



COMUNE DI BORGOSATOLLO (BS)  
SETTORE LAVORI PUBBLICI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
GEOM. IVAN FADINI



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MINISTERO  
DELL'INTERNO

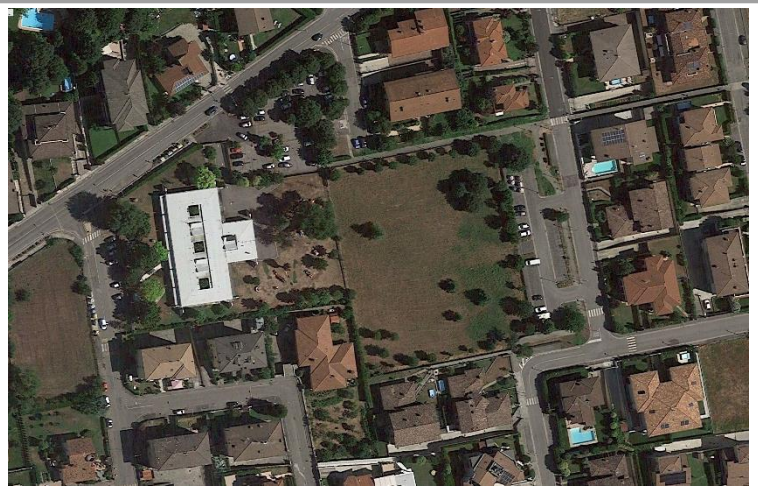


## PNRR MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

### REALIZZAZIONE NUOVO ASILO NIDO

**CUP C95E22000420007**

PROGETTO ESECUTIVO



# E701

APR 2023

REV 00

## RELAZIONE REQUISITI ACUSTICI PASSIVI



**advanced**  
engineering

**OPTIMA**

PROGETTO ARCHITETTONICO  
SBG ARCHITETTI  
viale gorizia 30 20144 milano – italy  
[www.sbgarchitetti.it](http://www.sbgarchitetti.it)

PROGETTO DELLE STRUTTURE  
PROGETTO DEGLI IMPIANTI  
ADVANCED ENGINEERING SRL  
via Monte Bianco 34 – 20149 Milano

COORDINATORE DELLA SICUREZZA  
OPTIMA SOLUZIONI AMBIENTALI S.C.  
Via Adeodato Ressi, 26 – 20126 Milano

## INDICE

<b>1.</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Riferimenti normativi.....</b>	<b>4</b>
2.1.	<i>D.P.C.M. 5.12.1997.....</i>	<i>4</i>
2.2.	<i>Classificazione acustica degli edifici UNI11367:2023 .....</i>	<i>5</i>
2.3.	<i>Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinanti: Settore scolastico UNI 11532-2:2020 .....</i>	<i>6</i>
<b>3.</b>	<b>Caratterizzazione dei componenti di impianto .....</b>	<b>7</b>
3.1.	<i>Funzionamento continuo - Impianti di climatizzazione .....</i>	<i>7</i>
3.1.1.	<i>Recuperatore di calore.....</i>	<i>8</i>
3.2.	<i>Funzionamento discontinuo - Impianto di scarico delle acque reflue .....</i>	<i>8</i>
<b>4.</b>	<b>Caratterizzazione dei componenti edilizi .....</b>	<b>9</b>
4.1.	<i>Stratigrafie.....</i>	<i>10</i>
4.1.1.	<i>Parete esterna .....</i>	<i>10</i>
4.1.2.	<i>Copertura.....</i>	<i>10</i>
4.1.3.	<i>Finestre.....</i>	<i>11</i>
<b>5.</b>	<b>Verifica del rispetto dei requisiti acustici previsti dalla normativa.....</b>	<b>11</b>
5.1.	<i>Isolamento acustico di facciata.....</i>	<i>11</i>
5.2.	<i>Livello massimo di pressione sonora per impianti ad uso discontinuo .....</i>	<i>13</i>
5.3.	<i>Livello continuo equivalente di pressione sonora per impianti ad uso continuo.....</i>	<i>13</i>
<b>6.</b>	<b>Conclusioni.....</b>	<b>14</b>
<b>7.</b>	<b>Valutazione delle condizioni acustiche dell'aula .....</b>	<b>14</b>
	<b>Allegato A – Isolamento acustico di facciata .....</b>	<b>15</b>
	Elementi che compongono la facciata.....	15
	Correzioni .....	15
	Indice di valutazione dell'isolamento di facciata .....	15
	Elementi costituenti la struttura .....	15
	Struttura: 0_Parete Asilo Rodari.....	15
	Struttura: 0_Solaio Asilo Rodari .....	16
	Struttura: Serramenti.....	16
	<b>Allegato B – Tempo di riverbero ottimale.....</b>	<b>18</b>
	Aree di assorbimento equivalente .....	18
	Risultati.....	18
	<b>Allegato C – Indice di trasmissione del parlato .....</b>	<b>20</b>



## 1. Premessa

Il presente documento **E701** riporta i requisiti acustici passivi e il comfort acustico interno del “Nuovo asilo nido”, sito nel comune di Borgosatollo in via Di Vittorio.

## 2. Riferimenti normativi

### 2.1. D.P.C.M. 5.12.1997

Il riferimento normativo per la verifica dei componenti edilizi ed impiantistici è il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”. Il decreto impone la verifica dei requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti in opera e del rumore generato dagli impianti, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.

In sintesi i contenuti sono i seguenti:

- gli edifici vengono classificati in categorie secondo la loro destinazione d'uso, come riportato di seguito nella Tabella 1.

CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI
<b>categoria A:</b> edifici adibiti a residenza o assimilabili;
<b>categoria B:</b> edifici adibiti ad uffici e assimilabili;
<b>categoria C:</b> edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
<b>categoria D:</b> edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
<b>categoria E:</b> edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
<b>categoria F:</b> edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
<b>categoria G:</b> edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

Tabella 1. Classificazione degli ambienti abitativi (elaborazione da Tabella A del D.P.C.M. 5 dic. 1997)

- vengono definite le grandezze cui far riferimento per la qualificazione dell'edificio in tema di componenti edilizi e sistemi impiantistici, ovvero:
  - indice di valutazione del potere fonoisolante apparente riferito a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari ( $R'_w$ );
  - indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT,W}$ );
  - indice di valutazione del livello di rumore di calpestio dei solai normalizzato ( $L'_{n,W}$ );
  - livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo ( $L_{ASmax}$ );
  - livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A per i servizi a funzionamento continuo ( $L_{Aeq}$ );

- vengono infine forniti i valori limite per le grandezze appena elencate, per le diverse categorie di edificio, come riportato di seguito nella Tabella 2.

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

*Tabella 2. Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici  
(Elaborazione da Tabella B del D.P.C.M. 5 dic. 1997)*

Nel caso in esame, trattandosi di un asilo nido, la categoria di edificio presa a riferimento è la categoria E - edifici adibiti ad attività scolastiche ed assimilabili.

## 2.2. Classificazione acustica degli edifici UNI11367:2023

La normativa UNI11367:2023 inerente la classificazione acustica degli edifici definisce :

- i criteri per la misurazione e la valutazione dei principali requisiti acustici prestazionali degli edifici;
- stabilisce una classificazione acustica (in riferimento ad ognuno dei requisiti) per l'intera unità immobiliare;
- propone una valutazione sintetica (con un unico indice descrittore) dell'insieme dei requisiti per l'unità immobiliare.

La classificazione è prevista per le seguenti tipologie edilizie: residenziale, direzionale ed uffici, ricettiva, ricreativa, di culto e commerciale.

Per scuola (a tutti i livelli), ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili non è prevista la classificazione acustica.

Per tali immobili sono previsti specifici valori di riferimento per i diversi requisiti acustici (Appendice A).

#### Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole

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

### 2.3. Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinanti: Settore scolastico UNI 11532-2:2020

Il riferimento normativo per il comfort acustico è il decreto del 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”. Il decreto Criteri ambientali minimi rimanda alla norma UNI 11532 per la determinazione del confort acustico interno negli ambienti scolastici.

La norma fornisce indicazioni per ottenere ambienti acusticamente idonei all'attività didattica, sia per il corpo docente che per gli alunni.

In accordo alla norma UNI 11532-1:2018 si è provveduto ad effettuare il calcolo sull'aula tipo analizzato per il C50 e STI.

Si rimanda all'allegato C per i dettagli di calcolo.

### **3. Caratterizzazione dei componenti di impianto**

I sistemi impiantistici dell'edificio oggetto di studio che hanno significatività a livello acustico sono classificabili in due categorie a seconda della modalità di funzionamento:

- continuo;
- discontinuo.

Alla prima categoria appartengono gli impianti di climatizzazione; alla seconda, gli scarichi idraulici, i servizi igienici e la rubinetteria.

I paragrafi seguenti ne illustrano le principali caratteristiche.

#### **3.1. Funzionamento continuo - Impianti di climatizzazione**

---

Le principali dotazioni impiantistiche per la climatizzazione previste da progetto sono:

- N.1 generatore di calore a pompa di calore per il riscaldamento installati in locale tecnico dedicato nella scuola adiacente;
- N.1 pompe di calore aria-acqua per l'acqua calda sanitaria installata nel locale lavanderia;
- N. 5 recuperatori di calore a parete installati negli antibagni per il trattamento dell'aria per rispondere alle richieste di comfort termo-igrometrico per gli ambienti interni all'asilo nido.

La climatizzazione dei locali avviene mediante ventilconvettori a parete in tutti i locali dell'asilo. I componenti giudicati potenzialmente significativi da un punto di vista acustico sono soltanto i recuperatori di calore in quanto installati internamente all'edificio ma possono essere considerati trascurabili poiché presentano livelli di pressione sonora accettabili e sono schermati dai componenti architettonici, ovvero le pareti dei locali, con elevato potere fonoisolante.

La posa dei diversi componenti e macchinari, in ogni caso, dovrà avvenire avendo cura di annullare qualunque possibile via strutturale di propagazione del rumore (piedini antivibranti, giunti antivibranti, materassini resilienti, ecc.).



### 3.1.1. **Recuperatore di calore**

Il recuperatore di calore è posizionato negli antibagni dedicati in prossimità dell'aula.

Il valore di potenza sonora irradiato nel canale dichiarato dal produttore della macchina è pari a 72,6 dB(A) con la portata nominale. Il recuperatore andrà ad un regime pari alla metà della sua effettiva portata, pertanto i livelli di rumorosità della macchina si ritengono trascurabili.

Al rumore del recuperatore, propagato in ambiente tramite le canalizzazioni, si aggiunge il rumore generato dalle griglie di immissione/estrazione dell'aria in ambiente. Per la rumorosità è stata analizzata una griglia che alla portata di progetto ha un valore di potenza sonora pari a  $L_w \leq 25$  dB(A), valore che dovrà essere confermato in fase di realizzazione.

La posa del recuperatore di calore e dei canali dovrà avvenire avendo cura di annullare qualunque possibile via strutturale di propagazione del rumore (piedini antivibranti, giunti antivibranti, materassini resilienti, pendinature resilienti, ecc.).

### 3.2. **Funzionamento discontinuo - Impianto di scarico delle acque reflue**

---

Tra gli impianti ad uso discontinuo, quelli aventi una particolare significatività da un punto di vista acustico sono le reti di scarico delle acque reflue.

In tal senso si prescrive che la realizzazione delle stesse avvenga tenendo conto delle specifiche riportate di seguito:

- tubazioni e raccordi realizzati con mescola omogenea di polipropilene (PP) con carica minerale, del tipo ad innesto con bicchiere e guarnizione di tenuta a semplice labbro in elastomero o con saldatura testa-testa; densità almeno pari a 1,6 kg/dm<sup>3</sup>; livello sonoro  $L_{sc,A}$  di 6 dB(A) misurato alla portata di 2 l/s per un sistema di scarico De 110\*5,6 secondo la norma EN 14366 e certificato dall'istituto Fraunhofer Institut Fur Bauphysik di Stoccarda (P-BA 223/2006);
- fissaggi a mezzo di collari resilienti aventi funzione di smorzare le vibrazioni del condotto annullando la propagazione del rumore per via strutturale;
- desolidarizzazione delle colonne di scarico e dei tratti principali sub orizzontali dai componenti edilizi evitando punti di contatto o inserendo appositi strati di materiale resiliente (gomma, neoprene, feltri, ecc.).

Le specifiche descritte hanno carattere prescrittivo al fine di ottemperare ai limiti imposti dalla legislazione vigente.

## 4. Caratterizzazione dei componenti edilizi

Si riporta di seguito l'analisi eseguita sui componenti edilizi. Essi sono descritti attraverso stratigrafia e tipologia dei singoli materiali impiegati.

Di ciascun componente edilizio è stato calcolato, tramite *software* Echo, l'indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_w$ .

Si ricorda che l'indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_w$  è una caratteristica unicamente del componente. A partire da  $R_w$  sono poi stati calcolati gli indici di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$  e dell'isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,W}$ . I parametri  $R'_w$  e  $D_{2m,nT,W}$  tengono conto delle trasmissioni laterali e, pertanto, sono parametri di prestazione in opera. Per i calcoli si vedano i paragrafi successivi.

L'effetto delle trasmissioni laterali è generalmente quello di ridurre il potere fonoisolante, in funzione del tipo di connessione (Figura 1), dando luogo al potere fonoisolante apparente.

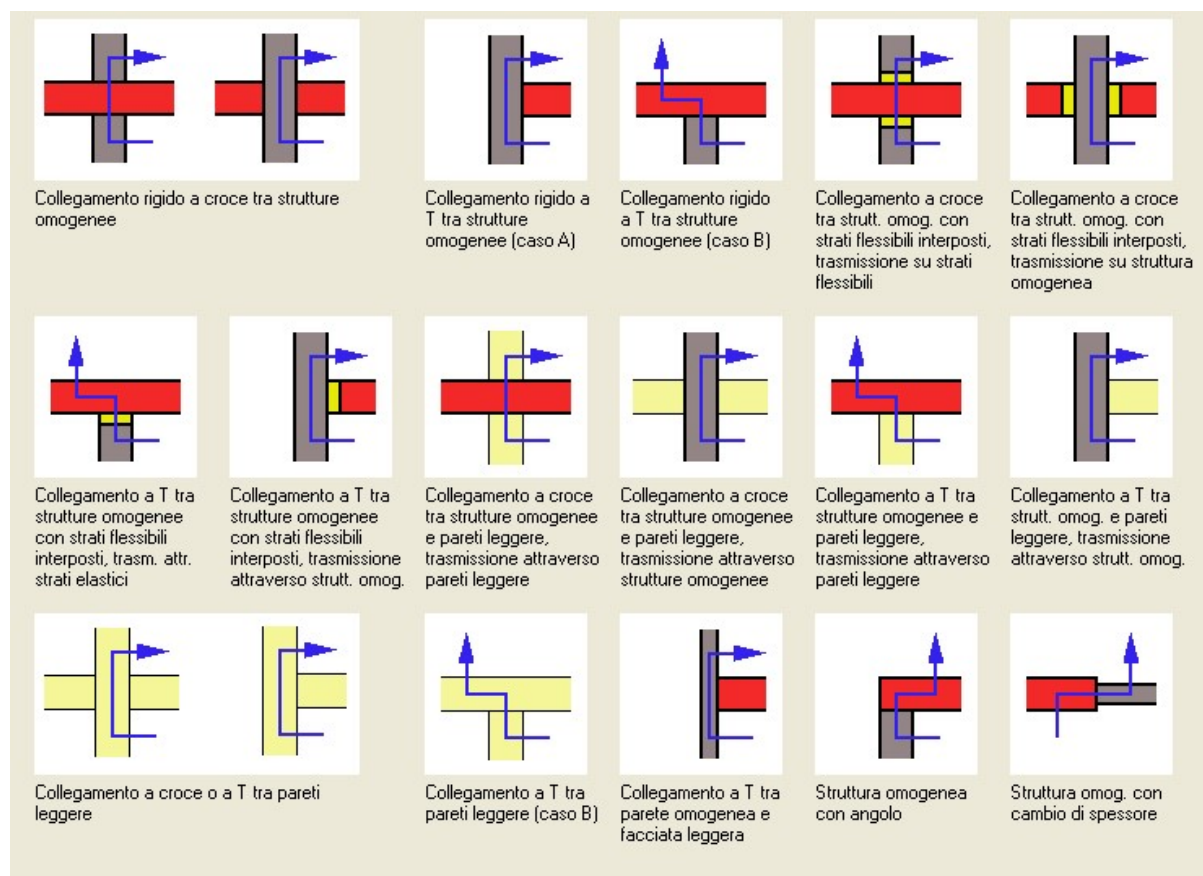
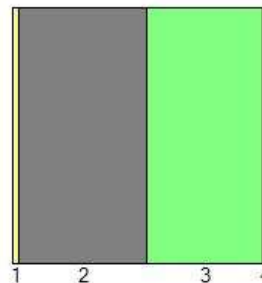


Figura 1: Tipologie di collegamento fra elementi

## 4.1. Stratigrafie

### 4.1.1. Parete esterna

Tipo di elemento	Parete utente
Spessore totale	40,0 cm
Massa superficiale	399,6 kg/m <sup>2</sup>
Rw	64,0 dB

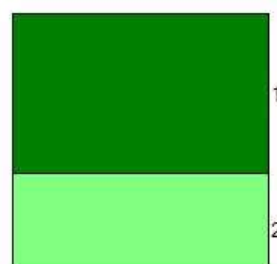


	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
1	INT	Malta di calce o di calce e cemento	1,0	18,0
2	CLS	Calcestruzzo - 1800 kg/m <sup>3</sup>	20,0	360,0
3	ISO	EPS in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7819	18,0	3,6
4	INT	Malta di calce o di calce e cemento	1,0	18,0

Tabella 3 - Dati stratigrafici parete perimetrale

### 4.1.2. Copertura

Tipo di elemento	Solaio utente
Spessore totale	37,0 cm
Massa superficiale	227,3 kg/m <sup>2</sup>
Rw	57,0 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]
1	SOL	Solaio tipo predalles con blocchi in PSE rif 2.4.05 - sp.solaio 23cm	23,0	223,1

2	ISO	EPS in lastre ricavate da blocchi	14,0	4,2
---	-----	-----------------------------------	------	-----

#### 4.1.3. Finestre

Finestre in PVC vetrate doppio.

Il potere fonoisolante del serramento è **48,0 dB**.

## 5. Verifica del rispetto dei requisiti acustici previsti dalla normativa

Caratterizzati i componenti edilizi, si passa alla valutazione delle prestazioni acustiche del fabbricato, calcolando i parametri definiti nel D.P.C.M. 5 dicembre 1997 il quale, come detto, costituisce il riferimento normativo.

### 5.1. Isolamento acustico di facciata

La verifica è stata svolta sul locale principale dell'asilo nido, ovvero l'aula destinata al gioco e alle attività dei bambini in cui si prevede una maggior permanenza di persone. In particolare sono state analizzate la sala attività dell'asilo nido al piano terra e l'aula refettorio della mensa al piano primo. I locali analizzati sono individuati negli estratti planimetrici di seguito riportati.

Per il calcolo dell'isolamento acustico di facciata è stata considerata la seguente formula:

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

Dove:

- $R'_w$  si calcola in funzione delle grandezze pertinenti dei componenti (prodotti) e cioè dei singoli elementi che compongono la parte di facciata corrispondente all'ambiente interno;
- $S$  è l'area totale della facciata. Vista dall'interno (cioè la somma delle aree di tutti gli elementi), in metri quadrati ( $m^2$ );
- $K$  è la correzione relativa alla tipologia di facciata;
- $A_0$  è l'area di assorbimento equivalente di riferimento in metri quadrati ( $m^2$ );

Il calcolo è stato effettuato tramite il *software* Echo sviluppato dall'azienda ANIT e ai fini del calcolo è stata analizzata l'aula considerata più sfavorita dal punto di vista dell'esposizione al rumore data la maggior quantità di serramenti.

Di seguito si riporta un estratto della planimetria in cui è stato individuato il locale oggetto di indagine.

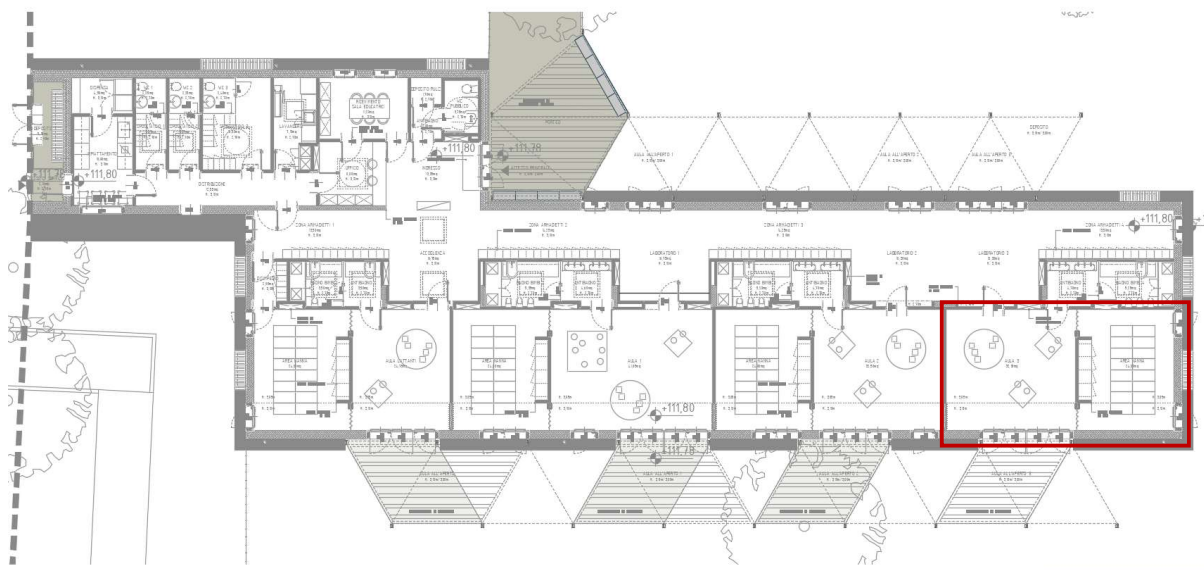


Figura 2 - Individuazione del locale oggetto di verifica: aula attività asilo

Per valutare l'isolamento acustico di facciata sono stati considerati i seguenti parametri dimensionali:

- Area serramento = 18,0 m<sup>2</sup>;
- Area pareti esterne (parte opaca) = 37,65 m<sup>2</sup>;
- Copertura = 56,80 m<sup>2</sup>;
- Volume = 170,40 m<sup>3</sup>.

Si riportano di seguito i valori calcolati.

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m <sup>2</sup> ] / Lunghezza [m]	R <sub>w</sub> / D <sub>new</sub> [dB]
1	0_Parete Asilo Rodari	37,65	64,00
2	0_Solaio Asilo Rodari	56,80	57,00
3	Serramenti	18,00	48,00

Correzioni

**Trasmissione laterale** K = 2 dB

**Forma di facciata** ΔL<sub>fs</sub> = 0 dB

*Indice di valutazione dell'isolamento di facciata*

<b>R'<sub>w</sub></b>	52,3 dB
<b>D<sub>2m,nT,w</sub></b>	49,2 dB
<b>Categoria dell'edificio</b>	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
<b>D<sub>2m,nT,w</sub> minimo</b>	48,0 dB

**Limite verificato**

Avendo ottenuto un valore pari a 49,2 dB, non inferiore al limite previsto da normativa pari a 48 dB, si può assumere che la verifica è soddisfatta.

## **5.2. Livello massimo di pressione sonora per impianti ad uso discontinuo**

---

Il livello massimo di pressione sonora generato dai sistemi impiantistici ad uso discontinuo presenti all'interno dell'edificio, viste le caratteristiche dei componenti previste da progetto, risulterà essere  $L_{ASmax} \leq 35 \text{ dB(A)}$ .

Pertanto si può affermare che tali sistemi siano idonei al rispetto dei limiti fissati dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997 per edificazione ad uso scolastico.

## **5.3. Livello continuo equivalente di pressione sonora per impianti ad uso continuo**

---

Il livello continuo equivalente di pressione sonora generato dai sistemi impiantistici ad uso continuo dovrà essere inferiore al limite fissato dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997 per gli edifici adibiti ad attività scolastiche  $L_{Aeq} \leq 25 \text{ dB(A)}$ .

La presenza dei silenziatori andrà verificata in loco in relazione ai livelli di rumorosità rilevati.

## 6. Conclusioni

In conclusione, dallo studio svolto derivano le seguenti indicazioni:

- Le facciate esterne e la copertura garantiscono, con le stratigrafie dei componenti come da descrizione al capitolo 4, un indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato sufficiente, ovvero superiore a 48 dB (minimo imposto dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997);
- I sistemi impiantistici ad uso continuo garantiscono, allo stato di progetto, livelli di pressione sonora continui equivalenti ponderati inferiori a 25 dB(A) e pertanto sufficientemente bassi, quanto meno secondo la corrente interpretazione del D.P.C.M. 5 dicembre 1997;
- I sistemi impiantistici ad uso discontinuo, realizzati come da descrizione al paragrafo 3.2, garantiscono livelli massimi di pressione sonora ponderati A sufficientemente bassi ovvero  $L_{\max} \leq 35 \text{ dB (A)}$  (massimo imposto dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997).

## 7. Valutazione delle condizioni acustiche dell'aula

Ai fini della definizione del comfort acustico dell'aula, è stato definito il tempo di riverberazione ottimale in funzione dei materiali presenti, dell'attività da svolgersi e del volume dell'ambiente tramite la formula di Sabine:

$$T_{60} = 0,161 \times (V/A)$$

Dove:

- V è il volume dell'ambiente analizzato, espresso in metri cubi;
- A è l'area equivalente di assorbimento acustico, espressa in metri quadrati e calcolata con la formula  $A = \sum (\alpha_i \cdot S_i)$  dove S è la superficie i-esima espressa in metri quadrati ed  $\alpha_i$  è il coefficiente di fonoassorbimento apparente di tale superficie i-esima (ad una data frequenza) caratteristico di ogni superficie.

Si riportano nell'Allegato B tutti i dettagli di calcolo.

## Allegato A – Isolamento acustico di facciata

**Volume dell'ambiente** 170,40 m<sup>3</sup>

**Superficie della facciata** 112,45 m<sup>2</sup>

### Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m <sup>2</sup> ] / Lunghezza [m]	R <sub>w</sub> / D <sub>new</sub> [dB]	
1	0_Parete Asilo Rodari	37,65	64,00	
2	0_Solaio Asilo Rodari	56,80	57,00	
3	Serramenti	18,00	48,00	

### Correzioni

**Trasmissione** K = 2 dB

**laterale**

**Forma di facciata**  $\Delta L_{fs} = 0$  dB

### Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

**R'<sub>w</sub>** 52,3 dB

**D<sub>2m,nT,w</sub>** 49,2 dB

**Categoria dell'edificio** Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli

**D<sub>2m,nT,w</sub> minimo** 48,0 dB

**Limite verificato**

### Elementi costituenti la struttura

#### Elemento 1

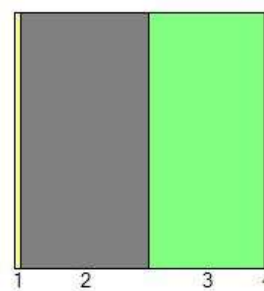
**Struttura:** 0\_Parete Asilo Rodari

**Tipo di elemento** Parete utente

**Spessore totale** 40,0 cm

**Massa superficiale** 399,6 kg/m<sup>2</sup>

**R<sub>w</sub>** 64,0 dB





	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m²]
1	INT	Malta di calce o di calce e cemento	1,0	18,0
2	CLS	Calcestruzzo - 1800 kg/m³	20,0	360,0
3	ISO	EPS in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7819	18,0	3,6
4	INT	Malta di calce o di calce e cemento	1,0	18,0

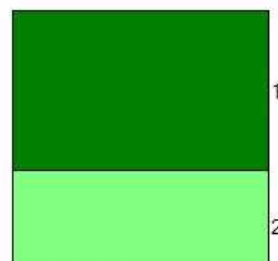
## Elemento 2

Struttura: 0\_Solaio Asilo Rodari

Tipo di elemento      Solaio utente

Spessore totale              37,0 cm  
Massa superficiale          227,3 kg/m²

Rw                              57,0 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m²]
1	SOL	Solaio tipo predalles con blocchi in PSE rif 2.4.05 - sp.solaio 23cm	23,0	223,1
2	ISO	EPS in lastre ricavate da blocchi	14,0	4,2

## Elemento 3

Struttura: Serramenti

Tipo di elemento      Serramento utente

Rw

48,0 dB

## Allegato B – Tempo di riverbero ottimale

**Volume dell'ambiente** 96,90 m<sup>3</sup>

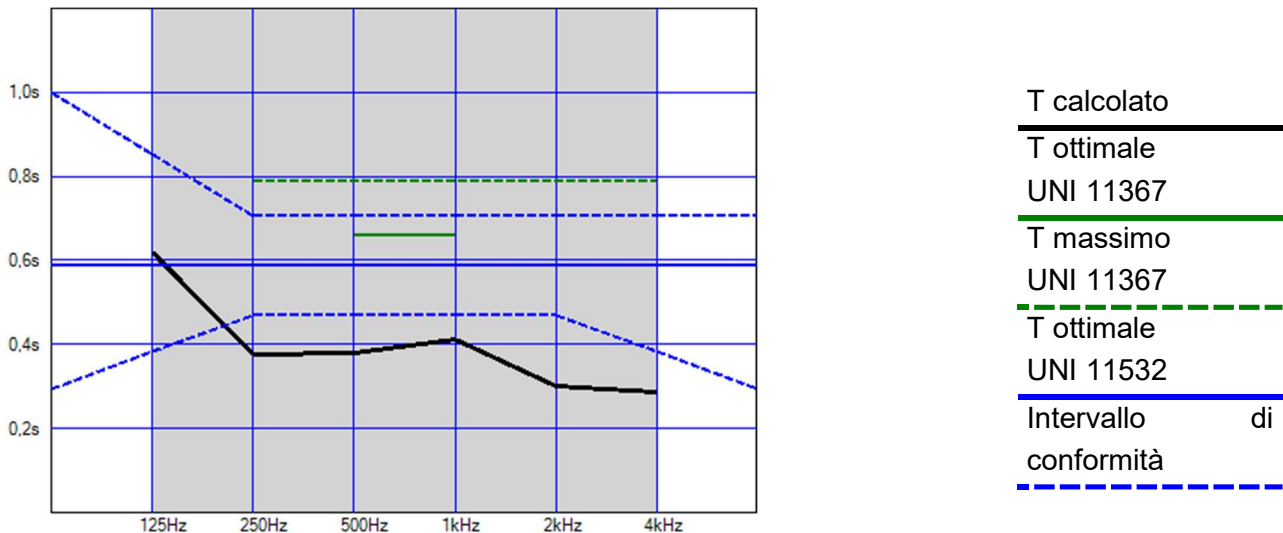
### Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m <sup>2</sup> ]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Cartongesso, 2 strati di 16 mm su montanti	43,40	8,68	5,21	4,34	3,04	3,04	3,04
Linoleum o parquet di legno, su cls	32,30	1,29	1,29	1,62	1,62	1,62	1,62
Bambino della scuola materna (I valori si basano su una disposizione di posti a sedere tipica delle aule con tavoli e con sedie non imbottite)	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	6,00	5,00
Sedia singola di legno	0,00	0,40	0,40	0,60	0,80	0,80	0,80
0_Finestre - vetro doppio	12,00	3,36	2,40	1,32	0,72	0,36	0,24
0_Porte - legno compensato	2,52	0,76	0,50	0,38	0,25	0,38	0,25
Tendaggi materiale intessuto = 0,4 kg/m <sup>2</sup> ; piegato o increspato > 1:3; da 0 mm a 200 mm di fronte a superficie rigida; massimo tipico	11,40	1,14	4,56	7,98	10,26	10,83	11,40
0_Controsoffitto Celenit AB	32,30	8,08	24,23	21,00	16,15	27,46	29,07

### Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
T calcolato	0,63 s	0,38 s	0,38 s	0,42 s	0,30 s	0,29 s
Intervalli di conformità (UNI 11532)	0,39-0,86 s	0,48-0,71 s	0,48-0,71 s	0,48-0,71 s	0,48-0,71 s	0,39-0,71 s
T ottimale (UNI 11532)	0,59 s					
T ottimale (UNI 11367)			0,67 s			

T massimo (UNI 11367)		0,80 s
T massimo (DPCM 5/12/97)		1,20 s
T medio (250 Hz - 2000 Hz)		0,37 s
Limite verificato		



## Allegato C – Indice di trasmissione del parlato

Modello di calcolo    Campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile  
Parlatore                Maschio  
Sforzo vocale normale  
Livello di pressione sonora a 1 m: 60 dBA

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tempo di riverberazione							
T [s]	0,82	0,87	0,75	0,71	0,63	0,63	0,00
Direttività della sorgente							
Q	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
ID	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Distanza critica							
$r_c$ [m]	0,62	0,60	0,64	0,66	0,70	0,70	0,00
$5 \cdot r_c$ [m]	3,08	2,99	3,21	3,31	3,50	3,52	0,00
Livello del rumore di fondo							
$L_n$ [dB]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Livello del parlato							
$L_{s,1m}$ [dB]	62,9	62,9	59,2	53,2	47,2	41,2	35,2
$L_{sr}$ [dB]	64,1	64,4	60,0	53,8	47,3	41,2	0,0
$L_{sd}$ [dB]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Indice di trasferimento della modulazione							
MTI	0,62	0,62	0,65	0,66	0,69	0,69	0,00
Indice di trasmissione del parlato							
STI	0,62						
STI minimo	0,55						
Qualità parlato	Buono						

Chiarezza							
C50	1,2	0,8	1,8	2,2	3,0	3,0	0,0
C50 medio	2,3						
C50 minimo	2,0						