COMUNE DI OSTIGLIA
PROVINCIA DI MANTOVA
REGIONE LOMBARDIA

COMMITTENTE

COMUNE DI OSTIGLIA

Settore Tecnico
Piazza Cornelio, 2 - 46035 Ostiglia (MN)

R.U.P.: Ing. Lorenzo Grecchi

LAVORO

ADEGUAMENTO DELLA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "CORNELIO NEPOTE"

COORDINATORE DI PROGETTO	Arch. Andrea Carcereri
OPERE EDILI	Arch. Patrizia Penitenti Arch. Stefano Cornacchini Arch. Sofia Giangiacomi
STRUTTURE	Ing. Alberto Chiarini
IMPIANTI MECCANICI	Ing. Nerino Valentini Per. Ind. Daniele Ferrarini
IMPIANTI ELETTRICI	Per. Ind. Gianni Andreani
COORDINAMENTO SICUREZZA	Arch. Marco Caprini
PROGETTO ANTINCENDIO	Per. Ind. Daniele Ferrarini
DIRETTORE TECNICO	Arch. Marco Caprini

FASE
DEFINITIVO / ESECUTIVO

ELABORATO

Gese_13

PROGETTAZIONE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

SCALA

COMMESSA NUMERO 2019-008					
REV.	DATA	OGGETTO	DIS.	APP.	FILE
00	28/05/2019	EMISSIONE	FR	AC	19008 COPERTINE_Rev00

RTP
COPRAT
cooperativa di progettazione e ricerca
architettonica, territoriale e tecnologica
sede principale: mantova, via Corridoni 56, 46100 Mantova, tel 0376-368412, fax 0376-368894
sede operativa: milano, via A. Tadino 60, 20124 Milano, tel 02-45391210
udine, via Torino 87, 33037 Pasian di Prato (UD), tel 0432-1540154
cf p. iva 0040114 020 7, info@coprat.it, www.coprat.it

bc studio
_ Architetti Ilaria Bizzo e Stefano Cornacchini
_ via Trieste 43_ 46100 Mantova @ bcstudio@gmail.it PEC bcstudio@pec.it

INDICE

1 PREMESSA 2

2 METODOLOGIE DI CALCOLO 5

2.1 PREMESSA 5

2.2 METODOLOGIA ADOTTATA 5
2.2.1 Murature 5
2.2.2 Isolamento acustico di facciata 6

2.3 ACCURATEZZA DEL METODO DI CALCOLO 7

3 ASPETTI GENERALI DI ISOLAMENTO ACUSTICO 9

4 DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE COSTRUTTIVE 12

4.1 MURATURE 12
4.1.1 Parete esterna - Muratura M1 piano rialzato 12
4.1.2 Parete esterna - Muratura M2 piano rialzato 13
4.1.3 Parete esterna - Muratura M3 piano primo 13
4.1.4 Parete esterna - Muratura M4 piano primo 14

4.2 INFISSI ESTERNI 15

5 DEFINIZIONE DEGLI ISOLAMENTI ACUSTICI REALI 16

5.1 ISOLAMENTO DI FACCIATA 16

5.2 IMPIANTI IDRICI 16

5.3 PONTI ACUSTICI 17

6 CONCLUSIONI 18

7 ALLEGATI 19

1 PREMESSA

Scopo della presente relazione è di verificare sotto il profilo acustico passivo le tipologie costruttive definite nell'ambito della progettazione dell'Adeguamento della Scuola Secondaria di Primo Grado "Cornelio Nepote" in Ostiglia
La scuola è costituita da due piani fuori terra, oltre un piano seminterrato e uno sottotetto.

Si analizzeranno solo gli aspetti rilevanti dal punto di vista acustico passivo.
In attuazione dell'art. 3, primo comma, lettera e), della Legge Quadro sull'inquinamento acustico n.447 del 26.10.1995, in data 5 dicembre 1997 è stato emanato dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri il decreto dal titolo "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", successivamente pubblicato sulla G.U. n.297 del 22.12.1997; il decreto è entrato in vigore il 21 febbraio 1998.
I parametri da verificare risultano essere i seguenti:

1. indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m.nT,w;}$

La rumorosità degli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

1. L_{ASmax} con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo
2. L_{Aeq} per i servizi a funzionamento continuo

I valori di riferimento, definiti dalla normativa nazionale (D.P.C.M. 05.12.1997) e riferiti alla tipologia dell'intervento in oggetto, sono i seguenti:

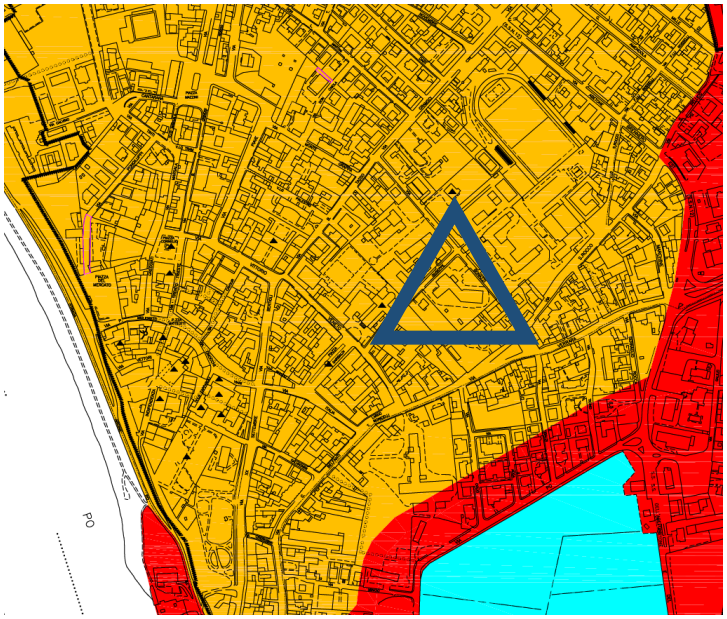
Destinazione d'uso	Indice del potere fonoisolante apparente R'_w	Indice dell'isolamento acustico delle facciate D_{2mnTw}	Indice del livello di rumore da calpestio dei solai L'_{nw}	Liv. max di rumore impianti a funzionamento discontinuo L As max	Liv. max di rumore impianti a funzionamento continuo L A eq
Ospedali, cliniche, case di cura	55	45	58	35	25
Residenze, alberghi, pensioni	50	40	63	35	35
Scuole a tutti i livelli	50	48	58	35	25
Uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali	50	42	55	35	35

<u>I limiti esposti si riferiscono ad una tipologia di intervento classificata come "Scuole a tutti i livelli".</u>

Il Comune di Ostiglia, con delibera di Consiglio Comunale n. 27 del 22/05/2008 ha aggiornato il Piano di classificazione acustica del territorio comunale.
Di seguito si riporta un estratto della cartografia con evidenziazione, in blu, dell'area di progetto.

CLASSI	RETINATURA
I	
II	
III	
IV	
V	
VI	

GRAFICA	
COLORI	TRATTEGGIO
GRIGIO	Linee oblique
VERDE SCURO	Pieno
BIANCO	Pieno
ARANCIONE	Pieno
ROSSO	Pieno
BLU	Pieno



Estratto "PIANO DI AZZONAMENTO ACUSTICO – TAVOLA 1 (Settore sud)"

L'edificio scolastico, secondo la classificazione, ricade in: Classe IV – Aree di intensa attività umana.
Di seguito si riportano i Valori Limiti massimi del Livello sonoro equivalente LeqA in base alla Classe di destinazione d'uso:

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	PERIODI DI RIFERIMENTO	
	diurno (06.00 - 22.00)	notturno (22.00 - 06.00)
I AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE	50	40
II AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI	55	45
III AREE DI TIPO MISTO	60	50
IV AREE DI INTENSA ATTIVITA' UMANA	65	55
V AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI	70	60
VI AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI	70	70

Di seguito si riportano i riferimenti normativi regionali di riferimento:

- LR n.13/2001 *"Norme in materia di inquinamento acustico"*
- DGR n. VII/8313 del 8/03/2002 "Modalità e criteri di redazione *della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico*".
- DGR n. X/1217 del 10/01/2014 *"Semplificazione dei criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione d'impatto acustico dei circoli privati e pubblici esercizi. Modifica ed integrazione dell'allegato alla deliberazione di giunta regionale 8 marzo 2002, n. vii/8313".*
- DGR n. X/7477 del 4/12/2017 *"Modifica dell'allegato alla deliberazione di giunta regionale 8 marzo 2002, n. vii/8313 e dell'appendice relativa a criteri e modalità per la redazione della documentazione di previsione d'impatto acustico dei circoli privati e pubblici esercizi ".*

Si ricorda inoltre che il DPCM del 5 dicembre 1997 prevede, all'art. 1, che i valori indicati debbano essere rispettati in opera e per tale ragione particolare responsabilità ricade sull'impresa costruttrice e sul Direttore dei Lavori.
Le valutazioni verranno svolte sia in maniera analitica sia basandosi su dati di certificazione di laboratorio dei singoli elementi. I dati di laboratorio si riferiscono al requisito acustico del solo elemento di prova, senza quindi tenere conto delle trasmissioni secondarie.
Per ottenere una stima del valore in opera i calcoli verranno eseguiti mediante applicazione delle procedure previste dalla Normativa Europea EN 12354 parti 1-2-3. Oltre alla via di trasmissione principale attraverso l'elemento divisorio verranno calcolate anche le altre vie di trasmissione, che si presentano in una applicazione reale. Si otterrà un isolamento acustico, definito come apparente, in quanto viene assegnato all'elemento di divisione tutta la trasmissione di rumore diretta ed indiretta.

Si ricorda che nel caso delle scuole il DPCM sopra indicato non fornisce vincoli e/o particolari richieste in merito alla valutazione del potere fonoisolante tra aule adiacenti.
Nel caso specifico si sono comunque valutate soluzioni architettoniche tali da consentire un livello di isolamento pari ad almeno 50 dB(A) tra ambienti confinanti.

2 METODOLOGIE DI CALCOLO

2.1 PREMESSA

La valutazione dei poteri fonoisolante dei componenti passivi dell'edificio viene condotta sulla scorta di esperienze di laboratorio e misurazioni in campo che hanno consentito l'ideazione di formule di tipo semiempirico in grado di descrivere le dispersioni statistiche dei dati.
Il parametro utilizzato è rappresentato dalla massa superficiale dell'elemento trattato e dall'ipotesi, semplificativa, di applicazione della legge di massa nell'ambito delle frequenze di interesse. Tale assunzione non tiene conto del comportamento effettivo dei materiali, soprattutto quelli utilizzati in ambito edile, per il quali valgono criteri di trasmissione del rumore anche secondo fenomeni di risonanza.

2.2 METODOLOGIA ADOTTATA

Il modello di calcolo adottato è derivato dalla Norma UNI EN 12354-1 "*Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti*".
In particolare si utilizza la versione semplificata del metodo per la trasmissione per via strutturale. L'applicazione del modello semplificato risulta limitata alla trasmissione diretta e laterale con elementi di separazione essenzialmente omogenei. L'influenza dello smorzamento strutturale è presa in considerazione in modo mediato nell'ipotesi che ogni elemento laterale sia essenzialmente lo stesso sul lato emittente e su quello ricevente.

2.2.1 Murature

Nel calcolo semiempirico degli indici di valutazione prestazionale delle murature si è utilizzata, oltre la formula proposta nell'appendice B.2 della norma, anche altre relazioni dedotte da esperienze significative di laboratorio ed entrate nella letteratura corrente.
In particolare si hanno le seguenti relazioni:

- I.E.N. Galileo Ferraris $R_w = 20{,}0 \lg m'$
- CSTB Francia $R_w = 4{,}0 \lg m + 4{,}6$
- Università di Parma $R_w = 1{,}8 \lg m + 8{,}0$
- DIN Germania $R_w = 3{,}7 \lg m + 2{,}6$
- Gran Bretagna $R_w = 2{,}6 \lg m + 2{,}2$
- Austria $R_w = 3{,}4 \lg m + 2{,}6$
- Pareti doppie in laterizio $R_w = 1{,}6 \lg m + 1{,}0$
- Norma UNI EN 12354-1 $R_w = 3{,}5 \lg m + 4{,}0$

dove *m'* è la massa superficiale espressa in kg/m^2.
Nelle tabelle di seguito indicate il valore R'_W è calcolato come media dei precedenti valori e peggiorato di un fattore C_F che tiene conto delle riduzioni dovute si contributi di trasmissione per fiancheggiamento tra le strutture.

Nella valutazione dell'isolamento del rumore per via aerea tra ambienti, il modello semplificato prevede l'individuazione dei percorsi di fiancheggiamento ed il calcolo dell'indice di riduzione delle vibrazioni per il percorso considerato.
Tra due ambienti adiacenti si considerano i seguenti percorsi con le seguenti simbologie:

- D divisorio tra ambienti

- L percorso fiancheggiante a sinistra
- R percorso fiancheggiante a destra
- F percorso fiancheggiante superiore per divisori verticali e frontale per divisorio orizzontale
- B percorso fiancheggiante inferiore per divisori verticali e retro per divisorio orizzontale

In accordo con le convenzioni della norma, si indicano con le lettere maiuscole i percorsi relativi all'ambiente emittente e con le minuscole i percorsi relativi all'ambiente ricevente.
Il valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante di ciascun percorso laterale si calcola con l'espressione:

l'indice di riduzione delle vibrazioni si calcolano in funzione del logaritmo del rapporto delle masse superficiali relative ai componenti che compongono il giunto stesso ed in funzione dell'effettivo percorso ipotizzato:

Giunto a croce

Strutture in linea percorsi :*Ll, Rr, Ff, Bb*

Strutture perpendicolari percorsi: Ld, Dl, Rd, Dr, Fd, Df, Bd, Db

Giunto a T

Strutture in linea percorsi :*Ll, Rr, Ff, Bb*

Strutture perpendicolari percorsi: Ld, Dl, Rd, Dr, Fd, Df, Bd, Db

con $M = \log\left(\frac{m_i}{m_j}\right)$

2.2.2 Isolamento acustico di facciata

Per il calcolo delle prestazioni acustiche passive dei componenti di facciata si fa riferimento Norma UNI EN 12354-3 dalla quale si deduce la relazione utilizzata l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'w:

dove $R_{e,i,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento i-esimo e $R_{f,j,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante del j-esimo percorso di fiancheggiamento.
In generale il potere fonoisolante di una facciata si calcola come media pesata sulle singole superfici degli elementi che la costituiscono. Per quanto riguarda le superfici finestrate e le piccole aperture (come le bocchette di ingresso aria sui serramenti o le aperture per la ventilazione UNI CIG nelle cucine) valgono le seguenti relazioni:

Finestre

- Vetrate monolitiche o vetrocamere vetri semplici

- Vetrate stratificate $R_w = 1{,}0 \log m' + 1{,}6$
- Vetrocamere con una lastra stratificata $R_w = 1{,}0 \log m' + 2{,}0$
- Vetrocamere con due lastre stratificate $R_w = 1{,}0 \log m' + 2{,}0$

dove *m'* è la massa superficiale della superficie vetrata.

Piccole aperture
Il potere fonoisolante delle piccole aperture, definita come S_o la superficie dell'apertura stessa, è calcolabile come:

$$R_w = -1{,}0 \log \frac{S_o}{10}$$

le caratteristiche acustiche delle piccole aperture come le bocchette di ingresso aria sui serramenti sono caratterizzate dall'indice D_{ne}, normalizzato rispetto l'unità di assorbimento acustico A_0:

$$R_w = 1{,}0 \log \frac{A_0}{S_o} \left(10^{-D_{ne}/10}\right)$$

Termini di fiancheggiamento
Il termine di fiancheggiamento tiene conto del contributo globale della trasmissione laterale e assume valori variabili a seconda di considerare elementi di facciata non connessi o pesanti con giunti rigidi.

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione del locale ricevente è influenzato dalla forma esterna dell'edificio (come la presenza o meno di balconi e logge), dalle dimensioni dell'ambiente e dal potere fonoisolante della facciata:

$$D_{n,T} = R_w + \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{T_o S}$$

dove:

ΔL_{fs} = differenza di livello sonoro di facciata (dB)
V = volume dell'ambiente ricevente (dB)
To = valore di riferimento del tempo di riverberazione (0,5 s)
S = superficie della facciata, vista dall'interno (m^2)

2.3 ACCURATEZZA DEL METODO DI CALCOLO

L'adozione di ipotesi semplificative utili alla realizzazione di strumenti di calcolo porta, inevitabilmente, a risultati affetti da errori.
In particolare i risultati derivanti dall'applicazione del modello di calcolo dipendono da numerosi fattori quali:

- accuratezza e conoscenza approfondita dei dati di ingresso;
- specifica adattabilità della situazione al modello;
- tipologia dei prodotti;

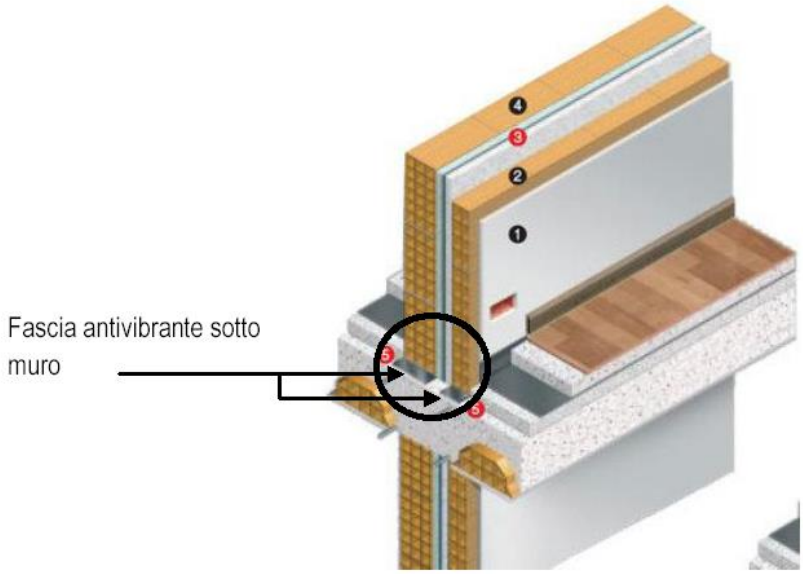
- esatta individuazione dei giunti;
- geometria degli ambienti

per quanto concerne l'applicazione del metodo semplificato i dati mostrano uno scarto valutabile in 2 dB con una tendenza a sopravalutare leggermente l'isolamento calcolato.

3 ASPETTI GENERALI DI ISOLAMENTO ACUSTICO

L'isolamento acustico passivo degli ambienti parte dalla progettazione architettonica e si esprime attraverso la corretta posa degli elementi murari.
Per quanto riguarda gli aspetti di posa degli elementi edilizi si indica quanto segue avente carattere di generalità e come indicazione di metodologie costruttive idonee alla verifica dei requisiti acustici passivi.

Pareti verticali divisorie
Le pareti verticali andranno appoggiate sopra la struttura orizzontale portante, ma mai sul massetto.
Sotto i muri poggiare lo strato di gomma desolidarizzante, in maniera continua, al fine di separare completamente le strutture. La striscia desolidarizzante (detta fascia tagliamuro da molti fornitori) andrà impiegata anche sotto tutti i muri.

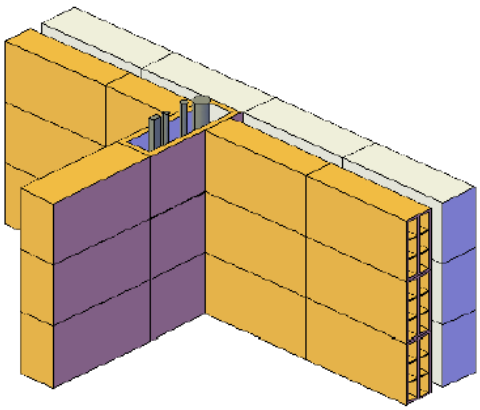


Pareti verticali interne

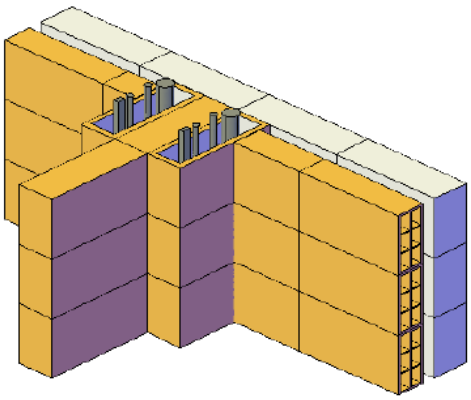
Le pareti interne dovranno essere appoggiate sulla struttura orizzontale. Tra la struttura e la parete di appoggio orizzontale (sotto la parete) bisognerà utilizzare il materiale antivibrante per desolidarizzare le pareti dalla struttura medesima.

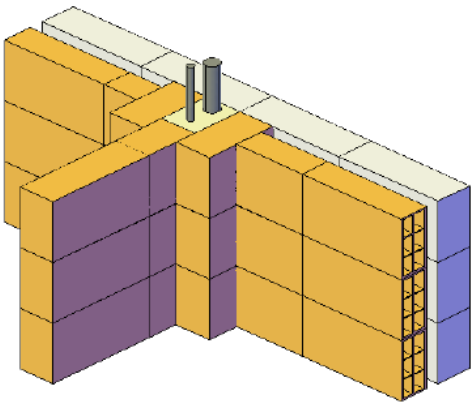
E' necessario avere cura di colmare completamente le fughe e le discontinuità fra gli elementi in laterizio e, in particolare, si raccomanda di costipare completamente lo spazio tra la parte superiore dell'ultimo corso di tramezze, qualora presenti, e la superficie di intradosso del solaio con malta e scaglie di mattone. Ogni qual volta il muro in facciata passa da una unità abitativa all'altra, bisogna posizionare una gomma desolidarizzante (in verticale) dello stesso tipo di quella usata sotto le pareti (vedi fig. sotto che illustra casi tipici).

ERRATO



CORRETTO

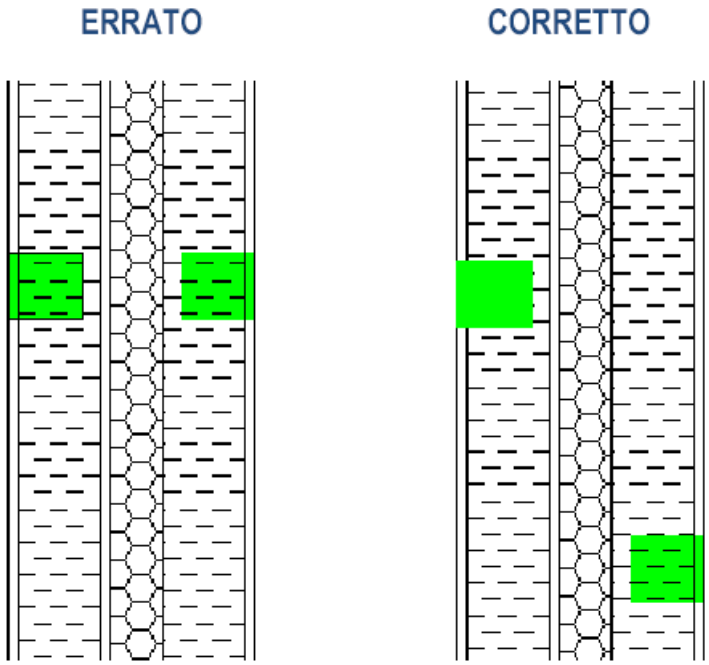




Tracce nelle pareti

La realizzazione di "tracce" per gli impianti elettrici sulle pareti in muratura di partizione tra diverse ambienti può essere tollerata solo se di limitate dimensioni, ben riempite di malta dopo la posa dell'impianto e, successivamente, ricoperte dall'intonaco.
Le scatolette non devono essere esse stesse un ponte acustico, si suggerisce di riempirle di materiale fonoassorbente prima di chiuderle per evitare i ticchettii tipici per esempio dei relè.

Vengono di seguito indicate visivamente le condizioni da accettare e quelle da evitare per quanto riguarda la realizzazione delle scatole elettriche.



4 DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE COSTRUTTIVE

4.1 MURATURE

Nelle tipologie proposte sono indicate le dimensioni dei mattoni in laterizio e la loro massa superficiale, che si intende al netto della malta tra i mattoni. ***Condizione essenziale per la buona esecuzione delle pareti è che la malta tra i singoli elementi chiuda effettivamente tutti gli spazi sull'intero spessore del mattone al fine di evitare il passaggio dell'aria che rappresenta di fatto il mezzo attraverso cui transita il rumore.***

Come indicato negli allegati, sono previsti due tipi di muratura esterna sia per il piano rialzato che per il piano primo.
Nel caso della scuola, considerata edificio di Categoria E (edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili), il minimo isolamento acustico di facciata richiesto è di 48 dB.

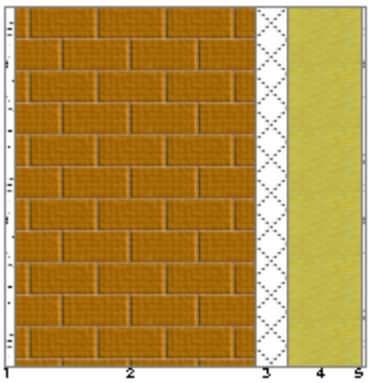
4.1.1 Parete esterna - Muratura M1 piano rialzato

La parete esterna esistente è costituita da una muratura in mattoni pieni da 38,0 cm, con intonaco a calce e cemento di sp. 1,5 cm sia sul lato interno che su quello esterno. L'intervento di progetto prevede la rimozione dell'intonaco esterno, la realizzazione di un betoncino armato dello spessore di 5,0 cm, la coibentazione con un pannello in EPS di 12,0 cm e la finitura superficiale.
Lo spessore totale della parete è di 57,0 cm ed ha un potere fonoisolante pari a 62,9 dB.

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	*0,130*	-	-	-
1	Intonaco di calce e cemento	*15,00*	*0,900*	*0,017*	*1800*	*0,84*	*20*
2	Mattoni pieni	*380,00*	*0,860*	*0,442*	*1740*	*0,84*	*9*
3	C.l.s. armato (1% acciaio)	*50,00*	*2,300*	*0,022*	*2300*	*1,00*	*130*
4	Pannello in polist. esp. sint. FASSA BORTOLO EPS SILVERTECH 031 o equivalente	*120,00*	*0,032*	*3,750*	*18*	*1,45*	*30*
5	Intonaco plastico per cappotto	*5,00*	*0,300*	*0,017*	*1300*	*0,84*	*30*
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	*0,040*	-	-	-

Trasmittanza termica	***0,226***	W/m²K
Spessore	***570***	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	***-5,0***	°C
Permeanza	***14,316***	10^{-12}kg/sm²Pa
Massa superficiale (con intonaci)	***812***	kg/m²
Massa superficiale (senza intonaci)	***778***	kg/m²
Trasmittanza periodica	***0,006***	W/m²K
Fattore attenuazione	***0,028***	-
Sfasamento onda termica	***-15,8***	h



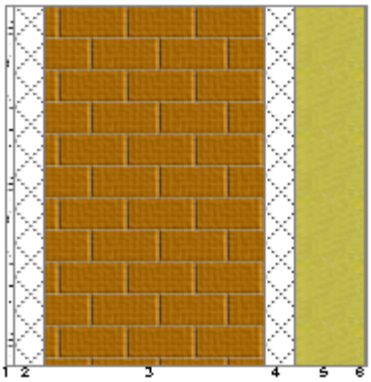
4.1.2 Parete esterna - Muratura M2 piano rialzato

La parete esterna esistente è costituita da una muratura in mattoni pieni da 38,0 cm, con intonaco a calce e cemento di sp. 1,5 cm sia sul lato interno che su quello esterno. L'intervento di progetto prevede la rimozione dell'intonaco esterno, la realizzazione di un betoncino armato dello spessore di 5,0 cm, la coibentazione con un pannello in EPS di 12,0 cm e la finitura superficiale. L'intervento prevede inoltre la rimozione dell'intonaco interno, la realizzazione di un betoncino armato dello spessore di 5,0 cm, la finitura interna con intonaco di calce e cemento dello spessore di 1,5 cm.
Lo spessore totale della parete è di 62,0 cm ed ha un potere fonoisolante pari a 64,6 dB.

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di calce e cemento	15,00	0,900	0,017	1800	0,84	20
2	C.l.s. armato (1% acciaio)	50,00	2,300	0,022	2300	1,00	130
3	Mattoni pieni	380,00	0,860	0,442	1740	0,84	9
4	C.l.s. armato (1% acciaio)	50,00	2,300	0,022	2300	1,00	130
5	Pannello in polist. esp. sint. FASSA BORTOLO EPS SILVERTECH 031 o equivalente	120,00	0,032	3,750	18	1,45	30
6	Intonaco plastico per cappotto	5,00	0,300	0,017	1300	0,84	30
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

Trasmittanza termica	**0,225**	W/m²K
Spessore	**620**	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	**-5,0**	°C
Permeanza	**9,770**	10^{-12}kg/sm²Pa
Massa superficiale (con intonaci)	**927**	kg/m²
Massa superficiale (senza intonaci)	**893**	kg/m²
Trasmittanza periodica	**0,004**	W/m²K
Fattore attenuazione	**0,019**	-
Sfasamento onda termica	**-17,4**	h



4.1.3 Parete esterna - Muratura M3 piano primo

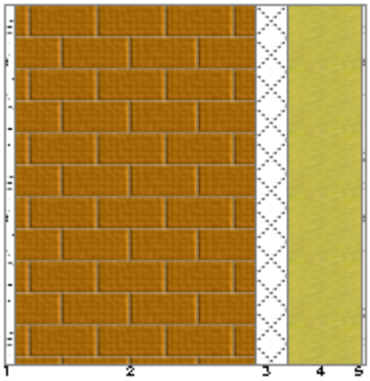
La parete esterna esistente è costituita da una muratura in laterizio da 38,0 cm, con intonaco a calce e cemento di sp. 1,5 cm sia sul lato interno che su quello esterno. L'intervento di progetto prevede la rimozione dell'intonaco esterno, la realizzazione di un betoncino armato dello spessore di 5,0 cm, la coibentazione con un pannello in EPS di 12,0 cm e la finitura superficiale.

Lo spessore totale della parete è di 57,0 cm ed ha un potere fonoisolante pari a 56,5 dB.

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	*0,130*	-	-	-
1	Intonaco di calce e cemento	*15,00*	*0,900*	*0,017*	*1800*	*0,84*	*20*
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	*380,00*	*0,470*	*0,809*	*1000*	*1,00*	*7*
3	C.l.s. armato (1% acciaio)	*50,00*	*2,300*	*0,022*	*2300*	*1,00*	*130*
4	Pannello in polist. esp. sint. FASSA BORTOLO EPS SILVERTECH 031 o equivalente	*120,00*	*0,032*	*3,750*	*18*	*1,45*	*30*
5	Intonaco plastico per cappotto	*5,00*	*0,300*	*0,017*	*1300*	*0,84*	*30*
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	*0,040*	-	-	-

Trasmittanza termica	***0,209***	W/m²K
Spessore	***570***	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	***-5,0***	°C
Permeanza	***15,140***	10^{-12}kg/sm²Pa
Massa superficiale (con intonaci)	***531***	kg/m²
Massa superficiale (senza intonaci)	***497***	kg/m²
Trasmittanza periodica	***0,004***	W/m²K
Fattore attenuazione	***0,021***	-
Sfasamento onda termica	***-17,2***	h



4.1.4 Parete esterna - Muratura M4 piano primo

La parete esterna esistente è costituita da una muratura in laterizio da 38,0 cm, con intonaco a calce e cemento di sp. 1,5 cm sia sul lato interno che su quello esterno. L'intervento di progetto prevede la rimozione dell'intonaco esterno, la realizzazione di un betoncino armato dello spessore di 5,0 cm, la coibentazione con un pannello in EPS di 12,0 cm e la finitura superficiale. L'intervento prevede inoltre la rimozione dell'intonaco interno, la realizzazione di un betoncino armato dello spessore di 5,0 cm, la finitura interna con intonaco di calce e cemento dello spessore di 1,5 cm.

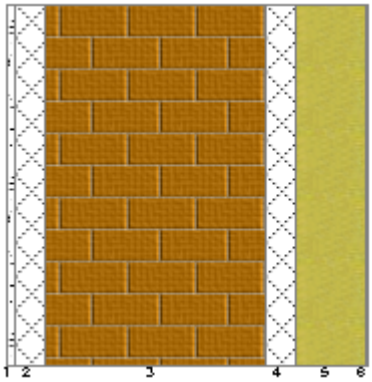
Lo spessore totale della parete è di 62,0 cm ed ha un potere fonoisolante pari a 58,8 dB.

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	*0,130*	-	-	-
1	Intonaco di calce e cemento	*15,00*	*0,900*	*0,017*	*1800*	*0,84*	*20*
2	C.l.s. armato (1% acciaio)	*50,00*	*2,300*	*0,022*	*2300*	*1,00*	*130*

3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	*380,00*	*0,470*	*0,809*	*1000*	*1,00*	*7*
4	C.l.s. armato (1% acciaio)	*50,00*	*2,300*	*0,022*	*2300*	*1,00*	*130*
5	Pannello in polist. esp. sint. FASSA BORTOLO EPS SILVERTECH 031 o equivalente	*120,00*	*0,032*	*3,750*	*18*	*1,45*	*30*
6	Intonaco plastico per cappotto	*5,00*	*0,300*	*0,017*	*1300*	*0,84*	*30*
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	*0,040*	-	-	-

Trasmittanza termica	***0,208***	W/m²K
Spessore	***620***	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	***-5,0***	°C
Permeanza	***10,147***	10^{-12}kg/sm²Pa
Massa superficiale (con intonaci)	***646***	kg/m²
Massa superficiale (senza intonaci)	***612***	kg/m²
Trasmittanza periodica	***0,003***	W/m²K
Fattore attenuazione	***0,014***	-
Sfasamento onda termica	***-19,1***	h



Le murature di facciata devono assicurare un isolamento acustico ben superiore a quello minimo richiesto, in modo da compensare parzialmente gli elementi più deboli, che sono solitamente costituiti dagli infissi.

4.2 INFISSI ESTERNI

Il sistema infisso (telaio, vetro, tenute e sigillatura rispetto muratura) per la scuola, deve rispettare un determinato potere fonoisolante teorico tale da assicurare l'isolamento di facciata di 48 dB richiesto dalla normativa. In considerazione dell'incidenza della superficie dell'infisso esterno sull'intera porzione di facciata, che è molto variabile tra i diversi locali, si richiede un potere fonoisolante in opera dell'infisso di almeno 40 - 42 dB. Maggiore è l'incidenza della superficie dell'infisso sulla porzione di facciata interessata e maggiore deve essere il suo potere fonoisolante. **Tenendo conto delle tipologie più penalizzate il valore del potere fonoisolante del sistema infisso (valore di laboratorio) non deve essere inferiore ai 41 dB,** valore considerato il più restrittivo tra quello ottenuto nelle stime condotte nei diversi casi degli ambienti diversi (ovvero nei locali con maggior superficie finestrata in relazione alla sua superficie utile) e riportato negli allegati alla presente relazione, ed il valore ottenuto realizzando il calcolo inverso dell'isolamento di facciata, quindi definendo la prestazione minima di potere fonoisolante che devono possedere i serramenti perché l'intera facciata ottenga un determinato valore di $D_{2m,nT,w}$, descritto nel paragrafo 5.1 della presente relazione. Nel caso delle porte per l'accesso dall'esterno, queste devono essere realizzate come porte-finestra. In altri termini, esse devono seguire la stessa tipologia costruttiva delle finestre. Il telaio e la doppia fila di guarnizioni deve essere continua sui quattro lati. Sarà quindi indispensabile mantenere la soglia con battente verso il pavimento.

5 DEFINIZIONE DEGLI ISOLAMENTI ACUSTICI REALI

5.1 ISOLAMENTO DI FACCIATA

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata, normalizzato rispetto al tempo di riverberazione e misurato a 2 metri di distanza dalla parete ($D_{2m,nT,w}$), caratterizza la capacità della facciata, di una specifica stanza, di abbattere il rumore proveniente dall'esterno.
Tale indice dipende dal potere fonoisolante apparente della facciata, dalla presenza o meno di elementi schermanti esterni e dalle dimensioni della stanza in esame
Il requisito prestazionale richiesto per edifici adibiti a scuola risulta $D_{2m,nT,w}$ = 48.0 dB.
E' stata esaminata la tipologia più critica dal punto di vista dell'isolamento di facciata, il locale interciclo, posizionato al piano primo:
Volume dell'ambiente 267,3 m³
Superficie della facciata 9,34 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m²]	R_w / D_{new} [dB]
1	M3. Muro esterno betoncino singolo – Piano Primo	9,04	56,50
2	Nr 3 Serramenti Ai04 – 220x175	11,55	41,00

Correzioni

Trasmissione laterale	K = 0 dB
Forma di facciata	DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata
R'w : 43,4 dB
$D_{2m,nT,w}$: 49,8 dB
Categoria: E - Edifici adibiti ad attività scolastica a tutti i livelli e assimilabili
$D_{2m,nT,w}$ minimo : 48.0 dB
VALORE AMMISIBILE

Tali determinazioni sono ottenute ponendo l'indice di isolamento associato all'elemento murario, nonché le caratteristiche geometriche degli elementi di interesse, quali parametri indipendenti e, viceversa, la componente legata all'isolamento assicurato dai diversi infissi, quale variabile dipendente.
Come prescrizione generale vale il fatto che il valore del potere fonoisolante del sistema infisso (valore di laboratorio) deve essere di almeno 1 dB superiore al valore R'w richiesto.

5.2 IMPIANTI IDRICI

Per lo staffaggio degli impianti sulle pareti dovranno essere utilizzati esclusivamente collari elastici (con profilo in gomma interno) da fissare solo in corrispondenza dei solai. Uno staffaggio sulle pareti, che rappresentano elementi costruttivi molto più leggeri rispetto ai solai, determinerebbe una trasmissione di vibrazioni, specie nel caso delle colonne di scarico, che può compromettere il dovuto confort acustico nelle abitazioni.
Gli impianti più critici sono le colonne di scarico, specie in corrispondenza dei cambi di direzione.
Ai fini del risultato è di fondamentale importanza mantenere l'indipendenza tra ogni colonna e la struttura edile attraverso la creazione di percorsi dedicati e l'adozione di materiali elastici per la **desolidarizzazione** ossia **si impone di fasciare tutte le tubazioni con materiale elastico per evitare che la successiva posa della malta vada a contatto con la tubazione**, un materiale idoneo è rappresentato dalla guaina Geberit Isol o tipo equivalente costituita da una lamina di piombo interposta fra materiale elastico.

Nei casi di passaggio delle tubazioni a pavimento per il raggiungimento di un'asola lontana si richiede la copertura della tubazione medesima con almeno 5 cm di sottofondo per il pavimenti.
La tipologia di materiale prevista da impiegare per le tubazioni di scarico è tipo Geberit silent o tipo equivalente.
Si impone l'uso di braghe di raccordo a 87,5° che evitano i fenomeni di accelerazione delle correnti fluide di scarico.
Al piede di ciascuna colonna è obbligatorio l'uso di due curve a 45° per il cambio di direzione.
Molta attenzione dovrà essere posta nella scelta dei rubinetti, in quanto la loro qualità è importante ai fini del raggiungimento del risultato. Una cattiva laminazione dell'acqua produce dei rumori che si trasmettono verso gli appartamenti limitrofi attraverso la rete di adduzione idrica.
Il piatto di doccia e la vasca dovranno essere isolati dalle strutture murarie e posizionati nel massetto galleggiante, i rivestimenti non dovranno appoggiare né sul piatto doccia/vasca né sul perimetro.
Le cassette dei WC vanno tutte fasciate con materiale fonoisolante.

5.3 PONTI ACUSTICI

Nella fase di realizzazione delle opere edili ed impiantistiche particolare attenzione dovrà essere posta nella correzione dei ponti acustici, la cui definizione analitica non risulta ancora facilmente modellizzata analiticamente ma viene trattata semiempiricamente.
In particolare i punti di interesse principale sono i seguenti:

- ***Nodo tra parete perimetrale e divisorio ambienti diversi***: è necessario intestare la parete fonoisolante (divisorio tra ambienti diversi) a diretto contatto con la superficie del muro perimetrale per evitare il passaggio di rumore da un locale all'altro attraverso l'intercapedine del muro perimetrale. Il contatto tra parete esterna e divisorio interno degli ambienti deve essere desolarizzato con fascia tagliamuro posta in verticale per tutta l'altezza della parete stessa.

- ***Fasce tagliamuro***: per evitare le perdite di rumore al di sotto della parete attraverso il solaio è necessario aver posto in opera la fascia tagliamuro. Tale fascia va posizionata sotto tutte le tramezze interne al locale in modo che sia possibile garantire la riduzione della componente di rumore che passa dai muri al locale adiacente (quantificabile in circa 3/5 dB a seconda dei casi).

6 CONCLUSIONI

Complessivamente le strutture evidenziano livelli prestazionali acustici compatibili con i limiti di legge, **sebbene i valori calcolati risultano prossimi ai medesimi livelli minimi, rendendo di fatto delicata la fase di realizzazione di cantiere**.
Si ricorda che le certificazioni dei serramenti hanno valenza limitata nel senso che una certificazione relativa ad un serramento ad un'anta non è estendibile a serramenti di dimensioni differenti. E' ipotizzabile dedurre i limiti prestazionali da serramenti di dimensioni maggiori a serramenti di dimensioni minori; in altri termini una certificazione valida per un serramento a due ante è estendibile ad uno a singola anta ma non il viceversa. Per tale ragione è assolutamente necessario, in fase di scelta dei fornitori, richiedere le certificazioni valide per le diverse dimensioni impiegate in opera.
Si deve comunque evidenziare che le stime condotte si basano su relazioni di tipo semiempirico derivante da stime e da prove di laboratorio. Le effettive prestazioni di tipo acustico in opera sono profondamente legate alle condizioni di realizzazione ed al rispetto della corretta posa dei materiali. **Lavorazioni compiute non a regola d'arte potrebbero facilmente inficiare i precedenti risultati causando riduzioni dei valori anche di 4-5 dB.** Inoltre, come descritto al punto 2.3, il metodo di calcolo utilizzato prevede un errore intrinseco nella valutazioni pari a circa 2 dB.
Si ricorda inoltre che il DPCM del 5 dicembre 1997 prevede che i risultati acustici debbano essere conseguiti in opera: l'esecuzione dei lavori deve quindi essere particolarmente attenta al fine di evitare di ottenere prestazioni inferiori rispetto i limiti imposti a causa di una esecuzione superficiale.

In generale è sempre importante la garanzia della continuità dell'isolamento acustico tra elementi diversi, che compongono il sistema facciata. Per le fughe di elevate dimensioni la continuità deve essere assicurata con la sigillatura con malta in profondità, mentre fughe più ridotte possono essere sigillate con silicone. Le schiume poliuretaniche determinano delle zone a minore isolamento acustico e sono pertanto da evitare e comunque è sempre obbligatorio utilizzare schiume poliuretaniche di tipo acustico.
Nel montaggio delle finestre sono importanti l'allineamento di telaio ed anta e la successiva registrazione al fine di assicurare una perfetta tenuta con adeguata pressione sull'intero perimetro delle guarnizioni.

7 ALLEGATI

1. Valutazione del potere fonoisolante delle pareti
2. Verifica delle prestazioni dei serramenti
3. Planimetria di riferimento

ALLEGATO 1
VALUTAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE DELLE PARETI

CARATTERISTICHE TERMICHE ED ACUSTICHE DEI COMPONENTI OPACHI

	Codice	Descrizione delle pareti verticali	s	R_w	U	m'
			cm	*dB*	*W/m²K*	*kg/m²*
1	M1	Muro esterno Piano Rialzato - Betoncino singolo	57,0	62,9	0,226	811,86
2	M2	Muro esterno Piano Rialzato - Betoncino doppio	62,0	64,6	0,225	926,86
3	M3	Muro esterno Piano Primo - Betoncino singolo	57,0	56,5	0,209	530,66
4	M4	Muro esterno Piano Primo - Betoncino doppio	62,0	58,8	0,208	645,66

Descrizione del lavoro	OSTIGLIA - ADEGUAMENTO SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "C. NEPOTE"
Descrizione della parete	**Muro esterno Piano Rialzato - Betoncino singolo**

Codice della parete	**M1**	**Numero struttura**	**1**

	Nr.	Descrizione dello strato		s	l	C	R	r	m'
				cm	*W/mK*	*W/m² K*	*m² K/W*	*kg/m³*	*kg/m²*
COMPONENTI ESTERNE		*Strato liminare*	*Esterno*			*25,000*	*0,04000*		
	1	Intonaco di calce e cemento		1,50	0,900	60,000	0,017	1.800	27,0
	2	Muratura in mattoni pieni		38,00	0,860	2,263	0,442	1.740	661,2
	3	Betoncino Armato		5,00	2,300	46,000	0,022	2.300	115,0
	4	Cappotto isolante in EPS		12,00	0,032	0,267	3,750	18	2,2
	5	Intonaco plastico		0,50	0,300	60,000	0,017	1.300	6,5
	6								
	7								
	8								
				57,0			**4,2869**		**811,9**

	Nr.	Descrizione dello strato		s	l	C	R	r	m'
				cm	*W/mK*	*W/m² K*	*m² K/W*	*kg/m³*	*kg/m²*
COMPONENTI INTERNE	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								
		Strato liminare	*Interno*			*7,692*	*0,13000*		
							0,1300		
VALORI TOTALI				**57,0**			**4,4169**		**811,9**

VALUTAZIONE SEMIEMPIRICA DEL POTERE FONOISOLANTE SECONDO LE FONTI PRINCIPALI

		Componente esterna		*Componente interna*		**Parete complessiva**	
Contributo globale di fiancheggiamento C_F (dB)	1	R_w	R_w	R_w	R_w	R_w	R_w
I.E.N. Galileo Ferraris		58,2	57,2			58,2	57,2
CSTB Francia						71,4	70,4
Università di Parma							
DIN Germania (DIN 4109)		64,6	63,6			64,6	63,6
Gran Bretagna		60,6	59,6			60,6	60,6
Austria		68,3	67,3			68,3	67,3
Pareti doppie in laterizio							
Norma UNI EN 12354-1		67,1	66,1			67,1	66,1
Norma UNI TR 11175		56,2	55,2			56,2	55,2
VALORI ACUSTICI MEDI ADOTTATI (dB)			**45,5**				**62,9**

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA PARETE

Spessore complessivo	**s**	**57,0**	cm
Incremento di potere fonoisolante	**ΔRw**		dB
Potere fonoisolante	**R_w**	**62,9**	dB
Trasmittanza della parete	**U**	**0,23**	W/m²K
Massa superficiale della parete	**m'**	**811,9**	kg/m²

Descrizione del lavoro	OSTIGLIA - ADEGUAMENTO SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "C. NEPOTE"
Descrizione della parete	**Muro esterno Piano Rialzato - Betoncino doppio**

Codice della parete	**M2**	**Numero struttura**	**2**

COMPONENTI ESTERNE	Nr.	Descrizione dello strato		s	l	C	R	r	m'
				cm	*W/mK*	*W/m² K*	*m² K/W*	*kg/m³*	*kg/m²*
		Strato liminare	*Esterno*			*25,000*	*0,04000*		
	1	Intonaco di calce e cemento		1,50	0,900	60,000	0,017	1.800	27,0
	2	Betoncino Armato		5,00	2,300	46,000	0,022	2.300	115,0
	3	Muratura in mattoni pieni		38,00	0,860	2,263	0,442	1.740	661,2
	4	Betoncino Armato		5,00	2,300	46,000	0,022	2.300	115,0
	5	Cappotto isolante in EPS		12,00	0,032	0,267	3,750	18	2,2
	6	Intonaco plastico		0,50	0,300	60,000	0,017	1.300	6,5
	7								
	8								
				62,0			**4,3087**		**926,9**

COMPONENTI INTERNE	Nr.	Descrizione dello strato		s	l	C	R	r	m'
				cm	*W/mK*	*W/m² K*	*m² K/W*	*kg/m³*	*kg/m²*
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								
		Strato liminare	*Interno*			*7,692*	*0,13000*		
							0,1300		
VALORI TOTALI				**62,0**			**4,4387**		**926,9**

VALUTAZIONE SEMIEMPIRICA DEL POTERE FONOISOLANTE SECONDO LE FONTI PRINCIPALI

		Componente esterna		*Componente interna*		**Parete complessiva**	
Contributo globale di fiancheggiamento C_F (dB)	1	R_w	R_w	R_w	R_w	R_w	R_w
I.E.N. Galileo Ferraris		59,3	58,3			59,3	58,3
CSTB Francia						73,7	72,7
Università di Parma							
DIN Germania (DIN 4109)		66,5	65,5			66,5	65,5
Gran Bretagna		61,9	60,9			61,9	61,9
Austria		70,1	69,1			70,1	69,1
Pareti doppie in laterizio							
Norma UNI EN 12354-1		69,3	68,3			69,3	68,3
Norma UNI TR 11175		57,3	56,3			57,3	56,3
VALORI ACUSTICI MEDI ADOTTATI (dB)			**46,6**				**64,6**

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA PARETE

Spessore complessivo	**s**	**62,0**	cm
Incremento di potere fonoisolante	**ΔRw**		dB
Potere fonoisolante	**R_w**	**64,6**	dB
Trasmittanza della parete	**U**	**0,225**	W/m^2K
Massa superficiale della parete	**m'**	**926,9**	kg/m^2

Descrizione del lavoro	OSTIGLIA - ADEGUAMENTO SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "C. NEPOTE"
Descrizione della parete	**Muro esterno Piano Primo - Betoncino singolo**

Codice della parete	**M3**	**Numero struttura**	**3**

COMPONENTI ESTERNE

Nr.	Descrizione dello strato		s	l	C	R	r	m'
			cm	*W/mK*	*W/m² K*	*m² K/W*	*kg/m³*	*kg/m²*
	Strato liminare	*Esterno*			*25,000*	*0,04000*		
1	Intonaco di calce e cemento		1,50	0,900	60,000	0,017	1.800	27,0
2	Muratura in laterizi		38,00	0,470	1,237	0,809	1.000	380,0
3	Betoncino Armato		5,00	2,300	46,000	0,022	2.300	115,0
4	Cappotto isolante in EPS		12,00	0,032	0,267	3,750	18	2,2
5	Intonaco plastico		0,50	0,300	60,000	0,017	1.300	6,5
6								
7								
8								
			57,0			**4,6536**		**530,7**

COMPONENTI INTERNE

Nr.	Descrizione dello strato		s	l	C	R	r	m'
			cm	*W/mK*	*W/m² K*	*m² K/W*	*kg/m³*	*kg/m²*
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
	Strato liminare	*Interno*			*7,692*	*0,13000*		
						0,1300		
VALORI TOTALI			**57,0**			**4,7836**		**530,7**

VALUTAZIONE SEMIEMPIRICA DEL POTERE FONOISOLANTE SECONDO LE FONTI PRINCIPALI

		Componente esterna		*Componente interna*		**Parete complessiva**	
Contributo globale di fiancheggiamento C_F (dB)	1	R_w	R_w	R_w	R_w	R_w	R_w
I.E.N. Galileo Ferraris		54,5	53,5			54,5	53,5
CSTB Francia						64,0	63,0
Università di Parma		50,0	49,0			50,0	49,0
DIN Germania (DIN 4109)		58,8	57,8			58,8	57,8
Gran Bretagna		56,7	55,7			56,7	56,7
Austria		62,3	61,3			62,3	61,3
Pareti doppie in laterizio							
Norma UNI EN 12354-1		60,2	59,2			60,2	59,2
Norma UNI TR 11175		52,5	51,5			52,5	51,5
VALORI ACUSTICI MEDI ADOTTATI (dB)			**42,1**				**56,5**

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA PARETE

Spessore complessivo	**s**	**57,0**	cm
Incremento di potere fonoisolante	**ΔRw**		dB
Potere fonoisolante	**R_w**	**56,5**	dB
Trasmittanza della parete	**U**	**0,209**	W/m²K
Massa superficiale della parete	**m'**	**530,7**	kg/m²

Descrizione del lavoro	OSTIGLIA - ADEGUAMENTO SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "C. NEPOTE"
Descrizione della parete	**Muro esterno Piano Primo - Betoncino doppio**

Codice della parete	**M4**	**Numero struttura**	**4**

COMPONENTI ESTERNE	Nr.	Descrizione dello strato		s	l	C	R	r	m'
				cm	*W/mK*	*W/m² K*	*m² K/W*	*kg/m³*	*kg/m²*
		Strato liminare	*Esterno*			*25,000*	*0,04000*		
	1	Intonaco di calce e cemento		1,50	0,900	60,000	0,017	1.800	27,0
	2	Betoncino Armato		5,00	2,300	46,000	0,022	2.300	115,0
	3	Muratura in laterizi		38,00	0,470	1,237	0,809	1.000	380,0
	4	Betoncino Armato		5,00	2,300	46,000	0,022	2.300	115,0
	5	Cappotto isolante in EPS		12,00	0,032	0,267	3,750	18	2,2
	6	Intonaco plastico		0,50	0,300	60,000	0,017	1.300	6,5
	7								
	8								
				62,0			**4,6753**		**645,7**

COMPONENTI INTERNE	Nr.	Descrizione dello strato		s	l	C	R	r	m'
				cm	*W/mK*	*W/m² K*	*m² K/W*	*kg/m³*	*kg/m²*
	9								
	10								
	11								
	12								
	13								
	14								
	15								
		Strato liminare	*Interno*			*7,692*	*0,13000*		
							0,1300		
VALORI TOTALI				**62,0**			**4,8053**		**645,7**

VALUTAZIONE SEMIEMPIRICA DEL POTERE FONOISOLANTE SECONDO LE FONTI PRINCIPALI

		Componente esterna		*Componente interna*		**Parete complessiva**	
Contributo globale di fiancheggiamento C_F (dB)	1	R_w	R_w	R_w	R_w	R_w	R_w
I.E.N. Galileo Ferraris		56,2	55,2			56,2	55,2
CSTB Francia		67,4	66,4			67,4	66,4
Università di Parma		51,3	50,3			51,3	50,3
DIN Germania (DIN 4109)		61,5	60,5			61,5	60,5
Gran Bretagna		58,5	57,5			58,5	58,5
Austria		65,0	64,0			65,0	64,0
Pareti doppie in laterizio							
Norma UNI EN 12354-1		63,4	62,4			63,4	62,4
Norma UNI TR 11175		54,2	53,2			54,2	53,2
VALORI ACUSTICI MEDI ADOTTATI (dB)			**52,2**				**58,8**

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA PARETE

Spessore complessivo	**s**	**62,0**	cm
Incremento di potere fonoisolante	**ΔRw**		dB
Potere fonoisolante	**R_w**	**58,8**	dB
Trasmittanza della parete	**U**	**0,208**	W/m²K
Massa superficiale della parete	**m'**	**645,7**	kg/m²

ALLEGATO 2
VERIFICA DELLE PRESTAZIONI DEI SERRAMENTI

VALUTAZIONE DEL POTERE FONOISOLANTE MINIMO DELLE SUPERFICI VETRATE

Riferimento e descrizione dell'ambiente			Superficie ambiente	Superficie facciata	Volume ambiente	Superficie serramenti	Percentuale di superficie finestrata	Potere fonoisolante minimo del serramento	Incremento di sicurezza	Potere fonoisolante minimo da prevedere
Piano	Alloggio	Ambiente	m^2	m^2	m^3	m^2	%	dB	dB	dB
RIALZATO	Scuola	B26 Laboratorio	55,93	25,11	184,57	7,70	30,66%	**39,0**	**1,0**	**40,0**
RIALZATO	Scuola	B16 Ufficio	27,74	15,18	91,54	5,95	39,20%	**40,9**	**1,0**	**41,9**
RIALZATO	Scuola	B21 Laboratorio	41,12	6,82	135,70	6,51	28,93%	**39,6**	**1,0**	**40,6**
PRIMO	Scuola	C04 AULA	41,37	22,64	136,52	6,51	28,76%	**39,7**	**1,0**	**40,7**
PRIMO	Scuola	C19 AULA	57,00	30,66	188,10	7,70	25,12%	**39,0**	**1,0**	**40,0**
PRIMO	Scuola	C01 AULA INTERCICLO	81,00	30,82	267,30	11,55	37,47%	**39,2**	**1,0**	**40,2**

Potere fonoisolante minimo	**40,0**
Potere fonoisolante massimo	**41,9**
Potere fonoisolante medio	**40,6**

1		Edificio	Scuola
Piano	RIALZATO	Ambiente	B21 Laboratorio

Superficie ambiente	m^2	S_a	41,12	Superficie totale di facciata	m^2	S_p	22,51
Altezza ambiente	m	h	3,30	Differenza di livello sonoro di facciata	dB	ΔL_{fs}	
Volume ambiente	m^3	V	135,70	Correzione per trasmissione laterale	dB	K	
Larghezza della facciata	m	L	6,82	Isolamento di facciata richiesto	dB	$D_{2m,nT}$	48

COMPONENTI FINESTRATI

	Descrizione		Base (m)	Altezza (m)	Superficie (m^2)	Numero serramenti	Superficie totale
1	Ai01a	140x155	1,40	1,55	2,17	3	6,51
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
				Totale	2,17		6,51

ELEMENTI NORMALI DI FACCIATA

	Descrizione		R_w	Lunghezza elemento (m)	Superficie elemento (m^2)	Coefficiente moltiplicatore
1	M1	Muro Rialzato Betoncino singolo	62,9	2,62	8,65	1,96334E-07
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
		Totale		2,62	8,65	1,96334E-07

ELEMENTI NORMALI SOPRA SERRAMENTO

	Codici elementi		Base (m)	Altezza (m)	Altezza partizione	Numero partizioni	Superficie elemento (m^2)	Rw	Coefficiente moltiplicatore
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
			Totale						

PICCOLI ELEMENTI DI FACCIATA

	Descrizione		Rw	Superficie elemento (m^2)	Dn,ew	Coefficiente moltiplicatore
1						
2						
3						
4						
5						

Potere fonoisolante minimo del serramento	$R_{w'}$	39,6	dB	Percentuale componente finestrata	28,93%
Incremento di sicurezza		1,0	dB		
Potere fonoisolante minimo da prevedere	$R_{w'}$	40,6	dB		

2		Edificio	Scuola
Piano	RIALZATO	Ambiente	B16 Ufficio

Superficie ambiente	m^2	S_a	27,74	Superficie totale di facciata	m^2	S_p	15,18
Altezza ambiente	m	h	3,30	Differenza di livello sonoro di facciata	dB	ΔL_{fs}	
Volume ambiente	m^3	V	91,54	Correzione per trasmissione laterale	dB	K	
Larghezza della facciata	m	L	4,60	Isolamento di facciata richiesto	dB	$D_{2m,nT}$	48

COMPONENTI FINESTRATI

	Descrizione		Base (m)	Altezza (m)	Superficie (m^2)	Numero serramenti	Superficie totale
1	Ai09	220x175	3,40	1,75	5,95	1	5,95
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
				Totale	5,95		5,95

ELEMENTI NORMALI DI FACCIATA

	Descrizione		R_w	Lunghezza elemento (m)	Superficie elemento (m^2)	Coefficiente moltiplicatore
1	M2	Muro Rialzato Betoncino doppio	64,6	1,20	3,96	9,07593E-08
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
		Totale		1,20	3,96	9,07593E-08

ELEMENTI NORMALI SOPRA SERRAMENTO

	Codici elementi		Base (m)	Altezza (m)	Altezza partizione	Numero partizioni	Superficie elemento (m^2)	Rw	Coefficiente moltiplicatore
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
			Totale						

PICCOLI ELEMENTI DI FACCIATA

	Descrizione		Rw	Superficie elemento (m^2)	Dn,ew	Coefficiente moltiplicatore
1						
2						
3						
4						
5						

Potere fonoisolante minimo del serramento	$R_{w'}$	40,9	dB	Percentuale componente finestrata	39,20%
Incremento di sicurezza		1,0	dB		
Potere fonoisolante minimo da prevedere	$R_{w'}$	41,9	dB		

3		Edificio	Scuola
Piano	RIALZATO	Ambiente	B26 Laboratorio

Superficie ambiente	m^2	S_a	55,93	Superficie totale di facciata	m^2	S_p	25,11
Altezza ambiente	m	h	3,30	Differenza di livello sonoro di facciata	dB	ΔL_{fs}	
Volume ambiente	m^3	V	184,57	Correzione per trasmissione laterale	dB	K	
Larghezza della facciata	m	L	7,61	Isolamento di facciata richiesto	dB	$D_{2m,nT}$	48

COMPONENTI FINESTRATI

	Descrizione		Base m	Altezza m	Superficie m^2	Numero serramenti	Superficie totale
1	Ai04	220x175	2,20	1,75	3,85	2	7,70
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
				Totale	3,85		7,70

ELEMENTI NORMALI DI FACCIATA

	Descrizione		R_w	Lunghezza elemento (m)	Superficie elemento (m^2)	Coefficiente moltiplicatore
1	M1	Muro Rialzato Betoncino singolo	62,9	5,41	21,26	4,32717E-07
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
		Totale		5,41	21,26	4,32717E-07

ELEMENTI NORMALI SOPRA SERRAMENTO

	Codici elementi		Base m	Altezza m	Altezza partizione	Numero partizioni	Superficie elemento (m^2)	Rw	Coefficiente moltiplicatore
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
				Totale					

PICCOLI ELEMENTI DI FACCIATA

	Descrizione		Rw	Superficie elemento (m^2)	Dn,ew	Coefficiente moltiplicatore
1						
2						
3						
4						
5						

Potere fonoisolante minimo del serramento	$R_{w'}$	39,0	dB	Percentuale componente finestrata	30,66%
Incremento di sicurezza		1,0	dB		
Potere fonoisolante minimo da prevedere	$R_{w'}$	40,0	dB		

4		Edificio	Scuola
Piano	PRIMO	Ambiente	C04 AULA

Superficie ambiente	m^2	S_a	41,37	Superficie totale di facciata	m^2	S_p	22,64
Altezza ambiente	m	h	3,30	Differenza di livello sonoro di facciata	dB	ΔL_{fs}	
Volume ambiente	m^3	V	136,52	Correzione per trasmissione laterale	dB	K	
Larghezza della facciata	m	L	6,86	Isolamento di facciata richiesto	dB	$D_{2m,nT}$	48

COMPONENTI FINESTRATI

	Descrizione		Base (m)	Altezza (m)	Superficie (m^2)	Numero serramenti	Superficie totale
1	Ai01a	140x155	1,40	1,55	2,17	3	6,51
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
				Totale	2,17		6,51

ELEMENTI NORMALI DI FACCIATA

	Descrizione			R_w	Lunghezza elemento (m)	Superficie elemento (m^2)	Coefficiente moltiplicatore
1	M3	Muro Primo Betoncino singolo		56,5	2,66	8,78	8,71961E-07
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
			Totale		2,66	8,78	8,71961E-07

ELEMENTI NORMALI SOPRA SERRAMENTO

	Codici elementi			Base (m)	Altezza (m)	Altezza partizione	Numero partizioni	Superficie elemento (m^2)	Rw	Coefficiente moltiplicatore
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
					Totale					

PICCOLI ELEMENTI DI FACCIATA

	Descrizione			Rw	Superficie elemento (m^2)	Dn,ew	Coefficiente moltiplicatore
1							
2							
3							
4							
5							

Potere fonoisolante minimo del serramento	$R_{w'}$	39,7	dB	Percentuale componente finestrata	28,76%
Incremento di sicurezza		1,0	dB		
Potere fonoisolante minimo da prevedere	$R_{w'}$	40,7	dB		

5		Edificio	Scuola
Piano	PRIMO	Ambiente	C19 AULA

Superficie ambiente	m^2	S_a	57,00	Superficie totale di facciata	m^2	S_p	30,66
Altezza ambiente	m	h	3,30	Differenza di livello sonoro di facciata	dB	ΔL_{fs}	
Volume ambiente	m^3	V	188,10	Correzione per trasmissione laterale	dB	K	
Larghezza della facciata	m	L	9,29	Isolamento di facciata richiesto	dB	$D_{2m,nT}$	48

COMPONENTI FINESTRATI

	Descrizione		Base (m)	Altezza (m)	Superficie (m^2)	Numero serramenti	Superficie totale
1	Ai09	220x175	2,20	1,75	3,85	2	7,70
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
				Totale	3,85		7,70

ELEMENTI NORMALI DI FACCIATA

	Descrizione			R_w	Lunghezza elemento (m)	Superficie elemento (m^2)	Coefficiente moltiplicatore
1	M4	Muro Primo Betoncino doppio		58,8	4,89	16,14	6,92560E-07
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
			Totale		4,89	16,14	6,92560E-07

ELEMENTI NORMALI SOPRA SERRAMENTO

	Codici elementi			Base (m)	Altezza (m)	Altezza partizione	Numero partizioni	Superficie elemento (m^2)	Rw	Coefficiente moltiplicatore
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
					Totale					

PICCOLI ELEMENTI DI FACCIATA

	Descrizione			Rw	Superficie elemento (m^2)	Dn,ew	Coefficiente moltiplicatore
1							
2							
3							
4							
5							

Potere fonoisolante minimo del serramento	$R_{w'}$	39,0	dB	Percentuale componente finestrata	25,12%
Incremento di sicurezza		1,0	dB		
Potere fonoisolante minimo da prevedere	$R_{w'}$	40,0	dB		

6		Edificio	Scuola
Piano	PRIMO	Ambiente	C01 AULA INTERCICLO

Superficie ambiente	m^2	S_a	81,00	Superficie totale di facciata	m^2	S_p	30,82
Altezza ambiente	m	h	3,30	Differenza di livello sonoro di facciata	dB	ΔL_{fs}	
Volume ambiente	m^3	V	267,30	Correzione per trasmissione laterale	dB	K	
Larghezza della facciata	m	L	9,34	Isolamento di facciata richiesto	dB	$D_{2m,nT}$	48

COMPONENTI FINESTRATI

	Descrizione		Base (m)	Altezza (m)	Superficie (m^2)	Numero serramenti	Superficie totale
1	Ai04	220x175	2,20	1,75	3,85	3	11,55
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
			Totale	3,85			11,55

ELEMENTI NORMALI DI FACCIATA

	Descrizione		R_w	Lunghezza elemento (m)	Superficie elemento (m^2)	Coefficiente moltiplicatore
1	M3	Muro Primo Betoncino singolo	56,5	2,74	9,04	6,59695E-07
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
		Totale		2,74	9,04	6,59695E-07

ELEMENTI NORMALI SOPRA SERRAMENTO

	Codici elementi		Base (m)	Altezza (m)	Altezza partizione	Numero partizioni	Superficie elemento (m^2)	Rw	Coefficiente moltiplicatore
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
		Totale							

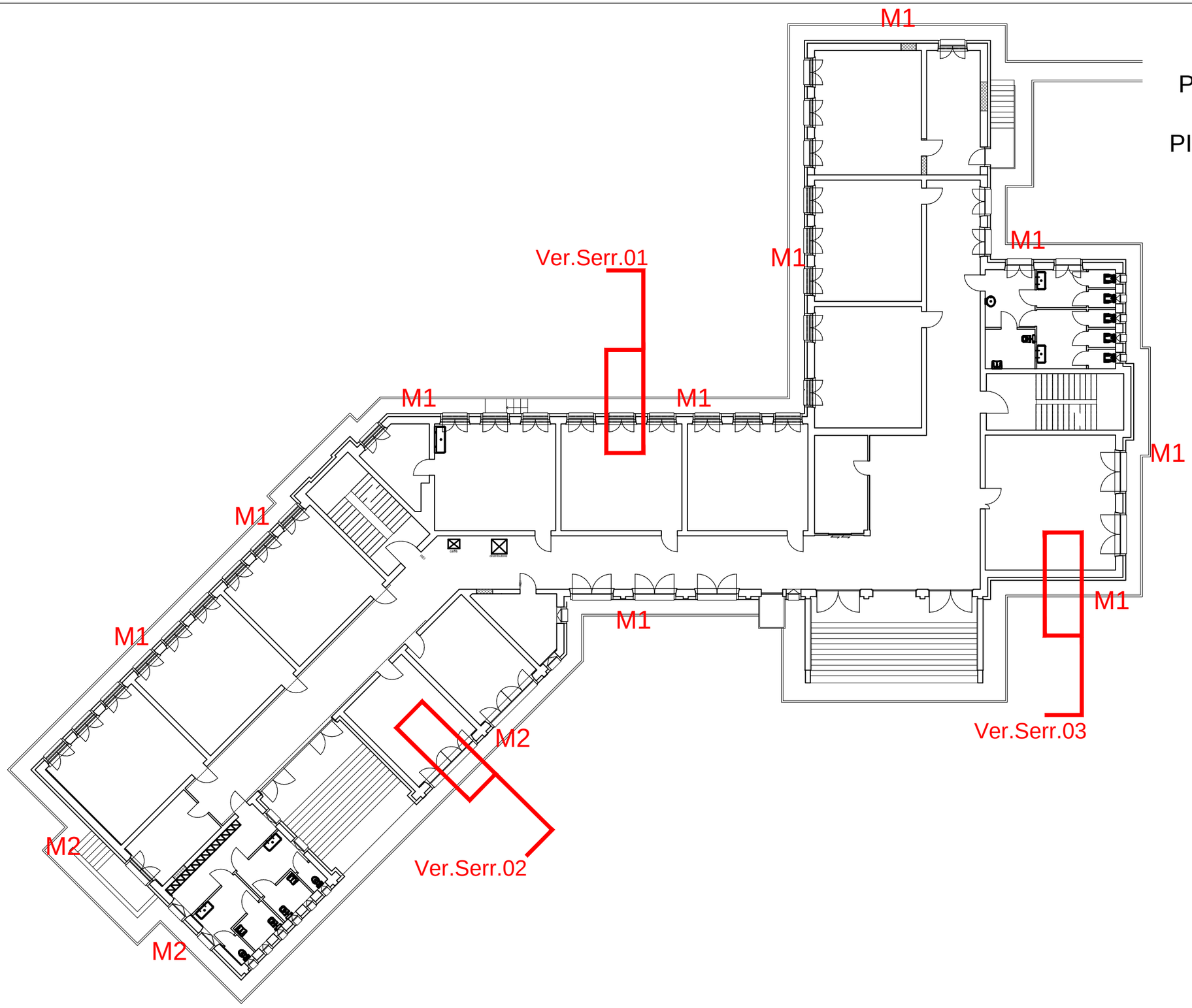
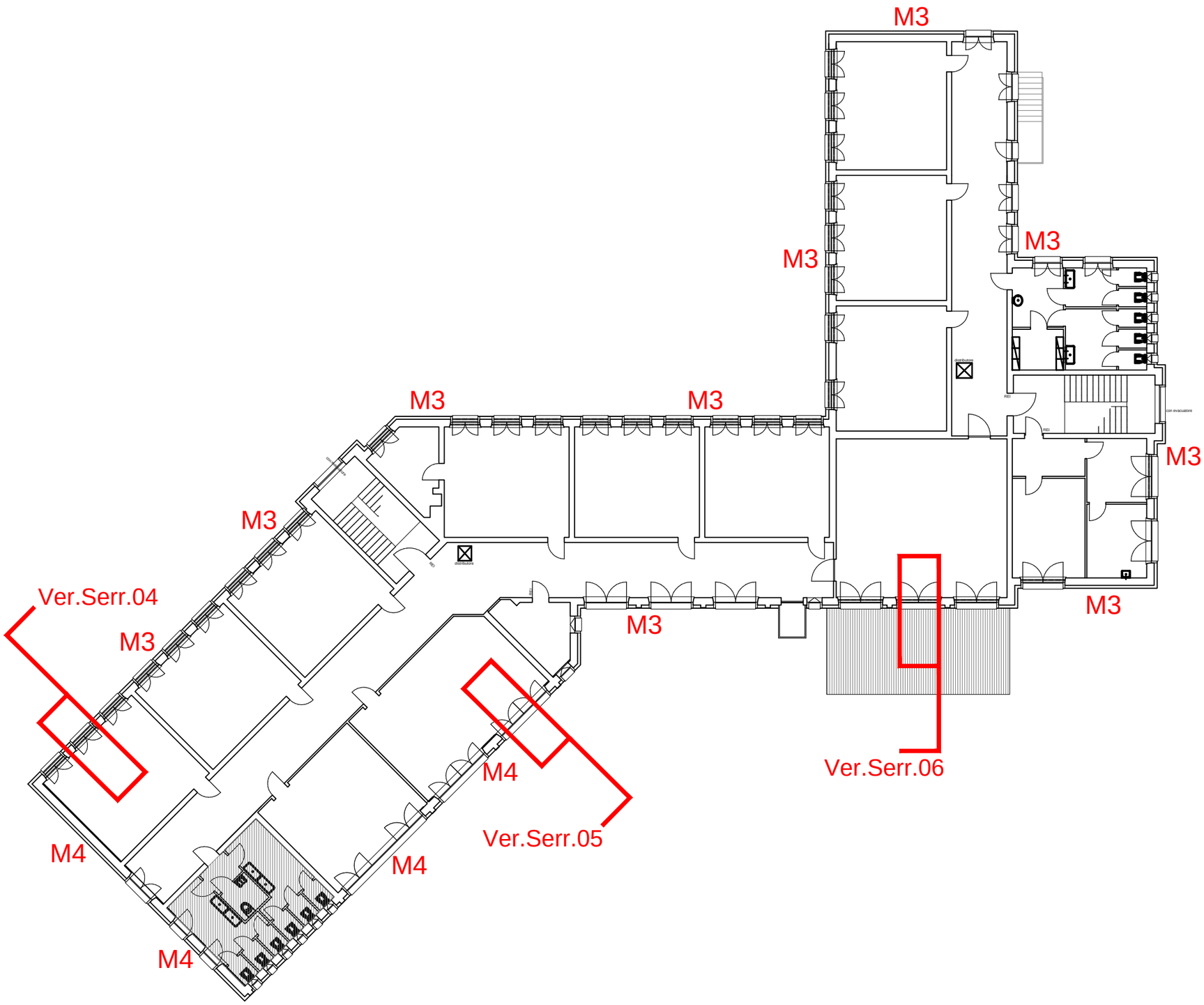
PICCOLI ELEMENTI DI FACCIATA

	Descrizione		Rw	Superficie elemento (m^2)	Dn,ew	Coefficiente moltiplicatore
1						
2						
3						
4						
5						

Potere fonoisolante minimo del serramento	$R_{w'}$	39,2	dB	Percentuale componente finestrata	37,47%
Incremento di sicurezza		1,0	dB		
Potere fonoisolante minimo da prevedere	$R_{w'}$	40,2	dB		

ALLEGATO 3
PLANIMETRIA DI RIFERIMENTO

ALLEGATO 3
PLANIMETRIA DI
RIFERIMENTO
PIANO RIALZATO



ALLEGATO 3
PLANIMETRIA DI
RIFERIMENTO
PIANO PRIMO