

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)

MISSIONE 4 - ISTRUZIONE E RICERCA

COMPONENTE 1 - POTENZIAMENTO DELL'OFFERTA DEI SERVIZI DI ISTRUZIONE: DAGLI ASILI NIDO ALLE UNIVERSITA'

INVESTIMENTO 1.1: PIANO PER ASILI NIDO E SCUOLE DELL'INFANZIA E SERVIZI DI EDUCAZIONE E CURA PER LA PRIMA INFANZIA

stazione appaltante:

COMUNE DI SANT'ALESSIO CON VIALONE

Via Vittoria 18,
27016 Sant'Alessio con Vialone (PV)

titolo del progetto :

POLO DI INFANZIA

NUOVA COSTRUZIONE DELL'EDIFICIO SCOLASTICO

Via Angelo Bianchi 15, 27016 Sant'Alessio con Vialone (PV)

C.U.P.: J51B21005950006

PROGETTO FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA NEXT GENERATION EU PNRR - M4C1 I 1.1

Progettista architettonico :



ARCo Società Cooperativa

Via Lamarmora 2, 20122 Milano (MI)
mail: info@ar-co.org
pec: admin-arco@pec.it

Progettista strutturale :

Ing. Filippo Condorelli

Via Municipio 167, 95045 Misterbianco (CT)
mail: leaf.progettazione@gmail.com
pec: filippo.condorelli@ingpec.eu

Progettista impiantistico :



Progen Ingegneria s.r.l.

Via Roma 11, 26020 Madignano (CR)
mail: info@progen.us

Consulenza specialistica :



E Plus Studio s.r.l.

Via Silvio Cappela 14, 27100 Pavia (PV)
mail: info@e-plus.it
pec: amministrazione@pec.e-plus.it

responsabile unico del procedimento :

Comune di Sant'Alessio con Vialone (PV)

Arch. Giuseppe Bongiovanni

Via Vittoria 18,
27016 Sant'Alessio con Vialone (PV)

firma e timbro

IL SINDACO

L'ASSESSORE COMPETENTE:

IL SEGRETARIO COMUNALE:

Ivana Maria Cartani

Luigi Angelo Gallotti

Ivano Cosimo Epifani

fase progettuale :

PROGETTO ESECUTIVO

AI SENSI DELL'ART. 23 DEL D.LGS 50/2016 E DELL'ART.33-43 DEL D.P.R. 207/2010

titolo elaborato :

VALUTAZIONE PREVISIONALE

numero elaborato

ACU-REL-02

scala grafica

prima consegna

31 MARZO 2023

BOZZA

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)

MISSIONE 4 - ISTRUZIONE E RICERCA

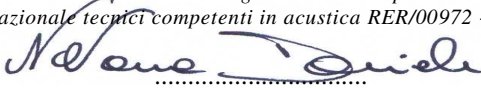
COMPONENTE 1 - POTENZIAMENTO DELL'OFFERTA DEI SERVIZI DI ISTRUZIONE: DAGLI ASILI NIDO ALLE UNIVERSITA'

INVESTIMENTO 1.1: PIANO PER ASILI NIDO E SCUOLE DELL'INFANZIA E SERVIZI DI EDUCAZIONE E CURA PER LA PRIMA INFANZIA

VALUTAZIONE PREVISIONALE

DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Oggetto	POLO D'INFANZIA Nuova costruzione edificio scolastico
Committente	Comune di Sant'Alessio con Vialone (PV) Via Vittoria 18 - 27016
Ubicazione	Via Angelo Bianchi Sant'Alessio con Vialone – 27016 (PV)

Relatore	<p>Per. Ind. Navarra Daniele <i>Tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della legge 447/95 come da Provvedimento del Responsabile del Servizio n. 323 del 23-12-2005, B.U.R. Emilia Romagna del 18-01-06 parte II Elenco Nazionale tecnici competenti in acustica RER/00972 - N. Iscr. 6014</i></p> 
-----------------	--

Mercoledì 22 Marzo 2023

Indice

◆ <i>Premessa</i>	<i>Pag. 3</i>
◆ <i>Riferimenti normativi</i>	<i>Pag. 4</i>
◆ <i>Caratteristiche costruttive dell'edificio</i>	<i>Pag. 7</i>
◆ <i>Indicazioni costruttive e di posa in opera</i>	<i>Pag. 17</i>
◆ <i>Conclusioni</i>	<i>Pag. 19</i>
◆ <i>Allegati</i>	<i>Pag. 20</i>

Premessa

La presente analisi è finalizzata alla determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici ai sensi del D.P.C.M. 05-12-97 di un edificio di futura costruzione adibito a scuola materna. Di conseguenza si verificano i parametri acustici per tutti i componenti dell'edificio, nel rispetto dei requisiti acustici passivi e dai CAM.

La presente relazione ed indagine è stata svolta dallo scrivente Navarra Daniele, tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della legge 447/95 come da Provvedimento del Responsabile del Servizio n. 323 del 23-12-2005, B.U.R. Emilia Romagna del 18-01-06 parte II e iscritto all'elenco Nazionale tecnici competenti in acustica PG/2018/171824 del 12/03/2018 (Registro Regionale: RER/00972 – N. iscrizione: 6014).

Riferimenti normativi

Il principale decreto a cui si fa riferimento (D.P.C.M. 05-12-97) è stato promulgato in applicazione delle indicazioni contenute nella legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26 ottobre 1995. Definisce le caratteristiche prestazionali acustiche dei componenti in opera degli edifici in funzione alla loro destinazione d'uso. Di seguito vengono presentate le categorie in cui sono suddivisi gli edifici in relazione alle loro destinazioni d'uso.

- Categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili
- Categoria B: edifici adibiti ad uffici o assimilabili
- Categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni e attività assimilabili
- Categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
- Categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche ed assimilabili
- Categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili
- Categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

I requisiti acustici passivi degli edifici sono definiti dai seguenti indici di valutazione:

- Indice di potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti (R_w)
- Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$)
- Indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato ($L_{n,w}$)

I valori limite di ognuno degli indici sopra esposti sono illustrati nella seguente tabella, in funzione della relativa categoria di edificio.

Categoria	R_w (dB) (*)	$D_{2m,nT,w}$ (dB)	$L_{n,w}$ (dB)
D	55	45	58
A, C	50	40	63
E	50	48	58
B, F, G	50	42	55

Tabella 1: Requisiti acustici passivi degli edifici

(*) Valori di R_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari

Vengono inoltre definiti, nella tabella B del suddetto decreto, i limiti della rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici, che nel caso specifico, si attestano a 35 dB(A) L_{ASmax} per i servizio a funzionamento discontinuo e a 25 dB(A) L_{Aeq} per quelli a funzionamento continuo.

I calcoli per la determinazione dei requisiti acustici passivi sono stati effettuati utilizzando gli algoritmi indicati nelle varie sezioni della norma UNI 12354-x “Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti”, dove “x” rappresenta 1, 2, 3 e 5 a seconda che si prenda in considerazione *l'isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti, l'isolamento acustico al calpestio tra ambienti, l'isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea o Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici*

Di seguito si riportano i criteri per la definizione dei parametri acustici indicati nei Criteri Ambientali Minimi, definiti con Decreto del 23 Giugno 2022 ed entrati in vigore il 04 Dicembre 2022.

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 casa di cura soddisfano il livello di “prestazione superiore” riportato nel prospetto A. 1 dell’Appendice A di tale norma e rispettano, inoltre, i valori caratterizzati come “prestazione buona”

nel prospetto B.1 dell'Appendice B di tale norma. Le scuole soddisfano almeno i valori di riferimento di requisiti acustici passivi e comfort acustico interno indicati nella UNI 11532-2.

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

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

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

Caratteristiche costruttive dell'edificio

L'edificio si sviluppa su un unico piano, in cui trovano posto tutti gli ambienti necessari allo svolgimento delle attività consone alla struttura scolastica destinata a scuola materna. All'interno dello stabile sono presenti gli spazi destinati ad aule per attività libere, speciali e a tavolino. Inoltre sono presenti la cucina e una mensa, oltre ad ufficio per insegnanti, servizi, altro. La struttura è configurata per renderla usufruibile nella sua totalità, per donare ai bambini uno spazio dove poter esprimere le proprie caratteristiche e sviluppare le potenzialità. Lo studio dei requisiti acustici passivi interesseranno, essendo una struttura a piano unico, le partizioni verticali, gli impianti e i parametri di comfort interni.

Di seguito verranno indicate le composizioni delle partizioni verticali interessate, con la stratigrafia elencata a partire dall'interno. La presenza di marca e modello dei singoli componenti, non comporta l'obbligo di acquisto dei materiali specificati, ma rappresenta la tipologia con le caratteristiche tecniche/acustiche adeguate per raggiungere le prestazioni richieste. E' di conseguenza possibile scegliere materiali di case costruttrici differenti, che presentino comunque caratteristiche corrispondenti o superiori a quelle specificate.

Tipologia	Descrizione
<i>Parete Esterna perimetrale Sp. tot.: 400 mm</i>	Doppia lastra in gesso fibra sp.: 12,5 mm x2
	Telaio con profili in alluminio con pannelli RH50 sp.: 45 mm
	Lastra di legno OSB sp.: 15 mm
	Telaio in legno con isolante in lolla di riso sp.: 200 mm
	Doppia lastra di aquapanel sp.: 12,5 mm x2
	Intonaco esterno a base calce e pula sp.: 10 mm
<i>Parete interne Sp.: 125 mm</i>	Doppia lastra di gessofibra sp.: 12,5 mm x2
	Orditura metallica da 75 mm con pannello isolante RH50 sp.: 60 mm circa
	Doppia lastra di gessofibra sp.: 12,5 mm x2
<i>Superfici vetrate</i>	Elemento costituito da vetro e infisso con un $R_w = 44$ dB minimo garantito totale (infisso + vetro).
<i>Porta di accesso</i>	Elemento con $R_w = 43$ dB

Tabella 2: Descrizione partizioni ed elementi

La copertura è realizzata in due modi differenti, in funzione che sia in piano o inclinata. Seguendo la linea dell'intera costruzione, gli elementi costituenti sono di origine naturale. In particolare, la copertura piana all'esterno presenta terra di coltura da 80 mm con sistema di drenaggio e accumulo acqua, sistemi isolanti per il sottostante pannello in OSB con telaio per la ventilazione, sistema isolante e portante in doppio strato di pannelli OSB con travi in legno da 240 mm riempiti con lolla di riso, e a chiudere doppia lastra in gesso fibra con isolante RH50. La copertura inclinata mantiene la stessa tipologia, dove viene sostituita la parte in terreno con una copertura in lamiera. L'isolamento acustico della copertura è nettamente superiore a quanto richiesto dalla normativa.

Nelle schede allegate vengono riportati i calcoli degli indici di valutazione dei requisiti acustici passivi per ogni elemento considerato nella nuova costruzione, in funzione dei dati appena presentati nella tabella 2. Alcune partizioni di piccole dimensioni e omogenee non sono state valutate in quanto presentano un valore di isolamento acustico sicuramente superiore al limite richiesto.

Se la committenza vuole ottenere prestazioni di isolamento acustico superiore a quanto calcolato, può modificare la scelta dei componenti utilizzando elementi con caratteristiche superiori, per singoli ambienti o su tutta la struttura.

Di seguito si riporta un estratto riassuntivo dei prospetti presenti nelle Appendici A e B della norma UNI 11367, in cui si indicano i valori di rispetto per i requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole. I parametri da verificare devono rispettar questi valori e il DPCM 5-12-97, scegliendo quelli più restrittivi.

Prospetto A1 – Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole		Prestazione superiore [dB]
Isolamento di facciata ($D_{2m,nT,w}$)		≥ 43
Partizioni fra ambienti di differenti U.I. (R'_w)		≥ 56
Calpestio fra ambienti di differenti U.I. ($L'_{n,w}$)		≤ 53
Livello impianti a funzionamento continuo, (L_{ic}), ambienti diversi da quelli di installazione		≤ 28
Livello massimo impianti a funzionamento discontinuo, (L_{id}) in ambienti diversi da quelli di installazione		≤ 34
Isolamento acustico di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa U.I. ($D_{nT,w}$)		≥ 55
Isolamento acustico di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa U.I. ($D_{nT,w}$)		≥ 50
Calpestio fra ambienti sovrapposti della stessa U.I. ($L'_{n,w}$)		≤ 53

Prospetto B1	Isolamento acustico normalizzato tra ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi $D_{nT,w}$ [dB]	
	Ospedali e scuole	Altre destinazioni d'uso
Prestazione buona	≥ 30	≥ 36

Illustrazione 1: Allegato A e B - UNI 11367

Nelle prossime pagine si riporta una descrizione dei parametri e della procedura di calcolo per i descrittori interessati nell'intervento. Per alcune voci come impianti e comfort interno, vengono direttamente riportate le indicazioni e le prescrizioni necessarie al rispetto dei limiti e dei valori richiesti.

– Isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$

Di seguito si riportano le formule utilizzate per i calcoli, definite nella UNI 12354-3, applicate per calcolare in modo diretto l'indice di valutazione relativo alle prestazioni di un edificio, a partire dagli indici di valutazione delle prestazioni degli elementi interessati.

L'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ è dato dalla seguente:

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \lg \frac{V}{6 T_0 S} \text{ dB}$$

Dove

V è il volume dell'ambiente ricevente, in metri cubi;

S è l'area totale della facciata vista dall'interno (cioè la somma delle aree di tutti gli elementi di facciata), in metri quadri; Tempo di riverberazione di riferimento; per le abitazioni = 0,5 s

T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento; considerato = 0,5 s

ΔL_{fs} è la differenza del livello di pressione sonora per la forma della facciata, in decibel. Nella presente analisi considerato a 0 dB.

R' si ricava dalla seguente:

$$R' = -10 \lg \left(\sum_{i=1}^n \tau_{e,i} + \sum_{f=1}^m \tau_f \right) \text{ dB}$$

Dove

$\tau_{e,i}$ è il fattore di trasmissione della potenza sonora irradiato da un elemento i di facciata, dovuto alla trasmissione diretta del suono incidente su tale elemento, e la potenza sonora incidente sull'intera facciata;

τ_f è il fattore di trasmissione della potenza sonora irradiato da una facciata o da un elemento laterale f nell'ambiente ricevente, dovuta alla trasmissione laterale, e la potenza sonora incidente sull'intera facciata. In questa analisi, per semplicità e margine di sicurezza, il potere fonoisolante sarà diminuito di 2 dB (valore indicato nella norma).

n è il numero di elementi della facciata per la trasmissione diretta;
m è il numero degli elementi laterali della facciata.

Per determinare $\tau_{e,i}$ sono state usate le seguenti formule:

$$\tau_{e,i} = \frac{A_0}{S} 10^{-D_{n,e,i}/10}$$

Per Piccoli Elementi

$$\tau_{e,i} = \frac{S_i}{S} 10^{-R_i/10}$$

Per Altri Elementi

Dove

$$A_0 = 10 \text{ m}^2$$

$D_{n,e,i}$ è l'isolamento acustico normalizzato di un piccolo elemento i, in decibel;

S è l'area totale della facciata, vista dall'interno (cioè la somma delle aree di tutti gli elementi), in metri quadri.

R_i è il potere fonoisolante dell'elemento i, in decibel;

S_i è l'area dell'elemento i, in metri quadri.

- Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$

In funzione della norma UNI 11367 – Appendice A si prende come valore di riferimento la prestazione superiore definita a 50 dB. Nella medesima norma, in Appendice B, si definiscono i valori di riferimento per l'isolamento da ambienti ad uso comune (vani scale, corridoi, altro) o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi. Il parametro di riferimento è sempre il $D_{nT,w}$ e per le scuole di ogni ordine e grado deve raggiungere almeno il livello BUONO con valore superiore a 30 dB.

Il calcolo del parametro è stato eseguito tenendo conto della diversa tipologia di giunti presenti e delle trasmissioni dirette e laterali delle vibrazioni.

Il procedimento di calcolo, tratto dalla UNI 12354-1, consente di calcolare $R'w$ considerando R_{Dd} , R_{Ff} , R_{Df} e R_{Fd} , valori del potere fonoisolante per la trasmissione che avviene attraverso il percorso diretto (Dd) e per i percorsi laterali (Ff, Df e Fd), i piccoli elementi e la trasmissione indiretta per via aerea.

La versione semplificata del modello di calcolo prevede l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente sulla base dell'indice di valutazione del potere fonoisolante degli elementi in esame. Tale formula tiene conto della tipologia di giunti sugli elementi interessati.

$$R'_w = -10 \log (10^{-R_{Dd}/10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df}/10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{Fd}/10} + A_0/S_s \cdot \sum_{j=1}^m 10^{-D_{n,j,w}/10})$$

dove:

$$R_{Ff} = \frac{1}{2} \cdot (R_F + R_f) + \Delta R_{Ff} + K_{Ff} + 10 \cdot \log(S_s/l_f)$$

$$R_{Fd} = \frac{1}{2} \cdot (R_F + R_s) + \Delta R_{Fd} + K_{Fd} + 10 \cdot \log(S_s/l_f)$$

$$R_{Df} = \frac{1}{2} \cdot (R_s + R_f) + \Delta R_{Df} + K_{Df} + 10 \cdot \log(S_s/l_f)$$

$D_{n,j,w}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato per la trasmissione attraverso un piccolo elemento tecnico ($D_{n,e}$) o un sistema di trasmissione indiretta per via aerea attraverso un sistema s ($D_{n,s}$).

S_s è l'area dell'elemento di separazione, (m^2)

l_f è la lunghezza del giunto in metri

A_0 è l'area di assorbimento equivalente di riferimento, in metri quadrati; $A_0 = 10 \text{ m}^2$.

L'indice di riduzione delle vibrazioni, K_{ij} (per semplicità $ij=Ff, Fd, Df$), esprime la resistenza alla trasmissione delle vibrazioni strutturali da un elemento costruttivo a quello adiacente (complanare o perpendicolare). K_{ij} varia in funzione del tipo di giunto e del valore delle masse aeriche considerate $M = \log(m'_{\perp i}/m'_i)$

$\Delta R_{ij,w}$ (per semplicità $ij=Ff, Fd, Df$) è dovuto all'apposizione di strati addizionali di rivestimento alle strutture i e j lungo il percorso $i-j$: se lungo il percorso si trova un solo strato: $\Delta R_{ij,w} = \Delta R_{i,w}$ oppure $\Delta R_{j,w}$; se lungo il percorso si trovano due strati addizionali, si somma il valore maggiore con la metà del minore; se entrambi gli strati di rivestimento hanno un valore negativo, allora la metà del valore viene presa per quello con il valore più alto.

In funzione del volume degli ambienti e della superficie di separazione si determina

$$D_{nT,w} = R'_{w} + 10 \lg \frac{0,16V}{T_o S_s} = R'_{w} + 10 \lg \frac{0,32V}{S_s} \text{ dB}$$

Dove

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

S_s è l'area dell'elemento di separazione, in metri quadri

– *Impianti*

I valori di riferimento sono riportati nell'Appendice A della norma UNI 11367, dove si definiscono i parametri L_{ic} e L_{id} , rispettivamente per gli impianti a funzionamento continuo e gli impianti a funzionamento discontinuo, installati fuori dagli ambienti analizzati. Per semplicità, di seguito si riportano i valori di rispetto, dove è necessario utilizzare la prestazione superiore.

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo, L_{ic} in ambienti diversi da quelli di installazione	32	28
Livello sonoro massimo immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} in ambienti diversi da quelli di installazione	39	34

Illustrazione 2: Descritto rumore impiantistico

Per la gestione della temperatura interna è previsto un sistema a pompa di calore, con riscaldamento a pavimento e raffrescamento a split che svolge anche una funzione di controllo dell'umidità durante il periodo invernale. Le pompe e gli elementi che non necessitano di scambio di aria per la gestione della propria temperatura sono collocati all'interno della centrale termica. L'unità esterna della pompa di calore è collocata in prossimità della centrale termica. E' necessaria l'installazione dell'unità esterna su elementi antivibranti, calcolati in funzione del peso della macchina e della tipologia di rumorosità. La pressione sonora massima rilevata a 1 m, richiesta per non influire sul clima acustico della zona e non creare disagi ai ricettori sensibili limitrofi e allo stessa nuova scuola materna è di 68 dB(A). Il dato deriva dalla distanza di posizionamento dai ricettori, dall'effetto barriera che esegue lo stesso edificio e dal posizionamento rispetto le finestre della scuola. Rimane la possibilità di eseguire una sorta di piccola barriera a ridosso dell'unità esterna con funzione di abbattere ulteriormente le emissioni sonore e di mascherare alla vista la porzione di macchina visibile.

All'interno degli ambienti, l'unità esterna non è percepibile in quanto le emissioni per via aerea vengono abbattute dall'isolamento dell'involucro e il suo posizionamento consente di non essere percepibile anche a finestre aperte. Durante il periodo invernale il riscaldamento non presenta emissioni sonore all'interno degli ambienti essendo costituito da un massetto radiante. Durante il periodo estivo, o in condizioni di accensione della climatizzazione, gli elementi interni devono essere di tipo a bassa rumorosità.

E' prevista l'installazione di un sistema di ventilazione forzata (VMC) per garantire l'apporto di aria pulita dall'esterno. Il sistema deve essere di bassa rumorosità e a bassa velocità dell'aria. Si suggerisce di installare, come ultimo tratto prima delle bocchette, un condotto flessibile fonoassorbente della lunghezza di almeno 1 m.

Vedere Allegato 3 per l'indicazione di posizionamento.

- *Comfort interno*

Le caratteristiche acustiche interne sono definite dalla UNI 11532-2 specifica per il settore scolastico e richiamata dai requisiti CAM. Per le categorie comprese tra A.1 e A.5 devono essere verificati i parametri di intelligibilità STI e il tempo di riverberazione. Per verificare il comportamento acustico degli ambienti e determinare i parametri appena indicati si sfrutta un software previsionale tipo Ramsete 2.7b che utilizza la tecnica del Raytracing, simulando l'ambiente in funzione dei materiali utilizzati. E' in grado di calcolare i parametri acustici considerando le riflessioni e le diffrazioni delle pareti e degli oggetti. Consente il calcolo in frequenza da 32.5 Hz a 16000 Hz, sempre in bande d'ottava. E' in grado di restituire il tempo di riverbero dell'ambiente, il parametro di intelligibilità STI e i livelli di pressione sonora con e/o senza rumore di fondo. Lo STI viene calcolato dalla matrice dei valori di MTF (Modulation Transfer Function). Ciascun valore di MTF viene a sua volta calcolato come prodotto di due fattori. Il primo fattore è calcolato dalla risposta all'impulso, secondo il metodo di Schroeder, ed il secondo dal rapporto S/N (segnale-rumore).

In funzione della UNI 11532-2 la scuola materna è classificata all'interno della categoria A6, nello specifico la sottocategoria A6.5 definita come “Ambienti con particolare necessità di riduzione del rumore e di comfort nell'ambiente”, valida per Sale da pranzo, Aule e spogliatoi nelle scuole materne e nido. La categoria A6 raggiunge il suo obiettivo con assorbimento acustico ed il controllo del rumore residuo, i cui valori di riferimento sono sempre considerati nello stato arredato e non occupato. Il valore ottimale del tempo di riverberazione è in funzione dell'area di assorbimento (A) e delle caratteristiche geometriche dell'ambiente (V e h). Dal prospetto 7 della succitata norma, mostrato nella prossima illustrazione che ne riporta integralmente i valori, si identifica la richiesta associata alla categoria A6.5:

	Per altezza dell'ambiente $h \leq 2,5$ m Rapporto A/V, in m^2/m^3	Per altezza dell'ambiente $h > 2,5$ m Rapporto A/V, in m^2/m^3
A6.1	Nessuna richiesta	
A6.2	$A/V \geq 0,15$	$A/V \geq [4,80 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})]^{-1}$
A6.3	$A/V \geq 0,20$	$A/V \geq [3,13 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})]^{-1}$
A6.4	$A/V \geq 0,25$	$A/V \geq [2,13 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})]^{-1}$
A6.5	$A/V \geq 0,30$	$A/V \geq [1,47 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})]^{-1}$
Legenda A = Area di assorbimento equivalente, in metri quadrati V = volume dell'ambiente, in metri cubi h = altezza dell'ambiente, in metri		

Illustrazione 3: Prospetto 7 - Valori di riferimento del rapporto A/V per sottocategorie da A6.1 ad A6.5

In base a quanto esposto, per la tipologia di nostro interesse, non è necessario il calcolo dello STI e per la verifica del comfort acustico è sufficiente dimostrare il rispetto dei valori presenti nella tabella dell'illustrazione precedente. Per la mensa la categoria di riferimento è la A6.4

Considerando il controsoffitto in Classe A, equivalente ad un assorbimento acustico α compreso tra 1 e 0.90 (nei calcoli si considera il valore 0.90 in via cautelativa), ed applicando la formula esposta nell'illustrazione precedente, per la sottocategoria A6.5 e la categoria A6.4 per la mensa, si ottengono i seguenti risultati utilizzando le altezze medie previste per i singoli locali

Descrizione	Volume V m^3	Area m^2	Sup. Ass. m^2	H m	Area eq. A	A/V	Valore riferimento A/V
Atrio e spogliatoio	106,26	30,71	30	3,46	27	0,25	$A/V \geq 0.25$ <i>Conforme</i>
Aula attività speciali	57,98	15,67	15,5	3,94	13,95	0,24	$A/V \geq 0.24$ <i>Conforme</i>
Aula attività libere	94,92	27,12	25	3,73	22,5	0,24	$A/V \geq 0.24$ <i>Conforme</i>
Aula attività a tavolino	150,81	45,7	42	3,5	37,8	0,25	$A/V \geq 0.25$ <i>Conforme</i>
Ufficio	40,5	15	13	2,7	11,7	0,29	$A/V \geq 0.28$ <i>Conforme</i>
Mensa	73,75	21,69	17	3,61	15,3	0,21	$A/V \geq 0.21$ <i>Conforme</i>

Tabella 3: Verifica risposta acustica

Il Volume V rappresenta il volume dell'ambiente, mentre Area è la superficie dell'ambiente ed H la sua altezza. Sup. Ass. rappresenta la superficie assorbente effettiva necessaria al raggiungimento del criterio richiesto e Area eq. l'area equivalente di assorbimento acustico necessaria per il calcolo del parametro e definita come $A = \alpha \cdot S$ dove S è la superficie utilizzata di materiale fonoassorbente. Tutti gli ambienti con controsoffitto e/o trattamento a parete con assorbimento acustico in Classe A rispettano il criterio richiesto.

- *Incertezza di misura*

La norma UNI 11367 considera le incertezze di misura, definita come incertezza estesa si misura $U_m = k \cdot s_m$ dove k è il fattore di copertura, cui si assegna il valore 1, corrispondente ad una probabilità monolaterale di 84% mentre s_m è lo scarto tipo di riproducibilità. Di seguito un riassunto dei valori considerati

Indice di valutazione	U_m
Isolamento al rumore aereo tra ambienti R'_w	1 dB
Isolamento al rumore aereo dall'esterno $D_{2m,nT,w}$	1 dB
Livello di rumore impattivo $L'_{n,w}$	1 dB
Livello di rumore di impianti a funzionamento continuo L_{ic}	1,1 dB(A)
Livello di rumore di impianti a funzionamento discontinuo L_{id}	2,4 dB(A)

Illustrazione 4: Incertezze di misura

I valori misurati in opera devono essere corretti considerando l'incertezza del metodo di misura. Di seguito si riporta il metodo di calcolo per determinare il valore utile per il confronto con i limiti richiesti:

$$\begin{aligned}
 D_{2m,nT,w} &= D_{2m,nT,w,m} - 1 \text{ (dB)} \\
 R'_w &= R'_{w,m} - 1 \text{ (dB)} \\
 L'_{nw} &= L'_{nw,m} + 1 \text{ (dB)} \\
 L_{ic} &= L_{ic,m} + 1,1 \text{ (dBA)} \\
 L_{id} &= L_{id,m} + 2,4 \text{ (dBA)}
 \end{aligned}$$

Analoga considerazione viene eseguita (specificato nella norma UNI 11532-2) anche per i descrittori STI, C50 e Tott. Nello specifico:

$$STI = STIm - U$$

$$C50 = C50,m - U$$

$$T = Tm + U$$

- *Riferimenti schede e allegati*

I calcoli, eseguiti nell'allegato 1, consentono di determinare la corrispondenza ai requisiti acustici passivi e ai criteri CAM per l'acustica. Nell'allegato 2 è mostrata la planimetria della struttura in oggetto. Con le sigle indicate sopra le tavole, vengono identificate le seguenti partizioni (la "x" rappresenta il numero della partizione):

Fx → Isolamento di facciata

Rx → Isolamento tra unità abitative e/o ambienti della stessa unità

Sx↑ → Isolamento del solaio superiore tra unità abitative

Sx↓ → Isolamento del solaio inferiore tra unità abitative

Cx → Isolamento da rumore di calpestio

Indicazioni costruttive e di posa in opera

Di seguito vengono riportate alcune indicazioni e prescrizioni per la corretta realizzazione.

- Partizioni verticali perimetrali di facciata:

Realizzate in materiale leggero e a secco, le lastre devono subire il minor numero possibile di fori (scatole di derivazione, interruttori, altro). Sul perimetro della controparete è necessario inserire una banda di polietilene adesiva, spessore 3 mm circa. Le sigillature tra le pareti in cartongesso e tra pareti e il soffitto devono essere eseguite utilizzando silicone verniciabile, possibilmente a basso modulo.

- Partizioni verticali interne:

Tutte le pareti devono essere posate sopra una banda in trucioli di gomma sp.: 5-6 mm e densità 700 Kg/m³, larghezza sufficiente a sbordare di qualche cm per lato. Il battiscopa deve essere ancorato alla parete e staccato di un paio di mm dal pavimento; eventualmente utilizzare una piccola guarnizione sotto il battiscopa che agisca come distanziale. Tutte le pareti devono arrivare al solaio di copertura. La parete considerata è la minima indispensabile, suggerita per tutte le pareti interne. Da certificato dell'Istituto Giordano presenta un $R_w = 55$ dB

- Partizioni orizzontali interne:

Posato il massetto su cui poggiano le pareti, posizionare la banda ad L perimetrale, avendo cura di sigillare le giunzioni. Posare il massetto e la pavimentazione di finitura. Recidere la banda di polietilene solo dopo la posa del pavimento e sigillare con silicone a basso modulo.

- Copertura

E' prevista con stratigrafia multipla, composta da elementi a secco, materiale isolante naturale e copertura esterna con terreno. In combinazione con il controsoffitto acustico distanziato di 200 mm circa consente un isolamento acustico superiore a 50 dB. Il controsoffitto acustico deve essere presente in tutti gli ambienti con permanenza degli operatori e degli ospiti. Si suggerisce comunque di installarlo in tutti gli ambienti.

- Serramenti:

Gli infissi devono essere posati con cura e sigillati perfettamente. Utilizzare guarnizioni espandenti e/o sigillature con siliconi a basso modulo. In caso di presenza di intercapedini importanti, riempire con schiuma di poliuretano elastica con isolamento acustico $R_{ST,w} = 60$ dB minimo. I serramenti non verificati nei calcoli possono avere un potere fonoisolante inferiore, si suggerisce di non scendere sotto $R_w = 40$ dB, complessivo vetro e infisso. Le porte interne devono garantire un isolamento acustico di almeno 30 dB.

- Impianti:

Le tubazioni idriche devono essere tutte rivestite con del polietilene espanso a cellule chiuse, compresi i tubi dell'acqua fredda. Gli scarichi (di tutti i servizi igienici e della cucina) devono essere rivestiti con uno strato di materiale a basso modulo elastico sp. 2 mm, o in alternativa utilizzare tubazioni silenziate e con adeguato rivestimento in polietilene. Le cassette dei wc se incassate a parete, devono essere rivestite con un doppio strato di materiale a basso modulo elastico sp. 2 mm minimo ed accuratamente installati con malta. Per eventuali attraversamenti delle pareti sopra il controsoffitto, prevedere una corretta sigillatura con schiuma di poliuretano elastica con isolamento acustico $R_{ST,w} = 60$ dB minimo, o altra tecnica che consenta il ripristino dell'isolamento acustico della parete. Per il trattamento aria, utilizzare elementi di tipo residenziale a bassa rumorosità. Le macchine esterne devono essere installate in posizioni lontane da punti sensibili, da finestre e dai ricettori sensibili limitrofi. Eventualmente prevedere una chiusura per minimizzare la rumorosità. Per i tratti canalizzati, in particolare negli attraversamenti di pareti che separano ambienti differenti è necessario inserire un condotto flessibile fonoassorbente o un piccolo silenziatore in corrispondenza dell'attraversamento.

Conclusioni

L'analisi previsionale dei requisiti acustici passivi mostra che l'edificio rispetta i valori richiesti dal D.P.C.M. 5-12-97 e dai CAM. Come si nota dalle schede allegate e dai calcoli riportati in relazione, tutti gli elementi rispettano i parametri attesi per gli edifici adibiti a scuola materna. Nei calcoli sono state considerate le condizioni più critiche, inserendo anche i parametri di correzione dovuti alle tipologie di giunti delle strutture.


In conclusione si afferma:

Sulla base di quanto emerso dal presente studio si ritiene quindi che il fabbricato indicato in oggetto e sito in Sant'Alessio con Vialone, in via Angelo Bianchi, rispetta le disposizioni normative in materia di requisiti acustici passivi e di Criteri Minimi Ambientali inerenti l'acustica

Cogollo del C., 22 Marzo 2023

Per. Ind. Navarra Daniele

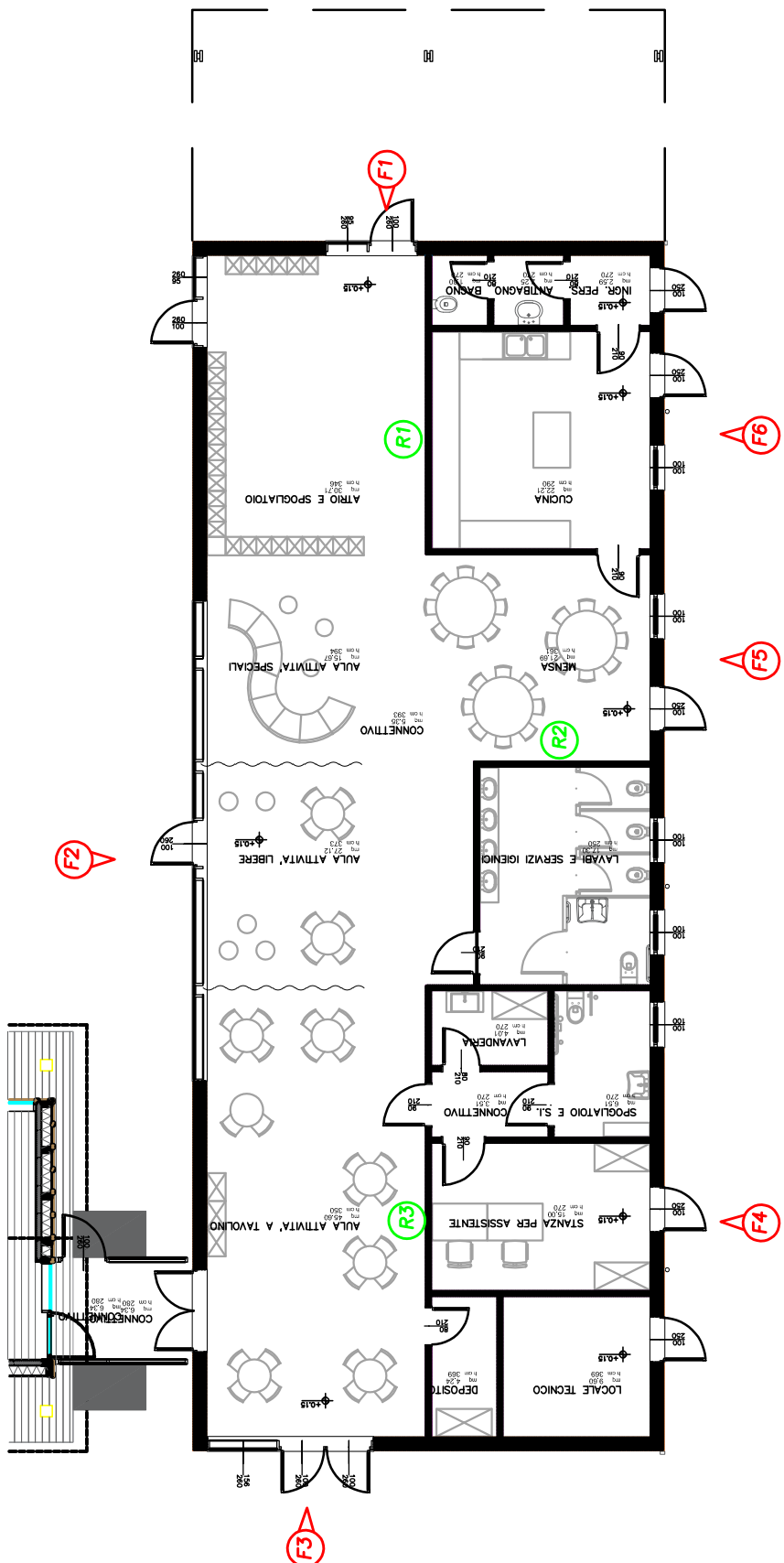
Tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della legge 447/95
come da Provvedimento del Responsabile del Servizio n. 323 del 23-12-2005,
B.U.R. Emilia Romagna del 18-01-06 parte II
Elenco Nazionale tecnici competenti in acustica RER/00972 - N. Iscr. 6014



Allegati

Allegato 1	---->	Schede di calcolo	<i>n. 1 pagina</i>
Allegato 2	---->	Piante con riferimenti	<i>n. 1 pagina</i>
Allegato 3	---->	Posizionamento impianti	<i>n. 1 pagina</i>

SCHEMA N.1	Allegato 1	Piano Terra		
Polo d'infanzia – nuova scuola materna Via Angelo Bianchi – 27016 Sant'Alessio con Vialone				
Scuola materna				
RUMOROSITA' IMPIANTI TECNOLOGICI				
<i>Tipologia</i>		<i>CAM</i>		<i>Note</i>
Funzionamento discontinuo		Lid	34 dB(A)	Conforme
Funzionamento continuo		Lic	28 dB(A)	Conforme
INDICE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO STANDARDIZZATO DI FACCIATA				
<i>Partizione</i>	<i>D_{2m,nT,w}</i>	<i>D.P.C.M.</i>	<i>CAM</i>	<i>Note</i>
Facciata F1	53,5	48	43	Conforme
Facciata F2	48,0	48	43	Conforme
Facciata F3	52,0	48	43	Conforme
Facciata F4	52,0	48	43	Conforme
Facciata F5	48,0	48	43	Conforme
Facciata F6	51,5	48	43	Conforme
INDICE DEL POTERE FONOISOLANTE PARTIZIONI VERTICALI				
<i>Partizione</i>	<i>D_{nT,w}</i>	<i>CAM</i>		<i>Note</i>
Parete R1	53,0	50		Conforme
Parete R2	52,5	50		Conforme
Parete R3	52,5	50		Conforme
INDICE DEL POTERE FONOISOLANTE PARTIZIONI ORIZZONTALI				
<i>Partizione</i>	<i>R_w</i>	<i>D.P.C.M. 5-12-97</i>		<i>Note</i>
INDICE DEL LIVELLO DI RUMORE DI CALPESTIO				
<i>Ambiente</i>	<i>L'_{n,w}</i>	<i>D.P.C.M. 5-12-97</i>		<i>Note</i>
Note: Incertezza di misura: D _{2m,nT,w} = 1 dB e R _w = 1 dB				
Tutti i valori indicati sono in dB			Il Tecnico Navarra Daniele	



F*: Facciata
R*: Isolamento pareti interne

