strutturale che prevede l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente sulla base dei singoli indici di valutazione degli elementi in esame: l'applicazione di tale modello è indicata nei casi in cui la trasmissione diretta e laterale avviene tra elementi essenzialmente omogenei, mentre l'influenza dello smorzamento strutturale degli elementi viene considerata in modo mediato.

Il suono irradiato da un elemento strutturale può essere considerato come la somma delle trasmissioni sonore per via strutturale attraverso diversi percorsi: ogni percorso è identificato dall'elemento  $i$  su cui incide il suono nell'ambiente emittente e dal corrispondente elemento radiante  $j$  nell'ambiente ricevente.

Tali percorsi per un elemento laterale e per l'elemento di separazione sono illustrati nella figura seguente, dove nell'ambiente emittente i prodotti sono definiti con  $F$  (elemento laterale) e  $D$  (elemento di separazione), mentre nell'ambiente ricevente i prodotti sono definiti con  $f$  (elemento laterale) e con  $d$  (elemento di separazione).

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023







Il fattore di trasmissione totale può essere scomposto in più fattori di trasmissione, in relazione con ogni elemento dell'ambiente ricevente e con i prodotti e i sistemi coinvolti nella trasmissione diretta ed indiretta per via aerea, secondo l'equazione

$$R'_{w} = - 10 \log \left[ 10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum 10^{-\frac{R_{Ff,w}}{10}} + \sum 10^{-\frac{R_{Df,w}}{10}} + \sum 10^{-\frac{R_{Fd,w}}{10}} \right]$$

- $R_{Dd,w}$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta **Dd**;
- $R_{Df,w}$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione **Df**;
- $R_{Ff,w}$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione **Ff**;
- $R_{Fd,w}$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione **Fd**.

La valutazione dei vari indici è il risultato di una serie di calcoli che traggono origine dalle caratteristiche fisiche degli ambienti (volumi, superfici, caratteristiche delle tamponature verticali ed orizzontali, presenza di materiali isolanti, tipologia e dimensioni dei giunti presenti).





 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Ogni singolo percorso di trasmissione sonora  $ij$ , che parte dalla partizione  $i$  e termina alla partizione  $j$ , viene determinato con la relazione

$$R_{w,ij} = (R_{w,i} + R_{w,j})/2 + \Delta R_{w,ij} + K_{ij} + 10 \log S / (l_0 l_{ij})$$

dove:

- $R_{w,i}$  è l'indice di valutazione di potere fonoisolante della struttura  $i$  priva di elementi di rivestimento (pavimenti galleggianti, contropareti, controsoffitti), in dB;
- $R_{w,j}$  è l'indice di valutazione di potere fonoisolante della struttura  $j$  priva di elementi di rivestimento (pavimenti galleggianti, contropareti, controsoffitti), in dB;
- $\Delta R_{w,ij}$  è l'incremento dell'indice di valutazione di potere fonoisolante, dovuto alla apposizione di strati di rivestimento sul percorso  $ij$  (pavimenti galleggianti, contropareti, controsoffitti), in dB;
- $K_{ij}$  è l'indice di riduzione delle vibrazioni del percorso  $ij$ ;
- $S$  è la superficie di riferimento;
- $l_0$  è la lunghezza di riferimento pari a 1 metro;
- $l_{ij}$  è la lunghezza del giunto tra le strutture considerate.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 2.1.1 Analisi previsionale (potere fonoisolante, divisoria verticale tra aule distinte)





Nella tabella seguente si descrive la tipologia di parete divisoria verticale tra aule scolastiche distinte prevista per l'intervento in esame.

	Descrizione	spessore	densità
1	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	$\geq 750 \text{ kg/m}^3$
2	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	$\geq 750 \text{ kg/m}^3$
3	Isolamento in lana di roccia	5 cm	$\geq 80 \text{ kg/m}^3$
4	Intercapedine	5,625 cm	/
5	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	$\geq 750 \text{ kg/m}^3$
6	Intercapedine	5,625 cm	/
7	Isolamento in lana di roccia	5 cm	$\geq 80 \text{ kg/m}^3$
8	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	$\geq 1000 \text{ kg/m}^3$
9	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	$\geq 750 \text{ kg/m}^3$

**Tabella 13: analisi previsionale (stratigrafia, parete divisoria verticale tra aule distinte)**

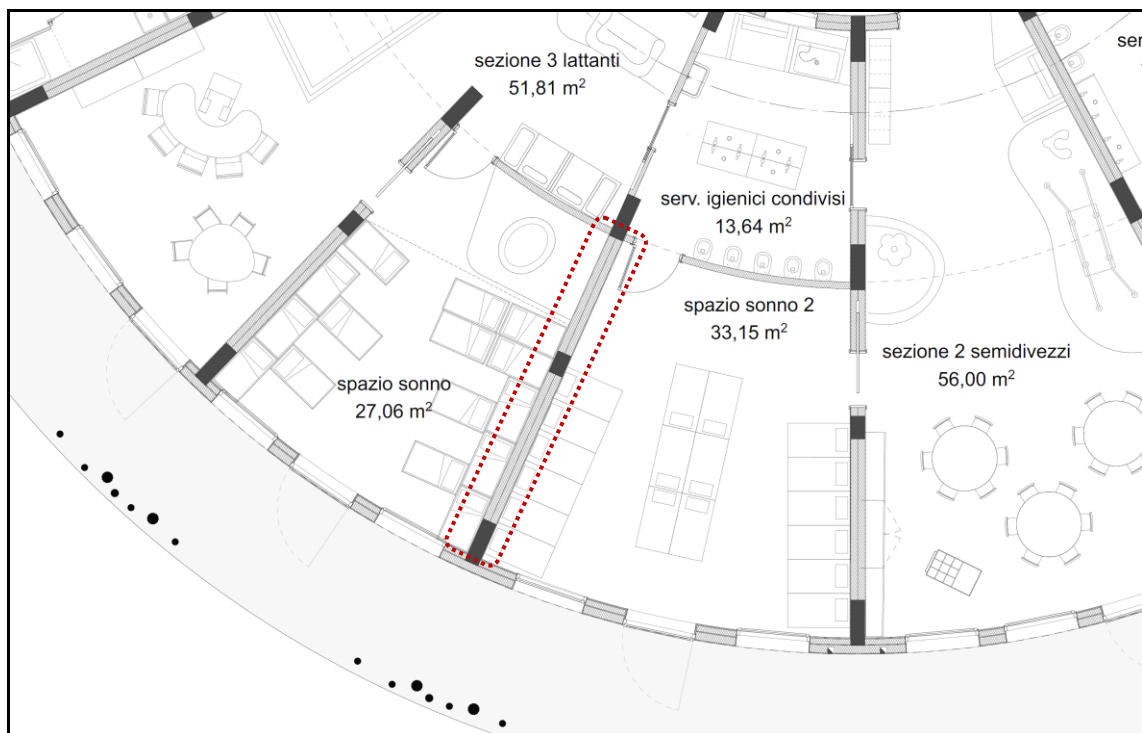
*Nota: i valori relativi alle densità (superficiali e volumetriche) considerati nella tabella precedente, sono tratti da fonti bibliografiche, certificazioni e/o documentazione tecnica associata al progetto.*

Il valore ottenuto per il potere fonoisolante relativo alla stratigrafia in esame è pari, in previsione, a 62,0 dB, come da certificazione di una partizione analoga (da ritenersi cautelativa in quanto lo spessore dei pannelli isolanti interni è inferiore) riportata in allegato.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 2.1.2 Analisi previsionale (potere fonoisolante apparente, aule affiancate)





L'analisi si riferisce alla partizione interna verticale, realizzata con la struttura descritta in precedenza, che separa due aule scolastiche distinte (*spazio sonno sezione 3 lattanti e spazio sonno sezione 2 semidivezzi*), come illustrato nella figura successiva (parete divisoria in contorno rosso tratteggiato).



**Figura 4: elaborati progettuali (analisi previsionale isolamento per via aerea, aule affiancate)**

Gli elementi di tamponatura esterni ed interni sono considerati come elementi di trasmissione strutturali, in modo da ricondurre l'analisi allo schema generale della UNI EN ISO 12354-1 :2017 illustrato in precedenza.

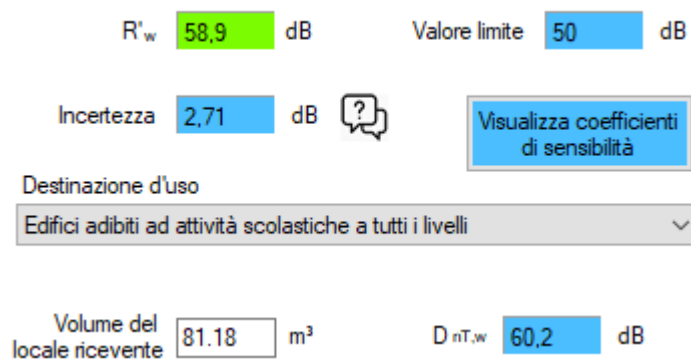
L'analisi è condotta con l'impiego del software ANIT Echo versione 8.3.1.2, secondo le procedure descritte nella citata normativa.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023   
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Ai fini dei calcoli successivi, si evidenziano le considerazioni di seguito elencate.

- La partizione divisoria verticale tra aule distinte soggetta al D.P.C.M. 05/12/1997 e al Decreto 23/06/2022 deve risultare in ogni caso sempre integra e non soggetta ad attraversamenti impiantistici; i pilastri eventualmente presenti nella tamponatura divisoria devono essere opportunamente rivestiti di materiale isolante.
- Tutte le partizioni verticali che delimitano gli ambienti scolastici non dovranno posare direttamente sul pavimento, ma connettersi allo strato di calcestruzzo alleggerito della pavimentazione controterra.
- Gli scarichi dei wc, oltre a dover essere di tipo silenziato, saranno rivestiti tramite una membrana fonoimpedente.





Ulteriori precisazioni ed accorgimenti costruttivi, con particolare riferimento alla gestione dei passaggi impiantistici all'interno di pareti divisorie e/o tramezze, sono contenuti all'interno del paragrafo 3.4.2.



**Figura 5: analisi previsionale (potere fonoisolante apparente, aule affiancate)**

Il valore ottenuto per il potere fonoisolante apparente relativo alla parete divisoria verticale tra unità immobiliari distinte in esame risulta, in previsione, pari a 58,9 dB, valore superiore e conforme al limite di legge, fissato a 50 dB per gli edifici associati alla categoria E (adibiti ad attività scolastiche e/o assimilabili), ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 “Requisiti Acustici Passivi degli Edifici”.

Il valore ottenuto per il descrittore dell’isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare  $D_{nT,w}$  risulta, in previsione, pari a 60,2 dB, valore superiore e conforme al limite di legge, fissato a 50 dB ai sensi del Decreto 23/06/2022 “Criteri Ambientali Minimi” («prestazione superiore» come riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma UNI 11367 :2023).

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

## 2.2 Isolamento acustico di facciata

Con il termine *facciata* si intende la totalità della superficie esterna di un ambiente, composta da elementi differenti quali pareti, porte, finestre, porzioni del tetto, sistemi di aerazione: la trasmissione sonora complessiva è il risultato dei singoli contributi (per ipotesi considerati indipendenti) dovuti a tali elementi.

Per l'isolamento acustico delle facciate è necessario determinare l'indice  $D_{2m,nT,w}$  funzione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente ( $R'_w$ ) della facciata che è calcolato sulla base dei valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante ( $R_w$ ) dei singoli elementi che la costituiscono (elementi opachi e serramenti) e sulla base degli indici di isolamento acustico ( $D_{new,i}$ ) dei piccoli elementi presenti su di essa.

Sarà necessario, inoltre, considerare la forma della facciata, l'assorbimento acustico delle eventuali superfici sottobalcone e l'incidenza delle onde sonore: la direzione dell'onda sonora incidente sulla facciata si caratterizza mediante l'altezza definita dalla intersezione tra la linea di veduta dalla sorgente ed il piano di facciata.





Il potere fonoisolante apparente  $R'_w$  di facciata, per un campo sonoro incidente diffuso, è calcolato sommando la potenza sonora trasmessa in modo diretto con il contributo dovuto alla trasmissione laterale.

Per partizioni composte è necessaria la conoscenza contemporanea degli indici di valutazione  $R_w$  del potere fonoisolante relativi alla parte opaca di superficie (tamponature e infissi) e degli indici  $D_{nw}$  di isolamento acustico per i piccoli elementi presenti (bocchette di ventilazione, prese d'aria).

Si ricava il valore complessivo di  $R'_w$  attraverso la formula:

$$R'_w = -10 \log \left[ \sum_i S_i/S 10^{-(R_{iw}/10)} + \sum_i A_0/S 10^{-(D_{inw}/10)} \right] - K \quad [\text{dB}]$$

dove  $A_0$  assume il valore di  $10 \text{ m}^2$  e  $K$  rappresenta il contributo associato alla trasmissione laterale

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

La norma UNI 11175-1 :2021 riporta che il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile: se però elementi di facciata rigidi e pesanti (quali calcestruzzo o mattoni) sono collegati rigidamente ad altri elementi rigidi all'interno dell'ambiente ricevente, come pavimenti o pareti divisorie, la trasmissione laterale può contribuire alla trasmissione sonora totale.





Questo potrebbe diventare rilevante se sono richiesti elevati requisiti di isolamento dal rumore e, di conseguenza, a favore di sicurezza, nei casi che comportano la presenza di elementi rigidi, si può considerare la trasmissione laterale in maniera "globale" diminuendo il potere fonoisolante di un fattore correttivo  $K = 2$  dB, altrimenti  $K = 0$ .

L'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dipende dal potere fonoisolante, dall'influenza della forma esterna della facciata e dalla dimensione degli ambiente abitativo, secondo la relazione generale:

$$D_{2m,nT,w} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \log (V/6T_0S) \quad [\text{dB}]$$

- V: è il volume dell'ambiente ricevente;
- S: è l'area totale della facciata, vista dall'interno;
- $\Delta L_{fs}$ : è l'influenza dovuta alla forma della facciata;
- $T_0$ : è il tempo di riverberazione di riferimento (per abitazioni 0,5 secondi).



 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 2.2.1 Analisi previsionale (potere fonoisolante, parete perimetrale)





Nella tabella successiva si descrive la tipologia di parete perimetrale esaminata per l'intervento oggetto di studio.

Descrizione (interno → esterno)		Spessore	Densità
1	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	≥ 750 kg/m <sup>3</sup>
2	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf Diamant</i>	12,5 mm	≥ 1000 kg/m <sup>3</sup>
3	Isolamento in lana di roccia	10 cm	≥ 80 kg/m <sup>3</sup>
4	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	≥ 750 kg/m <sup>3</sup>
5	Isolamento in lana di roccia	14 cm	≥ 80 kg/m <sup>3</sup>
6	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf Aquapanel Outdoor</i>	12,5 mm	≥ 1150 kg/m <sup>3</sup>
7	Finitura esterna	/	/

**Tabella 14: analisi previsionale (stratigrafia, parete perimetrale)**

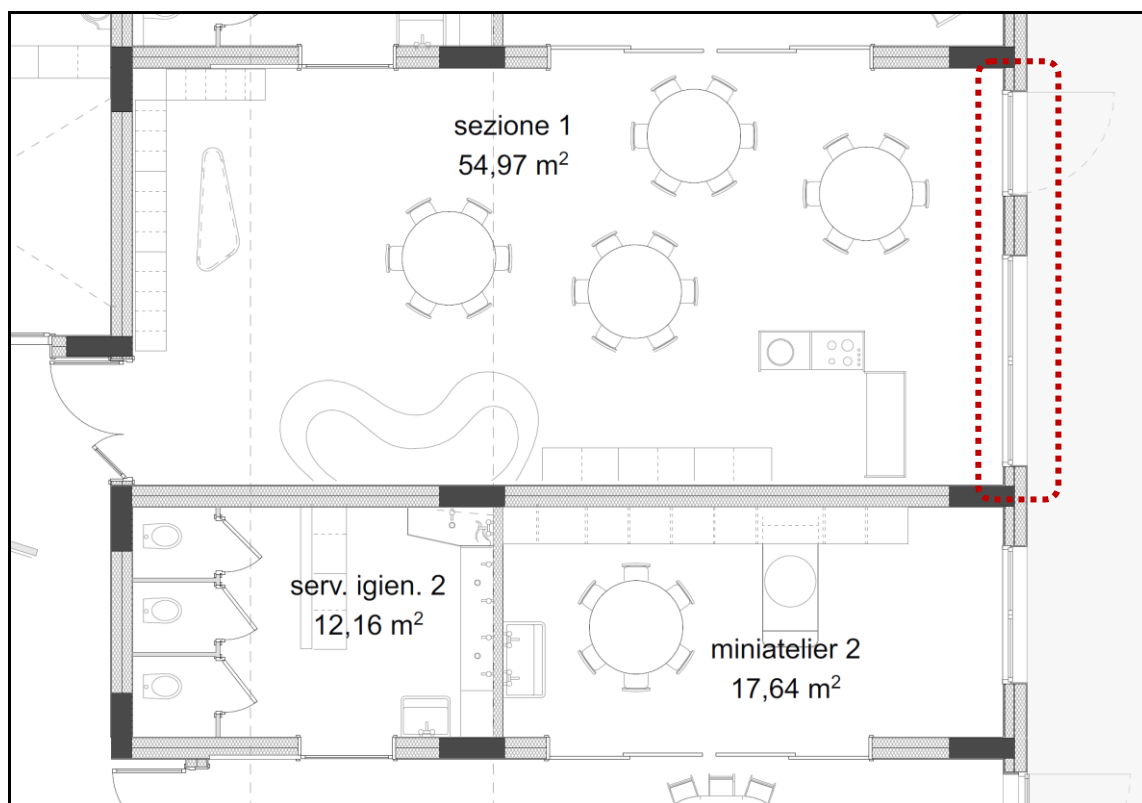
Nota: i valori relativi alle densità (superficiali e volumetriche) considerati nella tabella precedente, sono tratti da fonti bibliografiche, certificazioni e/o documentazione tecnica associata al progetto.

Il potere fonoisolante relativo alla stratigrafia in esame è, in previsione, pari a 63,0 dB (software ANIT Echo versione 8.3.1.2, come riportato in allegato).

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023   
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 2.2.2 Analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso A)





L'analisi previsionale dell'isolamento acustico di facciata è condotta sull'ambiente scolastico tipo *sezione 1 (materna)*, in relazione alla condizione peggiorativa associata alla presenza di più serramenti di elevate dimensioni, come illustrato nella figura successiva (partizione esterna in esame evidenziata in contorno rosso tratteggiato).



**Figura 6: elaborati progettuali (analisi previsionale isolamento di facciata, caso A)**

Caratteristiche superficiali e volumetriche della facciata in esame (caso A):

- $S$  superficie complessiva facciata:  $15,375 \text{ m}^2$ ;
- $S_0$  superficie complessiva parte opaca:  $3,675 \text{ m}^2$ ;
- $S_v$  superficie complessiva vetro-serramento:  $11,70 \text{ m}^2$ ;
- $V$  volume complessivo dell'ambiente ricevente:  $> 188,75 \text{ m}^3$ .

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Come specificato all'interno del paragrafo 2.2, l'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dipende dal potere fonoisolante, dall'influenza della forma esterna della facciata e dalla dimensione degli ambiente abitativo, secondo la relazione

$$D_{2m,nT,w} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \log (V/6T_0S)$$

ove:





- V: è il volume dell'ambiente ricevente;
- S: è l'area totale della facciata, vista dall'interno;
- $\Delta L_{fs}$ : è l'influenza dovuta alla forma della facciata;
- $T_0$ : è il tempo di riverberazione di riferimento (per abitazioni 0,5 secondi).

Nei calcoli successivi, si considera un valore di potere fonoisolante per i complessi vetro-serramento (comprensivi degli eventuali elementi oscuranti e/o cassonetti coprirullo) pari o superiore a 45 dB per tutti i locali con l'eccezione degli ambienti *aula musica e biblioteca*, come di seguito specificato.

Tale valore risulta essere prescrizione da riportare nel capitolato dell'opera.

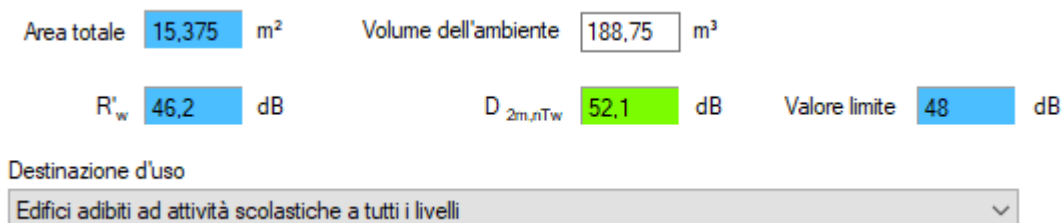
I serramenti dovranno garantire una classe di permeabilità all'aria 4, ai sensi di quanto indicato nella norma UNI EN 12207: 2017 "Finestre e porte - Permeabilità all'aria - Classificazione": la posa dovrà tenere conto di quanto indicato nell'appendice J della norma UNI EN ISO 10140-1 :2021 in merito al potere fonoisolante  $R_s$  dei materiali di sigillatura.

Se nella partizione oggetto di analisi risultasse necessaria l'installazione di una presa d'aria per la ventilazione, questa dovrà essere necessariamente di tipologia silenziosa, con valori prestazionali di  $D_{n,e,w}$  indicativi non inferiori a 53 dB e in ogni caso, tali da garantire il valore di potere fonoisolante per l'intero complesso vetro serramento sopra indicato.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

La norma UNI 11175-1 :2021 riporta che il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile: non si inserisce, pertanto, nel calcolo tale termine correttivo  $K = 2$ , in sostanziale assenza di collegamenti rigidi tra elementi di facciata rigidi e pesanti (quali calcestruzzo o mattoni) con altri elementi rigidi all'interno dell'ambiente ricevente, come pavimenti o pareti divisorie.





Non risultano nel caso in esame applicabili attenuazioni dovute alla presenza di balconi, logge esterne e/o altri elementi schermanti.



**Figura 7: analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso A)**

Il valore ottenuto per l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, a 2 metri di distanza dalla facciata ( $D_{2m,nT,w}$ ), è pari a 52,1 dB, calcolato con il software ANIT Echo (versione 8.3.1.2).

Tale valore risulta superiore (risultato conforme) sia al limite di legge di 48 dB per gli edifici associati alla categoria E, adibiti ad attività scolastiche e/o assimilabili, ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 *"Requisiti acustici passivi degli edifici"*, che al limite di 43 dB, indicato all'interno del prospetto A.1 della norma UNI 11367 (prestazione superiore) ai sensi Decreto 23 Giugno 2022 *"Criteri ambientali minimi"*.

 Morlini Engineering	Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)	REV. 0 - 2023   
	Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)	DATA: 13/03/2023

### 2.2.3 Analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso B)

L'analisi previsionale dell'isolamento acustico di facciata è condotta sull'ambiente *spazio sonno sezione 2 semidivezzi*, sulla partizione ove si presenta la condizione peggiorativa associata alla presenza di più serramenti che sottendono una più ridotta volumetria interna, come illustrato nella figura successiva (partizione esterna in esame evidenziata in contorno rosso tratteggiato).

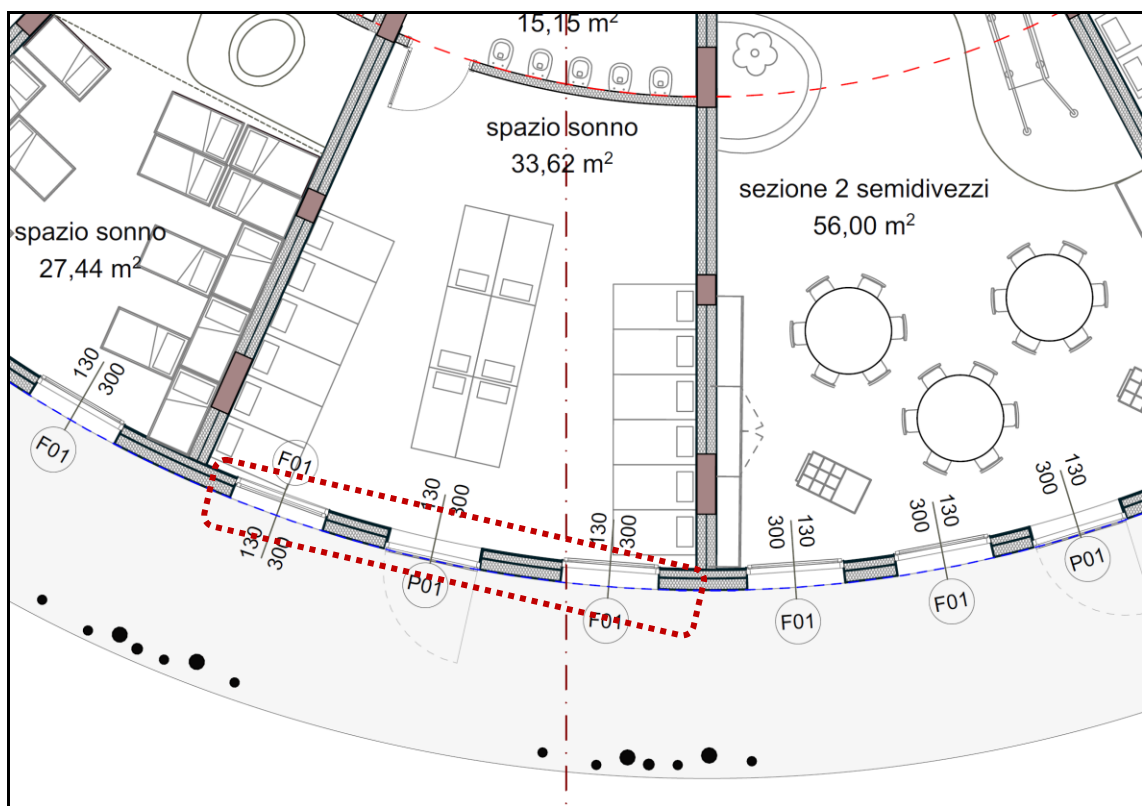






Figura 8: elaborati progettuali (analisi previsionale isolamento di facciata, caso B)

Caratteristiche superficiali e volumetriche della facciata in esame (caso B):

- S superficie complessiva facciata: 16,44 m<sup>2</sup>;
- S<sub>0</sub> superficie complessiva parte opaca: 4,74 m<sup>2</sup>;
- S<sub>v</sub> superficie complessiva vetro-serramento: 11,70 m<sup>2</sup>;
- V volume complessivo dell'ambiente ricevente: > 100,86 m<sup>3</sup>.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Come specificato all'interno del paragrafo 2.2, l'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dipende dal potere fonoisolante, dall'influenza della forma esterna della facciata e dalla dimensione degli ambiente abitativo, secondo la relazione

$$D_{2m,nT,w} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \log (V/6T_0S)$$

ove:





- V: è il volume dell'ambiente ricevente;
- S: è l'area totale della facciata, vista dall'interno;
- $\Delta L_{fs}$ : è l'influenza dovuta alla forma della facciata;
- $T_0$ : è il tempo di riverberazione di riferimento (per abitazioni 0,5 secondi).

Nei calcoli successivi, si considera un valore di potere fonoisolante per i complessi vetro-serramento (comprensivi degli eventuali elementi oscuranti e/o cassonetti coprirullo) pari o superiore a 45 dB per tutti i locali con l'eccezione degli ambienti *aula musica e biblioteca*, come di seguito specificato.

Tale valore risulta essere prescrizione da riportare nel capitolato dell'opera.

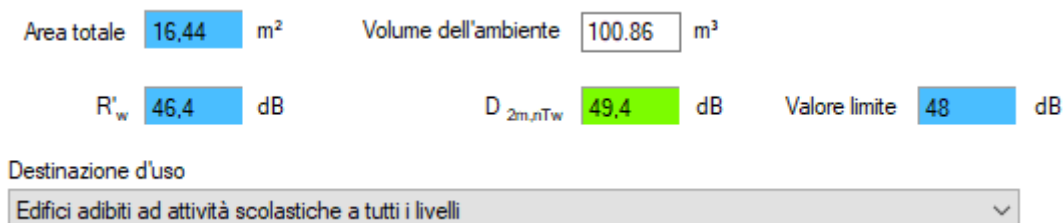
I serramenti dovranno garantire una classe di permeabilità all'aria 4, ai sensi di quanto indicato nella norma UNI EN 12207: 2017 "Finestre e porte - Permeabilità all'aria - Classificazione": la posa dovrà tenere conto di quanto indicato nell'appendice J della norma UNI EN ISO 10140-1 :2021 in merito al potere fonoisolante  $R_s$  dei materiali di sigillatura.

Se nella partizione oggetto di analisi risultasse necessaria l'installazione di una presa d'aria per la ventilazione, questa dovrà essere necessariamente di tipologia silenziosa, con valori prestazionali di  $D_{n,e,w}$  indicativi non inferiori a 53 dB e in ogni caso, tali da garantire il valore di potere fonoisolante per l'intero complesso vetro serramento sopra indicato.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997  e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

La norma UNI 11175-1 :2021 riporta che il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile: non si inserisce, pertanto, nel calcolo tale termine correttivo  $K = 2$ , in sostanziale assenza di collegamenti rigidi tra elementi di facciata rigidi e pesanti (quali calcestruzzo o mattoni) con altri elementi rigidi all'interno dell'ambiente ricevente, come pavimenti o pareti divisorie.





Non risultano nel caso in esame applicabili attenuazioni dovute alla presenza di balconi, logge esterne e/o altri elementi schermanti.



**Figura 9: analisi previsionale (isolamento acustico di facciata, caso B)**

Il valore ottenuto per l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, a 2 metri di distanza dalla facciata ( $D_{2m,nT,w}$ ), è pari a 49,4 dB, calcolato con il software ANIT Echo (versione 8.3.1.2).

Tale valore risulta superiore (risultato conforme) sia al limite di legge di 48 dB per gli edifici associati alla categoria E, adibiti ad attività scolastiche e/o assimilabili, ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 *"Requisiti acustici passivi degli edifici"*, che al limite di 43 dB, indicato all'interno del prospetto A.1 della norma UNI 11367 (prestazione superiore) ai sensi Decreto 23 Giugno 2022 *"Criteri ambientali minimi"*.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 2.3 Rumore di calpestio

si basa sugli indici di valutazione dei singoli elementi, determinati in accordo al metodo illustrato nella UNI EN ISO 717-2 :2021.





La grandezza principale delle prestazioni acustiche dell'edificio assunta dal modello è l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato apparente  $L_{n,w}$  dell'elemento di separazione di due ambienti sovrapposti o dell'elemento eccitato nel caso di due ambienti adiacenti.

Il metodo semplificato per il calcolo di  $L_{n,w}$  si basa sull'assunto che la trasmissione complessiva di potenza sonora tra due ambienti sia il risultato della somma delle trasmissioni di potenza sonora attraverso diversi percorsi indipendenti di trasmissione e che il campo acustico e il campo vibrazionale che si vengono ad instaurare, rispettivamente negli ambienti e nelle strutture di ciascun percorso, siano diffusi.

Nella situazione tipica di due ambienti sovrapposti o adiacenti, uno emittente e l'altro ricevente, ciascun percorso di trasmissione è identificato da un elemento  $i$  esposto al campo sonoro nell'ambiente emittente e da un elemento  $j$  che irradia il suono nell'ambiente ricevente.

I percorsi per un elemento laterale e per l'elemento di separazione sono indicati nella figura precedente: nell'ambiente emittente l'elemento  $i$  è indicato con  $D$  trattandosi dell'elemento di separazione, e nell'ambiente ricevente  $j$  è indicato con  $f$  se è un elemento alterale e con  $d$  se è un elemento di separazione.



 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 2.3.1 Analisi previsionale (livello di rumore di calpestio, aule affiancate)

L'analisi previsionale dell'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato è condotta sulla stratigrafia di seguito descritta (pavimento su terreno).

Descrizione		Spessore	Densità
1	Pavimentazione (gres effetto legno)	1 cm	$\geq 2300 \text{ kg/m}^3$
2	Caldana (riscaldamento a pavimento)	4 cm	$\geq 1800 \text{ kg/m}^3$
3	Isolamento (riscaldamento a pavimento)	4 cm	$\geq 30 \text{ kg/m}^3$
4	Guaina anticalpestio	$\geq 5 \text{ mm}$	/
5	Isolamento in polistirene estruso ad alta densità	10 cm	$\geq 35 \text{ kg/m}^3$
6	Caldana alleggerita	18 cm	$\geq 500 \text{ kg/m}^3$
7	Barriera al vapore	/	/
8	Soletta di base	15 cm	$\geq 2200 \text{ kg/m}^3$
9	Stabilizzante (ghiaia / riciclato)	25 mm	/
10	Foglio in polietilene	1 mm	/
11	Terreno di base	/	/

**Tabella 15: analisi previsionale (stratigrafia, pavimento su terreno)**

*Nota: i valori relativi alle densità (superficiali e volumetriche) considerati nella tabella precedente sono tratti da fonti bibliografiche, certificazioni e/o schede tecniche relative ai materiali.*

L'analisi si riferisce alla trasmissione del rumore di calpestio tra due aule scolastiche distinte affiancate (*spazio sonno sezione 3 lattanti e spazio sonno sezione 2 semidivezzi*), come illustrato nella figura successiva.

Gli elementi di tamponatura esterni ed interni sono considerati come elementi di trasmissione strutturali, in modo da ricondurre l'analisi allo schema generale della UNI EN ISO 12354-2 :2017; i calcoli sono condotti con l'impiego del software ANIT Echo versione 8.3.1.2, secondo le procedure descritte nella citata normativa.

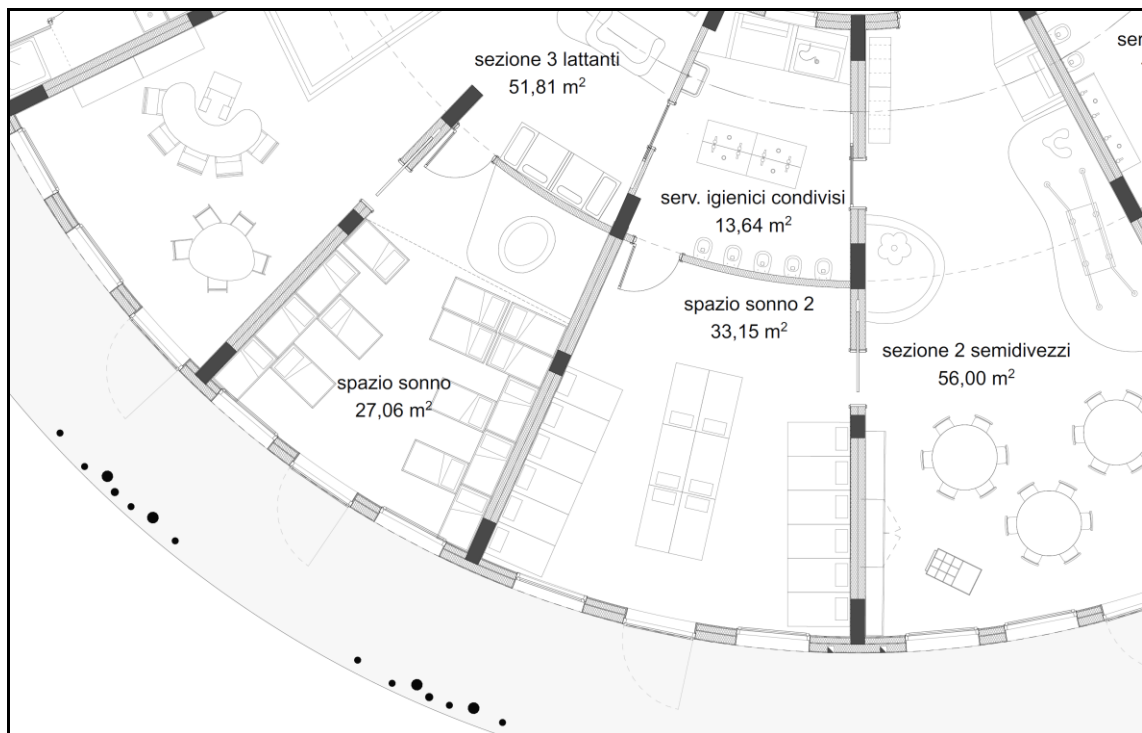
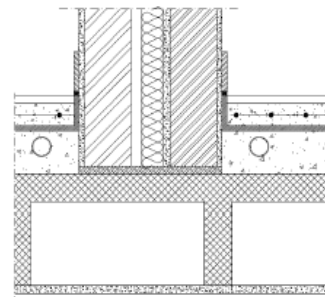






Figura 10: elaborati progettuali (analisi previsionale rumore di calpestio, aule affiancate)

L'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico si ottiene a partire dalla prestazione del solaio "nudo" (comprensivo dello strato di livellamento in calcestruzzo alleggerito).

La presenza della guaina anticalpestio al di sotto del massetto, con conseguente desolarizzazione del getto dal muro, determina la configurazione caratteristica del pavimento galleggiante, come indicato nella figura a lato.



 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

L'indice  $\Delta L_w$  di attenuazione per pavimenti galleggianti viene calcolato a partire dal valore  $s'$  di rigidità dinamica associata alla tipologia di guaina anticalpestio, la cui posa deve essere prevista per tutti i pavimenti dei locali scolastici.

La scelta dello spessore e della tipologia dell'elemento resiliente dovrà essere vagliata in relazione allo spessore del massetto.





Si prescrive la scelta di un materiale resiliente avente valore  $s'$  di rigidità dinamica inferiore a  $25 \text{ MN/m}^3$ , con spessore pari o superiore ai 5 mm; questo al fine di assicurare, a fronte della corretta posa in opera, risultati conformi a quanto calcolato teoricamente.

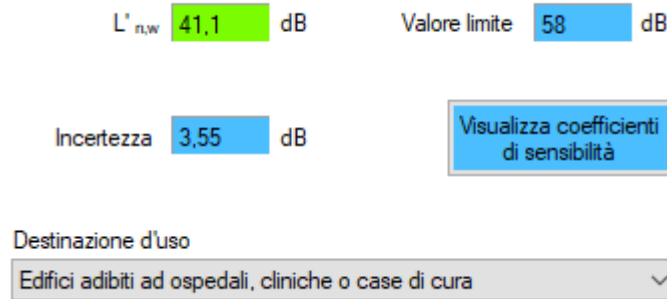
La rigidità dinamica di un materiale deve essere valutata in relazione alla comprimibilità del materiale stesso (misurata secondo le norme UNI EN 12431: 2013 "Isolanti termici per edilizia - Determinazione dello spessore degli isolanti per pavimenti galleggianti" o UNI EN 1606: 2013 "Isolanti termici per edilizia - Determinazione dello scorrimento viscoso a compressione"): l'isolante acustico deve essere in grado di mantenere il suo spessore quando viene sottoposto ad un carico.

*Ai fini dei calcoli successivi, si evidenziano le considerazioni di seguito elencate.*

- *La partizione divisoria verticale tra aule distinte soggetta al D.P.C.M. 05/12/1997 e al Decreto 23/06/2022 deve risultare in ogni caso sempre integra e non soggetta ad attraversamenti impiantistici; i pilastri eventualmente presenti nella tamponatura divisoria devono essere opportunamente rivestiti di materiale isolante.*
- *Tutte le partizioni verticali che delimitano gli ambienti scolastici non dovranno posare direttamente sul pavimento, ma connettersi allo strato di calcestruzzo alleggerito della pavimentazione controterra.*
- *Gli scarichi dei wc, oltre a dover essere di tipo silenziato, saranno rivestiti tramite una membrana fonoimpedente.*

*Ulteriori precisazioni ed accorgimenti costruttivi, con particolare riferimento alla gestione dei passaggi impiantistici all'interno di pareti divisorie e/o tramezze, sono contenuti all'interno del paragrafo 3.4.2.*





 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023   
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023



**Figura 11: analisi previsionale (livello di rumore di calpestio normalizzato, aule affiancate)**

Il valore ottenuto per l'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico risulta pari a 41,1 dB.

Tale valore risulta inferiore (risultato conforme) al limite di legge di 58 dB per gli edifici associati alla categoria E, adibiti ad attività scolastiche e/o assimilabili, ai sensi del D.P.C.M. 05/12/19917 "Requisiti acustici passivi degli edifici".

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

## 2.4 Indicatori di comfort acustico

La progettazione acustica delle aule scolastiche è finalizzata al raggiungimento di condizioni associate ad una buona intelligibilità del parlato.

Per intelligibilità del parlato si intende la percentuale di parole o frasi correttamente comprese da un ascoltatore rispetto alla totalità delle frasi pronunciate da un parlatore. Il fine è quello di ridurre da un lato lo sforzo vocale degli insegnanti e dall'altro di migliorare l'attenzione e l'apprendimento degli studenti.

In Italia la nuova norma UNI 11532-2 :2020 introduce i requisiti da considerare in fase di progettazione e di verifica nelle scuole.





La norma è volontaria per gli edifici privati, ma ha carattere cogente per gli edifici pubblici, in quanto richiamata dal Decreto 23 Giugno 2022 *“Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici”*.

Il Decreto infatti fa riferimento alla norma UNI 11532 :2020 per quanto riguarda gli aspetti legati al confort acustico e alla norma UNI 11367:2010 *“Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera”*, per quanto riguarda gli aspetti di isolamento acustico.

### 2.4.1 Tempo di riverberazione

Si assume convenzionalmente come durata dell'onda sonora e si definisce tempo di riverberazione  $\tau_{60}$ , il tempo necessario affinché la densità energetica esistente nella sala si sia ridotta di 60 dB (un milione di volte) rispetto al valore iniziale di regime.

Il tempo di riverberazione fornisce dunque un indice dell'apporto di energia delle onde riflesse: se tale tempo è lungo, l'apporto di energia delle onde riflesse è notevole e risulta elevata (a parità di energia emessa dalla sorgente) la densità energetica a regime, che contribuisce a rendere la sala *sonora*.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023





Se invece il tempo di riverberazione è breve, la densità energetica a regime è ridotta e la sala risulta *sorda*.

Ammesse una perfetta diffusione dell'onda sonora da parte delle pareti e l'uniformità della distribuzione della densità energetica nella sala, è possibile giungere per via teorica ad un calcolo del tempo di riverberazione  $\tau_{60}$  secondo due modelli basati su ipotesi differenti: la prima, ammessa da Sabine, suppone che l'assorbimento di energia sonora da parte delle pareti sia continuo nel tempo; la seconda, ammessa da Eyring, suppone invece che questo assorbimento avvenga in modo discontinuo.

$$\text{Formula di Sabine } \tau_{60,S} = \frac{0,16 V}{\sum S_i a_i} \quad \text{Formula di Eyring } \tau_{60,E} = \frac{0,07 V}{S \log \frac{1}{1 - a_m}}$$

Il valore ottimale del tempo di riverberazione  $\tau_{60}$  è dedotto dall'esperienza, dipende dal volume della sala ed è diverso a seconda che si tratti della parola o della musica ed è dell'ordine del secondo.

Data la variabilità del coefficiente di assorbimento con la frequenza, anche la riverberazione varierà al variare della frequenza.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 2.4.2 Speech Transmission Index (STI)

Il principale indicatore di performance per l'acustica delle aule scolastiche è lo Speech Transmission Index (STI), che quantifica l'effetto combinato di rumore di fondo e di riverberazione sulla riduzione dell'intelligibilità di parlato, con o senza sistemi di amplificazione sonora.

Il parametro si ottiene tramite una procedura con la quale si determina la riduzione dell'indice di modulazione di un segnale di test che riflette le caratteristiche del parlato continuo, dalla sua emissione alla sua ricezione.

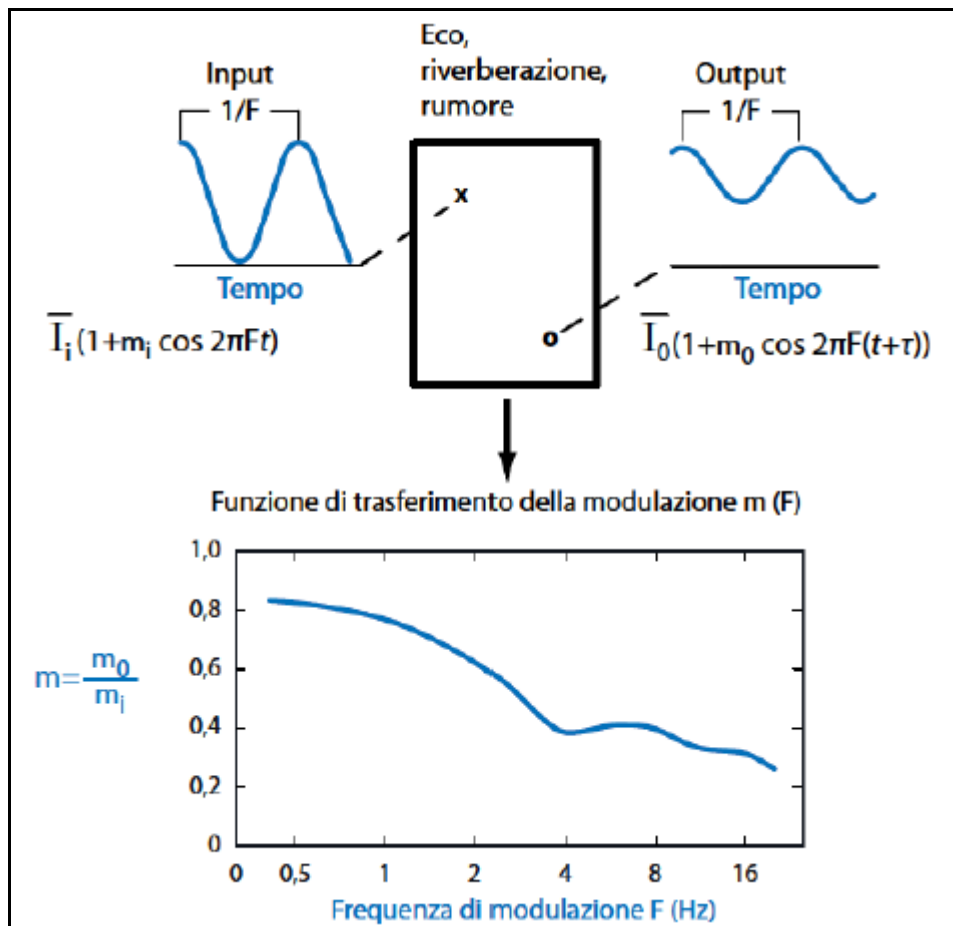






Figura 12: STI (riduzione dell'indice di modulazione di un segnale di test indicativo del parlato continuo)

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

L'indice può assumere valore tra 0 e 1 ed è stato correlato a scale soggettive di intelligibilità, riferita a persone adulte.

Valutazione di intelligibilità	STI [-]
Eccellente	> 0,75
Buono	0,60 – 0,75
Discreto	0,45 – 0,60
Scadente	0,30 – 0,45
Pessimo	< 0,30

Figura 13: STI (scala di valutazione dell'intelligibilità)

I valori del fattore di riduzione dell'indice di modulazione  $m_{f,F}$  si possono ottenere da misure indipendenti del rapporto segnale-rumore e della risposta all'impulso dell'ambiente, attraverso la seguente equazione:

$$m_{f,F} = \frac{\int_0^{\infty} e^{-j2\pi Ft} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} \cdot \frac{1}{(1 + 10^{-(S/N)_f/10})}$$

dove:





- $p(t)$  è la risposta all'impulso misurata in assenza di rumore [Pa];
- $S/N_f$  è il rapporto segnale rumore, ovvero la differenza fra il livello del segnale e quello del rumore nella banda  $f$  considerata;
- $F$  è la frequenza di modulazione [Hz].

Facendo riferimento ad un campo sonoro diffuso, per distanze molto maggiori della distanza critica, l'indice di modulazione si può ottenere dalla seguente equazione:

$$m_{f,F} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi \cdot F \cdot T_f}{13,8}\right)^2}} \cdot \frac{1}{1 + 10^{\frac{(S/N)_f}{10}}}$$

dove  $T_f$  è il tempo di riverberazione in secondi alla frequenza  $f$ .



 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Per l'indice STI si considerano 7 bande di ottava (frequenza  $f$ ), da 125 Hz a 8000 Hz, e 14 frequenze di modulazione  $F$ , comprese tra 0,63 e 12,5 Hz, in intervalli di un terzo d'ottava. Si ottengono in questo modo 98 ( $7 \times 4$ ) valori dell'indice di modulazione  $m$  che vengono infine sintetizzati nell'indice STI.





Il parametro, oltre che dal rumore e dalla riverberazione, dipende dalle caratteristiche di emissione della voce umana, in particolare dall'intensità di emissione, variabile a seconda dello sforzo vocale del parlatore, dalla direttività della sorgente del parlatore e da altri fattori di natura linguistica (struttura grammaticale della lingua) e semantica (senso generale del messaggio parlato).

L'approccio seguito dalla norma UNI 11532-2 è quello di considerare uno sforzo vocale dell'insegnante "*normale*", secondo la classificazione data dalla norma ANSI 3.5, per ambienti sotto  $250 \text{ m}^3$  (corrispondente ad un livello  $L_{Aeq}$  pari a 60 dBA a 1 m dall'insegnante), fino a "*elevato*", per ambienti sopra i  $250 \text{ m}^3$ , con o senza sistemi di amplificazione (corrispondente a 70 dBA).

L'aula viene così progettata in modo che, garantendo tempi di riverberazione e livelli di rumore dagli impianti e ambientale raccomandati dalla norma, si ottengano valori di STI che garantiscano buone condizioni di comprensione del parlato.

Se da un lato il rumore generato dagli impianti e il rumore ambientale esterno possono essere stimati in fase di progettazione, il rumore legato all'attività scolastica viene trascurato in fase sia di progetto che di collaudo.

I livelli di rumore all'interno degli ambienti scolastici vengono controllati indirettamente attraverso la progettazione di strutture di facciata e di partizioni interne con adeguato potere fonoisolante e, direttamente, attraverso il controllo del rumore generato dalle componenti impiantistiche.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 2.4.3 Analisi previsionale (tempo di riverberazione, *sezione 1 materna*)

L'ambiente in esame si individua nell'aula scolastica tipo denominata *sezione 1 materna*.

Ai fini dei calcoli, si è provveduto alla creazione di un modello tridimensionale, utilizzato come interfaccia per operare una previsione numerica della riverberazione, tramite l'ausilio del software previsionale ANIT Echo versione 8.3.1.2.

Come correzione acustica per l'aula in esame (e gli ambienti aventi medesima destinazione d'uso e volumetria) si prevede la posa a soffitto di pannelli in lana di legno mineralizzata con fibra minerale in intercapedine (tipo *Celenit L2ABE/A2*), per uno spessore complessivo pari a 75 mm.





Tale intervento dovrà essere integrato con la posa di pannelli in fibra di poliestere in sospensione a parete (tipo *Isosystem Silent Space*), aventi metratura non inferiore a 8 mq considerando entrambi i lati (coefficienti di assorbimento nella tabella successiva).

**Tabella 16: analisi previsionale (coefficienti di assorbimento pannelli fonoassorbenti)**

Coefficients di assorbimento tipo <i>Celenit L2ABE/A2</i> (sp. 75 mm / lana minerale 65 mm)					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
0,45	1	1	1	1	0,85
Coefficients di assorbimento pannelli tipo <i>Isosystem Silent Space</i>					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
≥ 0,19	≥ 0,57	≥ 0,86	≥ 0,96	≥ 0,89	≥ 0,90

**Tabella 17: analisi previsionale (superfici di assorbimento, ambiente *sezione 1 materna*)**

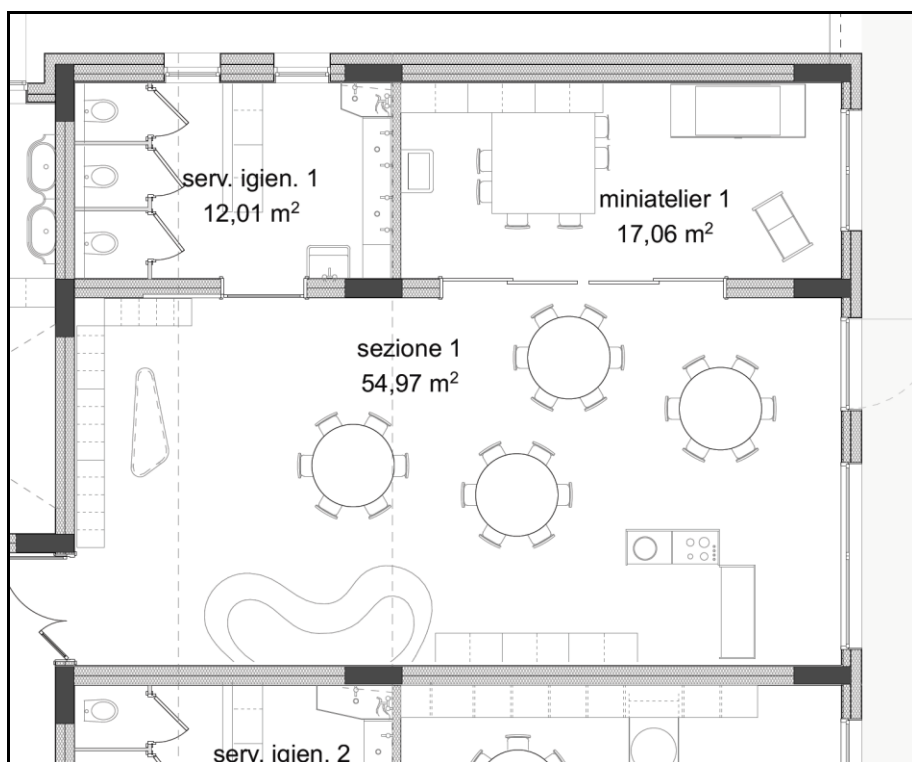
Superficie	Materiali	Superficie
Pavimento	Pavimentazione rigida	54,97 mq
Controsoffitto	Pannelli fonoassorbenti tipo <i>Celenit L2ABE/A2</i>	25,37 mq
Controsoffitto	Cartongesso	32,49 mq
Pareti laterali	Pannelli fonoassorbenti tipo <i>Isosystem Silent Space</i>	≥ 8,00 mq
Soffitto	Legno	28,14 mq
Pareti laterali	Cartongesso	79,21 mq
Serramenti	Vetro	13,77 mq
Porte	Finitura metallo e/o plastica	20,15 mq

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023





**Tabella 18: analisi previsionale (coefficienti di assorbimento, ambiente *sezione 1 materna*)**

Materiale	Coefficienti di assorbimento $\alpha_p$					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Gres / piastrelle	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
Celenit L2ABE/A2	0,45	1	1	1	1	0,85
Legno	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07
<i>Isosystem Silent Space</i>	$\geq 0,19$	$\geq 0,57$	$\geq 0,86$	$\geq 0,96$	$\geq 0,89$	$\geq 0,90$
Cartongesso	0,20	0,12	0,10	0,07	0,07	0,07
Vetro doppio	0,28	0,20	0,11	0,06	0,03	0,02
Finitura metallo e/o plastica	0,05	0,08	0,10	0,10	0,07	0,02

Nota: i coefficienti di assorbimento acustico considerati in modo cautelativo ai fini delle analisi sono ricavati da schede tecniche e/o certificazioni fornite dalla case produttrici, dai valori riportati all'interno dei riferimenti normativi UNI 11523-2 e UNI EN 12354-6, dall'archivio del software previsionale Echo e/o in analogia con materiali simili nel caso di indisponibilità.



**Figura 14: elaborati progettuali (pianta piano terra, ambiente *sezione 1 materna*)**

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Si presentano di seguito i risultati della valutazione in termini di tempo di riverberazione, ottenuti attraverso la creazione del modello tridimensionale tramite l'impiego di software previsionale ANIT Echo versione 8.3.1.2.

Il tempo di riverberazione (media 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz) ad ambiente non occupato risulta, in previsione, pari a 0,6 secondi, inferiore (valore conforme) al limite di 1,2 s indicato nella Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3150 del 22/05/1967.

DPCM 5/12/97 - Limiti di legge





Edificio scolastico
  Aula
  Palestra
  Altro ambiente

Altra destinazione d'uso

T massimo  
 valore medio 250 Hz - 2000 Hz  
 1,2 s

T calcolato  
 valore medio  
 250Hz - 2kHz  
 0,6 s

**Figura 15: analisi previsionale (media RT secondo D.P.C.M. 05/12/1997, sezione 1 materna)**

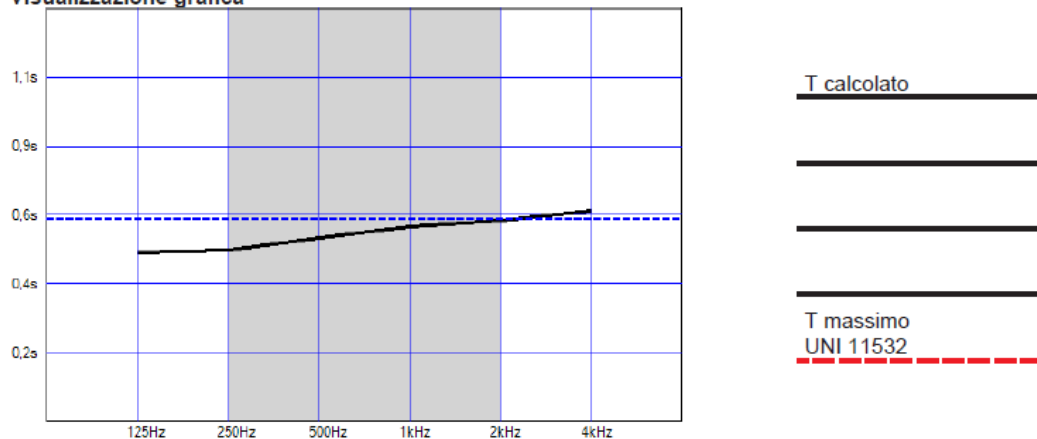
 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Ai sensi di quanto indicato all'interno della norma UNI 11532-2 :2020, richiamata all'interno del Decreto 23 Giugno 2022, per gli ambienti appartenenti alle categoria A6.5 (aule e spogliatoio nelle scuole materne e nido) si verifica che il rapporto  $A/V$  sia superiore ad un valore minimo, per frequenze comprese tra 250 Hz e 2 kHz).

**Tabella 19: analisi previsionale (rapporto  $A/V$  secondo UNI 11532-2, ambiente *sezione 1 materna*)**





Categoria	Per altezza dell'ambiente $h \leq 2,5$ m rapporto $A/V$ in mq/mc	Per altezza dell'ambiente $h < 2,5$ m rapporto $A/V$ in mq/mc
A6.5	$A/V \geq 0,30$	$A/V \geq [1,47 + 4,69 \log(h/1)]^{-1} = 0,25$

**Visualizzazione grafica**



**Figura 16: analisi previsionale (verifica conformità secondo UNI 11532-2, *sezione 1 materna*)**

I valori del rapporto  $A/V$  per le frequenze comprese tra 250 Hz e 2 kHz risultano, in previsione, superiori al valore limite calcolato come da della norma UNI 11532-2 :2020 richiamata all'interno del Decreto 23/06/2022 "Criteri Ambientali Minimi" (risultato conforme).

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

#### 2.4.4 Analisi previsionale (tempo di riverberazione, *sezione 2 nido - spazio sonno*)

L'ambiente oggetto di analisi si individua nell'aula scolastica tipo denominata *sezione 2 nido, spazio sonno*.

Ai fini dei calcoli, si è provveduto alla creazione di un modello tridimensionale, utilizzato come interfaccia per operare una previsione numerica della riverberazione, tramite l'ausilio del software previsionale ANIT Echo versione 8.3.1.2.

Come correzione acustica per l'aula in esame (e gli ambienti aventi medesima destinazione d'uso e volumetria) si prevede la posa a soffitto di pannelli in lana di legno mineralizzata con fibra minerale in intercapedine (tipo *Celenit L2ABE/A2*), per uno spessore complessivo pari a 75 mm.

**Tabella 20: analisi previsionale (coefficienti di assorbimento pannelli fonoassorbenti)**

Coefficienti di assorbimento tipo <i>Celenit L2ABE/A2</i> (sp. 75 mm / lana minerale 65 mm)					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
0,45	1	1	1	1	0,85

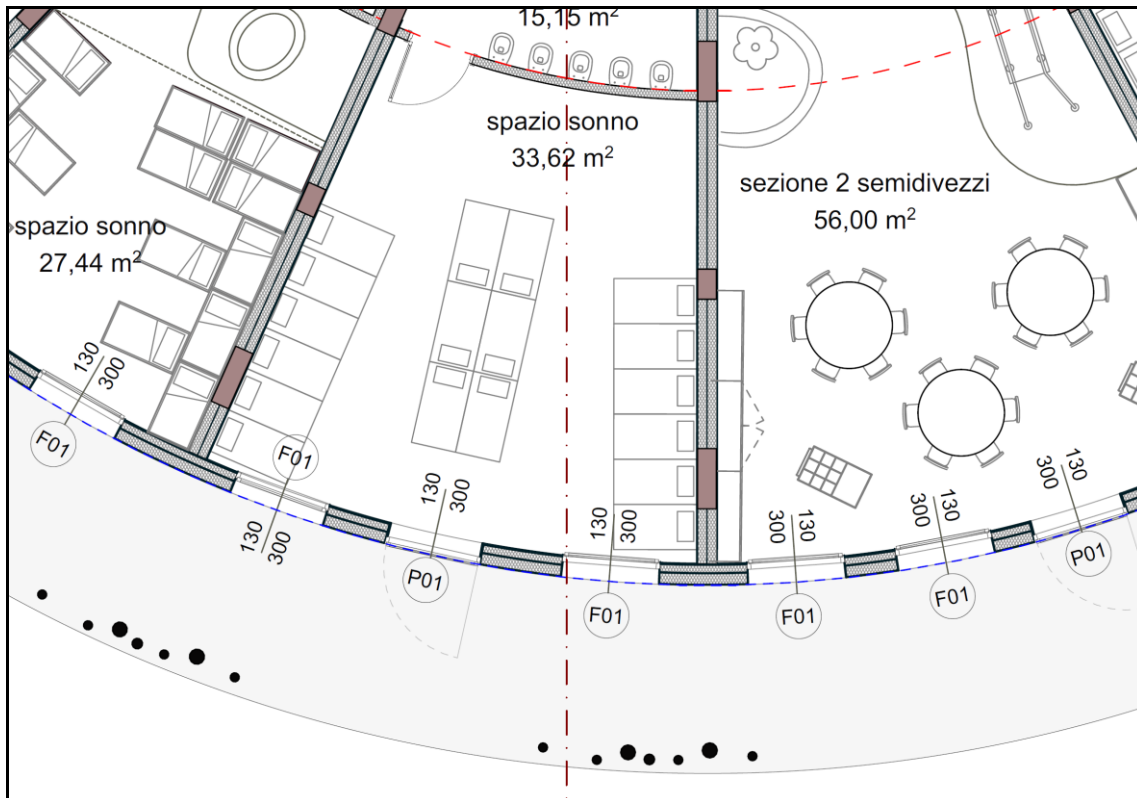
**Tabella 21: analisi previsionale (superfici di assorbimento, ambiente *sezione 2 nido - spazio sonno*)**





Superficie	Materiali	Superficie
Pavimento	Pavimentazione rigida	33,15 mq
Controsoffitto	Pannelli fonoassorbenti tipo <i>Celenit L2ABE/A2</i>	23,71 mq
Soffitto	Legno	26,30 mq
Pareti laterali	Cartongesso	49,56 mq
Serramenti	Vetro	11,70 mq
Porte	Finitura metallo e/o plastica	4,38 mq

**Tabella 22: analisi previsionale (coefficienti di assorbimento, ambiente *sezione 2 nido - spazio sonno*)**

Materiale	Coefficienti di assorbimento $\alpha_p$					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Gres / piastrelle	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
Celenit L2ABE/A2	0,45	1	1	1	1	0,85
Legno	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07
Cartongesso	0,20	0,12	0,10	0,07	0,07	0,07
Vetro doppio	0,28	0,20	0,11	0,06	0,03	0,02
Finitura metallo e/o plastica	0,05	0,08	0,10	0,10	0,07	0,02

Nota: i coefficienti di assorbimento acustico considerati in modo cautelativo ai fini delle analisi sono ricavati da schede tecniche e/o certificazioni fornite dalla case produttrici, dai valori riportati all'interno dei riferimenti normativi UNI 11523-2 e UNI EN 12354-6, dall'archivio del software previsionale Echo e/o in analogia con materiali simili nel caso di indisponibilità.


**Figura 17: elaborati progettuali (pianta piano terra, ambiente *sezione 2 nido - spazio sonno*)**

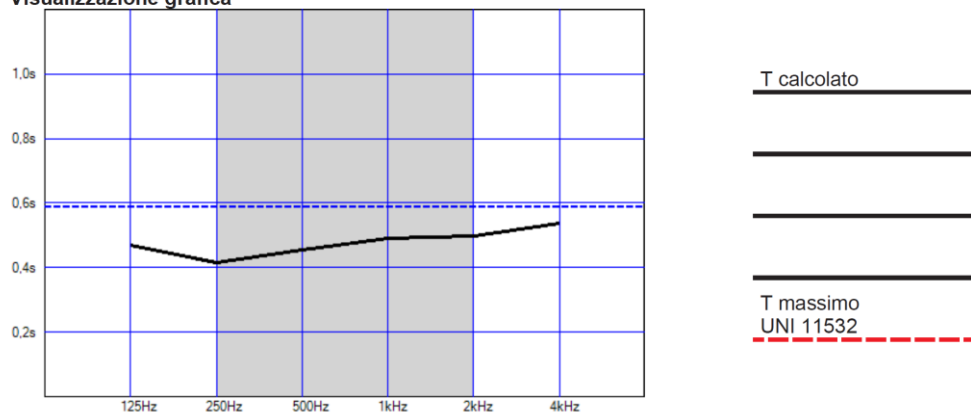
 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023   
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Ai sensi di quanto indicato all'interno della norma UNI 11532-2 :2020, richiamata all'interno del Decreto 23 Giugno 2022, per gli ambienti appartenenti alle categoria A6.5 (aule e spogliatoio nelle scuole materne e nido) si verifica che il rapporto  $A/V$  sia superiore ad un valore minimo, per frequenze comprese tra 250 Hz e 2 kHz).

**Tabella 23: analisi previsionale (rapporto  $A/V$  secondo UNI 11532-2, ambiente sezione 2 nido - spazio sonno)**

Categoria	Per altezza dell'ambiente $h \leq 2,5$ m rapporto $A/V$ in mq/mc	Per altezza dell'ambiente $h < 2,5$ m rapporto $A/V$ in mq/mc
A6.5	$A/V \geq 0,30$	$A/V \geq [1,47 + 4,69 \log(h/1)]^{-1} = 0,27$





Visualizzazione grafica



**Figura 18: analisi previsionale (verifica conformità secondo UNI 11532-2, sezione 2 nido - spazio sonno)**

I valori del rapporto  $A/V$  per le frequenze comprese tra 250 Hz e 2 kHz risultano, in previsione, superiori al valore limite calcolato come da della norma UNI 11532-2 :2020 richiamata all'interno del Decreto 23/06/2022 "Criteri Ambientali Minimi" (risultato conforme).



 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

#### 2.4.5 Analisi previsionale (tempo di riverberazione, *lavoro insegnanti*)

L'ambiente oggetto di analisi si individua nell'*ambiente ufficio amministrativo*.

Ai fini dei calcoli, si è provveduto alla creazione di un modello tridimensionale, utilizzato come interfaccia per operare una previsione numerica della riverberazione, tramite l'ausilio del software previsionale ANIT Echo versione 8.3.1.2.





Come correzione acustica per tale ambiente (e per quelli aventi medesima destinazione d'uso e analoga volumetria, nonché agli spazi comuni) si prevede la posa di un controsoffitto in gesso forato tipo *Knauf Cleneo 8/18* (con pannello interposto di lana di vetro spessore 20 mm e ribassamento pari a 60 mm), avente i coefficienti di assorbimento acustico sotto indicati.

**Tabella 24: analisi previsionale (coefficienti di assorbimento pannelli fonoassorbenti)**

Coefficienti di assorbimento tipo <i>Knauf Cleneo 8/18</i> (lana di vetro 20 mm, ribassamento 60 mm)					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
0,25	0,60	1	0,85	0,55	0,50

**Tabella 25: analisi previsionale (superfici di assorbimento, ambiente *lavoro insegnanti*)**

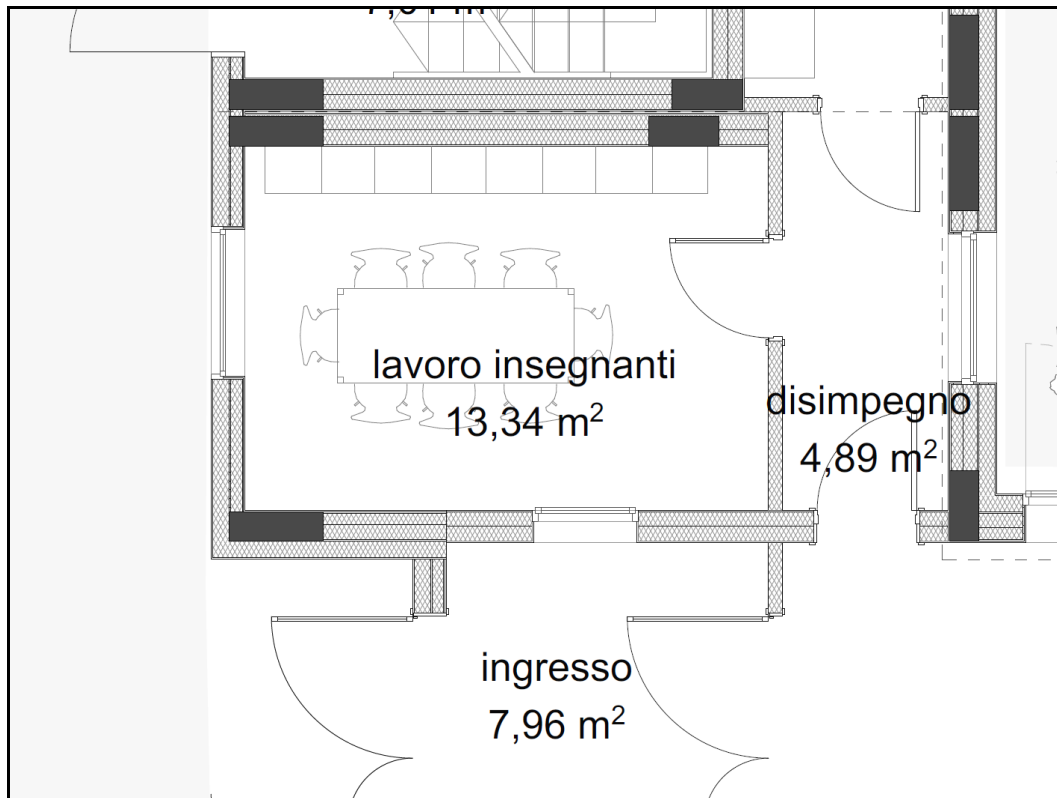
Superficie	Materiali	Superficie
Pavimento	Pavimentazione rigida	13,34 mq
Controsoffitto	<i>Knauf Cleneo 8/18</i> (lana vetro 20 mm / ribassamento 60 mm)	13,34 mq
Pareti laterali	Cartongesso	66,90 mq
Serramenti	Vetro	4,98 mq
Porte	Finitura metallo e/o plastica	1,08 mq
Sedute	Sedie imbottite (finitura tessuto)	n. 8

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023





**Tabella 26: analisi previsionale (coefficienti di assorbimento, ambiente *lavoro insegnanti*)**

Materiale	Coefficienti di assorbimento $\alpha_p$					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Gres / piastrelle	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
<i>Knauf Cleneo</i>	0,25	0,60	1	0,85	0,55	0,50
Cartongesso	0,20	0,12	0,10	0,07	0,07	0,07
Vetro doppio	0,28	0,20	0,11	0,06	0,03	0,02
Finitura metallo e/o plastica	0,05	0,08	0,10	0,10	0,07	0,02
Sedie	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	0,40

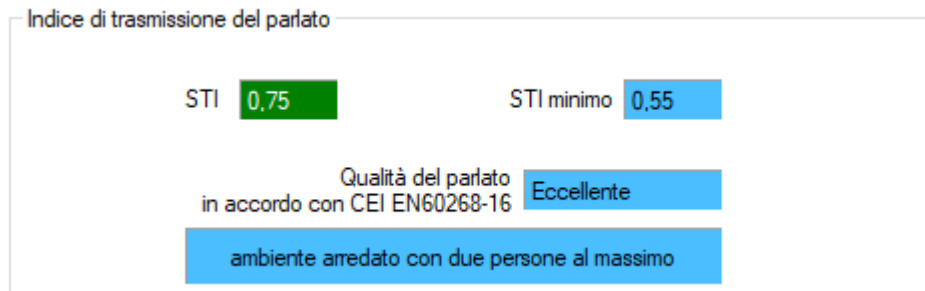
Nota: i coefficienti di assorbimento acustico considerati in modo cautelativo ai fini delle analisi sono ricavati da schede tecniche e/o certificazioni fornite dalla case produttrici, dai valori riportati all'interno dei riferimenti normativi UNI 11523-2 e UNI EN 12354-6, dall'archivio del software previsionale Echo e/o in analogia con materiali simili nel caso di indisponibilità.



**Figura 19: elaborati progettuali (pianta piano terra, ambiente *lavoro insegnanti*)**





 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023   
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

La simulazione computerizzata e la conseguente valutazione dell'indice di intelligibilità, è stata condotta, all'interno del modello tridimensionale elaborato, secondo le indicazioni contenute all'interno della norma UNI 11532-2 :2020.



**Tabella 27: analisi previsionale (STI, lavoro insegnanti)**

Il valore ottenuto per l'indice di intelligibilità STI risulta, in previsione, pari a 0,75, superiore (valore conforme) al limite indicato all'interno della norma UNI 11532-2 :2020, come previsto dal Decreto 23/06/2022 "Criteri Ambientali Minimi".

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Ai sensi di quanto indicato all'interno della norma UNI 11532-2 :2020, richiamata all'interno del Decreto 23 Giugno 2022, il tempo di riverberazione ottimale  $T_{ott}$  è determinato in relazione alla destinazione d'uso specifica dell'ambiente considerato e al suo volume.

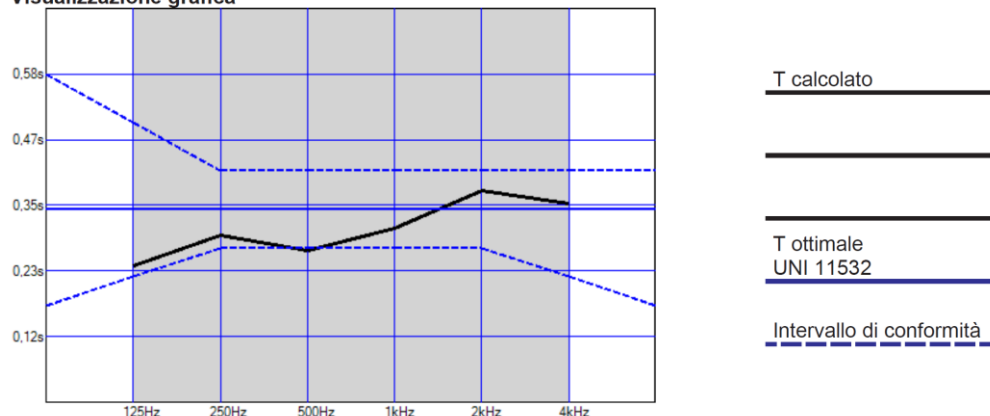
**Tabella 28: analisi previsionale (calcolo tempo di riverberazione ottimale, ambiente *lavoro insegnanti*)**

Categoria	Tempo di riverberazione ottimale UNI 11532-2 :2020	
A3.2	$T_{ott,A3} = (0,32 \log V \cdot 0,17) = 0,34$	30 mc $\leq$ V < 5000 mc (occupazione ambiente 80%)

**Visualizzazione tabellare**





	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
T calcolato [s]	0,24	0,30	0,27	0,31	0,38	0,35
Intervalli di conformità (UNI 11532) [s]	0,22-0,50	0,27-0,41	0,27-0,41	0,27-0,41	0,27-0,41	0,22-0,41
T ottimale (UNI 11532) [s]	0,34					
T medio (250Hz - 2kHz) [s]	0,31					

**Visualizzazione grafica**



**Figura 20: analisi previsionale (verifica conformità secondo UNI 11532-2, *lavoro insegnanti*)**

I valori del tempo di riverberazione, in previsione, calcolati alle frequenze comprese tra 125 Hz e 4 kHz, risultano, in previsione, compresi all'interno dell'intervallo di conformità indicato all'interno della norma UNI 11532-2 :2020 richiamata all'interno del Decreto 23/06/2022 "Criteri Ambientali Minimi".

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

## 2.5 Impianti tecnologici

Gli impianti sono classificati, a seconda delle modalità temporali di funzionamento, come di seguito elencato.

- Servizi 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 (scarichi idraulici, bagni, servizi igienici, rubinetteria), gli ascensori, i montacarichi e le chiusure automatiche, il cui parametro di riferimento è  $L_{ASmax}$ , livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo slow.
- Servizi a funzionamento continuo: impianti fissi il cui livello sonoro emesso nel tempo sia essenzialmente costante; rientrano in questa tipologia gli impianti di riscaldamento, climatizzazione, ricambio d'aria, estrazione forzata, il cui parametro di riferimento è  $L_{Aeq}$ , livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A.

I valori limite di tali parametri cambiano in funzione della destinazione d'uso dell'edificio.





La misura è eseguita nell'ambiente con livello di rumore più elevato e diverso da quello in cui si trova la sorgente: infatti i limiti imposti dal D.P.C.M. 05/12/1997 non sono riferiti agli impianti, ma al rumore che propagano nell'edificio.

Come indicato all'interno del suddetto riferimento normativo "la stima dei livelli sonori dovuti agli impianti negli edifici è un compito complesso: le sorgenti e la trasmissione di rumori strutturali in quest'ambito non sono pienamente compresi.

*Inoltre, si registrano notevoli variazioni tra i diversi impianti e installazioni ... e un'installazione spesso dà luogo a sorgenti sonore sia aeree che strutturali.*

*Il presente documento contiene una struttura contestuale entro la quale è possibile inquadrare questo soggetto.*

*La parte principale (punto 4) descrive modelli generali per la trasmissione sonora e le sorgenti correlate per condotti, rumore aereo attraverso gli edifici e rumore strutturale attraverso gli elementi di edificio... ogni qualvolta risulta possibile, si fa riferimento a manuali e letteratura disponibili o a lavori di normazione in corso.*

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

*Per la trasmissione sonora attraverso i condotti ci sono metodi normalizzati disponibili per determinare il livello di potenza sonora delle sorgenti o la perdita per trasmissione degli elementi. Vari manuali sono ampiamente utilizzati per queste stime.*

L'analisi previsionale della rumorosità indotta internamente agli ambienti scolastici dagli impianti a funzionamento continuo ha come riferimento la norma UNI EN 12354-5 :2009 "Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici", la cui applicazione risulta estremamente complessa in quanto richiede dati progettuali difficilmente reperibili in modo esaustivo.





Occorrerà prestare attenzione alla scelta delle sorgenti tecnologiche destinate al trattamento dell'aria, alla climatizzazione ed alla produzione di acqua calda sanitaria, sia in relazione ai valori di potenza sonora associati, che al posizionamento degli impianti medesimi.

In particolare, dovrà essere prevista la presenza di silenziatori opportunamente dimensionati lungo le canalizzazioni delle unità di trattamento aria, nonché la posa di giunti elastomerici e/o supporti antivibranti, al fine di ottenere il disaccoppiamento degli impianti dalle partizioni orizzontali e verticali, evitando la propagazione di vibrazioni attraverso le strutture.

Quanto sopra si rende necessario:

- per rispettare, in previsione, i limiti indicati all'interno del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto in merito alla rumorosità interna associata agli impianti a funzionamento continuo;
- per rispettare, in previsione, i limiti ai sensi della Legge n. 447/1995 in merito alla rumorosità indotta presso i recettori sensibili esterni più vicini all'area di intervento.

Ai fini di una corretta progettazione del rumore da impianti sono illustrate prescrizioni generali (per gli impianti di climatizzazione e aeraulici) ed indicazioni di corretta posa in opera all'interno rispettivamente dei paragrafi 2.5.1, 2.5.2, 2.5.3 e 3.4.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023   
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 2.5.1 Impianti aeraulici

Gli impianti aeraulici possono essere di tre tipi: con trattamento centralizzato della portata d'aria totale (*impianti a tutt'aria*), con trattamento centrale della sola aria esterna di rinnovo e trattamento finale locale (*impianti misti*) e con solo trattamento locale.





Negli impianti a tutt'aria, si demanda all'aria trattata centralmente dall'U.T.A. il controllo sia delle condizioni termo-igrometriche dell'ambiente (temperatura e umidità relativa) sia dei parametri di qualità dell'aria (attraverso il ricambio e la filtrazione).

La portata d'aria elaborata comprende in genere una quota di aria esterna di rinnovo e una quota di aria di ricircolo, salvo i casi in cui questo sia esplicitamente vietato dalle normative.

Negli impianti misti, l'UTA tratta sola aria esterna per controllare l'umidità relativa e la qualità dell'aria, mentre il controllo di temperatura è demandato alle unità terminali poste in ambiente.

Negli impianti con solo trattamento locale, il ricambio d'aria e il controllo di temperatura ambiente sono gestiti direttamente dalle unità terminali: si tratta quindi di una soluzione più semplice delle precedenti dal punto di vista della realizzazione e dei costi iniziali, in quanto non prevede né le UTA, né le reti aerauliche.

Nei primi due casi la gestione del comfort interno (temperatura, umidità, qualità dell'aria) risulta più efficace e permette di monitorare contemporaneamente più ambienti, mentre gli impianti con solo trattamento locale sono limitati ad una gestione puntuale per singolo ambiente e/o stanza, nonché meno conveniente dal punto di vista estetico.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Negli impianti a tutt'aria o misti sono generalmente presenti due ventilatori.

- Ventilatore di mandata: preleva l'aria dall'esterno (o da una sezione di miscela, nel caso di impianti con ricircolo), e la fa passare attraverso i vari stadi di riscaldamento/raffrescamento, umidificazione/deumidificazione e filtrazione presenti nell'UTA, inviandola alla rete di mandata.
- Ventilatore di ripresa: è collegato alla rete di estrazione dell'aria dai vari locali, che espelle infine l'aria esausta verso l'esterno; in molti casi, fra sezione di mandata e sezione di ripresa dell'U.T.A. è inserito un recuperatore di energia termica, con lo scopo di ridurre il fabbisogno energetico dovuto al trattamento termoigrometrico dell'aria di rinnovo.

Gli impianti a tutt'aria sono generalmente utilizzati in ambienti a elevato tasso di occupazione, quali cinema, teatri, sale conferenze, aule universitarie, supermercati e impianti sportivi, nonché nei casi in cui è necessario garantire un controllo spinto della contaminazione dell'aria (ospedali, camere bianche, ecc.).

Per questi impianti la portata d'aria è generalmente determinata in base ai carichi termici e assume valori tipicamente compresi fra 3 e 8 volumi/ora, di cui 1-2 volumi di aria esterna e i restanti di aria di ricircolo dell'aria ambiente.





Valori di portata ancora più alti (12-15 vol/h) sono richiesti, ad esempio, in ambienti ospedalieri a elevata intensità di cura, come reparti operatori o di terapia intensiva.

Per impostare correttamente la progettazione acustica di un impianto aeraulico occorre considerare tutte le modalità di generazione del rumore nei sistemi di trattamento e distribuzione dell'aria e valutare la trasmissione di energia vibroacustica sia per via solida che per via aerea.

La sorgente primaria è costituita dal ventilatore: parte della potenza acustica prodotta è irradiata direttamente dalla cassa del ventilatore, parte è trasmessa alla rete aeraulica.

Le sorgenti secondarie sono dovute principalmente al deflusso dell'aria nei condotti e, in misura minore, alla trasmissione sonora attraverso le pareti dei condotti.



 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Il ventilatore, come tutte le macchine rotanti, genera nel funzionamento vibrazioni, che possono propagarsi alle strutture edilizie e alla rete aeraulica: l'intervento più semplice consiste nel ridurre la trasmissione delle vibrazioni generate dalla rotazione del ventilatore.





Nel caso delle UTA il gruppo motore-ventilatore è montato su un telaio di supporto, che deve sempre essere collegato alla struttura dell'U.T.A. tramite supporti antivibranti: è, inoltre, consigliabile che la stessa U.T.A., così come le unità di sola ventilazione, siano disaccoppiate dalle strutture sottostanti con l'interposizione di uno strato di materiale resiliente.

Un altro accorgimento consigliato è di realizzare il collegamento fra ventilatore e condotti aeraulici attraverso un giunto elastico, costituito ad esempio da un tessuto impermeabile all'aria, al fine di evitare che le vibrazioni generate dalla rotazione del ventilatore siano trasmesse al condotto.

La rete di distribuzione dell'aria è sede di ulteriori fenomeni acustici, che possono essere altrettanto importanti della generazione iniziale dovuta al ventilatore, quali in particolare i fenomeni di rigenerazione del rumore aerodinamico, dovuti ai deflussi turbolenti che si verificano in particolare in punti singolari del condotto quali curve, diramazioni, serrande e diffusori.

Per limitare tali fenomeni è importante agire su due fronti, ovvero limitare la velocità di deflusso dell'aria nei condotti e curare sia il tracciato della rete, sia la realizzazione dei suddetti elementi singolari: per intervenire sulla velocità dell'aria è comune aumentare la sezione della condotta.

Per avere un'idea di quanto influisca sull'emissione acustica la velocità dell'aria, si consideri che una riduzione di velocità del 20% determina una diminuzione del livello di rumore dell'ordine di 5 dB, e di circa 8 dB se la riduzione di velocità è del 30%.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Riguardo al tracciato della rete, sono da preferire curve ad ampio raggio e sono da evitare le strozzature troppo accentuate e le brusche variazioni di sezione, che andrebbero piuttosto realizzate con raccordi progressivi, da prevedere anche in corrispondenza delle diramazioni.

Un adeguato dimensionamento dei volumi tecnici, dei cavedi e dei controsoffitti sono infatti condizioni essenziali per il corretto funzionamento degli impianti con evidenti ripercussioni sulle prestazioni termotecniche, energetiche ed acustiche, nonché sulla possibilità di una efficace manutenzione dei vari componenti di impianto.





Dai valori indicati alla tabella successiva emerge che è buona prassi, nella rete di mandata, prevedere valori di velocità decrescenti quando si procede dal ramo principale (direttamente accoppiato all'U.T.A.) verso i rami secondari e terminali cui sono collegati i diffusori; analogamente, per la rete di estrazione, le velocità saranno crescenti dai rami periferici verso il ramo principale collegato alla sezione di ripresa dell'U.T.A.

Questa scelta presenta una duplice utilità: riduce il rischio di emissione di rumore aerodinamico nei rami più vicini ai diffusori e, quindi, agli spazi occupati e realizza un andamento della pressione statica nella rete più favorevole per un corretto bilanciamento delle portate ai terminali.

Utenza	Residenziale	Terziario	Industriale
Presa aria esterna	2,5	2,5	2,5
Bocca premente ventilatore	7	8	10
Condotto principale	4	6	8
Condotti secondari	3	4	5
Tronchi terminali	2,5	3	4

**Figura 21: impianti aeraulici (valori massimi consigliati velocità aria reti mandata, fonte *saint-gobain.com*)**

Un ulteriore accorgimento per migliorare le prestazioni dei diffusori e ridurre l'immissione di potenza acustica in ambiente è dotare il diffusore stesso di un plenum, ovvero di un volume in cui l'aria proveniente dal condotto riduce la propria velocità trasformando la pressione dinamica in pressione statica: il plenum, come il tratto terminale del condotto, può essere rivestito di materiale fonoassorbente.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Le tipologie costruttive per i condotti di distribuzione dell'aria sono essenzialmente tre.

- La condotta metallica che, per migliorare la resa acustica ed evitare perdite termiche, può essere isolata esternamente con materiale in lana minerale.
- La condotta preisolata e autoportante realizzata a partire da pannelli in materiale schiumoso (PIR/PUR).
- La condotta preisolata autoportante realizzata a partire da pannelli in lana di vetro tipo *Isover CLIMAVER A2 neto*.

Dal punto di vista delle prestazioni acustiche le tre tipologie si caratterizzano in termini di potere fonoisolante e di assorbimento acustico, da cui deriva una più o meno apprezzabile attenuazione del livello di pressione sonora per unità di lunghezza.

La figura successiva, riferita a un condotto rettangolare di sezione 300x400 mm, fornisce per le tre suddette tipologie i valori di coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha$  e di attenuazione (dB/5 m) nelle bande di ottava comprese fra 125 Hz e 2 kHz.



**Canale metallico isolato esternamente**

[Hz]	125	250	500	1000	2000
Assorbimento acustico ( $\alpha$ )	0,03	0,03	0,05	0,05	0,03
$\Delta L$ (dB/5m)	0,5	0,5	1	1	0,5



**Condotta autoportante PUR**





[Hz]	125	250	500	1000	2000
Assorbimento acustico ( $\alpha$ )	0,02	0,01	0,02	0,13	0,19
$\Delta L$ (dB/5m)	0,5	0,5	1	1	0,5



**Condotta autoportante Isover CLIMAVER® A2 neto**

[Hz]	125	250	500	1000	2000
Assorbimento acustico ( $\alpha$ )	0,025	0,6	0,65	0,95	01
$\Delta L$ (dB/5m)	8,8	29	33	57	61

**Figura 22: impianti aeraulici (proprietà acustiche dei condotti, fonte *saint-gobain.com*)**

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Le condotte realizzate in materiale a cellule chiuse (metalliche e preisolate in PIR/PUR), essendo materiali rigidi, trasmettono energia vibroacustica: occorre prestare particolare attenzione non solo alla fase progettuale ma anche a quella di installazione che dovrà essere accuratamente rifinita e prevede l'uso di antivibranti e soluzioni di smorzamento delle vibrazioni.





L'assorbimento acustico è quel fenomeno per cui parte dell'energia acustica che colpisce una superficie viene assorbita trasformandosi in calore.

Pertanto,  $\alpha$  rappresenta la quantità di energia incidente che tale materiale è in grado di assorbire; è adimensionale e in materiali porosi come la lana di vetro dipende da vari parametri:

- resistenza al flusso d'aria;
- frequenza sonora;
- porosità (volume dell'aria/volume totale);
- tortuosità (geometria della struttura del materiale);
- spessore.

Guardando al caso specifico delle condotte aerauliche, quando l'onda sonora incontra la parete interna della condotta si presentano i seguenti fenomeni:

- una parte dell'energia incidente viene riflessa e continuerà a scorrere all'interno della condotta;
- una parte viene assorbita e trasformata in calore;
- una parte viene trasmessa verso l'esterno della condotta.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 2.5.2 Attenuazione nelle condotte d'aria

Nella propagazione attraverso la rete di distribuzione dell'aria il rumore si attenua in modo naturale per effetto della dissipazione energetica dovuta alla vibrazione delle pareti dei condotti non perfettamente rigide.

L'azione della pressione sonora fluttuante nei canali mette in vibrazione le pareti trasformando l'energia acustica in energia meccanica che viene in parte irradiata all'esterno del condotto come rumore ed in parte assorbita dallo smorzamento interno, come indicato alla figura successiva.

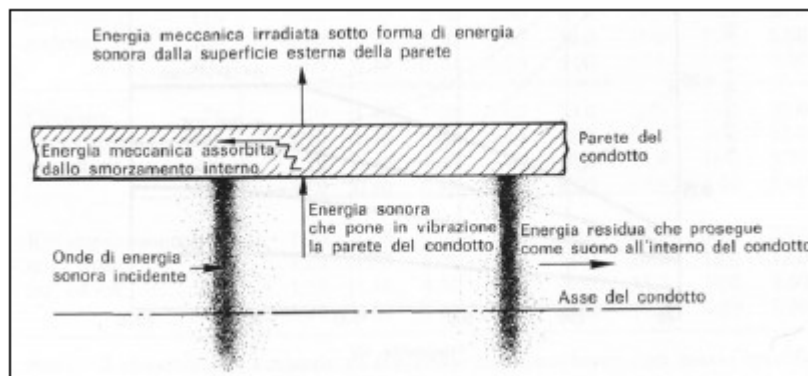


Figura 23: impianti aeraulici (bilancio energetico in un elemento di parete di canalizzazione, fonte *Aermec*)

Un'analisi accurata del problema richiede la suddivisione dello stesso in tre fasi:

- stima della potenza sonora totale immessa dal ventilatore nel sistema ( dati solitamente reperibili dalle schede tecniche e/o certificazioni fornite dal costruttore);
- calcolo dell'attenuazione totale dell'energia immessa per effetto delle varie parti che compongono l'impianto aeraulico (tratti rettilinei, curve, derivazioni, eccetera);
- stima della quantità di energia irradiata dal terminale nell'ambiente ventilato (con riferimento alla bocchetta più prossima al ventilatore a fini cautelativi).

Risulta evidente che ovunque vada l'energia si assiste ad una riduzione del livello di potenza sonora originario lungo il condotto di distribuzione dell'aria: essendo, inoltre, tale processo dissipativo continuo è preferibile esprimere l'entità della perdita per metro di condotto attraversato, pervenendo alla tabelle di seguito riportate.

TABELLA 5.2

**Attenuazione (in dB/m) dei condotti rettilinei rigidi**

Sezione	Lato minore o diametro (mm)	Attenuazione (dB/m) secondo la banda d'ottava (Hz)							
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Circolare (senza rivestimento)	75 - 199	0.07	0.10	0.16	0.16	0.33	0.33	0.33	0.33
	200 - 399	0.07	0.10	0.10	0.16	0.23	0.23	0.23	0.23
	400 - 799	0.07	0.07	0.07	0.10	0.16	0.16	0.16	0.16
	800 - 1500	0.03	0.03	0.03	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Rettangolare (senza rivestimento)	75 - 199	0.16	0.66	0.49	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	200 - 399	0.48	0.66	0.49	0.33	0.23	0.23	0.23	0.23
	400 - 799	0.50	0.66	0.33	0.23	0.16	0.16	0.16	0.16
	800 - 1500	0.60	0.33	0.16	0.10	0.07	0.07	0.07	0.07
Circolare (con rivest. esterno)	75 - 199	0.14	0.20	0.35	0.16	0.33	0.33	0.33	0.33
	200 - 399	0.14	0.20	0.20	0.16	0.23	0.23	0.23	0.23
	400 - 799	0.14	0.14	0.14	0.10	0.16	0.16	0.16	0.16
	800 - 1500	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Rettangolare (con rivest. esterno)	75 - 199	0.35	1.30	1.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	200 - 399	1.00	1.30	1.00	0.33	0.23	0.23	0.23	0.23
	400 - 799	1.00	1.30	0.70	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
	800 - 1500	1.00	0.70	0.35	0.10	0.07	0.07	0.07	0.07
Circolare (con rivest. interno)	75	0.60	0.70	3.50	12.0	30.0	35.0	30.0	25.0
	125	0.60	0.70	2.50	7.00	18.0	24.0	18.0	12.0
	200	0.60	0.70	2.00	3.00	10.0	15.0	10.0	8.00
	400	0.60	0.40	0.40	2.50	6.00	10.0	6.00	5.00
Rettangolare (con rivest. interno)	75	0.60	0.70	3.50	12.0	30.0	35.0	30.0	25.0
	125	0.60	0.70	2.50	7.00	18.0	24.0	18.0	12.0
	200	0.60	0.70	2.00	3.00	10.0	15.0	10.0	8.00
	400	0.60	0.40	0.40	2.50	6.00	10.0	6.00	5.00
Circolare (con rivest. int. ed est.)	75	1.20	1.40	7.00	12.0	30.0	35.0	30.0	25.0
	125	1.20	1.40	5.00	7.00	18.0	24.0	18.0	12.0
	200	1.20	1.40	4.00	3.00	10.0	15.0	10.0	8.00
	400	1.20	0.80	0.80	2.50	6.00	10.0	6.00	5.00
Rettangolare (con rivest. int. ed est.)	75	1.20	1.40	7.00	12.0	30.0	35.0	30.0	25.0
	125	1.20	1.40	5.00	7.00	18.0	24.0	18.0	12.0
	200	1.20	1.40	4.00	3.00	10.0	15.0	10.0	8.00
	400	1.20	0.80	0.80	2.50	6.00	10.0	6.00	5.00

Nota - Il rivestimento s'intende di materiale fonoassorbente con massa specifica di 35 - 40 kg/m<sup>3</sup> e spessore di 50 mm.

Figura 24: impianti aeraulici (attenuazione per condotti rettilinei rigidi, fonte *Aermec*)

E' importante sottolineare che alla basse frequenze i condotti a sezione rettangolare attenuano maggiormente di quelli a sezione circolare; questo è legato al fatto che a tali frequenze l'attenuazione è inversamente proporzionale alla rigidità che è relativamente maggiore nel caso di condotti a sezione circolare.

Alle alte frequenze i valori di attenuazione sono comparabili in quanto la trasmissione del rumore attraverso i divisori dipende, invece, dalla massa per unità di superficie del divisorio: a parità di massa, la dispersione del rumore è la stessa.

TABELLA 5.3  
Attenuazione (dB) dei raccordi a gomito rigidi





Gomiti a sezione rettangolare	Lato minore della sezione (mm)	Attenuazione (dB) secondo la banda d'ottava (Hz)							
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Con alette deflettrici (senza rivestimento)	75 - 140	0	0	0	0	0	1	2	3
	150 - 275	0	0	0	0	1	2	3	3
	300 - 575	0	0	0	1	2	3	3	3
	600 - 950	0	0	1	2	3	3	3	3
	975 - 1100	0	1	2	3	3	3	3	3
	1105 - 1350	1	2	3	3	3	3	3	3
1375 - 1500	1	2	3	3	3	3	3	3	
Senza alette deflettrici (senza rivestimento)	75 - 100	0	0	0	0	1	7	7	3
	115 - 140	0	0	0	0	5	8	4	3
	150 - 200	0	0	0	1	7	7	4	3
	225 - 275	0	0	0	5	8	4	3	3
	300 - 400	0	0	1	8	6	3	3	3
	425 - 575	0	0	6	8	4	3	3	3
	600 - 825	0	3	8	5	3	3	3	3
	850 - 950	0	5	8	4	3	3	3	3
	975 - 1100	0	6	8	4	3	3	3	3
	1125 - 1350	0	8	6	3	3	3	3	3
	1375 - 1500	0	8	5	3	3	3	3	3
Senza alette deflettrici (con rivest. interno)	75 - 100	0	0	0	0	2	13	18	18
	115 - 140	0	0	0	1	7	16	18	16
	150 - 200	0	0	0	2	13	18	18	16
	225 - 275	0	0	1	7	16	18	16	17
	300 - 400	0	0	4	14	18	18	16	18
	425 - 575	0	1	8	17	18	16	17	18
	600 - 825	0	4	15	18	17	17	18	18
	850 - 950	0	5	16	18	17	17	18	18
	975 - 1100	1	8	17	18	16	17	18	18
	1125 - 1350	2	12	18	18	16	18	18	18
1375 - 1500	3	14	18	18	17	18	18	18	
Derivazione a T (rivestimento solo nella derivazione)	75 - 100	0	0	0	0	2	11	14	13
	115 - 140	0	0	0	1	8	14	14	13
	150 - 200	0	0	0	2	11	13	13	12
	225 - 275	0	0	1	6	14	13	13	11
	300 - 400	0	0	3	12	13	12	12	10
	425 - 575	0	2	9	14	12	10	11	10
	600 - 825	0	4	13	13	11	10	10	10
	850 - 950	0	5	14	13	11	10	10	10
	975 - 1100	0	7	14	13	11	10	10	10
1125 - 1350	0	11	14	12	10	10	10	10	
1375 - 1500	0	12	14	11	10	10	10	10	

Nota - Il rivestimento s'intende di materiale fonoassorbente con massa specifica di 35-40 kg/m<sup>3</sup> e spessore di 50 mm.

Figura 25: impianti aeraulici (attenuazione per raccordi a gomito rigidi, fonte *Aermec*)

In tale tipologia di condotti, più che dallo smorzamento o dall'assorbimento interno, l'attenuazione è in prevalenza legata alla riflessione in direzione della sorgente: in funzione di ciò è logico che l'attenuazione maggiore la si ottenga con una curva a 90°.

Vi sono poi picchi di attenuazione alle frequenze cui la lunghezza d'onda è doppia rispetto alla lunghezza del condotto: in generale, è possibile affermare che l'attenuazione prodotta da una curva è direttamente proporzionale alla resistenza aerodinamica offerta.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023   
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

In corrispondenza delle derivazioni l'attenuazione acustica è legata essenzialmente alla ripartizione della potenza sonora complessiva nei condotti secondari.

A tale proposito è possibile, senza commettere errori rilevanti, assumere che l'energia proveniente dal condotto principale si distribuisca nei condotti secondari nella stessa misura in cui lo fa la portata.

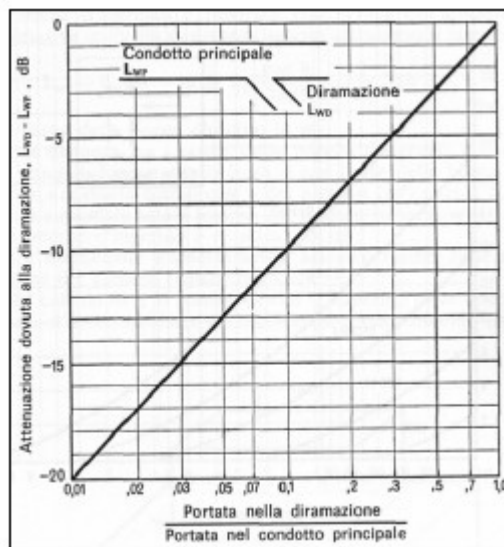


Figura 26: impianti aeraulici (attenuazione per diramazioni, fonte *Aermec*)

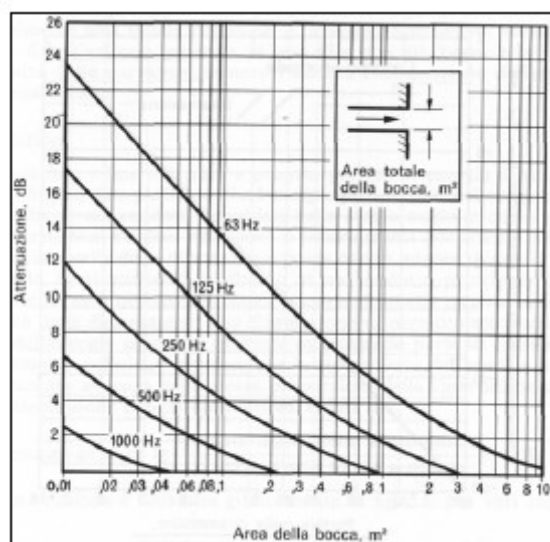






Figura 27: impianti aeraulici (attenuazione per terminali di condotto, fonte *Aermec*)



 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 2.5.3 Prescrizioni previsionali di progetto sulle sorgenti impiantistiche

Occorrerà prestare attenzione alla scelta delle sorgenti tecnologiche destinate al trattamento dell'aria, alla climatizzazione ed alla produzione di acqua calda sanitaria, sia in relazione al valore di potenza sonora associato, che al posizionamento degli impianti medesimi.

Con particolare riferimento all'impianto aeraulico, al fine di garantire il rispetto dei limiti di indicati al D.P.C.M. 05/12/1997 per gli impianti a funzionamento continuo, si rendono necessari gli interventi di mitigazione acustica di seguito elencati.

- Installazione di un silenziatore tipo Tecnoventil SLL/SLM P = 900 in esterno sui canali di mandata (valori di attenuazione 5 dB a 63 Hz, 9 dB a 125 Hz, 16 dB a 250 Hz, 30 dB a 500 Hz, 39 dB a 1 kHz, 39 dB a 2 kHz, 31 dB a 4 kHz, 26 dB a 8 kHz).
- Installazione di un silenziatore tipo Tecnoventil SLL/SLM P = 900 in esterno suo canale di presa aria (valori di attenuazione 5 dB a 63 Hz, 9 dB a 125 Hz, 16 dB a 250 Hz, 30 dB a 500 Hz, 39 dB a 1 kHz, 39 dB a 2 kHz, 31 dB a 4 kHz, 26 dB a 8 kHz).

La trasmissione dei rumori avviene sia per via aerea (con particolare riferimento sia per il propagarsi delle vibrazioni trasmesse direttamente alle partizioni su cui si poggiano le macchine stesse e/o alla rete delle tubazioni.

Le vibrazioni si trasmettono a distanza anche lungo le tubazioni dell'impianto: pertanto, gli impianti medesimi saranno disaccoppiati dalla base di posa mediante opportuni supporti antivibranti, al fine di evitare connessioni dirette con le partizioni orizzontali e verticali.

Analogamente, le canalizzazioni ubicate internamente al controsoffitto o ai locali dovranno essere disaccoppiate dalla struttura dell'edificio attraverso giunti antivibranti e/o soluzioni similari.



Morlini Engineering

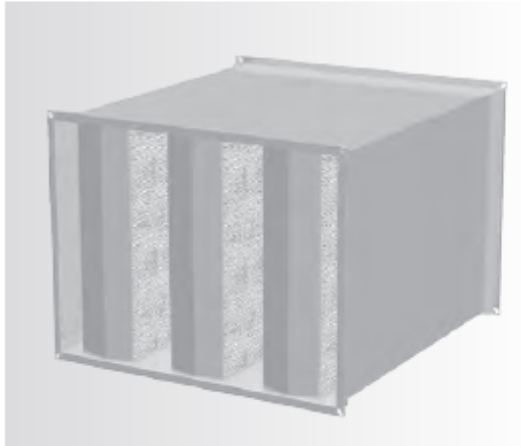
Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)

REV. 0 - 2023



Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)

DATA: 13/03/2023



### Versioni





- SL ... (silenzianti rettangolari con setti fonoassorbenti in lana minerale e protezione in velo vetro, spessore 200 mm)
- SLL (interspazio 100 mm,  $v_{max}$  aria 12 m/s)
- SLM (interspazio 100 mm, protezione aggiuntiva in lamiera microstirata,  $v_{max}$  aria 20 m/s)
- SLP (interspazio 150 mm,  $v_{max}$  aria 12 m/s)
- SLQ (interspazio 150 mm, protezione aggiuntiva in lamiera microstirata,  $v_{max}$  aria 20 m/s)
- SLN (interspazio 200 mm,  $v_{max}$  aria 12 m/s)
- SLO (interspazio 200 mm, protezione aggiuntiva in lamiera microstirata,  $v_{max}$  aria 20 m/s)

I silenzianti rettangolari della serie SL sono stati studiati per ridurre la rumorosità negli impianti di climatizzazione sia civili che industriali; sono realizzati in lamiera d'acciaio zincato sendzimir con elementi fonoassorbenti in lana minerale e protezione in velo vetro. L'eventuale protezione con lamiera microstirata ne permette l'utilizzo per velocità sino a 20 m/s.

- SLL / SLM (l=100 mm)

P [mm]	Bande d'ottava [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
600	4	7	12	20	28	28	21	23
900	5	9	16	30	39	39	31	26
1200	6	12	23	40	51	51	41	29
1500	8	15	26	43	53	53	45	32
1800	9	17	30	47	55	55	49	36
2100	11	20	35	55	55	55	55	43
2400	12	23	40	55	55	55	55	47

Figura 28: scheda tecnica (esempio silenzianti tipo, fonte Tecnoventil)

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 3. Interventi volti al rispetto dei requisiti acustici passivi degli edifici

#### 3.1 Isolamento acustico per via aerea

Sia in fase di progettazione che di realizzazione è utile tenere presente alcuni accorgimenti per evitare la presenza di percorsi preferenziali di propagazione del rumore e di conseguenza incrementare l'isolamento acustico globale.

1. Nella realizzazione della muratura, il mancato riempimento con malta dei giunti verticali tra i blocchi, anche se in presenza di intonaco, costituisce una via preferenziale di trasmissione del rumore (esempio in figura successiva, soluzione corretta a destra).

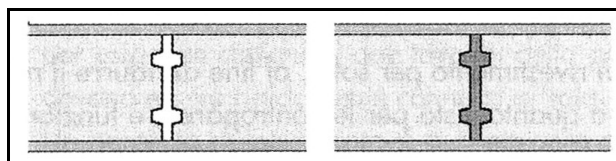


Figura 29: accorgimenti costruttivi (corretto riempimento di malta tra i giunti verticali)

2. Gli impianti possono essere annegati nella muratura, senza particolari effetti secondari, se le dimensioni delle tracce sono limitate e ben riempite di malta (esempio in figura successiva, soluzione corretta a destra).

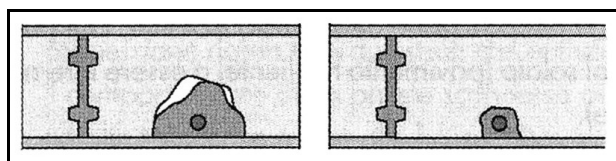




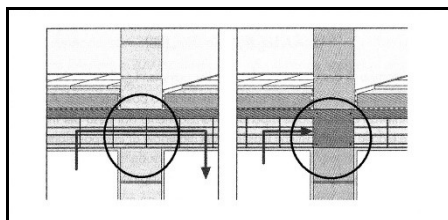


Figura 30: accorgimenti costruttivi (corretto riempimento di malta per impianti annegati nella muratura)

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

3. Il pavimento ed il relativo sottofondo devono essere separati dalla parete divisoria, possibilmente con l'interposizione di materiale elastico; percorsi preferenziali di trasmissione del rumore si presentano nel caso di pareti divisorie al di sotto di solai realizzati con pignatte forate sistemate con travetti ortogonali rispetto al tramezzo (esempio in figura successiva).







**Figura 31: accorgimenti costruttivi (corretto riempimento di malta per impianti annegati nella muratura)**

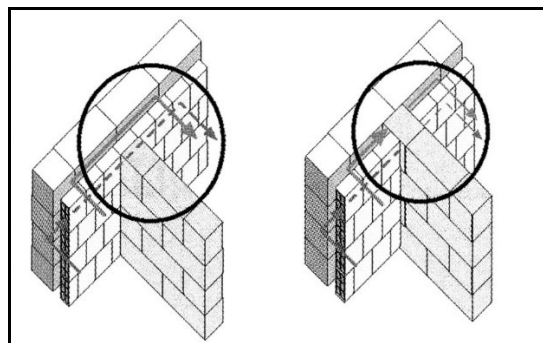
4. Per evitare le perdite di rumore al di sotto della parete attraverso il solaio è necessario aver realizzato il pavimento galleggiante ed aver posto in opera una fascia tagliamuro. Posizionata sotto tutte le tramezze interne al locale (compreso il solo tavolato interno del muro perimetrale) essa riduce la componente di rumore che passa dai muri al locale adiacente (quantificabile in circa 3/5 dB a seconda dei casi).



**Figura 32: accorgimenti costruttivi (posa fascia tagliamuro sottoparete)**

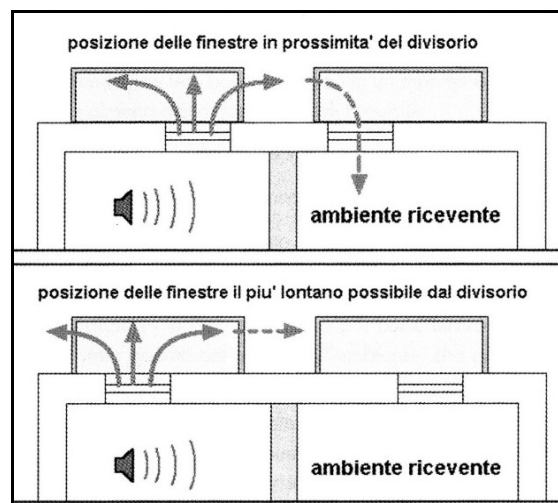
 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

5. Nelle pareti perimetrali, in corrispondenza dei tramezzi, occorre *interrompere* le continuità delle intercapedini; si deve prestare attenzione, tuttavia, al possibile instaurarsi di ponti termici e di conseguenti vie preferenziali di trasmissione del calore.







**Figura 33: accorgimenti costruttivi (interruzione continuità in corrispondenza pareti perimetrali)**

6. Una posizione ravvicinata di eventuali aperture, quali finestre o porte, nelle strutture laterali rispetto al divisorio, può facilitare la trasmissione del rumore.



**Figura 34: accorgimenti costruttivi (trasmissione rumore attraverso aperture esterne)**

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

7. Sono da evitare tracce scatole elettriche contrapposte che comporterebbero ponti acustici di notevole entità; il completo riempimento dell'intercapedine può in parte eliminare tali penalizzazioni o, in alternativa, può essere previsto il loro inserimento in appositi moduli fonoisolanti.

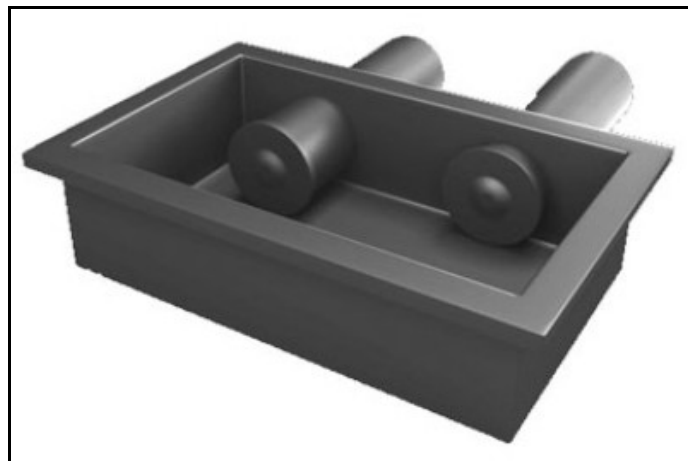


Figura 35: accorgimenti costruttivi (esempio modulo fonoisolante per scatole elettriche)

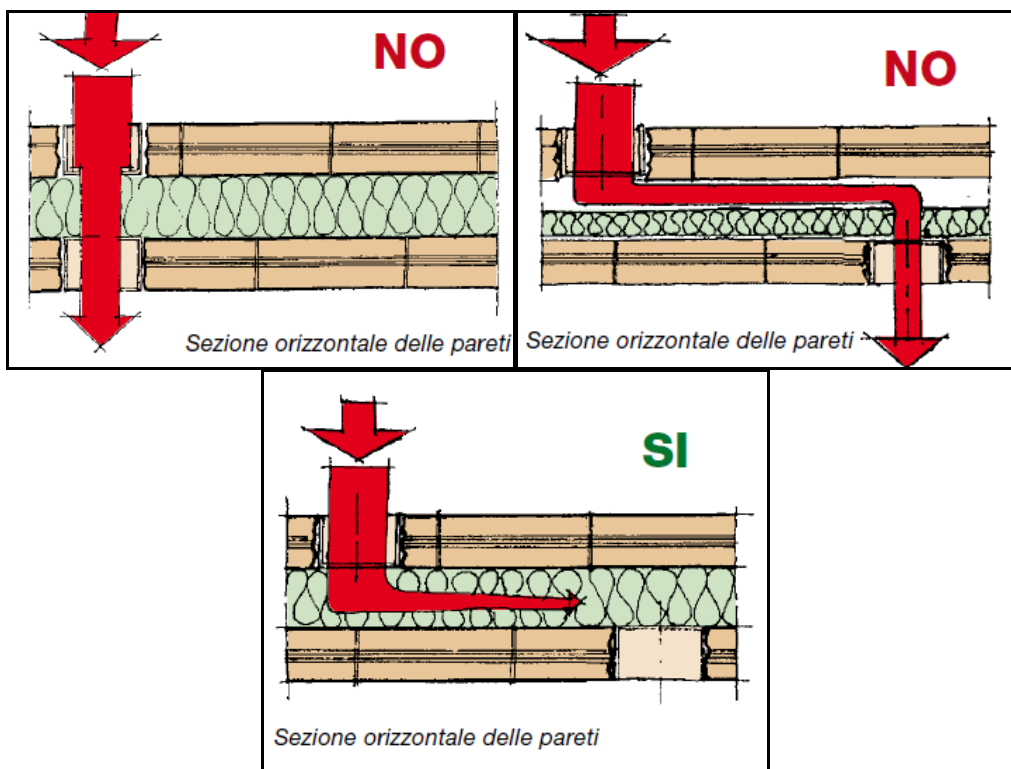






Figura 36: accorgimenti costruttivi (scatole elettriche, riempimento intercapedine)

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

8. Nel caso in cui all'interno di una parete fonoisolante sia contenuto un pilastro esso costituisce un ponte acustico (oltre che termico), specie se in calcestruzzo armato. La correzione del ponte acustico si realizza di norma mediante fasciatura dello stesso con materiale elastico e con il successivo ricoprimento con una piccola tavella da intonacare.





Nei casi in cui, per problemi di spessore, non si riesca a chiudere con una tavella si può fissare direttamente sull'isolante, con tasselli in nylon, una robusta rete portaintonaco e procedere alla finitura della parete, facendo particolare attenzione alle fessurazioni.

Esistono dei setti verticali come ad esempio vani scale, vani ascensori e pilastri che collegano rigidamente tutta la struttura dalle fondazioni all'ultimo solaio che però non possono essere *"tagliati"* acusticamente.

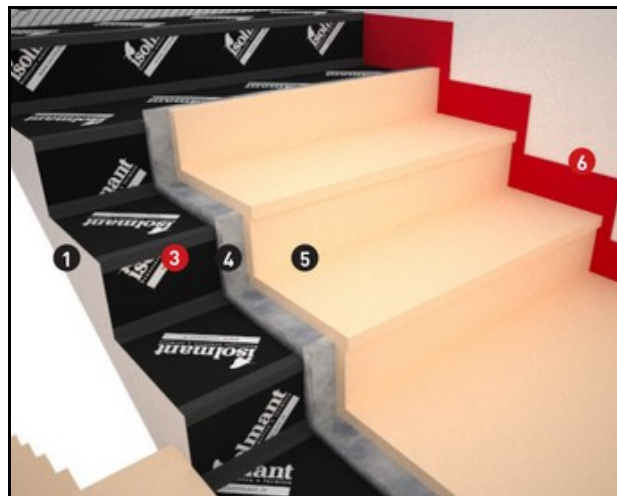
In questi casi si procede alla fasciatura mediante specifici materiali ed al successivo rivestimento ove possibile con una tavella da 4/5 cm oppure con pannelli in gesso rivestito o lana di legno o con semplice rete porta-intonaco.



Figura 37: accorgimenti costruttivi (isolamento pilastri, fonte *isolmant.com*)





 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023   
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

9. Le scale interne hanno una conformazione che porta il rumore a propagarsi ed amplificarsi, soprattutto per via strutturale; questi rumori solitamente sono dovuti al calpestio sulle scale di chi non utilizza l'ascensore, solitamente all'interno di edifici residenziali e possono creare disagi, soprattutto durante le ore notturne.
- Per procedere all'isolamento acustico delle scale, è importante applicare materiale resiliente che abbia la capacità di dissipare la vibrazione che causa il rumore.
- Questo deve avvenire con l'utilizzo di teli pretagliati di materiale resiliente ad elevate prestazioni, che verranno applicati a colla al di sotto della finitura pedonabile della scala. Inoltre, dovranno essere previsti accessori come la fascia di giunzione dei teli e la fascia laterale per il disaccoppiamento della scala dal vano scala, al fine di ottenere il completo isolamento strutturale della scala, come evidenziato nella figura successiva.

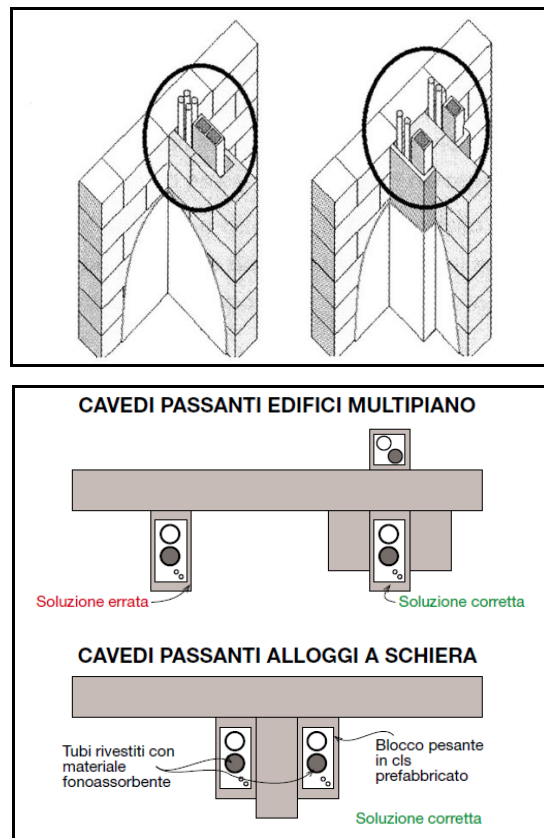


**Figura 38: accorgimenti costruttivi (esempio isolamento scale, fonte *isolmant.com*)**







 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>		DATA: 13/03/2023

10. In generale, l’inserimento di canalizzazioni per gli impianti nelle pareti divisorie, con la creazione di veri e propri ponti acustici, altera le prestazioni di isolamento, come approfondito al paragrafo 3.4.



**Figura 39: accorgimenti costruttivi (coretto posizionamento dei passaggi impiantistici)**

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023   
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 3.2 Isolamento di facciata

I serramenti contribuiscono in maniera determinante all'isolamento complessivo della facciata: questi elementi dovranno essere installati in opera in modo da evitare il passaggio dell'aria (e quindi dei rumori) lungo il perimetro.





L'indice di potere fonoisolante dei serramenti deve essere certificato dal fornitore degli stessi mediante i risultati di prove di laboratorio conformi alla normativa tecnica vigente (UNI ES ISO 10140): la prova deve riguardare l'intero serramento (telaio + vetro).

Nel caso in cui i serramenti siano dotati di cassonetto tale prova dovrà, invece, riguardare l'intero sistema monoblocco (telaio + vetro + cassonetto) con avvolgibile alzato (finestra non oscurata); in alternativa, sarà possibile considerare separatamente i certificati di finestre e cassonetti.

Il fornitore dei serramenti indica tutte le prescrizioni di corretta posa in opera dei propri sistemi, che devono risultare conformi a quanto indicato per la corrispondente posa in opera nelle prove di laboratorio.

Le prestazioni in opera dei serramenti dipendono, oltre che dalle caratteristiche intrinseche, dalla qualità dei vari componenti che lo costituiscono, dalla qualità del loro assemblaggio, dalla qualità del montaggio sul muro e da quella del muro medesimo.

- Estrema cura viene raccomandata nella realizzazione e nella posa delle guarnizioni, che devono essere prive di rotture e, per quanto possibile, continue lungo tutto il perimetro del serramento, con particolare attenzione alla realizzazione degli angoli.
- Tra falso telaio e telaio si raccomanda l'interposizione di materiale fibroso fonoimpedente o, in alternativa, l'utilizzo di schiume che riempiano completamente l'intercapedine.
- Occorre minimizzare l'esposizione del falso telaio e garantire che sia protetto da materiale isolante sufficiente ad evitare perdite di prestazione.
- Il telaio fisso deve essere giuntato sul perimetro interno ed esterno utilizzando silicone: è da preferire la realizzazione della mazzetta esterna rispetto alla posa in luce.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Si ritiene necessario effettuare la scelta dei serramenti sulla base di certificazioni di laboratorio eseguite su un campione avente la stessa tipologia di apertura, lo stesso numero di ante e una superficie simile (non inferiore al 50%) dei serramenti di progetto.

Se la condizione sulla dimensione non risulta rispettata occorre considerare i coefficienti correttivi riportati nella seguente tabella (allegato B della UNI EN 14351-1 :2016), che devono essere sommati alle prestazioni acustiche richieste per i serramenti:





Window size range		Sound insulation value for window
Test results (see B.2) for test specimen of any size	Tabulated values (see B.3) *	
-100% to 50% of test specimen overall area	overall area $\leq 2,7 \text{ m}^2$	$R_W$ and $R_W + C_{tr}$ according to B.2 or B.3
+50% to 100% of test specimen overall area	$2,7 \text{ m}^2 < \text{overall area} \leq 3,6 \text{ m}^2$	$R_W$ and $R_W + C_{tr}$ corrected by -1 dB
+100% to 150% of test specimen overall area	$3,6 \text{ m}^2 < \text{overall area} \leq 4,6 \text{ m}^2$	$R_W$ and $R_W + C_{tr}$ corrected by -2 dB
> +150% of test specimen overall area	$4,6 \text{ m}^2 < \text{overall area}$	$R_W$ and $R_W + C_{tr}$ corrected by -3 dB
* The area intervals indicated for tabulated values are identical to the intervals for test results according to B.2 using the recommended test specimen size 1,23 m x 1,48 m		

**Tabella 29: accorgimenti costruttivi (coefficienti correttivi UNI EN 14351-1 allegato B)**

In sede esecutiva, la D.L. deve richiedere la fornitura di serramenti con telai tali da ricreare le condizioni di prova in laboratorio del serramento medesimo.

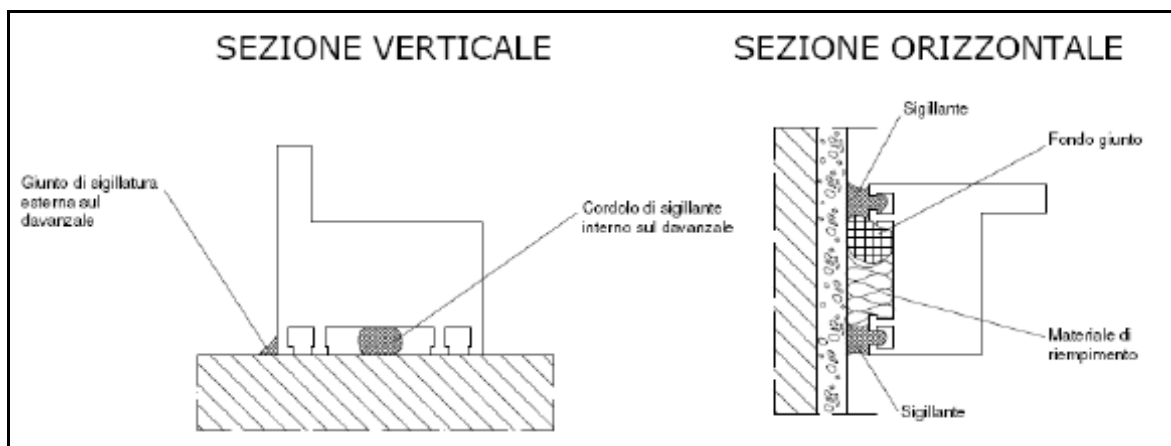
Se ciò non dovesse essere soddisfatto i certificati di misura non saranno ritenuti validi e, quindi, per validare la scelta di un serramento darà necessaria una misura di isolamento di facciata in opera durante le fasi di cantiere.

La posa del serramento deve avvenire secondo la normativa UNI 11673-1:2017 “*Posa in opera di serramenti*”; si riportano di seguito esempi di corretta posa con giunto in luce e giunto in battuta di un generico telaio.





 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Il giunto per la posa del telaio in luce e costituito dai seguenti componenti messi in opera nell'ordine sotto riportato:

- si applica un cordolo sigillante sulle tre spallette di battuta del vano finestra e sul davanzale, avendo cura di raccordarli;
- una volta inserito e fissato il telaio del serramento all'interno del vano murario, occorre eseguire l'operazione di riempimento del giunto con materiale espandente;
- effettuare la sigillatura della parte interna del giunto con sigillante;
- effettuare la sigillatura della piccola fuga che rimane tra la muratura e il serramento sulla parte esterna del giunto con sigillante.



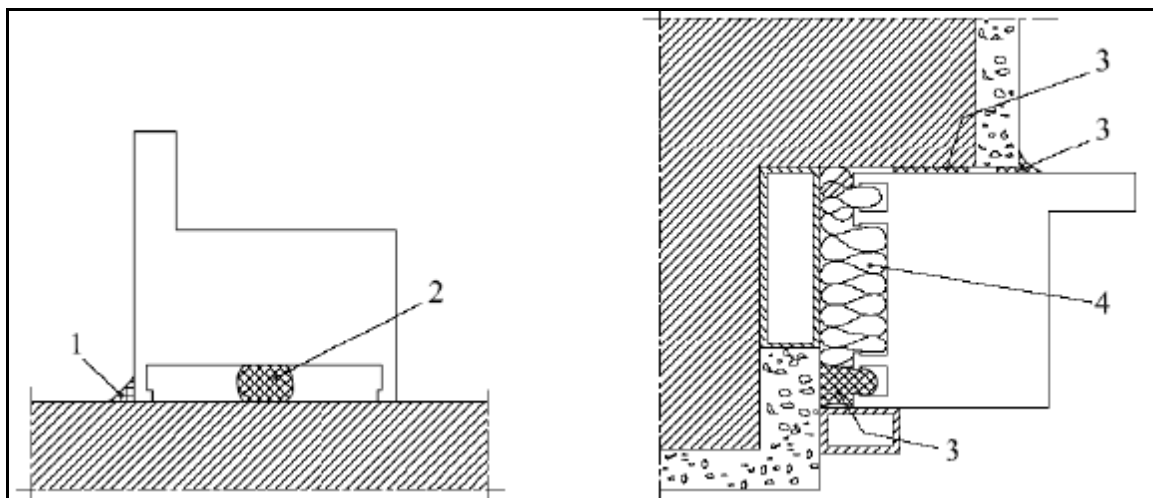
**Figura 40: accorgimenti costruttivi (corretta sigillatura del giunto in luce)**

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023





Ai fini dell'isolamento acustico un giunto in battuta funziona meglio di un giunto in luce, soprattutto se il giunto non è stato realizzato correttamente.

Per la creazione del giunto a battuta su spalletta a centro muro o a mazzetta si riportano i componenti da utilizzare e la successione delle operazioni da effettuare al fine di ottenere un giunto efficacemente sigillato e coibentato:

- si applica un cordolo sigillante sulle tre spallette di battuta del vano finestra e sul davanzale, avendo cura di raccordarli;
- una volta inserito e fissato il telaio del serramento all'interno del vano murario, occorre eseguire l'operazione di riempimento del giunto con materiale espandente;
- effettuare la sigillatura della parte interna del giunto con sigillante;
- effettuare la sigillatura della piccola fuga che rimane tra la muratura e il serramento sulla parte esterna del giunto con sigillante.



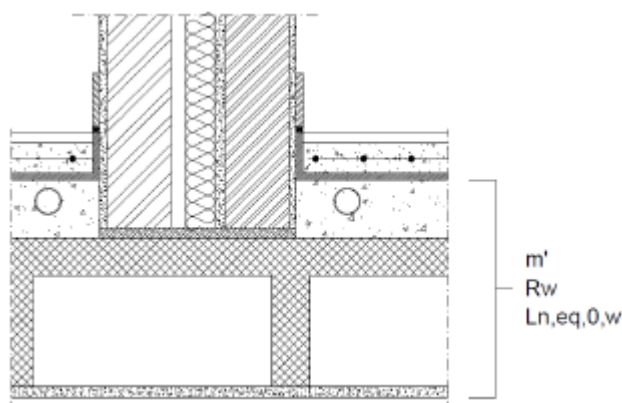
**Figura 41: accorgimenti costruttivi (corretta sigillatura del giunto in battuta)**

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023





### 3.3 Rumore di calpestio

Le modalità di realizzazione di un *pavimento galleggiante* con caratteristiche isolanti sono descritte nei punti successivi.

- Pulire la superficie del solaio e liberarla da qualsiasi residuo.
- Raccordare al solaio con malta cementizia eventuali tubazioni.
- Realizzare un piano di posa dell'isolante che copra interamente le tubazioni, mediante uno strato livellato di sabbia resa stabile con cemento (le operazioni descritte possono essere evitate se la superficie del solaio si presenta senza tubazioni e inoltre ben livellata e priva di grumi o di asperità).
- Svolgere e tagliare a misura il materiale isolante, ricoprendo totalmente il solaio; nel caso di rotoli di materiale bitumoso, la faccia rivestita con bitume deve essere posata verso l'alto ed i bordi devono sormontarsi di 4/5 cm, in modo da realizzare una buona continuità dello strato insonorizzante.
- Risvoltare l'isolante lungo pareti e pilastri per evitare collegamenti rigidi tra la pavimentazione e le altre strutture dell'edificio; l'altezza dei risvolti deve superare di poco quella della pavimentazione finita; l'isolante deve essere piegato ad angolo retto tra piano orizzontale e verticale per evitare la formazione di vuoti tra feltro e soletta.
- Realizzare un massetto di ripartizione di spessore adeguato ai carichi previsti.
- Realizzare la prevista pavimentazione.
- Rifilare l'eccesso di isolante al di sopra del pavimento finito.
- Applicare il battiscopa.



**Figura 42: accorgimenti costruttivi (stratigrafia tipo per isolamento ai rumori di calpestio)**

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 3.4 Impianti tecnologici

Le caratteristiche di protezione acustica che caratterizzano gli elementi costruttivi di qualunque immobile non sono sufficienti a definire il comportamento delle varie parti dell'edificio stesso a costruzione ultimata.

valori che si registrano in opera sono, in realtà, diversi da quelli che si misurano in laboratorio.





Le prestazioni acustiche degli elementi edilizi sono in larga misura condizionate da una corretta esecuzione: *la perfetta continuità degli elementi, sotto il profilo della tenuta all'aria e la realizzazione di collegamenti elastici sono, ad esempio, alcune delle caratteristiche che favoriscono l'isolamento in opera*, senza contare che differenti caratteristiche dimensionali, in ambienti delimitati da elementi costruttivi che presentano analoghe proprietà isolanti, danno luogo a diversi gradi di protezione acustica.

La possibilità di effettuare una valutazione delle prestazioni acustiche degli elementi costruttivi è condizionata dall'acquisizione di criteri, tendenzialmente approssimati, che possono costituire anche gli strumenti per la formulazione di richieste specifiche.

Inoltre, le condizioni di isolamento acustico che si verificano in opera tra due ambienti diversi o tra un locale particolarmente rumoroso con l'ambiente esterno, separati da un elemento costruttivo, non dipendono solamente dal valore raggiunto dal potere fonoisolante.

In realtà la trasmissione delle onde sonore si verifica in maniera diretta attraverso gli elementi edilizi, ma presenta anche altre componenti.

Vari fattori tendono, infatti, a ridurre le capacità isolanti degli elementi costruttivi rispetto ai valori rilevati in laboratorio: le modalità di esecuzione, la trasmissione indiretta dell'energia sonora, la presenza di passaggi tecnologici ed altre cause possono abbassare in modo anche consistente le prestazioni acustiche a costruzione ultimata.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 3.4.1 Impianti tecnologici a funzionamento continuo

Per impianti a funzionamento continuo si intendono gli impianti di riscaldamento, aerazione e/o condizionamento, nonché quello elettrico, seppur quest'ultimo in misura minore per quanto riguarda il contributo di rumorosità associato.

La trasmissione dei rumori per questa tipologia di impianti avviene sia per via aerea, sia per il propagarsi delle vibrazioni trasmesse direttamente alle partizioni su cui si poggiano le macchine stesse e/o alla rete delle tubazioni.

Negli impianti di riscaldamento le principali sorgenti di rumorosità sono costituite dalle sorgenti (bruciatori, caldaia, unità di trattamento aria, pompe di calore, pompe di circolazione, eccetera), nonché dai collegamenti alla struttura muraria dell'impianto di distribuzione, dove si generano vibrazioni che si trasmettono alle tamponature, mentre il rumore causato dalle sorgenti durante le varie fasi di esercizio viene trasmesso per via aerea





Le vibrazioni si trasmettono a distanza anche lungo le tubazioni dell'impianto: pertanto, gli impianti medesimi devono essere disaccoppiati dalla base di posa mediante opportuni supporti antivibranti.

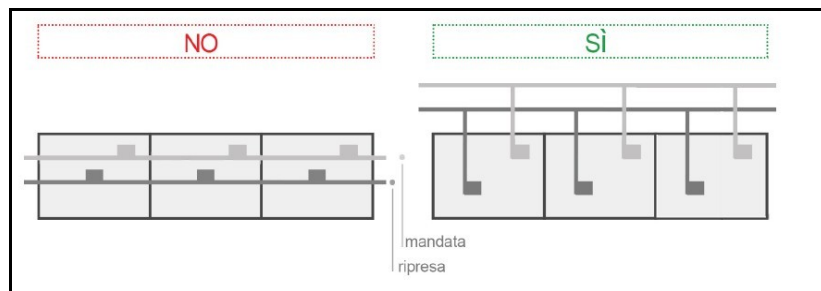
Analogamente pompe e camini devono essere collegati alle tubazioni e alla canna fumaria (da alloggiarsi di preferenza in un apposito cavedio tecnico) con appositi manicotti elastici.

La criticità nel controllo del rumore degli impianti è rappresentata, in particolare, dalla possibilità che i vari condotti dell'aria ove presenti e/o in comune a più ambienti possano favorire la trasmissione del rumore, creando ponti acustici.

Al fine di evitare questo problema deve essere studiato attentamente il percorso delle canalizzazioni, in modo tale che non attraversino in serie gli ambienti, come indicato nella figura successiva in riferimento alla condizione critica rappresentata dalla presenza di aule scolastiche distinte.



 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023



**Figura 43: accorgimenti costruttivi (coretto posizionamento delle canalizzazioni tra aule distinte)**

Questi inconvenienti possono essere evitati prolungando il percorso dei canali che entrano ed escono dagli ambienti, nonché posizionando i raccordi e gli snodi dei condotti in locali meno sensibili come gli spazi di circolazione e/o valutando l'installazione di silenziatori sulle canalizzazioni di mandata e ripresa aria.





E' importante, in quanto di difficile correzione in corso d'opera, prestare attenzione a:

- posizionamento delle unità di trattamento aria, unità di ventilazione e/o unità di recupero calore;
- controsoffitti comunicanti;
- sigillatura perimetrale di partizioni e controsoffitti;
- griglie di mandata e ripresa, sulle quali risulta necessario installare silenziatori aventi opportuno dimensionamento;
- terminali comunicanti tra più ambienti / attraversamento canalizzazioni.

Alcuni accorgimenti:

- le partizioni tra ambienti sensibili devono continuare oltre il controsoffitto fino al solaio strutturale al fine di prevenire il passaggio del rumore attraverso il plenum del controsoffitto;
- le canalizzazioni devono essere rivestite da strati fonoisolanti.

Gli accorgimenti riportati si rendono necessari per garantire, in via previsionale, il rispetto dei valori limite indicati all'interno del D.P.C.M. 05/12/1997: tali valori, non stimabili univocamente in via previsionale, dovranno essere confermati a lavori ultimati con le misurazioni di collaudo previste dalla vigente normativa in materia.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023   
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 3.4.2 Impianti tecnologici a funzionamento discontinuo

Per servizi a funzionamento discontinuo si intendono scarichi, ascensori, eccetera; particolare attenzione dovrà essere fatta agli scarichi, generalmente causa principale del mancato rispetto di tali limiti.

Un'adeguata progettazione nell'ubicazione degli scarichi e, soprattutto, l'impiego di materiali specifici, sono essenziali per la concreta riduzione del rumore derivante dall'uso delle condotte.

La costruzione di una protezione in muratura intorno agli scarichi, pur se di consistente spessore, non è sufficiente ad assorbire adeguatamente e da sola il rumore prodotto durante il passaggio delle acque.





L'attenuazione dell'onda sonora nelle pareti dei tubi dipende essenzialmente da due fattori: la struttura molecolare ed il peso superficiale del materiale.

I suoni propagati nei solidi sono provocati da un colpo, quale ad esempio l'urto dell'acqua contro le pareti del tubo, soprattutto nelle colonne di scarico verticali in corrispondenza di una curva o di una braga; il suono si propaga dal punto colpito a tutto il tubo, mentre la vibrazione subita dal tubo genera una ulteriore onda acustica.

La posa della condotta per l'evacuazione delle acque di scarico deve rispettare due principi fondamentali: evitare ogni contrazione alla tubazione ed evitare ogni ostacolo alla dilatazione longitudinale.

Le tubazioni saranno sostenute con bracciali a vite, con interposta una guarnizione insonorizzante in gomma, perfettamente adattati alla circonferenza dei tubi e ancorati alla parete per mezzo di tasselli.

Le condotte suscettibili di essere soggette a pressioni di scarico devono essere garantite contro ogni sfilamento ed ogni disassamento con l'aiuto di bracciali di bloccaggio (punti fissi).

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Visto che la rumorosità dell'evacuazione delle acque dipende prevalentemente dal tracciato delle condotte, è importante ridurre i rumori di scarico e limitare i punti di urto. Per questa ragione, le colonne di scarico devono essere deviate progressivamente e non con un cambiamento brusco di direzione, non favorevole dal punto di vista dell'insonorizzazione.

Inoltre, occorre dimensionare le condotte d'evacuazione in maniera da permettere una circolazione d'aria congiuntamente allo scorrimento delle acque residue; per lo stesso motivo, i bracciali devono essere muniti di una guarnizione.

Nel caso di condotte incassate, bisogna badare che i suddetti bracciali non siano fissati alla parete del cavedio, ma al muro portante; in più, gli attraversamenti dei muri e dei soffitti devono permettere un certo gioco.

Gli attraversamenti delle solette devono, a loro volta, essere a tenuta di umidità e isolati contro il rumore.

In sintesi, per limitare i rumori aerei generati nei canali e le vibrazioni trasmesse dai canali alle strutture è possibile intervenire con i seguenti accorgimenti:

- utilizzare tubazioni di tipo silenziato (ad esempio prodotti stratificati o di massa elevata);
- rivestire i tubi non silenziati (ed eventualmente anche quelli silenziati) con materiale fonoisolanti;
- inserire le tubazioni in cavedi impiantistici;
- inserire nei cavedi materiale fonoimpedente;
- fasciare i canali con materiale “elastico” e/o fonoimpedente nei punti in cui il tubo entra in contatto con le strutture edilizie (attraversamenti a parete o solaio);
- utilizzare collari di tipo silenziato.

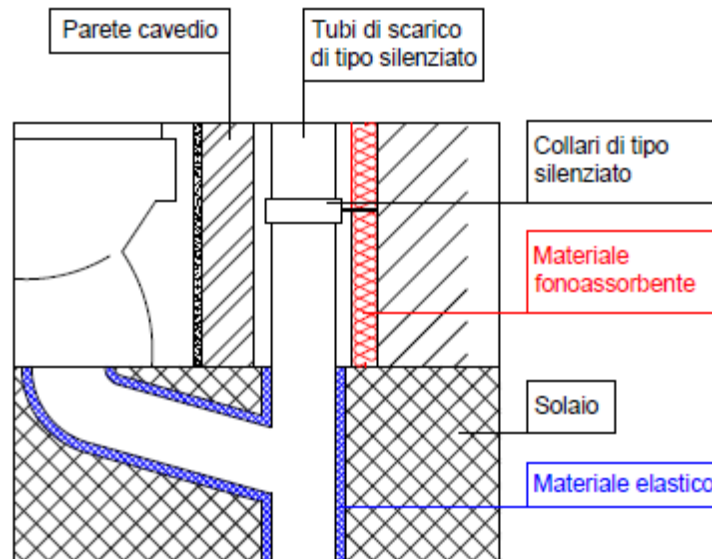


Figura 44: accorgimenti costruttivi (indicazioni generali per l'isolamento dei canali di scarico)

Inoltre, per ridurre la generazione di rumori lungo il canale, è opportuno evitare variazioni di direzione di 90° (da verticale a orizzontale) al piede della colonna, realizzando raccordi con due curve a 45° e un tubo intermedio, di lunghezza pari almeno a 2 volte il diametro della tubazione.

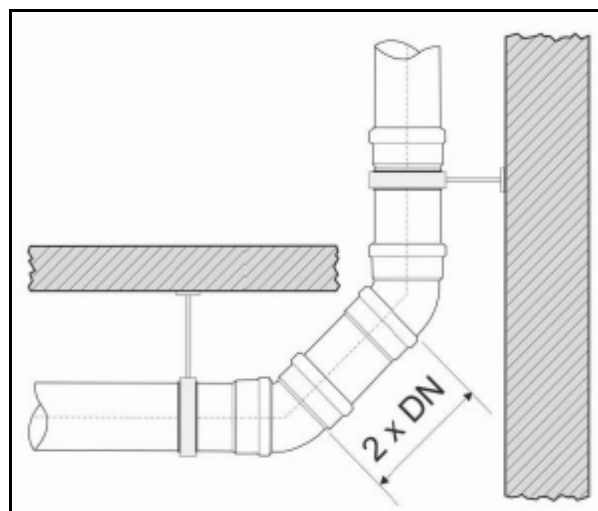






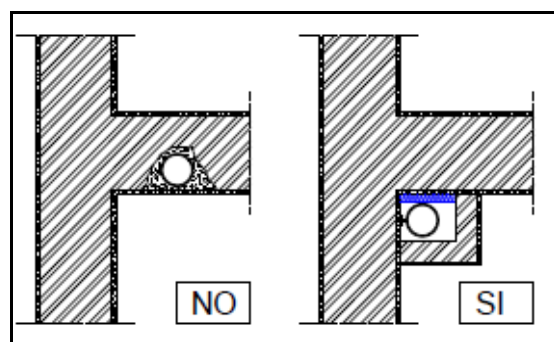
Figura 45: accorgimenti costruttivi (corretta angolazione raccordi, fonte ANIT)

Oltre al rumore dello scarico WC è possibile limitare drasticamente il rumore della ricarica delle cassette utilizzando apposite cassette di tipo silenziato.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Per limitare la trasmissione di rumori aerei si raccomanda l'utilizzo di sistemi di scarico caratterizzati da adeguate prestazioni fonoisolanti inseriti in appositi cavedi impiantistici, che devono essere previsti fin dal progetto preliminare.

Sono infatti da evitare scassi realizzati in cantiere nelle pareti di separazione tra differenti unità immobiliari, che comporterebbero, oltre alla percezione del rumore degli impianti, anche un decremento della prestazione fonoisolante della parete stessa.

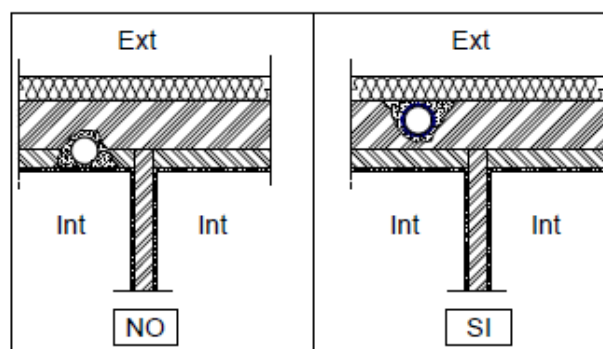


**Figura 46: accorgimenti costruttivi (corretto posizionamento cavedi impiantistici, fonte ANIT)**





All'interno dei cavedi è opportuno inserire del materiale fonoassorbente (ad es. feltri in fibra minerale) per limitare possibili fenomeni di risonanza; le pareti dei cavedi possono essere realizzate con laterizi, blocchi, sistemi a secco o altre tecnologie.

Il progettista dovrà stimare la prestazione fonoisolante di tali partizioni in base al tipo di sistema di scarico utilizzato e al risultato che vuole ottenere in opera.

Nel caso gli impianti inseriti in uno scasso nella parete esterna, i tubi di scarico devono essere fasciati con materiale elastico e posizionati sul lato esterno della partizione.



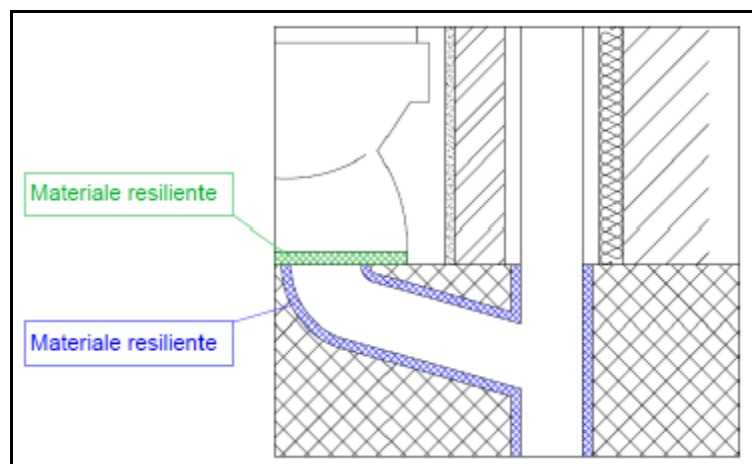
**Figura 47: accorgimenti costruttivi posizionamento impianti in parete perimetrale, fonte ANIT)**

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

Per limitare la trasmissione di vibrazioni il sistema di scarico deve essere desolidarizzato dalle strutture murarie.





Le tubazioni devono essere rivestite con materiale elastico resiliente in corrispondenza di tutti i punti di contatto, anche lungo il tratto che collega i sanitari alla colonna principale.

Inoltre, è opportuno prevedere l'interposizione di uno strato di materiale elastico tra l'apparecchio sanitario e la struttura muraria, sia nel contatto a pavimento, sia nel contatto a parete nel caso di sanitario sospeso.



**Figura 48: accorgimenti costruttivi (riduzione vibrazioni in impianti sanitari, fonte ANIT)**

Esistono in commercio differenti tipologie di materiali elastici; alcuni servono solo per desolidarizzare gli elementi mentre altri, di tipo multistrato e caratterizzati da una massa superficiale superiore, possono incrementare la prestazione fonoisolante del sistema, contribuendo a limitare anche la trasmissione di rumori aerei.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023   
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

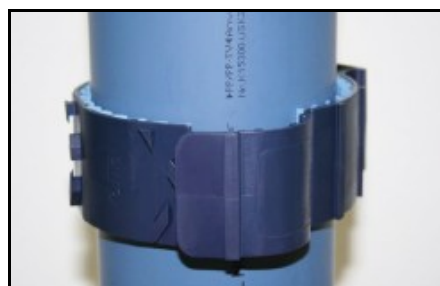
Le cassette di scarico dei WC incassate nella muratura sono fonte di rumori fastidiosi ed è opportuno sostituirle con cassette esterne meno rumorose impiegando apparecchiature insonorizzate esistenti in commercio.

La colonna di scarico deve essere inserita di preferenza, come già indicato, in cavedi appositi, prevedendo l'uso di attacchi alle pareti, isolati con collari di gomma o con fasce di materiale fonoimpedente, evitando di posizionarli sui muri confinanti con camere da letto o di soggiorno.



**Figura 49: accorgimenti costruttivi (esempio cassetta silenziata da incasso, fonte *bampi.it*)**

I collari di collegamento devono essere di tipo silenziato (in grado di smorzare le vibrazioni); In alternativa si dovrà interporre tra tubazione e collare uno strato di materiale elastico.



**Figura 50: accorgimenti costruttivi (collare silenziato, fonte *bampi.it*)**





 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023



Figura 51: accorgimenti costruttivi (rivestimento impianti nel passaggio solai, fonte *indexspa.it*)



Figura 52: accorgimenti costruttivi (isolamento acustico di una tubazione di scarico, fonte *indexspa.it*)









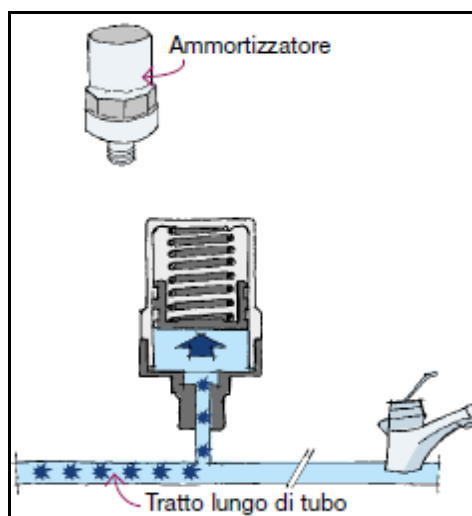
Figura 53: accorgimenti costruttivi (isolamento acustico curva tubazione di scarico, fonte *indexspa.it*)



Figura 54: accorgimenti costruttivi (particolari isolamento acustico tubazioni, fonte *indexspa.it*)

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

La rumorosità della rubinetteria in fase di apertura aumenta con l'aumentare della velocità e della pressione dell'acqua per cui è opportuna l'installazione di un riduttore di pressione all'entrata di ogni unità abitativa; ma anche la brusca chiusura può generare un "colpo d'ariete" rumoroso che può essere ridotto con opportuni ammortizzatori installati sui tratti lunghi delle tubazioni.







**Figura 55: accorgimenti costruttivi (ammortizzatore colpi d'ariete, fonte *indexspa.it*)**

L'inserimento di un manicotto elastico fra tubazione e rubinetto associato ad un rompigitto aeratore installato sul rubinetto come pure un opportuno disegno della sezione del rubinetto, priva di spigoli vivi, unita ad una chiusura progressiva, più efficace degli ammortizzatori, contribuiscono a ridurre entrambi i problemi.

La rumorosità dei lavelli in acciaio delle cucine va ridotta con pannelli antirombo incollati sul retro degli stessi.

Gli accorgimenti riportati si rendono necessari per garantire, in via previsionale, il rispetto dei valori limite indicati all'interno del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23/06/2022.

Tali valori, non stimabili univocamente in via previsionale, dovranno essere confermati a lavori ultimati con le misurazioni di collaudo previste dalla vigente normativa in materia.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

## 4. Conclusioni

### 4.1 Condizioni di calcolo (prescrizioni architettoniche)

La presente relazione si basa su condizioni di progetto che costituiscono specifica prescrizione per la realizzazione dell'opera, come indicato ai capitoli precedenti, cui si rimanda per i necessari approfondimenti.

#### Isolamento di facciata





- Nei calcoli è stato considerato un valore di potere fonoisolante per i complessi vetro-serramento esterni (comprensivi degli eventuali elementi oscuranti, cassonetti coprirullo e/o sistemi di ventilazione meccanica controllata) pari o superiore a 45 dB.

Tale valore risulta essere prescrizione da riportare nel capitolato dell'opera.

I serramenti e/o le porte esterne dovranno garantire una classe di permeabilità all'aria 4, ai sensi di quanto indicato nella norma UNI EN 12207: 2017 "*Finestre e porte - Permeabilità all'aria - Classificazione*": la posa dovrà tenere conto di quanto indicato nell'appendice J della norma UNI EN ISO 10140-1 :2021 in merito al potere fonoisolante  $R_s$  dei materiali di sigillatura.

Se nel complesso vetro-serramento risultasse necessaria l'installazione di una presa d'aria per la ventilazione meccanica controllata, questa dovrà essere necessariamente di tipologia silenziata, con valori prestazionali di  $D_{n,e,w}$  indicativi non inferiori a 53 dB e, in ogni caso, tali da garantire il rispetto dei valori di potere fonoisolante sopra prescritti.

Analogo valore prestazionali di  $D_{n,e,w}$  dovrà essere garantito nel caso di posa all'interno della parete perimetrale di prese per l'aerazione e/o similari.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023





### Isolamento per via aerea

- La partizione divisoria verticale tra aule distinte soggetta al D.P.C.M. 05/12/1997 e al Decreto 23/06/2022 deve risultare in ogni caso sempre integra e non soggetta ad attraversamenti impiantistici; i pilastri eventualmente presenti nella tamponatura divisoria devono essere opportunamente rivestiti di materiale isolante.
- Tutte le partizioni verticali che delimitano gli ambienti scolastici non dovranno posare direttamente sul pavimento, ma connettersi allo strato di calcestruzzo alleggerito della pavimentazione controterra.
- Gli scarichi dei wc, oltre a dover essere di tipo silenziato, saranno rivestiti tramite una membrana fonoimpedente.

Ulteriori precisazioni ed accorgimenti costruttivi, con particolare riferimento alla gestione dei passaggi impiantistici all'interno di pareti divisorie e/o tramezze, sono contenuti all'interno del paragrafo 3.4.2.

### Rumore di calpestio

- L'indice  $\Delta L_w$  di attenuazione per pavimenti galleggianti viene calcolato a partire dal valore  $s'$  di rigidità dinamica associata alla tipologia di guaina anticalpestio.  
 Si prescrive, per i pavimenti del piano terra destinati ad ospitare le aule scolastiche e/o gli altri ambienti lavorativi accessori, la scelta di un materiale resiliente avente valore  $s'$  di rigidità dinamica inferiore a  $25 \text{ MN/m}^3$ , con spessore pari o superiore ai 5 mm; questo al fine di assicurare, a fronte della corretta posa in opera, risultati conformi a quanto calcolato teoricamente.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023





### Interventi di correzione acustica

Come correzione acustica per l'aula *sezione 1 materna* (e gli ambienti aventi medesima destinazione d'uso e volumetria) si prevede la posa a soffitto di pannelli in lana di legno mineralizzata con fibra minerale in intercapedine (tipo *Celenit L2ABE/A2*), per uno spessore complessivo pari a 75 mm.

Tale intervento dovrà essere integrato con la posa di pannelli in fibra di poliestere in sospensione a parete (tipo *Isosystem Silent Space*), aventi metratura non inferiore a 8 mq considerando entrambi i lati (coefficienti di assorbimento indicati al paragrafo 2.4.3).

Come correzione acustica per l'ambiente *sezione 2 nido spazio sonno* (e per gli altri locali aventi medesima destinazione d'uso e analoga volumetria) si prevede la posa a soffitto di pannelli in lana di legno mineralizzata con fibra minerale in intercapedine (tipo *Celenit L2ABE/A2*), per uno spessore complessivo pari a 75 mm (coefficienti di assorbimento indicati al paragrafo 2.4.3).

Come correzione acustica per l'ambiente *aula insegnanti* (e per quelli aventi medesima destinazione d'uso e analoga volumetria, nonché agli spazi comuni) si prevede la posa di un controsoffitto in gesso forato tipo *Knauf Cleneo 8/18* (con pannello interposto di lana di vetro spessore 20 mm e ribassamento minimo pari a 60 mm), avente i coefficienti di assorbimento acustico indicati al paragrafo 2.4.5.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

#### 4.2 Condizioni di calcolo (prescrizioni su sorgenti impiantistiche)

Occorrerà prestare attenzione alla scelta delle sorgenti tecnologiche destinate al trattamento dell'aria, alla climatizzazione ed alla produzione di acqua calda sanitaria, sia in relazione al valore di potenza sonora associato, che al posizionamento degli impianti medesimi.





Con particolare riferimento all'impianto aeraulico, al fine di garantire il rispetto dei limiti di indicati al D.P.C.M. 05/12/1997 per gli impianti a funzionamento continuo, si rendono necessari gli interventi di mitigazione acustica di seguito elencati.

- Installazione di un silenziatore tipo Tecnoventil SLL/SLM P = 900 in esterno sui canali di mandata (valori di attenuazione 5 dB a 63 Hz, 9 dB a 125 Hz, 16 dB a 250 Hz, 30 dB a 500 Hz, 39 dB a 1 kHz, 39 dB a 2 kHz, 31 dB a 4 kHz, 26 dB a 8 kHz).
- Installazione di un silenziatore tipo Tecnoventil SLL/SLM P = 900 in esterno suo canale di presa aria (valori di attenuazione 5 dB a 63 Hz, 9 dB a 125 Hz, 16 dB a 250 Hz, 30 dB a 500 Hz, 39 dB a 1 kHz, 39 dB a 2 kHz, 31 dB a 4 kHz, 26 dB a 8 kHz).

La trasmissione dei rumori avviene sia per via aerea (con particolare riferimento sia per il propagarsi delle vibrazioni trasmesse direttamente alle partizioni su cui si poggiano le macchine stesse e/o alla rete delle tubazioni.

Le vibrazioni si trasmettono a distanza anche lungo le tubazioni dell'impianto: pertanto, gli impianti medesimi saranno disaccoppiati dalla base di posa mediante opportuni supporti antivibranti, al fine di evitare connessioni dirette con le partizioni orizzontali e verticali.

Analogamente, le canalizzazioni ubicate internamente al controsoffitto o ai locali dovranno essere disaccoppiate dalla struttura dell'edificio attraverso giunti antivibranti e/o soluzioni similari.





 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

### 4.3 Stima previsionale del rispetto dei valori limite

I valori calcolabili, in previsione e fermo restando le condizioni progettuali riportate, risultano rispettare i limiti di stabiliti dalla normativa vigente per l'isolamento per via aerea, l'isolamento di facciata, per il rumore di calpestio, per il tempo di riverberazione e l'indice di intelligibilità, ai sensi di quanto indicato nel D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" e nel Decreto 23/06/2022 "Criteri Ambientali Minimi".

Le analisi sono state condotte per mezzo del software previsionale ANIT Echo 8.3.1.2, che implementa i modelli di calcolo forniti dalle seguenti norme.

- UNI EN 12354-1 :2017 *"Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti"*.
- UNI EN 12354-2 :2017 *"Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti"*.
- UNI EN 12354-3 :2017 *"Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea"*.
- UNI EN 12354-6 :2006 *"Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi"*.
- UNI 11532-1:2018 *"Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 1: Requisiti generali"*.
- UNI 11532-2: 2020 *"Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 2: Settore scolastico"*.
- UNI/TR 11175-1 :2021 *"Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 1: Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale"*.
- UNI/TR 11175-2 :2021 *"Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 2: dati di ingresso per il modello di calcolo"*.

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023   
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

- UNI 11367 :2010 *“Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera”*.
- UNI 11367 :2010 *“Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera”*.

Occorre evidenziare che l'attendibilità dei metodi di calcolo è da ritenersi strettamente vincolata a quanto di seguito elencato:

- alla veridicità delle certificazioni acustiche dei componenti edilizi;
- alla effettiva utilizzazione in corso d'opera dei componenti certificati;
- alla esecuzione a regola d'arte dei componenti oggetto di valutazione (pareti, solai);
- alla corretta installazione dei serramenti (finestre, porte);
- alle incertezze insite nel modello stesso e, comunque, presenti in ogni valutazione analitica del tipo in esame.





La differenza tra i risultati di calcolo e le prestazioni raggiunte in opera dipende principalmente da fattori quali l'attendibilità dei dati di ingresso, la rappresentatività del caso reale con il modello e la corretta realizzazione dell'opera: non è possibile, pertanto, esprimere una precisione del metodo di calcolo per tutte le situazioni reali.

La norma UNI EN ISO 12354-1 :2017, all'interno dell'appendice K, propone un metodo per stimare l'incertezza dei calcoli di potere fonoisolante apparente per indici di valutazione, valida solo se i dati di ingresso sono prestazioni misurate in laboratorio e, pertanto, di difficile applicazione per la difficoltà nel reperire corretti dati di ingresso.

*“I modelli di calcolo forniscono una previsione delle prestazioni misurate degli edifici, presupponendo una buona esecuzione e misurazioni molto accurate. L'accuratezza della previsione dei modelli presentati dipende da numerosi fattori: l'accuratezza dei dati di ingresso, la corrispondenza della situazione reale al modello, il tipo di elementi e giunti coinvolti, la geometria della situazione e l'esecuzione.*

*Di conseguenza, non è possibile specificare, in generale e per tutte le situazioni e applicazioni, il livello di accuratezza delle previsioni.*



 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

*Dovranno essere raccolti dati sull'accuratezza in futuro confrontando i risultati del modello con misurazioni in opera di una varietà di edifici differenti.*

*Si possono tuttavia fornire alcune indicazioni.*

*L'esperienza prevalente nell'applicazione di simili modelli è stata finora acquisita con edifici dove gli elementi strutturali di base erano omogenei, cioè pareti di mattoni, calcestruzzo, blocchi di gesso, eccetera.*

*In tali situazioni la previsione dell'indice di valutazione tramite il modello dettagliato è mediamente corretta (nessun errore sistematico) con uno scarto tipo da 1,5 dB a 2,5 dB (il valore inferiore se si tiene conto di tutti gli aspetti, quello superiore in caso di situazioni complesse e se si trascura il tempo di riverberazione strutturale).*





*Le previsioni con il modello semplificato mostrano uno scarto tipo di circa 2 dB."*

In relazione agli impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo, il modello di calcolo indicato all'interno della norma UNI EN ISO 12354-5 :2009 risulta di difficile applicazione nella sua integrità, richiedendo dati di ingresso non completamente reperibili; ai fini di una corretta progettazione del rumore da impianti sono state illustrate indicazioni di corretta posa in opera dei sistemi costruttivi nel paragrafo 3.4.

La scelta degli ambienti e/o delle partizioni oggetto di analisi è stata condotta in modo prudentiale, valutando situazioni di particolare criticità in relazione alle condizioni di applicabilità della normativa di calcolo (ad esempio, ambienti con ridotta volumetria ed elevata superficie dei serramenti sottesi nel calcolo dell'isolamento di facciata).

Per ogni analisi sono stati introdotti opportuni coefficienti di cautela, con particolare riferimento alla scelta dei giunti di collegamento tra le varie partizioni orizzontali e verticali, considerando opzioni valide differenti al fine di valutare l'influenza degli stessi sul risultato finale.

Per tale motivo i risultati ottenuti per gli indici di cui sopra possono ritenersi estensibili all'intero edificio.





 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997 e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

**Tabella 30: riepilogo risultati (tabella comparativa valori limite legge / risultati analisi teorica)**

Indice / Requisito	Valore limite D.P.C.M. 05/12/1997	Valore previsionale di calcolo
Isolamento per via aerea (aule distinte affiancate)	$R'_{w} \geq 50$ dB	$R'_{w} = 58,9$ dB valore conforme
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (caso A)	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ dB	$D_{2m,nT,w} = 52,1$ dB valore conforme
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (caso B)	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ dB	$D_{2m,nT,w} = 49,4$ dB valore conforme
Rumore di calpestio (aule distinte affiancate)	$L'_{n,w} < 58$ dB	$L'_{n,w} = 41,1$ dB valore conforme
Tempo di riverberazione (Circolare 22/05/1967) ambiente <i>sezione 1 materna</i>	$RT60 = < 1,2$ s	$RT = 0,6$ s valore conforme

**Tabella 31: riepilogo risultati (tabella comparativa valori limite legge / risultati analisi teorica)**

Indice / Requisito	Valore limite C.A.M. UNI 13367 (prospetto A.1)	Valore previsionale di calcolo
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$	$D_{nT,w} \geq 50$ dB	$D_{nT,w} = 60,2$ dB valore conforme
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (caso A)	$D_{2m,nT,w} \geq 43$ dB	$D_{2m,nT,w} = 52,1$ dB valore conforme
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ (caso B)	$D_{2m,nT,w} \geq 43$ dB	$D_{2m,nT,w} = 49,4$ dB valore conforme
Indice / Requisito	Valore limite C.A.M. UNI 11532-2 :2020	Valore previsionale di calcolo
Tempo di riverberazione ambiente <i>sezione 1 materna</i>	$A/V \geq 0,25$ m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	A/V (250 Hz – 2 kHz) al di sopra del valore limite valori conformi
Tempo di riverberazione ambiente <i>sezione 2 nido (spazio sonno)</i>	$A/V \geq 0,27$ m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	A/V (250 Hz – 2 kHz) al di sopra del valore limite valori conformi
Tempo di riverberazione ambiente <i>aula insegnanti</i>	Tott = 0,34 secondi	RT (125 Hz / 4 kHz) < valori limite valori conformi
Indice di intelligibilità STI ambiente <i>aula insegnanti</i>	STI > 0,55	STI = 0,75 valore conforme

 Morlini Engineering	<b>Valutazione previsionale ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997          e del Decreto 23 Giugno 2022 (C.A.M.)</b>	REV. 0 - 2023
		  
	<b>Nuovo Nido e Scuola dell'Infanzia – San Mauro Pascoli (FC)</b>	DATA: 13/03/2023

In conclusione, tenuto conto di quanto finora esposto, possiamo affermare che, fermo restando le condizioni progettuali avanti enunciate, le partizioni oggetto di analisi sono conformi, in previsione, alle prescrizioni di cui all'attuale legislazione vigente in materia.

Reggio Emilia (RE), 13/03/2023

dott. ing. Emanuele Morlini (\*)

dott. ing. Luca Parmeggiani (\*\*)




(\*)

- iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Reggio Emilia, sotto il n. 1321
- iscritto all'albo dei tecnici competenti in acustica ambientale, di cui alla Legge 26 Ottobre 1995, n. 447, secondo quanto comunicato dalla Provincia di Reggio Emilia con prot. n. 16895-02/15183 del 05 Marzo 2002
- iscritto nell'elenco nominativo Nazionale dei tecnici competenti in acustica ENTECA (D. Lgs. n. 42/2017) sotto il n. 5286 dal 10/12/2018
- iscritto all'albo dei Consulenti Tecnici del Tribunale di Reggio Emilia sotto il n. 494/124 dal 10/10/2003
- certificato n. REB-2259-IT2 il 30/04/2020



(\*\*)

- iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Reggio Emilia, sotto il n. 1593
- iscritto all'Elenco dei Certificatori Ecoabita
- iscritto all'Elenco dei Certificatori Energetici della Regione Emilia Romagna, sotto il n. 839

## 5. Schede di valutazione (software previsionale Echo 8.3.1.2)

### CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

Sc. Infanzia S.M. Pascoli - analisi D2m,nT,w (sez. 1 materna)

#### Dati geometrici


Volume dell'ambiente [m <sup>3</sup> ]	188,75
Superficie della facciata [m <sup>2</sup> ]	15,38

#### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m <sup>2</sup> ] / Lunghezza [m]	R <sub>w</sub> / D <sub>new</sub> [dB]	ΔR <sub>w</sub> esterno [dB]	ΔR <sub>w</sub> interno [dB]
1	VpRAP - serramento certificato 45 dB	11,70	45,00	-	-
2	VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - perimetrale	3,68	62,13	-	-

con:

#### Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	0
Forma di facciata ΔL <sub>fs</sub> [dB]	0
Tipo	 <p>Facciata piana</p>
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α <sub>w</sub>	aw 0,3

#### Risultati

R' <sub>w</sub> [dB]	46,2
D <sub>2m,nT,w</sub> [dB]	52,1
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
D <sub>2m,nT,w</sub> minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	48,0
Limite verificato	✓

## Sc. Infanzia S.M. Pascoli - analisi D2m,nT,w (sez. 2 nido, spazio sonno)

### Dati geometrici


Volume dell'ambiente [m <sup>3</sup> ]	100,86
Superficie della facciata [m <sup>2</sup> ]	16,44

### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m <sup>2</sup> ] / Lunghezza [m]	R <sub>w</sub> / D <sub>new</sub> [dB]	ΔR <sub>w</sub> esterno [dB]	ΔR <sub>w</sub> interno [dB]
1	VpRAP - serramento certificato 45 dB	11,70	45,00	-	-
2	VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - perimetrale	4,74	62,13	-	-

con:

### Correzioni

Trasmissione laterale K [dB]	0
Forma di facciata ΔL <sub>fs</sub> [dB]	0
Tipo	 <p>Facciata piana</p>
Altezza h [m]	h < 1,5 m
Assorbimento α <sub>w</sub>	aw 0,3

### Risultati

R' <sub>w</sub> [dB]	46,4
D <sub>2m,nT,w</sub> [dB]	49,4
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
D <sub>2m,nT,w</sub> minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	48,0
Limite verificato	✓










## CALCOLO DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE - PARETI

### Scuola Infanzia S. Mauro Pascoli - analisi R'w (sezioni distinte)

#### Dati geometrici

Area del divisorio [m <sup>2</sup> ]	20,18
--------------------------------------	-------

#### Elementi che compongono la struttura

		Elemento	Massa sup [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> [dB]	Strato addizionale	ΔR <sub>w</sub> [dB]
S		VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - divisoria aule	54,9	62,0	Lato emitt:	0,0
					Lato ricev:	0,0
1		VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - tramezza	47,0	62,0		
2		VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - pavimento terra base	420,0	56,4	VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - massetto galleggiante	4,2
3		VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - perimetrale	64,8	62,1		
4		VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - solaio copertura (base)	288,1	50,2	VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - controsoffitto Celenit AB	13,3
5		VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - tramezza	47,0	62,0		
6		VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - pavimento terra base	420,0	56,4	VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - massetto galleggiante	4,2
7		VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - perimetrale	64,8	62,1		
8		VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - solaio copertura (base)	288,1	50,2	VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - controsoffitto Celenit AB	13,3

#### Risultati

R' <sub>w</sub> [dB]	58,9
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
R' <sub>w</sub> minimo DPCM 5/12/1997 [dB]	50,0
Limite verificato	✓
Volume del locale ricevente [m <sup>3</sup> ]	81,18
D <sub>nT,w</sub> [dB]	60,2

## CALCOLO DEL LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO

Scuola Infanzia S. Mauro Pascoli - analisi R<sub>w</sub> (sezioni distinte)

### Elementi che compongono la struttura

		Elemento	Massa sup [kg/m <sup>2</sup> ]	L <sub>n,eq,0,w</sub> [dB]	R <sub>w</sub> [dB]	Strato addizionale	ΔL <sub>w</sub> / ΔR <sub>w</sub> [dB]
1		VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - pavimento terra base	420,0	72,2	56,4	VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - massetto galleggiante	26,7
2		VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - divisoria aule	54,9		62,0		0,0
3		VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - pavimento terra base	420,0		56,4	VpRAP VpCAM Scuola Infanzia San Mauro Pascoli - massetto galleggiante	4,2

### Risultati

L' <sub>n,w</sub> [dB]	41,1
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche o case di cura
L' <sub>n,w</sub> massimo DPCM 5/12/1997 [dB]	58,0
Limite verificato	✓

Analisi potere fonoisolante (parete divisoria tra aule scolastiche distinte)

Descrizione		spessore	densità
1	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	$\geq 750 \text{ kg/m}^3$
2	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	$\geq 750 \text{ kg/m}^3$
3	Isolamento in lana di roccia	5 cm	$\geq 80 \text{ kg/m}^3$
4	Intercapedine	5,625 cm	/
5	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	$\geq 750 \text{ kg/m}^3$
6	Intercapedine	5,625 cm	/
7	Isolamento in lana di roccia	5 cm	$\geq 80 \text{ kg/m}^3$
8	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	$\geq 1000 \text{ kg/m}^3$
9	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	$\geq 750 \text{ kg/m}^3$

**Tabella 32: analisi previsionale (stratigrafia, parete divisoria verticale tra aule distinte)**

*Nota: i valori relativi alle densità (superficiali e volumetriche) considerati nella tabella precedente, sono tratti da fonti bibliografiche, certificazioni e/o documentazione tecnica associata al progetto.*

Il valore ottenuto per il potere fonoisolante relativo alla stratigrafia in esame è pari, in previsione, a 62,0 dB, come da certificazione di una partizione analoga (da ritenersi cautelativa in quanto lo spessore dei pannelli isolanti interni è inferiore) di seguito riportata.





Rapporto di prova  
Laboratorio  
Data emissione

329510  
Istituto Giordano  
30/11/2015

Norme di riferimento

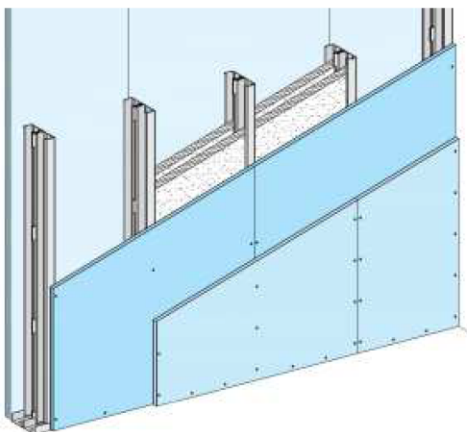
UNI EN 10140-2  
ISO 717-1

### DESCRIZIONE:

Parete simmetrica: Isolamento del suono da entrambi i lati.

**Spessore totale parete:** 175 mm

**Massa superficiale parete:** 43,4 kg/m<sup>2</sup>



**Lastre Knauf GKB sp.12,5 mm**

**Lastre:** 2 lastre Knauf GKB (A) per lato  
spessore 12,5 mm, all'esterno dei due profili

**Profili:** Montanti Knauf a "C" 50/50/50, sp. 0,6 mm,  
interasse 600 mm.  
Guide Knauf a "U" 40/50/40, sp. 0,6 mm  
distanziati tra di loro di 25 mm

**Isolamento:** 2 Pannelli in lana minerale  
Mineral Wool 035 Sp.40 mm  
inseriti all'interno dei montanti a C

**Viti:** Viti Knauf punta chiodo  
1° lastra  $\varnothing 3,5 \times 25$  mm,  
2° lastra  $\varnothing 3,5 \times 35$  mm.

Armatura dei giunti con nastro Knauf e stuccatura dei  
giunti e della testa delle viti con stucco Knauf a base  
gesso.

### Esito della prova\*:

Indice di valutazione a 500 Hz nella banda di frequenze comprese fra 100 Hz e 3150 Hz:

**$R_w = 62 \text{ dB}^{**}$**

### Termini di correzione:

**$C = - 4 \text{ dB}$**

**$C_{tr} = - 10 \text{ dB}$**

(\*) Valutazione basata su risultati di misurazioni di laboratorio ottenuti mediante un metodo tecnico.

(\*\*) Indice di valutazione del potere fonoisolante elaborato procedendo a passi di 0,1 dB e incertezza di misura dell'indice di valutazione U ( $R_w$ ):

**NB.** I profili metallici indicati sono quelli utilizzati nel test di laboratorio e sono da considerarsi validi solo ai fini della valutazione del potere fonoisolante della parete. Per ulteriori informazioni consultare il Servizio Tecnico Knauf.

KNAUF di Knauf S.r.l. s.a.s.  
SEDE LEGALE e Stab.to: Castellina Marittima (PI) - 56040 Via Livornese 20 - Tel. 050 69211 - Fax 050 692301  
Stab.to Gambassi Terme (FI) - 50050 Località Treschi - Tel. 0571 6307 - Fax 0571 678014  
Knauf Milano - Rozzano (MI) - 20089 Via Alberelle, 72 - Tel. 02 52823711 - Fax 02 52823730  
C.F. e CCIAA di Pisa 00050890524 - P.I. 02470860269 - R.E.A. 115078 - Cap. Soc. Int. Vers. Euro 20.000.000  
UNICREDIT SPA - Ag. 66054 Firenze - IBAN IT86F0200802854000102098066 - BIC UNCRITMMOTU  
Internet: www.knauf.it E-mail: knauf@knauf.it

**Figura 56: certificazione (potere fonoisolante struttura divisoria a secco, fonte *knauf.it*)**



Rapporto di prova  
Laboratorio  
Data emissione

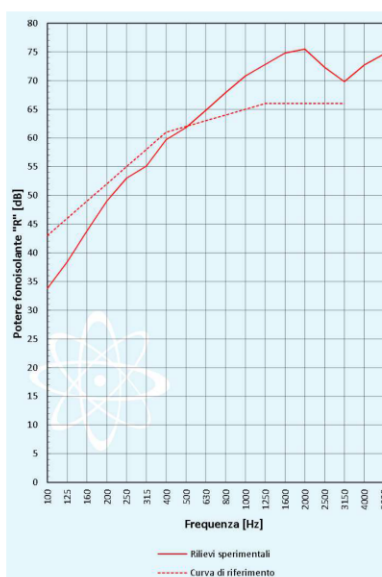
329510  
Istituto Giordano  
30/11/2015

Norme di riferimento

UNI EN 10140-2  
ISO 717-1

### Curva della prova di laboratorio:

Frequenza [Hz]	R [dB]	$R_{ref}$ [dB]
100	33,8	43,0
125	38,4	46,0
160	43,8	49,0
200	49,0	52,0
250	53,0	55,0
315	55,1	58,0
400	59,7	61,0
500	61,8	62,0
630	64,8	63,0
800	67,9	64,0
1000	70,8	65,0
1250	72,8	66,0
1600	74,8	66,0
2000	75,5	66,0
2500	72,3	66,0
3150	69,8	66,0
4000	72,7 *	//
5000	74,6 *	//



### Sostituzione delle lastre

È possibile sostituire parzialmente o integralmente, le lastre GKB (A) da 12,5 mm del rivestimento con:

Tipologia di lastra	Spessore	Massa superficiale
Lastra GKB+BV	12,5 mm	$\geq 8,50 \text{ kg/m}^2$
Idrolastra GKI	12,5 mm	$\geq 8,50 \text{ kg/m}^2$
Ignilastra GKF / F-Zero	12,5 mm	$\geq 11,0 \text{ kg/m}^2$
Lastra Diamant	12,5 mm	$\geq 12,8 \text{ kg/m}^2$
Lastra Kasa	12,5 mm	$\geq 10,8 \text{ kg/m}^2$
Lastra Silentboard	12,5 mm	$\geq 17,7 \text{ kg/m}^2$

La sostituzione con lastre di maggiore spessore e quindi maggiore massa migliora ulteriormente il potere fonoisolante della parete.

KNAUF di Knauf S.r.l. s.a.s.  
SEDE LEGALE e Stab.to: Castellina Marittima (PI) - 56040 Via Livornese 20 - Tel. 050 69211 - Fax 050 692301  
Stab.to Gambassi Terme (FI) - 50050 Località Treschi - Tel. 0571 6307 - Fax 0571 678014  
Knauf Milano - Rozzano (MI) - 20089 Via Alberelle, 72 - Tel. 02 52823711 - Fax 02 52823730  
C.F. e CCIAA di Pisa 00050890524 - P.I. 02470860269 - R.E.A. 115078 - Cap. Soc. Int. Vers. Euro 20.000.000  
UNICREDIT SPA - Ag. 66054 Firenze - IBAN IT86F0200802854000102098066 - BIC UNCRITMMOTU  
Internet: www.knauf.it E-mail: knauf@knauf.it

Figura 57: certificazione (potere fonoisolante struttura divisoria a secco singola tipo, fonte *knauf.it*)

### Analisi potere fonoisolante (parete perimetrale)

Descrizione (interno → esterno)		Spessore	Densità
1	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	≥ 750 kg/m <sup>3</sup>
2	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf Diamant</i>	12,5 mm	≥ 1000 kg/m <sup>3</sup>
3	Isolamento in lana di roccia	10 cm	≥ 80 kg/m <sup>3</sup>
4	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf GKB</i>	12,5 mm	≥ 750 kg/m <sup>3</sup>
5	Isolamento in lana di roccia	14 cm	≥ 80 kg/m <sup>3</sup>
6	Lastra cartongesso tipo <i>Knauf Aquapanel Outdoor</i>	12,5 mm	≥ 1150 kg/m <sup>3</sup>
7	Finitura esterna	/	/

**Tabella 33: analisi previsionale (stratigrafia, parete perimetrale)**

*Nota: i valori relativi alle densità (superficiali e volumetriche) considerati nella tabella precedente, sono tratti da fonti bibliografiche, certificazioni e/o documentazione tecnica associata al progetto.*

Il valore ottenuto per il potere fonoisolante relativo alla stratigrafia in esame è pari, in previsione (software ANIT Echo 8.3.2.1), a 62,1 dB.

La formula utilizzata è quella di norma impiegata per le pareti in lastre (struttura doppia) ovvero:

$$- R_w = 20 \log (m') + 10 \log (d) + e + 10$$

ove  $m'$  rappresenta la densità superficiale di massa (in kg/mq),  $d$  la profondità dell'intercapedine (in cm) ed  $e$  lo spessore del pannello in fibra minerale (in cm).

Le formule sono valide per  $m' \leq 70$  kg/mq, spessore totale  $d \leq 25$  cm ed  $e \leq 6$  cm.

Il potere fonoisolante della stratigrafia in oggetto è stato calcolato, in modo cautelativo, limitando nell'analisi i valori di  $d$  alla larghezza dell'intercapedine minore (10 cm) ed  $e$  al campo di applicazione della formulazione stessa ( $\leq 6$  cm).

Si riporta, in ogni caso, di seguito estratto di certificazione di una partizione analoga (da ritenersi cautelativa in quanto lo spessore dei pannelli isolanti interni è inferiore).

Massa superficiale  $m'$   kg/m<sup>2</sup>

Rw  dB

Struttura singola

Struttura doppia

Campo di validità  
 $m' \leq 70 \text{ kg/m}^2$   
 $d \leq 25 \text{ cm}$   
 $e \leq 6 \text{ cm}$

d  cm

e  cm

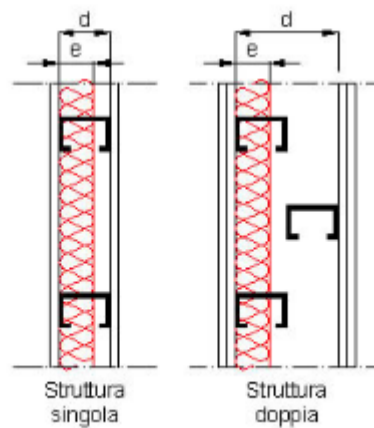


Figura 58: analisi previsionale (potere fonoisolante, parete perimetrale)



Rapporto di prova  
Laboratorio  
Data emissione

260385  
Istituto Giordano  
29/09/2009

Norme di riferimento

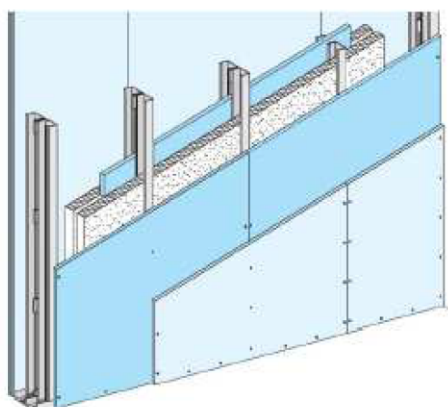
UNI EN 140-3  
ISO 717-1

### DESCRIZIONE:

Parete simmetrica: Isolamento del suono da entrambi i lati.

Spessore totale parete: 175 mm

Massa superficiale parete: 72,5 kg/m<sup>2</sup>



**Lastre Knauf Vidiwall e  
GKB sp.12,5 mm**

**Lastre:** 2 lastre: una lastra Knauf Vidiwall e una lastra GKB (A) (a vista) per lato, spessore 12,5 mm, all'esterno dei due profili, 1 lastra Knau Vidiwall fissata ad uno dei due profili per un totale di 5 lastre

**Profili:** Montanti Knauf a "C" 50/50/50, sp.0,6 mm, interasse 600 mm.  
Guide Knauf a "U" 40/50/40, sp.0,6 mm distanziati tra di loro di 25 mm

**Isolamento:** 2 Pannelli in lana minerale Sp.40 mm inseriti all'interno dei montanti a C

**Viti:** Viti Knauf  
1° lastra  $\varnothing 3,5 \times 25$  mm punta chiodo,  
2° lastra  $\varnothing 3,5 \times 35$  mm punta chiodo,

Armatura dei giunti con nastro Knauf e stuccatura dei giunti e della testa delle viti con stucco Knauf a base gesso.

### Esito della prova\*:

Indice di valutazione a 500 Hz nella banda di frequenze comprese fra 100 Hz e 3150 Hz:

**$R_w = 63 \text{ dB}^{**}$**

### Termini di correzione:

**$C = -4 \text{ dB}$**

**$C_{tr} = -10 \text{ dB}$**

(\*) Valutazione basata su risultati di misurazioni di laboratorio ottenuti mediante un metodo tecnico.

(\*\*) Indice di valutazione del potere fonoisolante elaborato procedendo a passi di 0,1 dB

**NB.** I profili metallici indicati sono quelli utilizzati nel test di laboratorio e sono da considerarsi validi solo ai fini della valutazione del potere fonoisolante della parete. Per ulteriori informazioni consultare il Servizio Tecnico Knauf.

KNAUF di Knauf S.r.l. s.a.s.  
SEDE LEGALE e Stab to: Castellina Marittima (PI) - 56040 Via Livornese 20 - Tel. 050 69211 - Fax 050 692301  
Stab to Gambassi Terme (FI) - 50050 Località Treschi - Tel. 0571 6307 - Fax 0571 678014  
Knauf Milano - Rozzano (MI) - 20089 Via Alberelle, 72 - Tel. 02 52823711 - Fax 02 52823730  
C.F. e CCIAA di Pisa 00050890524 - P.I. 02470860269 - R.E.A. 115078 - Cap. Soc. Int. Vers. Euro 20.000.000  
UNICREDIT SPA - Ag. 66054 Firenze - IBAN IT86F0200802854000102098066 - BIC UNCRITMMOTU  
Internet: www.knauf.it E-mail: knauf@knauf.it

Figura 59: certificazione (potere fonoisolante struttura divisoria a secco doppia tipo, fonte *knauf.it*)



Rapporto di prova  
Laboratorio  
Data emissione

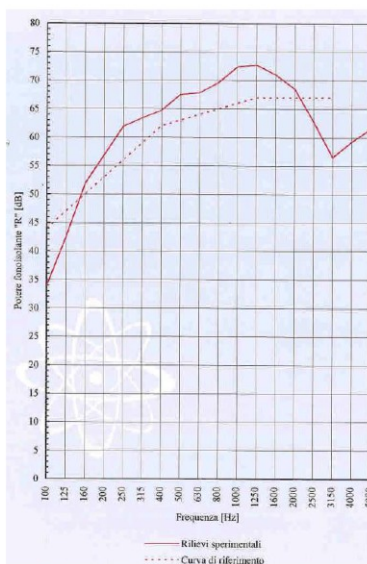
260385  
Istituto Giordano  
29/09/2009

Norme di riferimento

UNI EN 140-3  
ISO 717-1

### Curva della prova di laboratorio:

Frequenza [Hz]	R [dB]	R <sub>ref</sub> [dB]
100	33,9	44,0
125	42,4	47,0
160	51,9	50,0
200	56,9	53,0
250	61,9	56,0
315	63,4	59,0
400	64,7	62,0
500	67,5	63,0
630	67,8	64,0
800	69,6	65,0
1000	72,4	66,0
1250	72,7	67,0
1600	71,0	67,0
2000	68,5	67,0
2500	62,7	67,0
3150	56,5	67,0
4000	59,2	//
5000	61,5	//



### Sostituzione delle lastre

È possibile sostituire parzialmente o integralmente, le lastre GKB (A) da 12,5 mm del rivestimento con:

Tipologia di lastra	Spessore	Massa superficiale
Lastra GKB+BV	12,5 mm	≥ 8,50 kg/m <sup>2</sup>
Idrolastra GKI	12,5 mm	≥ 8,50 kg/m <sup>2</sup>
Ignilastra GKF / F-Zero	12,5 mm	≥ 11,0 kg/m <sup>2</sup>
Lastra Diamant	12,5 mm	≥ 12,8 kg/m <sup>2</sup>
Lastra Kasa	12,5 mm	≥ 10,8 kg/m <sup>2</sup>
Lastra Silentboard	12,5 mm	≥ 17,7 kg/m <sup>2</sup>

La sostituzione con lastre di maggiore spessore e quindi maggiore massa migliora ulteriormente il potere fonoisolante della parete.

KNAUF di Knauf S.r.l. s.a.s.  
SEDE LEGALE e Stab.to: Castellina Marittima (PI) - 56040 Via Livornese 20 - Tel. 050 69211 - Fax 050 692301  
Stab.to Gambassi Terme (FI) - 50050 Località Treschi - Tel. 0571 6307 - Fax 0571 678014  
Knauf Milano - Rozzano (MI) - 20089 Via Alberelle, 72 - Tel. 02 52823711 - Fax 02 52823730  
C.F. e CCIAA di Pisa 00050890524 - P.I. 02470860269 - R.E.A. 115078 - Cap. Soc. Int. Vers. Euro 20.000.000  
UNICREDIT SPA - Ag. 66054 Firenze - IBAN IT86F0200802854000102098066 - BIC UNCRITMMOTU  
Internet: www.knauf.it E-mail: knauf@knauf.it

Pag. 2/2

Figura 60: certificazione (potere fonoisolante struttura divisoria a secco doppia tipo, fonte *knauf.it*)

## 6. Schede tecniche e/o certificazioni



**FIN-Window Slim-line 77**  
*PVC-PVC*

$U_w$ per finestre ad un'anta con vetro doppio/triplo:	1,2 / 0,76 W/m <sup>2</sup> K
$U_w$ per finestre a due ante con montante mobile e vetro doppio/triplo:	1,3 / 0,91 W/m <sup>2</sup> K
$R_w$ standard:	32 (-2;-6) dB
$R_w$ massimo:	46 (-2;-5) dB

Figura 61: scheda tecnica (esempio tipologia serramento, fonte *finstral.com*)



### **FIN-Window Slim-line 77**

*PVC-PVC*

$U_w$ per finestre ad un'anta con vetro doppio/triplo:	1,2 / 0,76 W/m <sup>2</sup> K
$U_w$ per finestre a due ante con montante mobile e vetro doppio/triplo:	1,3 / 0,91 W/m <sup>2</sup> K
$R_w$ standard:	32 (-2;-6) dB
$R_w$ massimo:	46 (-2;-5) dB

Figura 62: scheda tecnica (esempio tipologia serramento, fonte *finstral.com*)





## PLANET 72 PLUS (NEO)

Serie iper termica al top della gamma Planet, propone livelli di resistenza meccanica oltre l'eccellenza. Particolarmente indicata per edifici in classe A+. Planet 72 Plus ha ottenuto la certificazione FinestraQualità dall'Agenzia CasaClima.

La dicitura **NEO** indica la possibilità di richiedere il serramento NEOciclato, cioè con alluminio e barrette prodotti da materiale rigenerato, nel rispetto dei Criteri Minimi Ambientali.



-  Permeabilità all'aria: Classe 4
-  Tenuta all'acqua: Classe E 1500
-  Resistenza al vento: Classe C5
-  Isolamento Acustico: **49 dB**
-  Resistenza all'effrazione: Classe 2
-  Isolamento termico: **0.77 W/m2K**

Figura 63: scheda tecnica (esempio tipologia serramento, fonte *alsistem.it*)



## PLANET 62 UP (NEO)

Nuovo sistema a taglio termico, con sezione telaio di soli 62mm, che garantisce ottime prestazioni termoacustiche e di tenuta agli agenti atmosferici. Le **nuove barrette tubolari**, realizzate in **poliammide a bassa densità**, migliorano le prestazioni termiche del sistema, utilizzabile per ECOBONUS e SUPERBONUS. Inoltre grazie all'utilizzo di alluminio rigenerato, la serie rispetta i CAM (Criteri Ambientali Minimi)

La dicitura **NEO** indica la possibilità di richiedere il serramento NEOciclato, cioè con alluminio e barrette prodotti da materiale rigenerato, nel rispetto dei Criteri Minimi Ambientali.

-  Permeabilità all'Aria: Classe 4
-  Tenuta all'acqua: Classe E 1200
-  Resistenza al vento: Classe C4
-  Isolamento acustico: 48 dB
-  Resistenza all'effrazione: Classe 2
-  Isolamento termico: 1.21 W/m2K

Figura 64: scheda tecnica (esempio tipologia serramento, fonte *alsistem.it*)

## ISOLMANT UNDERSPECIAL > INFORMAZIONI TECNICHE

> Da posizionare con il lato gofrato e serigrafato Isolmant verso l'alto.

SPESSORE NOMINALE:	8 mm	13 mm
RIGIDITA' DINAMICA:	$s^* = 11 \text{ MN/m}^3$ <sup>(1)</sup>	$s^* = 9 \text{ MN/m}^3$ <sup>(2)</sup>
ABBATTIMENTO ACUSTICO AL CALPESTIO:	$\Delta L_w = 34 \text{ dB}$ <sup>(3)</sup>	$\Delta L_w = 36 \text{ dB}$ <sup>(4)</sup>
ISOLAMENTO ACUSTICO AL CALPESTIO:	$L'_{n,w} = 51 \text{ dB}$ <sup>(5)</sup>	$L'_{n,w} = 48 \text{ dB}$ <sup>(6)</sup>
ISOLAMENTO ACUSTICO AI RUMORI AEREI:	$R_w = 61 \text{ dB}$ <sup>(7)</sup>	$R_w = 63 \text{ dB}$ <sup>(8)</sup>
CLASSE DI COMPRIMIBILITA':	CP2 <sup>(9)</sup>	
CONDUCIBILITA' TERMICA:	$\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$	
RESISTENZA TERMICA:	$R_t = 0,234 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_t = 0,376 \text{ m}^2\text{K/W}$
CALORE SPECIFICO:	$c = 2100 \text{ J/kgK}$	
FATTORE DI RESISTENZA ALLA DIFFUSIONE DEL VAPORE:	$\mu = 3600$	
EMISSIONE SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI:	Indoor Air Comfort GOLD <sup>(10)</sup>	
MARCATURA CE:	Per i prodotti isolanti acustici NON SONO ATTUALMENTE DISPONIBILI le norme armonizzate per la marcatura CE. Questo significa che i prodotti Isolmant attualmente NON SONO SOGGETTI A MARCATURA CE, né alla redazione della DOP (declaration of performance) o DDP (dichiarazione di prestazione). Tutti i prodotti Isolmant sono immessi sul mercato nel rispetto delle normative vigenti nel Paese di destinazione e con le certificazioni necessarie a garantirne l'utilizzo nelle applicazioni dedicate.	
FORMATO:	Rotoli da: 1,50 m x 25 m (h x L) = 37,5 m <sup>2</sup> 1,50 m x 50 m (h x L) = 75 m <sup>2</sup>	Rotoli da: 1,50 m x 25 m (h x L) = 37,5 m <sup>2</sup>
	Prodotto battentato. Dopo aver sormontato i teli si consiglia di procedere alla loro sigillatura mediante Isolmant Fascia Nastro o Isolmant Nastro Telato.	
CONFEZIONE:	Singoli rotoli	

(1) Rapporto di prova ICN Galileo Ferraris n. 36262-02

(2) Rapporto di prova laboratorio Isolmant n. 1001\_0416

(3) Rapporto di prova CSI n. 0019-B/DC/ACU/04

(4) Valore calcolato secondo norma UNI EN ISO 12354-2 e UNI TR 11175 sulla seguente stratigrafia: solaio in laterocemento 20+4 con sottofondo in cls alleggerito e massetto di finitura della pavimentazione in cls sp. 7 cm

(5) Valore misurato in opera - cfr. struttura pagina 3 della presente scheda tecnica

(6) Valore misurato in opera - cfr. struttura pagina 4 della presente scheda tecnica

(7) Valore calcolato secondo norma UNI EN 12354-1 e UNI TR 11175 sulla seguente stratigrafia: solaio in laterocemento 20+4 con sottofondo in cls alleggerito e massetto di finitura della pavimentazione in cls sp. 5 cm

(8) Valore calcolato secondo norma UNI EN 12354-1 e UNI TR 11175 sulla seguente stratigrafia: solaio in laterocemento 20+4 con sottofondo in cls alleggerito e massetto di finitura della pavimentazione in cls sp. 7 cm

(9) Rapporto di prova n. 1002\_1410 - Rapporto di prova n. 1010\_1501

(10) Certificazione Eurofins Indoor Air Comfort GOLD n. 392-2021-00160901\_A\_EN

### VOCE DI CAPITOLATO

Strato resiliente in polietilene reticolato, espanso a celle chiuse, gofrato e serigrafato sulla faccia superiore accoppiato sul lato inferiore con speciale fibra agugliata per migliorare la prestazione acustica (tipo Isolmant UnderSpecial). Da posizionare con il lato serigrafato Isolmant verso l'alto. Prodotto battentato. Spessore nominale da 8 o 13 mm. Rigidità dinamica 11 MN/m<sup>3</sup> o 9 MN/m<sup>3</sup> per le versioni 8 o 13 mm rispettivamente.

**ISOLMANT**



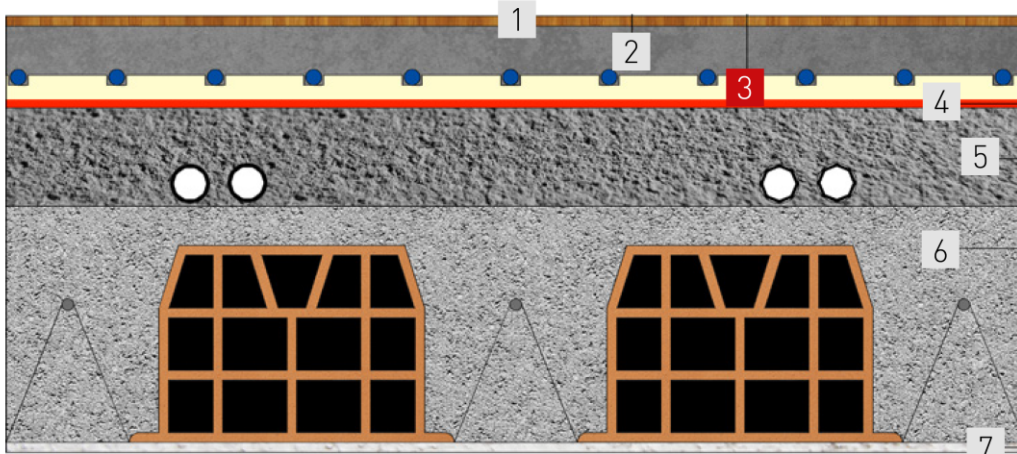
Scheda Tecnica > ISOLMANT UNDERSPECIAL  
Rumore da impatto | Isolamento sotto massetto

4 > 10

Figura 65: scheda tecnica (esempio guaina anticalpestio, fonte *isolmant.com*)

**ISOLMANT UNDERSPECIAL > PROVE IN OPERA**

**EDIFICIO RESIDENZIALE IN FIRENZE (FI)**

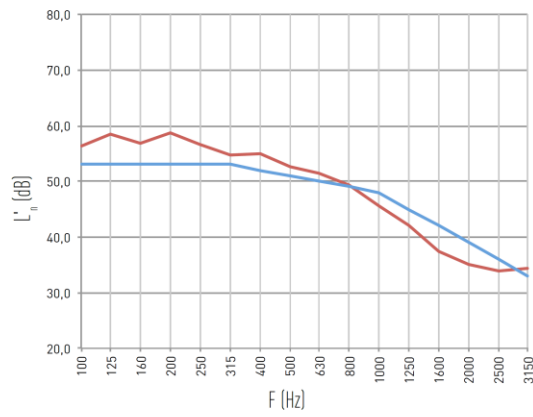


Nr.	Strato	Materiale	Spessore (m)	Massa superficiale (kg/m <sup>2</sup> )
1	Pavimentazione	parquet	0,01	
2	Massetto di supporto	sabbia e cemento	0,05	90
3	Riscaldamento a pavimento	pannello in PSE	0,025	
4	Materiale resiliente	<b>Isolmant UNDERSPECIAL</b>	<b>0,008</b>	
5	Massetto di livellamento impianti	calcestruzzo alleggerito	0,08	24
6	Solaio strutturale	laterocemento	0,24	290
7	Intonaco	premiscelato	0,01	14

**spessore totale 0,423**

**$L'_{n,w} (C_1) = 51 (-0) \text{ dB}$**

— Curva sperimentale  
— Curva di riferimento



Frequenza (Hz)	$L'_n$ (dB)
100	56,4
125	58,4
160	56,8
200	58,8
250	56,5
315	54,8
400	54,9
500	52,7
630	51,4
800	49,4
1000	45,5
1250	42,1
1600	37,4
2000	35
2500	33,9
3150	34,4

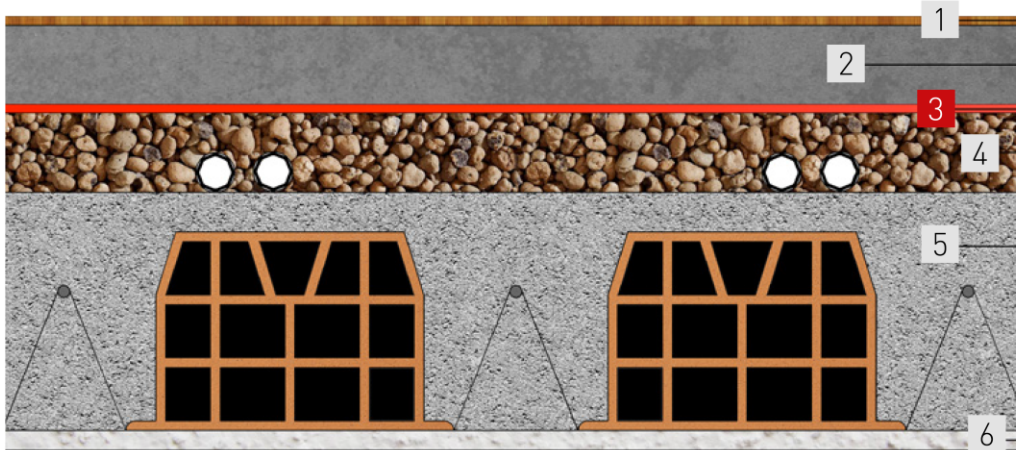


Scheda Tecnica > ISOLMANT UNDERSPECIAL  
Rumore da impatto | Isolamento sotto massetto 5 > 10

Figura 66: scheda tecnica (esempio guaina anticalpestio, fonte *isolmant.com*)

ISOLMANT UNDERSPECIAL > PROVE IN OPERA

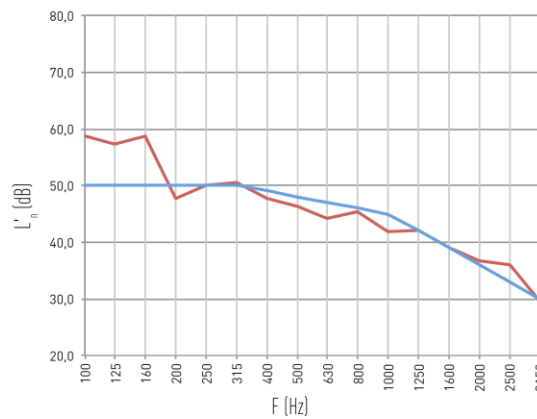
EDIFICIO RESIDENZIALE IN MONZA (MB)



Nr.	Strato	Materiale	Spessore (m)	Massa superficiale (kg/m <sup>2</sup> )
1	Pavimentazione	parquet	0,01	
2	Massetto di supporto	sabbia e cemento	0,07	126
3	Materiale resiliente	<b>Isolmant UNDERSPECIAL</b>	<b>0,013</b>	
4	Massetto di livellamento impianti	argilla espansa	0,08	40
5	Solaio strutturale	laterocemento	0,24	290
6	Intonaco	premiscelato	0,01	14
<b>spessore totale</b>			<b>0,425</b>	

$L'_{n,w} (C_1) = 48 (1) \text{ dB}$

— Curva sperimentale  
— Curva di riferimento



Frequenza [Hz]	L' <sub>n</sub> [dB]
100	58,8
125	57,4
160	58,7
200	47,7
250	50,1
315	50,6
400	47,7
500	46,3
630	44,3
800	45,4
1000	41,9
1250	42,1
1600	39
2000	36,8
2500	35,9
3150	29,7

**ISOLMANT**

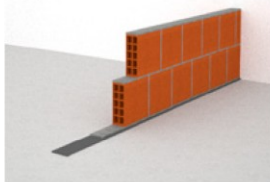


Scheda Tecnica > ISOLMANT UNDERSPECIAL  
Rumore da impatto | Isolamento sotto massetto

6 > 10

Figura 67: scheda tecnica (esempio guaina anticalpestio, fonte *isolmant.com*)

A



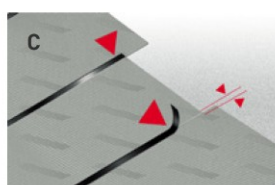
**POSA DELLA FASCIA TAGLIAMURO**

**STEP 1**

Prima di iniziare la posa di tutte le tramezzature, è necessario procedere alla posa di Isolmant Fascia Tagliamuro. Questo accessorio in polietilene espanso reticolato ad alta densità è specifico per desolidarizzare le tramezzature dal solaio contribuendo in tal modo a ridurre la trasmissione strutturale del rumore dalle pareti al solaio stesso. Tale fascia è disponibile in diversi spessori e densità in funzione del peso delle tramezzature (dis. A).

**STEP 2 DESOLIDARIZZAZIONE DELLE STRUTTURE IN C.A.**

In presenza di vani scala, vani ascensore e pilastri (anche se contenuti all'interno delle partizioni verticali) che collegano rigidamente tutti gli elementi strutturali dalle fondazioni all'ultimo solaio è necessario procedere al loro rivestimento con materiale elastico (tipo Isolmant Cemento Armato) e alla successiva finitura, ove possibile, con una tavella da 4/5 cm oppure con pannelli in gesso rivestito. In caso di spessore ridotto è invece possibile fissare con tasselli in nylon, direttamente sul materiale elastico isolante, una robusta rete portaintonaco, e procedere alla successiva intonacatura prestando particolare attenzione alle fessurazioni (dis. B).



**POSA DELLO STRATO RESILIENTE ISOLMANT UNDERSPECIAL**

**STEP 3**

Il prodotto Isolmant UnderSpecial non è provvisto di strato superficiale anti-lacerazione ed è pertanto sconsigliato nella realizzazione di sottofondi monostrato (in tal caso si consiglia il prodotto Isolmant BiPlus). Prima di procedere alla posa del materassino, occorre gettare uno strato di livellamento degli impianti realizzato con idonei materiali e ricette in modo da garantire un adeguato supporto meccanico e una superficie planare e priva di asperità. Successivamente si può procedere alla posa dei teli di Isolmant Underspecial che devono essere accostati accuratamente utilizzando l'apposita battentatura e sigillati mediante Isolmant Nastro Telato o Isolmant Fascia Nastro (dis. C). Inoltre è necessario prestare attenzione a partire a filo parete con il polietilene, evitando di lasciare a vista vicino alle pareti strisce di sola fibra: la fibra infatti, assorbendo il cemento, si irrigidisce generando un pericoloso e continuo ponte acustico. È dunque necessario rifilare la sola fibra a filo parete per garantire su tutta la superficie del solaio la presenza di entrambi gli strati di prodotto (dis. D).

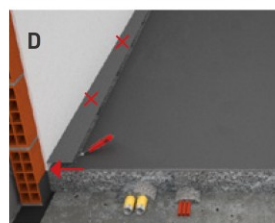


Figura 68: scheda tecnica (esempio guaina anticalpestio, fonte *isolmant.com*)

**STEP 4** POSA DELLA FASCIA PERIMETRALE

Per evitare ponti acustici, si raccomanda l'utilizzo di Isolmant Fascia Perimetrale, da stendere lungo tutto il perimetro del locale senza soluzione di continuità. L'altezza di Isolmant Fascia Perimetrale deve essere scelta dal progettista/committente tenendo conto delle quote effettive del cantiere, in modo che si garantisca una eccedenza della fascia stessa di circa 2/3 cm rispetto alla quota pavimento. Tale eccedenza deve essere rifilata dopo la posa del pavimento (dis. E). La continuità della posa va garantita necessariamente anche lungo le soglie delle porte di ingresso e delle porte-finestra, nonché in corrispondenza delle nicchie tecniche per l'alloggiamento dei collettori dell'impianto termico, di pilastri, lesene, porte e altri movimenti delle pareti. Per facilitare questo compito sono a disposizione degli accessori specifici: Isolmant Angoli e Spigoli e Isolmant Telaio Porte (dis. F1 - foto F2). E' inoltre necessario evitare che in corrispondenza degli angoli resti del vuoto tra la fascia e le pareti (dis. G) ove possa infiltrarsi materiale cementizio, oltre a garantire che la fascia perimetrale aderisca con continuità anche lungo la connessione solaio-parete: la formazione della sguscia (dis. H) provoca una riduzione dello spessore del massetto che in quel punto manca del supporto del solaio, rischiando nel tempo di arrivare a rottura. In conclusione prima di procedere alla posa del massetto di finitura l'impresa deve rendersi ragionevolmente certa di aver realizzato una perfetta vasca a tenuta all'interno della quale il massetto cementizio che andrà a gettare possa "galleggiare" senza stabilire alcuna connessione rigida né con gli strati portanti al di sotto né con le pareti ai suoi lati. Eventuali punti scoperti che potrebbero costituire "ponte acustico" vanno rivestiti con Isolmant Fascia Nastro.

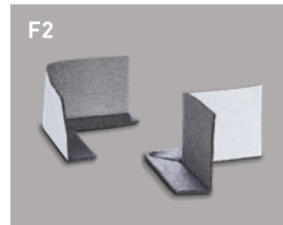
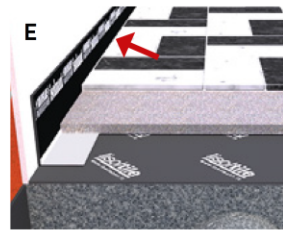


Figura 69: scheda tecnica (esempio guaina anticalpestio, fonte *isolmant.com*)



**REALIZZAZIONE DEL MASSETTO**

**STEP 5**

Il massetto di finitura deve garantire adeguata resistenza meccanica in funzione delle reali condizioni di posa e di carico. A riguardo devono essere adottate opportune misure di sicurezza, quali ad esempio la valutazione della adeguata consistenza dell'impasto, dei tempi di stagionatura, dell'eventuale necessità di utilizzo di elementi collaboranti (rete metallica o fibre), della sufficiente compattezza della superficie e dell'eventuale trattamento superficiale con prodotti consolidanti (come da indicazioni fornite dal produttore del massetto e dalla normativa di riferimento). Con riferimento allo spessore del massetto di finitura si consiglia di realizzare uno spessore minimo non inferiore a 4,5 cm nel caso di posa di Isolmant Underspecial 8 mm e non inferiore a 7 cm nel caso di posa di Isolmant Underspecial 13 mm. Nei casi in cui lo spessore in alcuni punti scenda sotto i 4,5 cm si consiglia di armare il massetto con apposita rete elettrosaldata e zincata. In tutti i casi il massetto deve essere ben battuto (specie ai lati e negli angoli), costipato in tutto il suo spessore, stagiato e frattazzato (a mano o con elicottero) a regola d'arte (dis. I). Durante il getto del massetto bisogna prestare particolare cura a non lacerare o forare il materiale elastico.

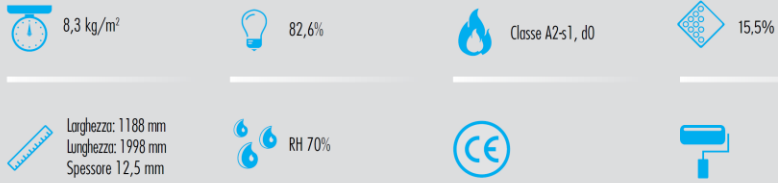
**STEP 6 POSA DELLA PAVIMENTAZIONE E DEL BATTISCOPIA**

E' indispensabile rendere noto a tutti gli operatori del cantiere che l'eccedenza della fascia perimetrale deve essere rifilata solo al termine della posa e stuccatura della pavimentazione (dis. L) e prima della posa del battiscopa. Il contatto diretto del pavimento con le pareti, infatti, costituisce un ponte acustico, che ostacola il "galleggiamento" del massetto sul materassino elastico e che provoca una perdita di isolamento di alcuni decibel. Il pavimento va dunque posato a contatto con la fascia perimetrale garantendo il funzionamento elastico del sistema. Il battiscopa ceramico, in particolare, non deve essere appoggiato al pavimento ma va tenuto sollevato di qualche millimetro e fugato con un legante elastico a base siliconica o con una malta additivata a comportamento flessibile (foto M). Nel caso in cui il giunto fosse rigido, esso impedirebbe al pavimento di galleggiare e sarebbe destinato a "sfuggirsi".

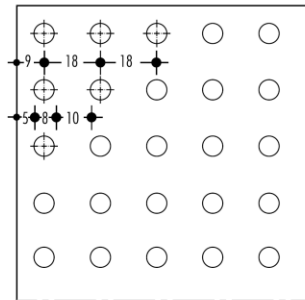


Figura 70: scheda tecnica (esempio guaina anticalpestio, fonte *isolmant.com*)





8/18



**Senza pannello in lana di vetro**

Ribassamento: a = 200 mm; b = 60 mm



**Con pannello in lana di vetro spessore 20 mm**

Ribassamento: a = 200 mm; b = 60 mm




 Lastre Forate e Fessurate

Figura 71: scheda tecnica (controsoffitto fonoassorbente *Knauf Cleneo*, fonte *knauf.it*)



# CELENIT L2ABE/A2

Scheda tecnica



Pannello isolante termico ed acustico composito, in Euroclasse A2-s1,d0, costituito da uno strato in lana di legno extra sottile di abete rosso mineralizzata e legata con cemento Portland bianco e polvere minerale, spessore 10 mm, accoppiato ad uno strato di lana di roccia, conforme alla norma UNI EN 13162. Larghezza lana di legno: 1 mm. Conforme alla norma UNI EN 13168.  
CELENIT L2ABE/A2 è certificato PEFC™. Disponibile anche con certificazione FSC®.

Disponibile anche con cemento Portland grigio [CELENIT L2AE/A2].

## Dettaglio bordi

D - S47

## Colori

naturale o verniciato

## Applicazioni

isolamento di solai con fissaggio meccanico

## Dati tecnici

Normativa	UNI EN 13168						CE
Codice di designazione	WW-C/2 MW-EN13168-L2-W1-T1-S2-CS(Y)30-TR5-CI3 (spessore 50 mm) WW-C/2 MW-EN13168-L2-W1-T1-S2-CS(Y)30-TR7,5-CI3 (spessori 75-175 mm)						
Lunghezza x Larghezza [mm]	1000x600						
Spessore [mm]	50	75	100	125	150	175	
Struttura degli strati [mm]	10/40	10/65	10/90	10/115	10/140	10/165	
Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	13,3	15,6	17,8	20,1	22,3	24,6	
Conducibilità termica dichiarata $\lambda_0$ [W/mK]	WW 0,091 - MW 0,035						
Resistenza termica dichiarata $R_0$ [m <sup>2</sup> K/W]	1,25	1,95	2,65	3,40	4,10	4,80	
Resistenza termica R [m <sup>2</sup> K/W]	1,25	1,97	2,68	3,40	4,11	4,82	
Resistenza a compressione $\sigma_m$ [kPa]	≥ 30						
Resistenza a trazione perpendicolare alle facce $\sigma_{tm}$ [kPa]	≥ 5 (spessore 50 mm) ≥ 7,5 (spessori 75-175 mm)						
Resistenza alla diffusione del vapore $\mu$	WW 5 - MW 1						
Reazione al fuoco	Euroclasse A2-s1, d0						
Compatibilità con altri materiali [%]	≤ 0,06						
Assorbimento acustico	$\alpha_w$ fino a 1,00 - NRC fino a 1,05						

## Dati logistici

Dimensioni [mm]	Pallet	50 mm	75 mm	100 mm	125 mm	150 mm	175 mm
pannelli: 1000x600	pannelli per pallet	80	56	40	32	24	24
pallet: 2000x1200	m <sup>2</sup> per pallet	48,00	33,60	24,00	19,20	14,40	14,40

## Certificazioni

ISO 9001:2015 no. 1351  
FSC® no. ICILA-COC-002789  
PEFC™ no. ICILA-PEFCCOC-000117  
ICEA no. LEED 2015\_001  
ICEA no. REC 2015\_001



2019/01 | pagina 1/2



Figura 72: scheda tecnica (pannello L2ABE/A2, fonte celenit.com)



## Assorbimento acustico

Tipo di pannello <sup>1</sup>	Specifiche di prova <sup>2</sup>			Certificato <sup>3</sup>		Assorbimento acustico									
	Spessore [mm]	MW [mm]	TH [mm]	No.	Data	Frequenze $\alpha_n$ [Hz]					$\alpha_w$	NRC	SAA	Classe	
						125	250	500	1000	2000	4000				
Applicazione in aderenza															
CELENIT L2ABE/A2	50		50	326377-A	20.07.2015	0,30	0,75	0,95	0,90	0,85	0,80	0,90	0,85	0,85	A
CELENIT L2ABE/A2	75		75	333109-A	20.04.2016	0,45	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	1,00	1,05	1,05	A
CELENIT L2ABE/A2	100		100	333109-B	20.04.2016	0,55	1,00	1,00	1,00	0,95	0,85	1,00	1,05	1,03	A
CELENIT L2ABE/A2	125		125	333109-C	20.04.2016	0,65	1,00	1,00	1,00	0,95	0,85	1,00	1,05	1,03	A

<sup>1</sup> La verniciatura è ininfluyente sulle prestazioni di assorbimento acustico dei pannelli CELENIT come riportato nella nota tecnica dell'Istituto Giordano in data 16.07.2015. I valori di assorbimento acustico sono validi anche per i prodotti con cemento grigio.

<sup>2</sup> Specifiche di prova "spessore" è relativo al pannello - "MW" considera lo spessore di lana di roccia in intercapedine - "TH" (Total Height) altezza totale della struttura considerata dall'intradosso del solaio all'intradosso del rivestimento.

<sup>3</sup> Tutti i certificati sono basati su prove effettuate presso l'Istituto Giordano (Bellaria - RN - Italia) secondo la norma UNI EN ISO 354:2003.

### Applicazione in aderenza



## Stoccaggio

I pannelli devono essere trasportati e adagiati su una base piana in un luogo asciutto e pulito, protetti dall'azione diretta dell'umidità. La movimentazione dei pallet in cantiere si eseguirà con la necessaria cura. Urti in corrispondenza degli spigoli delle confezioni possono causare danni ai pannelli. È importante che si sia previsto lo stoccaggio in un luogo riparato: i pannelli dovranno restare sollevati da terra e assolutamente protetti dall'azione diretta di umidità e agenti atmosferici. Durante la giacenza dei pallet in cantiere, assicurarsi che rimangano chiusi. Al momento della posa in opera i pannelli dovranno risultare assolutamente ben asciutti.



I pannelli CELENIT devono essere posti in opera solo quando il locale e il supporto edilizio risultano asciutti, ovvero dopo aver eseguito tutte le operazioni recanti umidità all'ambiente.

Normalmente i pannelli presentano il logo CELENIT per individuare il lato (denominato "retro del pannello") che deve essere installato verso la struttura. In assenza del logo, sarà possibile riconoscere il verso corretto del pannello in funzione della posizione dello stesso sul pallet: fronte del pannello verso l'alto e retro del pannello verso il basso.

Se i pannelli fossero installati in ambienti indoor, si preveda di condizionare i pannelli al clima ambiente mantenendoli nell'ambiente per qualche giorno. Si eviti un riscaldamento repentino dell'ambiente subito dopo l'installazione.

Il processo produttivo e le materie prime fanno sì che il pannello senza verniciatura possa presentare naturali disomogeneità cromatiche. Per ottenere una finitura uniforme si consiglia il pannello verniciato.

I dati della presente scheda tecnica sono corretti al momento del rilascio. CELENIT S.p.A. sta migliorando continuamente i prodotti, quindi, la presente scheda tecnica può essere aggiornata senza alcun preavviso. Si prega di contattare la nostra assistenza tecnica per ottenere l'ultima versione.



**CELENIT S.p.A**  
Pannelli isolanti termici ed acustici  
per un'architettura sostenibile

Sede legale:  
Via Bellinghiera, 17  
35019 Onara di Tombolo (PD) Italia  
PIVA/C.F. 00211210281

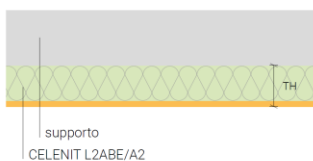
Contatti:  
Tel. +39 049 5993544  
assistenza@celenit.com  
www.celenit.com

Figura 73: scheda tecnica (pannello Celenit L2ABE/A2, fonte celenit.com)



# CELENIT L2ABE/A2

Assorbimento acustico



**Certificato No. 333109-A**

Data 20.04.2016

CELENIT L2ABE/A2 75 mm, posa in aderenza

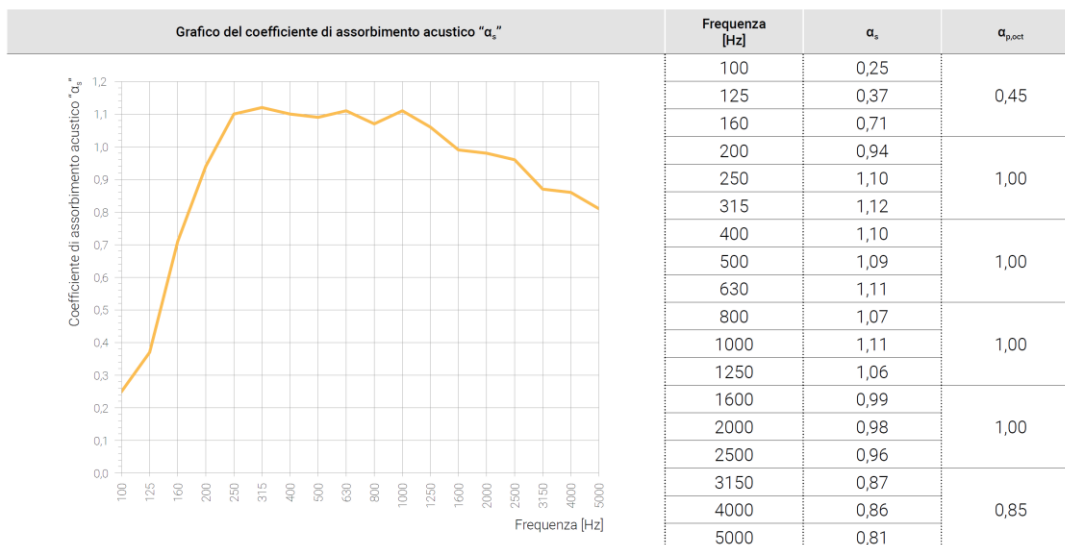
Spessore totale (TH) 75 mm

## MISURA DEL COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO

Misura in camera riverberante del coefficiente di assorbimento acustico " $\alpha_s$ " secondo la norma UNI EN ISO 354:2003. Le prove sono state effettuate presso il laboratorio di acustica dell'Istituto Giordano (Bellaria - RN - Italia).

La verniciatura è influente sulle prestazioni di assorbimento acustico dei pannelli CELENIT come riportato nella nota tecnica dell'Istituto Giordano in data 16.07.2015. I valori di assorbimento acustico sono validi anche per i prodotti con cemento grigio.

$\alpha_w$ (indicatore di forma)	1,00
Classe di assorbimento	A
SAA - Sound absorption average	1,05
NRC - Noise reduction coefficient	1,05



I dati della presente scheda tecnica sono corretti al momento del rilascio. CELENIT S.p.A. sta migliorando continuamente i prodotti, quindi, la presente scheda tecnica può essere aggiornata senza alcun preavviso. Si prega di contattare la nostra assistenza tecnica per ottenere l'ultima versione.

2016/10 | pagina 1/1



**CELENIT S.p.A.**  
Pannelli isolanti termici ed acustici  
per un'architettura sostenibile

Sede legale:  
Via Bellinghiera, 17  
35019 Onara di Tombolo (PD) Italia  
P.IVA/C.F. 00211210281

Contatti:  
Tel. +39 049 5993544  
assistenza@celenit.com  
www.celenit.com

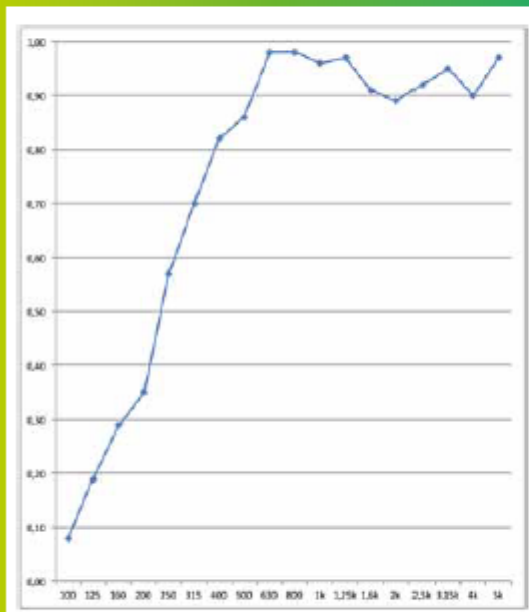
Figura 74: scheda tecnica (pannello Celenit L2ABE/A2, fonte celenit.com)



Figura 75: scheda tecnica (pannello in fibra di poliestere tipo, fonte *termoisolanti.com*)

**DATI TECNICI**

**CLASSE DI ASSORBIMENTO ACUSTICO NORMA UNI EN ISO 354**



**SILENT SPACE - Spessore: 50 mm**

Frequenza f, (Hz)	Coefficienti di fonoassorbimento
100	0,08
125	0,19
160	0,29
200	0,35
250	0,57
315	0,70
400	0,82
500	0,86
630	0,98
800	0,98
1k	0,96
1,25k	0,93
1,6k	0,90
2k	0,92
2,5k	0,95
3,15k	0,90
4k	0,97
5000	0,97

**CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO NORMA UNI EN 13501-1**  
B-s1, d0

**CERTIFICAZIONE DI RESISTENZA AGLI URTI DA PALLONE FINO A CIRCA 60 km/h**  
CLASSE 1A

**CERTIFICAZIONE DI RESISTENZA AL CARICO**  
RESISTENZA AD UN CARICO PARI A 2,5 VOLTE IL PESO DEI SINGOLI PANNELLI  
GARANTENDO UNA BUONA RESISTENZA MECCANICA E LA DURABILITA' NEL TEMPO

**Figura 76: scheda tecnica (pannello in fibra di poliestere tipo, fonte *termoisolanti.com*)**