

COMUNE DI EMPOLI CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA IN VIA LIGURIA AD EMPOLI



PROGETTO ESECUTIVO

ATI DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

EUTECNE

Architettura | Ingegneria

Via A. Volta, 88_06135 Perugia
T +39 075 32 761

Via Roma, 20/a_57034 Campo nell'Elba (Li)
T/F +39 0565 977 589

Via Marconi, 14/a_06012 Città di Castello (PG)
T +39 0758550900

office@eutecne.it
www.eutecne.it

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE
ING. FEDERICO FRAPPI

MANDANTI

Via Belvedere, 8-10
30035Mirano(VE)



Via G.Di Vittorio, 15
20017 Rho (MI)

COMMITTENTE:



COMUNE DI EMPOLI

R.U.P. Ing. Roberta SCARDIGLI

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Francesco ARDINO
Dott. Arch. Olimpia LORENZINI
Ing. Sonia ANTONELLI
Dott. Ing. Noemi BRIGANTI
Dott. Ing. Luca DELL'AVERSANO
Dott. Arch. Debora PALUMMO

Dott. Ing. Maura MARTORELLI
Dott. Arch. Luca FRAPPI
Dott. Geol. Armando GRAZI
Dott. Ing. Martina RICCI
Dott. Ing. Giulia BENEDETTI
Dott. Ing. Massimo FALCINELLI

Dott. Ing. Sandro FAVERO
Dott. Ing. Tommaso TASSI
Dott. Ing. Alessandro BONAVENTURA
Dott. Ing. Federico ZAGGIA
Dott. Ing. Paolo BINDI
Dott. Ing. Dario BANDI

TITOLO RELAZIONE ACUSTICA

COMMESSA	ELABORATO	REVISIONE
C51E	AR3	A

CODICE COMMESSA C51E_AR3A

SCALA

REV.N	DATA	MOTIVO DELLA EMISSIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	SET. 2021	PROGETTO ESECUTIVO	L.D.A.	F.ARDINO	F.FRAPPI

PROGETTO ACUSTICO REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Ai sensi della L.Q. 447/95, Legge Regionale Toscana n. 89/98 del 10 Dicembre 1998 "e s.m.i.", "D.P.C.M. 05/12/1997,
D.M. 11 Ottobre 2017

OGGETTO: REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
sito in Via Liguria, 20 EMPOLI (FI)

LUOGO: VIA LIGURIA 20 – EMPOLI (FI)

COMMITTENTE: COMUNE DI EMPOLI
CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE

DATA: 28/09/2021

EMISSIONE PER ESECUTIVO

AUTORE:
Dott. Ing. FEDERICO FRAPPI

Timbro

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
-------------	-------------

A	Sett 2021
---	-----------

Pag. 2 di 59

1 - PREMESSA

Il sottoscritto

Dott. Ing. FEDERICO FRAPPI, iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Livorno al numero A1488, dello Studio Tecnico Eutecne S.r.l. con sede in Via Volta, 88 loc. Ponte San. Giovanni Perugia;

è stato incaricato dal COMUNE DI EMPOLI per la redazione del progetto acustico ai sensi della Legge Quadro 26 ottobre 1997, n. 447 con oggetto la realizzazione di un nuovo edificio scolastico della nuova scuola primaria, in Via Liguria 20 nel Comune di Empoli (FI).

Il progetto acustico viene redatto in conformità a quanto previsto dalla Regione Toscana in materia di acustica. Tali norme stabiliscono che venga presentato un progetto acustico per la determinazione dei requisiti acustici passivi dell'edificio di progetto ai fini del soddisfacimento dei valori limite stabiliti dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997 e dal D.M. 11 Ottobre 2017 per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici (criteri minimi ambientali).

Le procedure ed i metodi previsionali utilizzati per il calcolo dell'isolamento acustico dell'edificio sono illustrati nei seguenti paragrafi.

2 – RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente progetto è stato elaborato sulla base della seguente normativa nazionale e delle seguenti norme tecniche di riferimento.

Legislazione statale:

- Legge n° 447 del 26.10.1995 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 “Determinazione dei requisiti acustici degli edifici”
- D.M. 16 marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e misurazione dell’inquinamento acustico”;
- D.M. 11 Ottobre 2017 Criteri Ambientali Minimi “per l’affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici”.

Legislazione Regionale (Toscana)

- Legge Regionale Toscana n. 89/98 del 10 Dicembre 1998 “Norme in materia di inquinamento acustico” e s.m.i.
- D.G.R. n. 857 del 21.10.2013 : “Definizione dei criteri per la redazione della documentazione d’impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell’art. 12 comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/ 98”.

Norme tecniche:

- UNI EN ISO 12354-1 (ed. 2017) “*Acustica in edilizia – Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.*”
- UNI EN ISO 12354-2 (ed. 2017) “*Acustica in edilizia – Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.*”
- UNI EN ISO 12354-3 (ed. 2017) “*Acustica in edilizia – Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall’esterno per via aerea.*”
- UNI EN ISO 12354-4 (ed. 2017) “*Acustica in edilizia – Trasmissione del rumore interno all’esterno.*”
- UNI EN 12354 (ed. 2017) “*Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti.*”

Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici (2009)

Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi (2006)

- UNI TR 11175 (2005) – *Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale*
- UNI 11532-1(2018): – *Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinanti*
- UNI 11296 (2018) (Posa serramenti) Acustica in edilizia – *Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata – Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno*
- UNI 11516 (2013): (Posa massetti galleggianti) *Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l'isolamento acustico*

3.1. Campo di applicazione e contenuti del D.P.C.M. 5/12/1997

La L. 26 ottobre 1995, n. 447 all'art.2, comma 1, lettera b) definisce **ambiente di vita** ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta valida la disciplina di cui al D. Lgs. 277/1991 come modificato dal D. Lgs. 195/2006, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive;

Il D.P.C.M. 5/12/1997 determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore. Ai fini dell'applicazione di tale decreto, gli ambienti abitativi sono distinti nelle categorie indicate nella tabella 4.

cat. A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
cat. B	Edifici adibiti ad uffici e assimilabili
cat. C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
cat. D	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
cat. E	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
cat. F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
cat. G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Tab. 1 - D.P.C.M. 05/12/97

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 5 di 59

Il D.P.C.M. 05/12/1997 definisce:

- *componenti degli edifici*: le partizioni orizzontali e verticali;
- *servizi a funzionamento discontinuo*: gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria;
- *servizi a funzionamento continuo*: gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento

Le grandezze che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici, sempre secondo tale decreto sono:

1. il tempo di riverberazione (**T**), definito dalla norma ISO 3382:1975
2. il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti (**R**);
3. l'isolamento acustico standardizzato di facciata (**D_{2m,nT}**);
4. il livello di rumore di calpestio di solai normalizzato (**L_n**);
5. **L_{ASmax}**: livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo slow;
6. **L_{Aeq}**: livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A.

Gli indici di valutazione che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici per edifici di civile abitazione sono:

1. Indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti (**R_w**) da calcolare secondo la norma (R'_w) da calcolare secondo la norma UNI EN ISO 12354-1:2017.
2. Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata (**D_{2m,nT,w}**) da calcolare secondo da calcolare secondo la norma UNI EN ISO 12354-3:2017;
3. Indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato (**L_{n,w}**) da calcolare secondo la procedura descritta dalla norma UNI EN ISO 12354-2:2017;

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

1. 35 dB(A) **L_{Amax}** con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;
2. 25 dB(A) **L_{Aeq}** per i servizi a funzionamento continuo.

Le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev. Data

A Sett 2021

Pag. 6 di 59

Il D.P.C.M. 05/12/1997 inoltre indica i valori limite delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne come mostrato in tabella 5.

Categorie	Rw (*)	D _{2m,nT}	L _{n,w}	L _{ASmax}	L _{Aeq}
D	55	45	58	35	25
A , C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B , F , G	50	42	55	35	35

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

Tab. 2 - D.P.C.M. 05/12/97

I valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio, classificato di tipologia E, deve fare riferimento ai "criteri minimi ambientali" come riportato nell'allegato 2 par. 2.3.5.6.; i requisiti acustici passivi devono soddisfare il livello di prestazione superiore, riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367, e devono essere rispettati i valori caratterizzati come prestazione buona, riportato nel prospetto B.1 dell'Appendice B alla norma 11367.

	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

Tab. 3 – prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
-------------	-------------

A	Sett 2021
---	-----------

Pag. 7 di 59

La normativa di riferimento fa espresso riferimento ai requisiti acustici passivi degli edifici e delle loro componenti in opera. Ciò significa che il rispetto dei requisiti di legge può essere valutato a posteriori, cioè ad ultimazione delle opere.

È stato poi tenuta in considerazione la Norma Uni 11532-2 relativa al comfort acustico per gli ambienti interni dove vengono indicati i valori limite dei descrittori acustici:

- il tempo di riverberazione e lo STI per l'acustica interna agli ambienti.

È importante ricordare che la garanzia del risultato auspicato può ragionevolmente essere raggiunta soltanto nel caso di perfetta esecuzione a regola d'arte.

Si consiglia pertanto di prestare particolare attenzione a tutti i suggerimenti costruttivi indicati per ridurre al minimo il peggioramento della prestazione acustica dovuto sia al fiancheggiamento che alla non accurata fase di realizzazione.

Il calcolo è eseguito nell'ipotesi di parete integra e senza elementi di discontinuità; è pertanto consigliabile non realizzare su tali pareti scassi e di porre particolare attenzione nell'isolamento dei sopraccitati elementi di discontinuità.

3 - DESCRIZIONE

Il progetto acustico riguarda la realizzazione di una nuova scuola primaria in Via Liguria 20, nel Comune di Empoli (FI).

Il nuovo edificio scolastico oggetto della presente relazione tecnica sarà sviluppato su due piani fuori terra; all'interno dell'edificio saranno realizzati aule e laboratori scolastici e relativi servizi igienici e di supporto

Dagli elaborati grafici forniti i locali avranno le seguenti destinazioni d'uso:

Piano Terra: Aule di Attività integrative, Aule, Connettivo, Archivio, Sala Insegnanti, Aule Interciclo, Refettorio, Locale Tecnico, Servizi;

Piano Primo: Aule di Attività integrate, Aule, Connettivo, Aule Interciclo, Servizi;

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

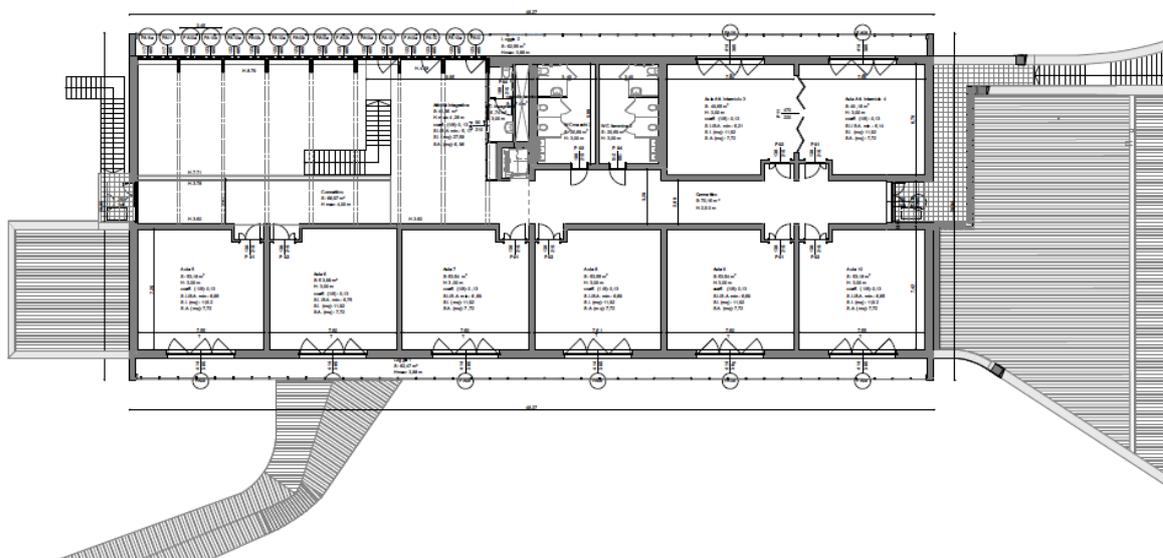
Documento:
 C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 8 di 59



Pianta Piano Terra



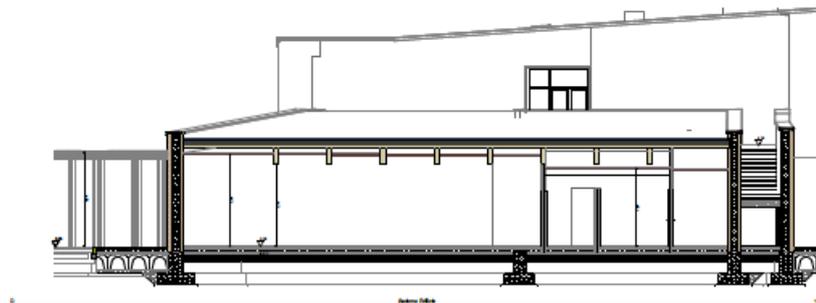
Pianta Piano Primo

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

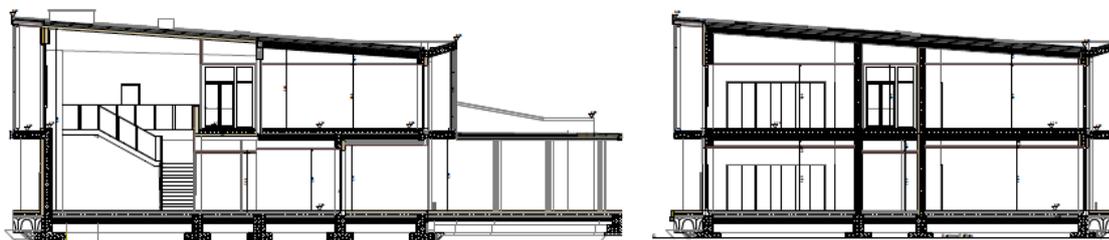
Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 9 di 59



Sezione Edificio



Sezione Edificio

Tab. 4 Piante Piano Terra, Primo, e Sezioni

Per maggiori dettagli riguardo le caratteristiche strutturali e costruttive dell'edificio, la destinazione d'uso dei locali, le caratteristiche geometriche e dimensionali degli elementi che andranno a costituire l'edificio, si rimanda al progetto dell'edificio stesso.

4 – LIMITI DI LEGGE

Sulla base di quanto esposto, secondo il D.P.C.M. 05712/1997, i locali interni possono essere considerati di Categoria E (Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili) per i quali vengono calcolati i seguenti indici di valutazione:

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 10 di 59

CATEGORIA

R'_w

$D_{2m,n,T,W}$

L'_{nw}

$L_{AS,max}$

L_{Aeq}

E: Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

50

48

58

35

25

Tab. 5 – Limiti requisiti acustici DPCM 05/12/1997

Come detto prima occorre fare riferimento ai “criteri minimi ambientali” come riportato nell'allegato 2 par. 2.3.5.6. I requisiti acustici passivi devono soddisfare il livello di prestazione superiore riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367 riportata sotto:

Descrittore	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 quello di installazione, dB(A)	32	28
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} in ambienti diversi da quello di installazione, dB(A)	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ (dB)	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni i fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ (dB)	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, L'_{nw} (dB)	63	53

Tab. 6 – Pprospetto A.1 Appendice A della norma 11367

COMUNE DI EMPOLI (FI) REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI	Documento: C51E_AR3A	
	Rev.	Data
	A	Sett 2021
	Pag. 11 di 59	

L'isolamento acustico per via aerea di ambienti abitativi nei confronti di ambienti di uso comune collegati mediante accessi o aperture è determinato in termini di isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione e dell'ambiente abitativo ($D_{n,Tw}$). Devono essere rispettati i valori caratterizzati come prestazione buona nel prospetto B.1 dell'Appendice B alla norma 11367, riportati sotto:

Livello prestazionale	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accesso o aperture ad ambienti abitativi $D_{n,Tw}$ (dB)	
	Ospedali e scuole	Altre destinazioni d'uso
Prestazione ottima	≥ 34	≥ 40
Prestazione buona	≥ 30	≥ 36
Prestazione di base	≥ 27	≥ 32
Prestazione modesta	≥ 23	≥ 28

Tav. 7 – Prospetto B.1 dell'Appendice B alla norma 11367

N.B. La valutazione è effettuata tenendo in considerazione i requisiti acustici più restrittivi.

Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella Norma UNI 11532-2.

I descrittori acustici da utilizzare sono:

- Quelli definiti dalla Norma 11367 per i requisiti acustici passivi delle unità immobiliari;
- Almeno il tempo di riverberazione e lo STI per l'acustica interna agli ambienti di cui alla UNI 11532.

	C50 dB	STI dB
Ambienti adibiti al parlato	≥ 0	$\geq 0,5$
Ambienti adibiti ad attività sportive	≥ -2	$\geq 0,5$

Tab. 8 – Valori consigliati dei parametri C50 e STI Appendice C Norma UNI 11367

5 – METODOLOGIA UTILIZZATA

Il D.P.C.M. 5/12/97 prescrive che le prestazioni di isolamento acustico dei componenti siano assicurate in opera: in altri termini nella fase di progettazione è necessario disporre di un metodo di calcolo analitico che consenta di prevedere con sufficiente approssimazione tali prestazioni a partire dalle caratteristiche acustiche dei singoli elementi che compongono l'edificio; queste sono normalmente rilevabili dalle certificazioni di laboratorio fornite dai produttori dei vari componenti edilizi (pareti, solai, serramenti, ecc.), oppure dai dati reperibili in letteratura, e dipendono in buona parte dalle modalità costruttive e di montaggio che si ritiene di dover adottare.

La serie di norme UNI EN ISO 12354: 2017 (Acustica edilizia, stima delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalle prestazioni dei componenti), e la UNI TR 11175: 2005 (Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale) riportano metodi di calcolo utilizzabili per tale valutazione.

In particolare il *MODELLO DI CALCOLO SEMPLIFICATO* basato sugli indici di valutazione, risulta il criterio adottato per tale studio.

Occorre evidenziare che l'attendibilità dei metodi di calcolo è strettamente vincolata:

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

5.1. Accuratezza

L'esperienza prevalente nell'applicazione di simili modelli è stata finora acquisita con edifici dove gli elementi strutturali di base erano omogenei. In tali situazioni la previsione dell'indice di valutazione tramite modello semplificato mostrano una tendenza a sopravvalutare leggermente l'isolamento.

5.2. Impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo

La norma UNI 11367 del 2010 “*Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera*” nell’appendice D, spiega quali siano gli impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo e ne descrive un metodo di misura per il rumore in opera.

Tuttavia, attualmente, non sono presenti specifiche norme UNI per la previsione teorica della propagazione del rumore emesso da tali impianti.

Gli impianti a funzionamento continuo sono caratterizzati da emissione sonora con carattere essenzialmente stazionario, ovvero quelli il cui livello di pressione sonora rilevato subisce oscillazioni non maggiori di 5 dB per tutta la durata del funzionamento (ad esempio impianti di riscaldamento, raffrescamento, climatizzazione, ventilazione meccanica).

Gli impianti a funzionamento discontinuo sono quelli caratterizzati da emissione di livello sonoro con variazioni fluttuanti o intermittenti e da brevi periodi di funzionamento rispetto al tempo di inattività durante l’arco della giornata, ovvero quelli il cui livello di pressione sonora varia con oscillazioni maggiori di 5 dB (ad esempio impianti sanitari, di scarico, ascensori, montacarichi).

Le grandezze da considerare sono le seguenti:

- LAeq Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A, per il rumore stazionario prodotto dagli impianti a funzionamento continuo;
- LASmax Livello massimo di pressione sonora ponderato A, rilevato con caratteristica dinamica slow, per il rumore generato dagli impianti a funzionamento discontinuo e per fasi non stazionarie del rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo.

6 – REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DELL’EDIFICIO

Dalle indicazioni fornite dai progettisti architettonici, impiantistici e strutturali, sono state elaborate soluzioni acusticamente conformi mediante l’impiego di materiali studiati per le specifiche applicazioni. Le prestazioni acustiche dei prodotti sono state dedotte seguendo il seguente ordine di priorità:

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
 RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

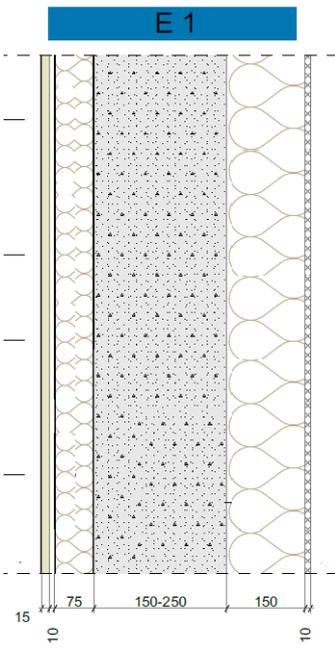
Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 14 di 59

- certificati di laboratorio;
- certificati eseguiti in opera in condizioni di similarità;
- Leggi empiriche di letteratura associate all'utilizzo di coefficienti di sicurezza.

Nel paragrafo seguente si riportano le stratigrafie, le caratteristiche dimensionali, fisiche ed acustiche dei diversi come indicate nei calcoli e nel prosieguo della presente relazione.

6.1. Potere fonoisolante delle strutture

PARETE ESTERNA PORTANTE	PE – E1	
DESCRIZIONE COMPONENTE	SPESSORE [mm]	POTERE FONOISOLANTE
Parete portante esterna realizzata in cls sp. 25,0 cm isolata con cappotto esterno con cassero in polistirene sp. 7,5 cm e lastra in gessofibra tipo Fermacell FirePanel A1 o similare sp. 1,5 cm e con controparete interna in cassero in polistirene sp. 15,0 cm, rifinita con rasatura tipo Ferrimix FK92 light o similare sp. 1,0 cm.	510,0	$R_w = 63,5 \text{ dB}$
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lastra in Gessofibra tipo Fermacell Firepanel A1 o o similare sp. 1,5 cm 2. Intonaco a base di gesso tipo Ferrimix bistrato FB21 Gesso o similare sp. 1,00 cm 3. Pannello EPS casseri in polistirene EPS sp. 7,5 cm 4. Parete in cls sp. 25,0 cm 5. Pannello EPS casseri in polistirene EPS sp. 15,0 cm 6. Rasatura Ferrimix FK92 light o similare sp. 1,0 cm 	

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev. Data

A Sett 2021

Pag. 15 di 59

PARETE ESTERNA VERSO LOCALE TECNICO PIANO TERRA	PE – E2	
DESCRIZIONE COMPONENTE	SPESSORE [mm]	POTERE FONOSOLANTE
Parete esterna di tamponamento realizzata con doppia orditura metallica sp. 7,5 cm con lastre di cemento e aggregati rivestite da fibra di vetro ai lati e rasatura Ferrimix FK92 light o similare sp. 1,0 cm.	355,0	$R_w = 50,0$ dB
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center; background-color: #f4a460; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">E 2</p> </div> <div style="width: 50%;"> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rasatura Ferrimix FK92 light o similare sp. 1,0 cm 2. Lastra Aquapanel Knauf sp. 1,25 cm 3. Orditura metallica sp. 7,5 cm 4. Intercapedine sp. 16,0 cm 5. Orditura metallica sp. 7,5 cm 6. Lastra Aquapanel Knauf sp. 1,25 cm 7. Rasatura Ferrimix FK92 light o similare sp. 1,0 cm </div> </div>		

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 16 di 59

PARETE DIVISORIA AULE	PI – 11	
DESCRIZIONE COMPONENTE	SPESSORE [mm]	POTERE FONOSOLANTE
Parete portante interna realizzata in cls con contropareti in cassero in polistirene sp. 7,5 cm e lastra in gessofibra tipo Fermacell FirePanel A1 o similare sp.1,5 cm, rifinita con rasatura tipo Ferrimix FK92 light o similare sp. 1,0 cm.	350,0	$R_w = 66,0$ dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lastra in Gessofibra tipo Fermacell Firepanel A1 o o similare sp. 1,5 cm 2. Intonaco a base di gesso tipo Ferrimix bistrato FB21 Gesso o similare sp. 1,00 cm 3. Pannello EPS casseri in polistirene EPS sp. 7,5 cm 4. Parete in cls sp. 15,0 cm 5. Pannello EPS casseri in polistirene EPS sp. 7,5 cm 6. Intonaco a base di gesso tipo Ferrimix bistrato FB21 Gesso o similare sp. 1,00 cm 7. Lastra in Gessofibra tipo Fermacell Firepanel A1 o o similare sp. 1,5 cm 	

PARETE INTERNA VERSO LOCALI COMUNI (PORTA)	PI – 11	
DESCRIZIONE COMPONENTE	SPESSORE [mm]	POTERE FONOSOLANTE
Parete interna divisoria verso connettivo a doppio rivestimento ad elevato isolamento acustico con doppia lastra in gessofibra tipo Fermacell FirePanel A1 o similare sp.1,5 cm, rifinita con rasatura tipo Ferrimix FK92 light o similare sp. 1,0 cm, doppia orditura metallica singola, profilo a C dim 75x50 mm, con interposto pannello rigido in lana di roccia a media densità, tipo Rockwool acustic o equivalente sp. 5,0 cm, con camera d'aria interna.	215,0	$R_w = 70,0$ dB

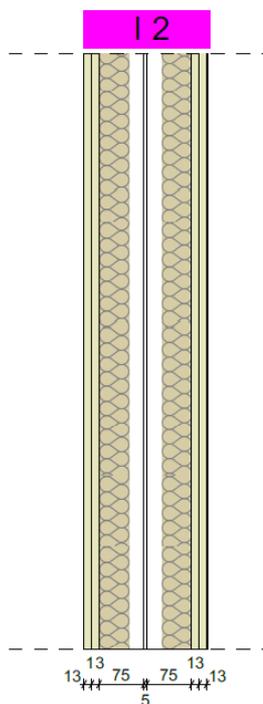
COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
------	------

A	Sett 2021
---	-----------

Pag. 17 di 59



1. Lastra in Gessofibra tipo Fermacell Firepanel A1 o o similare sp. 1,5 cm
2. Lastra in Gessofibra tipo Fermacell Firepanel A1 o o similare sp. 1,5 cm
3. Orditura metallica sp. 7,5 cm con interposto pannello in lana di roccia tipo Rockwool Acoustic 225 sp. 5,0 cm
4. Disaccoppiante acustico strisce di feltro adesivo sp. 0,5 cm
5. Orditura metallica sp. 7,5 cm con interposto pannello in lana di roccia tipo Rockwool Acoustic 225 sp. 5,0 cm
6. Lastra in Gessofibra tipo Fermacell Firepanel A1 o o similare sp. 1,5 cm
7. Lastra in Gessofibra tipo Fermacell Firepanel A1 o o similare sp. 1,5 cm

PARETE INTERNA DIVISORIA BAGNI	PI - I3	
DESCRIZIONE COMPONENTE	SPESSORE [mm]	POTERE FONOIOLANTE
Parete interna divisoria tra bagni con lastra in gessofibra tipo Fermacell FirePanel A1 o similare sp.1,5 cm, rifinita con rasatura tipo Ferrimix FK92 light o similare sp. 1,0 cm, orditura metallica singola, profilo a C dim 75x50 mm, con interposto pannello rigido in lana di roccia a media densità, tipo Rockwool acustic o equivalente sp. 5,0 cm, con camera d'aria interna. La parete poggia, per la sua intera lunghezza su strato di materiale antivibrante.	115,0	$R_w = 54,0 \text{ dB}$

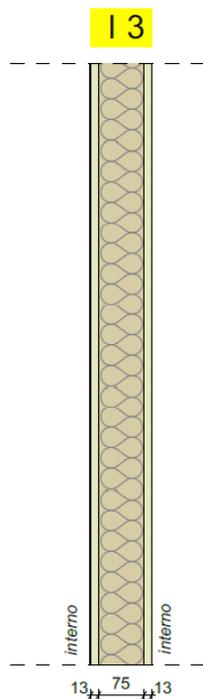
COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev. Data

A Sett 2021

Pag. 18 di 59



1. Lastra in Gessofibra tipo Fermacell Firepanel A1 o o similare sp. 1,5 cm
2. Orditura metallica sp. 7,5 cm con interposto pannello in lana di roccia tipo Rockwool Acoustic 225 sp. 5,0 cm
3. Lastra in Gessofibra tipo Fermacell Firepanel A1 o o similare sp. 1,5 cm

CONTROPARETE LOCALI BAGNI	C1	
DESCRIZIONE COMPONENTE	SPESSORE [mm]	POTERE FONOIOLANTE
<p>Controparete realizzata con lastra in gessofibra tipo Fermacell FirePanel A1 o similare sp.1,5 cm, rifinita con rasatura tipo Fer-rimix FK92 light o similare sp. 1,0 cm, con interposto pannello ri-gido in lana di roccia a media densità, tipo Rockwool acustic o equivalente sp. 5,0 cm e intercapedine aria.</p> <p>La parete poggia, per la sua intera lunghezza su strato di mate-riale antivibrante.</p>	140,0	R _w = -

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
 RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
------	------

A	Sett 2021
---	-----------

Pag. 19 di 59

1. Lastra in Gessofibra tipo Fermacell Firepanel A1 o o similare sp. 1,5 cm
2. Orditura metallica sp. 7,5 cm con interposto pannello in lana di roccia tipo Rockwool Acoustic 225 sp. 5,0 cm
3. Intercapedine aria
4. Parete

CONTROPARETE LOCALI BAGNI E PARTI DI CONNETTIVO	C1	
DESCRIZIONE COMPONENTE	SPESSORE [mm]	POTERE FONOSOLANTE
Controparete realizzata con lastra in gessofibra tipo Fermacell FirePanel A1 o similare sp.1,5 cm, rifinita con rasatura tipo Fer-rimix FK92 light o similare sp. 1,0 cm, e intercapedine aria. La parete poggia, per la sua intera lunghezza su strato di mate-riale antivibrante.	140,0	$R_w = -$

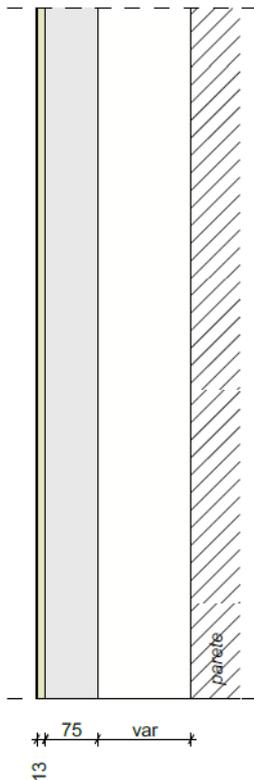
COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

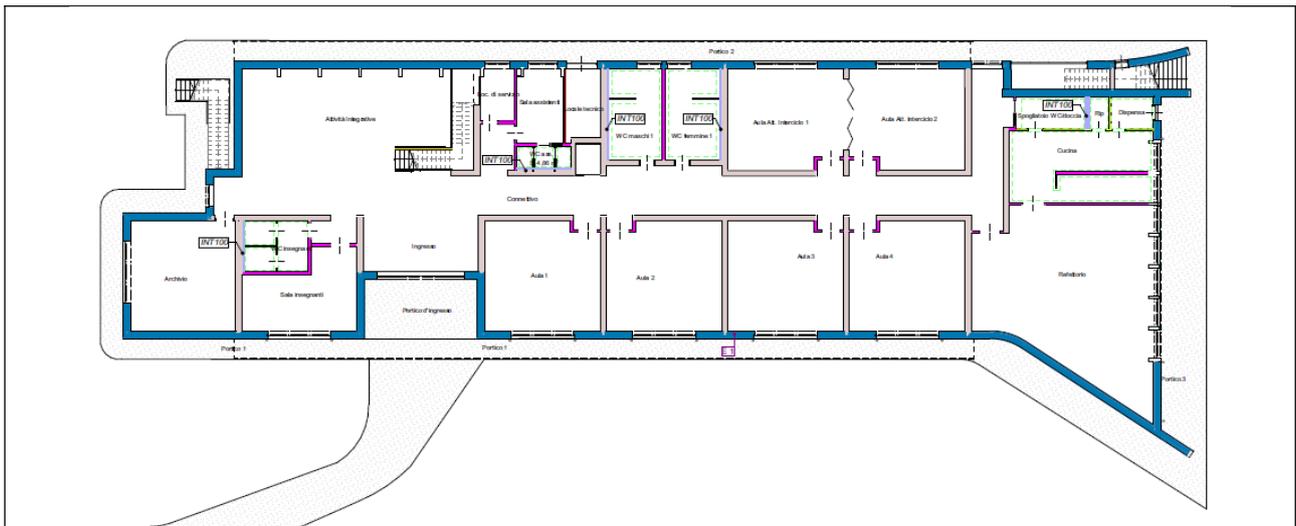
Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 20 di 59

C 2



1. Lastra in Gessofibra tipo Fermacell Firepanel A1 o
o similare sp. 1,5 cm
2. Orditura metallica sp. 7,5
3. Intercapedine aria
4. Parete

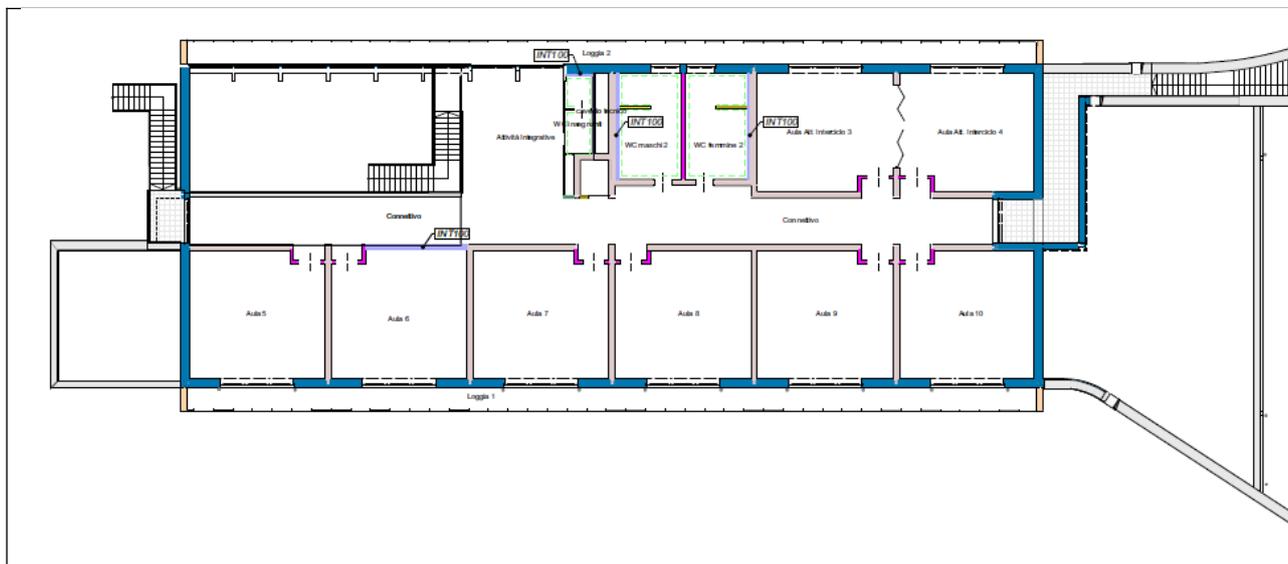


COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
 RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 21 di 59



SOLAIO PIANO TERRA	Sol - ST01	
DESCRIZIONE COMPONENTE	SPESSORE [mm]	MASSA SUPERFICIALE
Solaio di terra in laterocemento sp. 28 cm (22+4) isolato con pannello in polistirene estruso XPS Sp. 4,0 cm; l'isolamento per il calpestio è realizzato con pavimento galleggiante con sottofondo di argilla espansa, densità 800 kg/mc sp. 10,0 cm, e massetto in calcestruzzo autolivellante a base cementizia sp. 5,9 cm, con interposto pannello isolante in polistirene espanso estruso, per il contenimento del pannello radiante sp.5,0 cm, e isolante anticalpestio, densità 60 kg/mc sp. 1,0 cm $\Delta L_w = 37$ dB (da scheda tecnica), tipo Isolkenaf o equivalente; pavimento in gres sp.1,0.	570,0	$m_s = -$

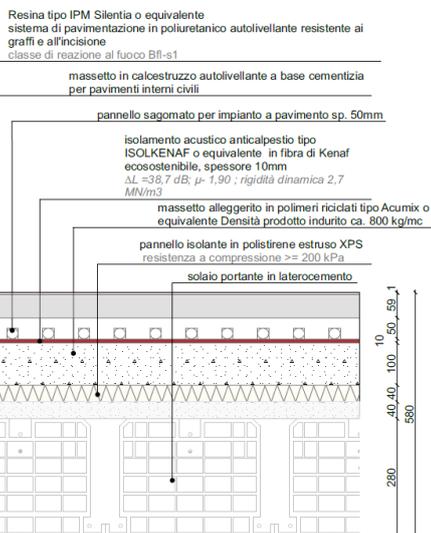
COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 22 di 59

ST_01



1. Piastrelle in gres sp. 1,0 cm
2. Sottofondo di cemento magro autolivellante sp. 5,9 cm
3. Pannello isolante in polistirene espanso estruso sagomato per impianto a pavimento sp. 5,0 cm
4. Pannello isolante anticlastro tipo Isolkenaf sp. 1,0 cm
5. Massetto alleggerito in argilla espansa, tipo Acumix o similare, densità 800 kg/mc sp. 10,0 cm
6. Pannello isolante in polistirene estruso XPS sp. 4,0 cm
7. Soletta in cls sp. 4,0 cm
8. Solaio in laterocemento portante sp. 28,0 cm

POTERE FONOISOLANTE A SOLAIO NUDO

$R_w = -$

LIVELLO NORMALIZZATO DI CALPESTIO

$L'_{nw} \text{ (dB)} = 81,5$

SOLAIO INTERPIANO	Sol - SI01	
DESCRIZIONE COMPONENTE	SPESSORE [mm]	MASSA SUPERFICIALE
Solaio interpianto in laterocemento sp. 28 cm ; l'isolamento per il calpestio è realizzato con pavimento galleggiante con sottofondo di argilla espansa, densità 800 kg/mc sp. 10,0 cm, e massetto in calcestruzzo autolivellante a base cementizia sp. 5,9 cm, con interposto pannello isolante in polistirene espanso estruso, per il contenimento del pannello radiante sp.5,0 cm, e isolante anticlastro, densità 60 kg/mc sp. 1,0 cm $\Delta L_w = 37$ dB (da scheda tecnica), tipo Isolkenaf o equivalente; pavimento in gres sp.1,0.	540,0	$m_s = -$

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 23 di 59

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pavimento in resina 2. Sottofondo in cls a base cementizia autolivellante sp. 5,9 cm 3. Pannello isolante in polistirene espanso estruso sagomato per impianto a pavimento sp. 5,0 cm 4. Pannello isolante anticalpestio tipo Isolkenaf sp. 1,0 cm 5. Massetto alleggerito in argilla espansa, tipo Acumix o similare, densità 800 kg/mc sp. 10,0 cm 6. Soletta in cls sp. 4,0 cm 7. Solaio in laterocemento portante sp. 28,0 cm
<p>POTERE FONOISOLANTE A SOLAIO NUDO</p>	<p style="text-align: center;">R_w (dB) = 50,5</p>
<p>LIVELLO NORMALIZZATO DI CALPESTIO</p>	<p style="text-align: center;">L'nw (dB) = 82,5</p>

SOLAIO INTERPIANO AULA ATTIVITÀ INTEGRATIVE	Sol - S02	
DESCRIZIONE COMPONENTE	SPESSORE [mm]	MASSA SUPERFICIALE
<p>Solaio interpianto in legno realizzato con solaio portante in XLAM sp. 14,0 cm; l'isolamento per il calpestio è realizzato con pavimento galleggiante con sottofondo di argilla espansa, densità 800 kg/mc sp. 10,0 cm, e massetto in calcestruzzo autolivellante a base cementizia sp. 5,9 cm, con interposto pannello isolante in polistirene espanso estruso, per il contenimento del pannello radiante sp.5,0 cm, e isolante anticalpestio, densità 60 kg/mc sp. 1,0 cm ΔLw = 37 dB (da scheda tecnica), tipo Isolkenaf o equivalente; pavimento in gres sp.1,0.</p>	<p>360,0</p>	<p>m_s = -</p>

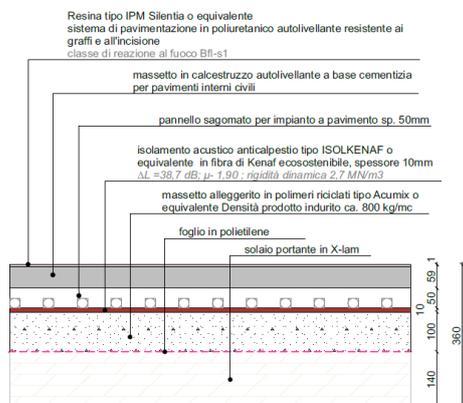
COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 24 di 59

SI_02



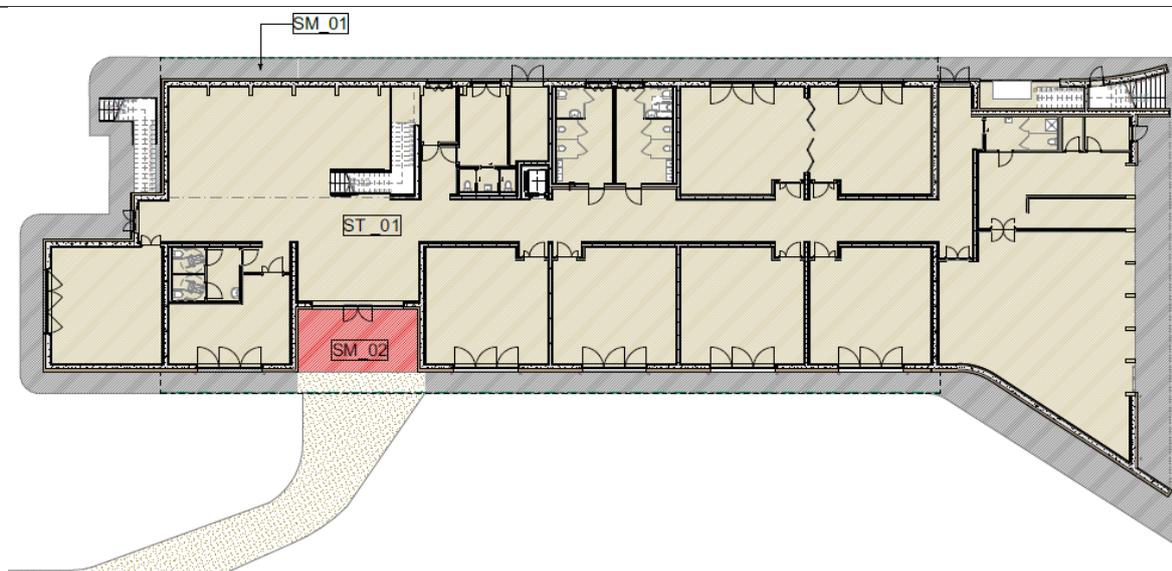
1. Pavimento in resina sp. 1,0 cm
2. Sottofondo in cls a base cementizia autolivellante sp. 5,9 cm
3. Pannello isolante in polistirene espanso estruso sagomato per impianto a pavimento sp. 5,0 cm
4. Pannello isolante anticalpestio tipo Isolkenaf sp. 1,0 cm
5. Massetto alleggerito in argilla espansa, densità 800 kg/mc sp. 10,0 cm
6. Solaio portante in X-LAM sp. 14,0 cm

POTERE FONOISOLANTE A SOLAIO NUDO

R_w (dB) = 48,5 dB

LIVELLO NORMALIZZATO DI CALPESTIO

L'_{nw} (dB) = 80,5

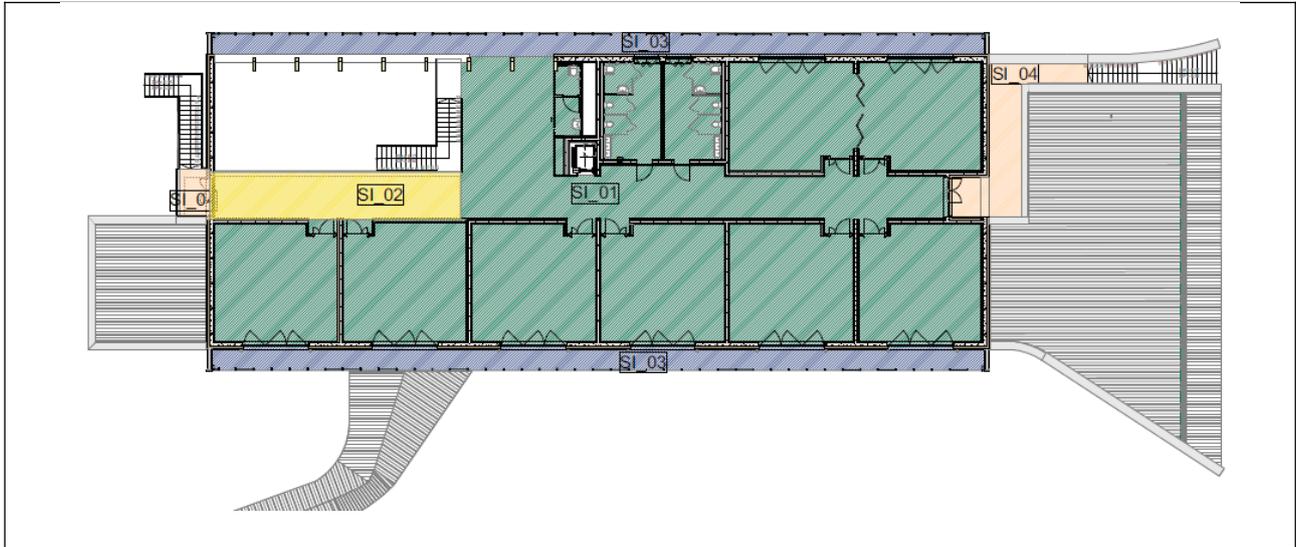


COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 25 di 59



COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 26 di 59

COPERTURA	COP – SC01	
DESCRIZIONE COMPONENTE	SPESSORE [mm]	POTERE FONOISOLANTE
Copertura realizzata con struttura portante in laterocemento sp. 28,0 cm, intonacato all'intradosso sp. 2 cm, freno al vapore o equivalente, sp. 0,4 cm, isolata con doppio pannello in lana di roccia sp. 8,0 cm, tipo Rockwool mod. Durock Energy, o similare, membrana anticondensa, sp. 0,4 cm, copertura metallica in alluminio sp. 0,7 cm.	890,0	R_w = 50,0 dB
<p>SC_01</p> <p>sistema di copertura metallica tipo RIVERCLACKB 550 o equivalente completamente impermeabile senza l'utilizzo di guarnizioni o sigillanti. caratteristiche della lastra: ALTEZZA NERVATURA 46 MM; LARGHEZZA LASTRA 550 MM, MATERIALE ALLUMINIO LEGA 5754 STATO FISICO H 18/48, posato su sottostruttura ad arcarecci in abete interasse 120CM colore delle lastre a scelta della DL.</p> <p>membrana alluminata antirombo e feltro anticondensa</p> <p>listello in abete, dim 60x80 mm interasse 120 cm</p> <p>doppio strato di isolamento formato da pannello di lana di Roccia Durock Energy o equivalente sp. 80+80=160 mm a doppia densità ρa=210/310 kg/mc, classe di reazione al fuoco A1, λd=0,037 W/(m*K).</p> <p>freno al vapore Delta PVG o equivalente; Impermeabile 2kPa/W 1, EN 13859-1 + 2</p> <p>soffitto strutturale in laterocemento ed intonaco</p>	<ol style="list-style-type: none"> Copertura metallica in alluminio sp. 0,7 cm Membrana anticondensa sp. 0,4 cm Pannello in lana di roccia tipo Durock Energy o similare sp. 8,0+8,0 cm Freno al vapore sp. 0,4 cm Soletta in cls sp. 4,0 cm Solaio in laterocemento portante sp. 28,0 cm Intonaco sp. 2,0 cm Intercapedine aria sp. 35,0 cm Pannello in lana di legno di abete rosso mineralizzata, tipo Celenit ABE sp. 2,5 cm 	

COPERTURA AULA ATTIVITÀ INTERCICLO E REFETTORIO	COP – SC02	
DESCRIZIONE COMPONENTE	SPESSORE [mm]	POTERE FONOISOLANTE
Copertura realizzata con struttura portante in abete XLAM sp. 14,0 cm, freno al vapore sp. 0,4 cm, isolata con doppio pannello in lana di roccia sp. 8,0 cm, tipo Rockwool mod. Durock Energy, o similare	315,0	R_w = 48,0 dB

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

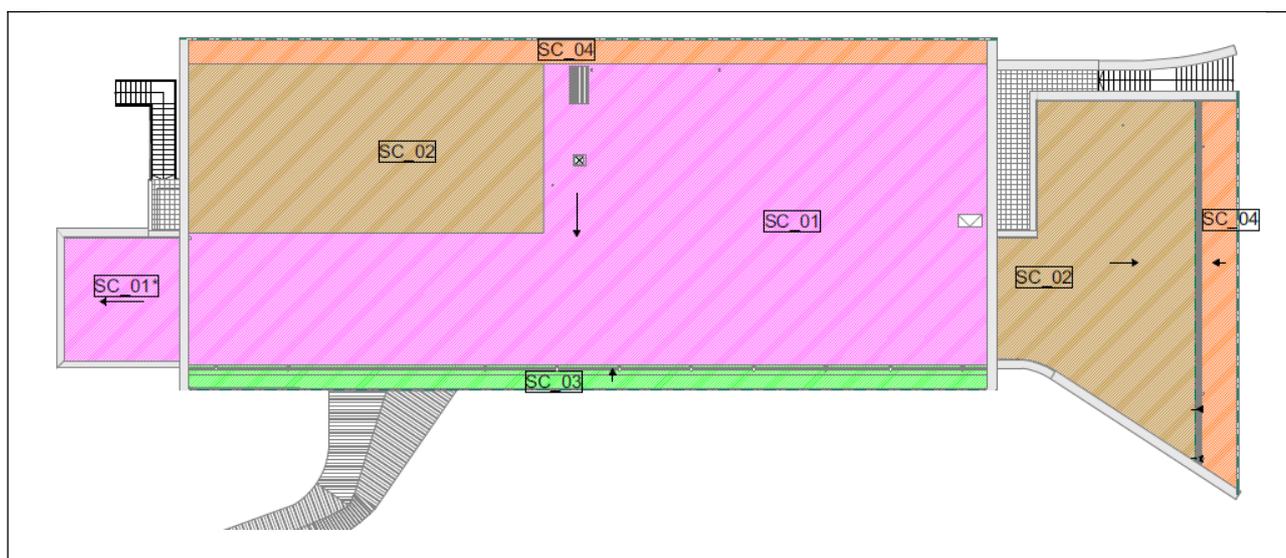
Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 27 di 59

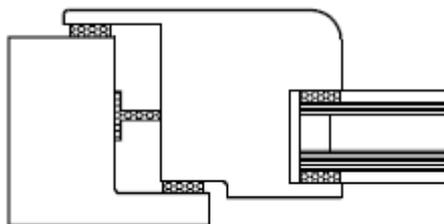
SC_02

sistema di copertura metallica tipo RIVERCLACKB 550 o equivalente completamente impermeabile senza l'utilizzo di guarnizioni o sigillanti.
 caratteristiche della lastra: ALTEZZA NERVATURA 46 MM; LARGHEZZA LASTRA 550 MM, MATERIALE ALLUMINIO LEGA 5754 STATO FISICO H 18/48, posato su sottostruttura ad arcarecci in abete interasse 120CM colore delle lastre a scelta della DL.

1. Copertura metallica in alluminio sp. 0,7 cm
2. Membrana impermeabile sp. 0,4 cm
3. Pannello in lana di roccia tipo Durock Energy o similare sp. 8,0+8,0 cm
4. Freno al vapore sp. 0,4 cm
5. Pannello in legno di abete XLAM sp. 14,0 cm



SUPERFICI VETRATE	FIN FC	
DESCRIZIONE COMPONENTE	SPESSORE [mm]	POTERE FONOISOLANTE
Serramento in alluminio realizzato con profilati estrusi in lega d'alluminio con struttura a reticolo di montanti e traversi, avente potere fonoisolante misurato sperimentalmente uguale o maggiore di 45,0 dB e con guarnizione esterna in corrispondenza della battuta dei telai, guarnizione centrale e guarnizione interna.	-	R_w = 45,0 dB



Per isolare la parete esterna in maniera precisa occorre tenere in considerazione gli elementi di facciata.

Porte Aule

Il potere fonoisolante di progetto, R_w , del serramento è valutato in conformità alla norma UNI EN 12354-3:2002 appendice B sulla base delle prestazioni di isolamento acustico offerte dal tamponamento di facciata, della superficie opaca del tamponamento, delle dimensioni della porta di accesso. Dal valore del potere fonoisolante di progetto, si è proceduto alla scelta del valore di isolamento acustico certificato in laboratorio.

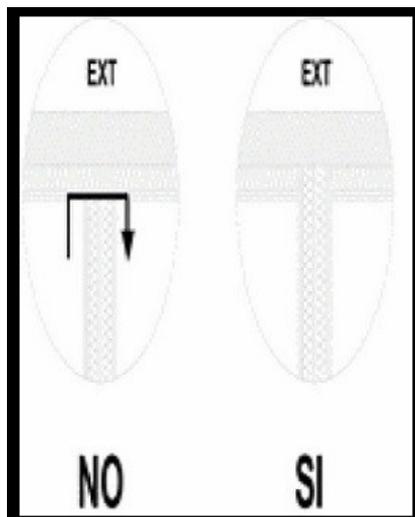
Le porte esterne di ogni aula dovranno essere realizzate con una massa superficiale adeguata, per facilitare il raggiungimento di un adeguato requisito acustico passivo.

Si consiglia una porta all'ingresso delle Aule avente un potere fonoisolante non inferiore ai 31,0 dB.

Occorrerà che la tolleranza di battuta tra la porta e il telaio non deve essere superiore ai 6 mm, in senso verticale, e ai 3 mm in senso orizzontale. E' importante che la sigillatura delle battute venga fatta con l'uso di appositi nastri autoadesivi in gomma o neoprene che vengono compressi nella battuta tra porta e telaio. E' importante che il telaio sia fissato alla muratura in modo da evitare cavità o crepe e che sia effettuata una adeguata sigillatura della parte bassa della porta.

Isolamento tra differenti aule

Per evitare ponti acustici che in sede di calcolo non possono essere previsti occorre anche in questo caso prestare particolare attenzione agli errori di posa, come ad esempio una parete divisoria in cui non vengono curati i giunti verticali, tracce impiantistiche e scatole elettriche che indeboliranno il potere fonoisolante della parete creando ponti acustici. Un altro errore tipico che si riscontra con le controparti laterali è quello mostrato nella figura 1, in cui è evidenziato il passaggio preferenziale di rumore attraverso il ponte acustico creato nel nodo parete divisoria-perimetrale.



Tab. 9 – Indicazione posa in opera parete divisoria con parete perimetrale

Isolamento dai rumori di calpestio

Per limitare i ponti acustici per limitare la trasmissione di rumori di calpestio da un ambiente all'altro è necessario staccare completamente il pavimento emittente dal solaio che lo sostiene attraverso un materiale elastico. Il concetto principale è quello di disconnettere il più possibile il pavimento da tutte le strutture rigide circostanti per impedire il passaggio delle vibrazioni e quindi dell'onda sonora. Ogni contatto rigido creato per errore durante la posa del sistema è a tutti gli effetti un ponte acustico. Occorre quindi seguire le precise indicazioni, fornite dai produttori di sistemi per l'isolamento di calpestio, su come posare i propri materiali senza incorrere in errori.

Isolamento dai rumori degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo

Gli impianti tecnologici sono fonte di vibrazioni che si trasmettono attraverso le strutture rigide e si propagano all'interno degli ambienti abitativi sotto forma di rumore di solito molto disturbante. Anche per gli impianti il concetto più importante è quello di interrompere tutte le vie di passaggio delle vibrazioni con l'interposizione di materiali elastici che funzionano come ammortizzatori tra impianti e strutture. Per evitare i ponti acustici occorre seguire le indicazioni del produttore del sistema per posare correttamente.

6.2. Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali – orizzontali

L'applicazione delle formulazioni riportate sopra, considerate le caratteristiche dimensionali dei singoli elementi che costituiscono le pareti dell'edificio, le dimensioni interne dei singoli ambienti e l'indice di

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev. Data

A Sett 2021

Pag. 30 di 59

valutazione (R_w) del potere fonoisolante medio dei singoli elementi, con stratigrafia indicata dal progettista e riportata nei precedenti paragrafi, ha fornito i seguenti risultati teorico/previsionali.

I calcoli sono stati fatti su partizioni di aule tipo.

PT – AULA1 – AULA 2		
Vol. ambiente sorgente (m ³)	160,62	
Vol. ambiente ricevente (m ³)	159,57	
Superficie parete (m ²)	21,25	
Giunti per edifici a "T" e a croce		
	Valore di riferimento	Valore di progetto
Indice R'_w	56,0	58,5
Indice D_{n,Tw}	50,0	63,1

PT – AULA 2 – AULA 3		
Vol. ambiente sorgente (m ³)	160,62	
Vol. ambiente ricevente (m ³)	160,62	
Superficie parete (m ²)	23,92	
Giunti per edifici a "T" e a croce		
	Valore di riferimento	Valore di progetto
Indice R'_w	56,0	58,5
Indice D_{n,Tw}	50,0	62,0

PT – AULA 2 – AULA 3		
Vol. ambiente sorgente (m ³)	179,97	
Vol. ambiente ricevente (m ³)	179,97	
Superficie parete (m ²)	23,59	
Giunti per edifici a "T" e a croce		
	Valore di riferimento	Valore di progetto

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 31 di 59

Indice R'_w	56,0	60,0
Indice $D_{n,Tw}$	50,0	64,7

PT – SALA INSEGNANTI – ARCHIVIO		
Vol. ambiente sorgente (m ³)	98,88	
Vol. ambiente ricevente (m ³)	148,53	
Superficie parete (m ²)	12,90	
Giunti per edifici a "T" e a croce		
	Valore di riferimento	Valore di progetto
Indice R'_w	56,0	58,4
Indice $D_{n,Tw}$	50,0	62,4

Gli altri locali hanno caratteristiche geometriche, strutturali, simili a quelle dei locali considerati per i quali è possibile ipotizzare il rispetto degli indici di valutazione R'_w e $D_{n,Tw}$.

N. B. Le pareti divisorie devono essere realizzate anche sopra controsoffitto, fino al solaio superiore.

Il calcolo deve considerarsi teorico ipotizzando che la parete sia stata realizzata secondo regola dell'arte.

E' necessario non realizzare su tali pareti scassi e di porre particolare attenzione nell'isolamento dei sopraccitati elementi di discontinuità.

L'impianto elettrico sarà realizzato in maniera tale che le tracce siano più piccole possibili, siano realizzate a regola d'arte in maniera tale che la parete non perda la massa volumica, e che le tubazioni, ove possibile passino all'interno della parete divisoria, in modo da far perdere il meno possibile alla parete divisoria il potere fonoisolante.

Potere fonoisolante apparente di partizioni orizzontali

In considerazione delle masse superficiali in gioco per la parte strutturale, vista la presenza degli strati soprastanti destinati ad ospitare il massetto di sacrificio per gli impianti, lo strato resiliente e la pavimentazione, vista la presenza all'intradosso dello strato di aria e del pannello in lana di legno mineralizzata, il potere fonoisolante delle partizioni orizzontali risulta verificato indipendentemente dal volume degli ambienti e dal contributo delle trasmissioni laterali.

E' consigliata nell'intercapedine aria del controsoffitto la stesura di un pannello di materiale coibente.

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
 RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 32 di 59

6.4. Calcolo dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accesso o aperture ad ambienti abitativi D_n, T_w (dB)

Considerate le caratteristiche dimensionali dei singoli elementi che costituiscono le pareti, le dimensioni degli ambienti e l'indice di valutazione (R_w) del potere fonoisolante medio dei singoli elementi, con stratigrafia indicata dal progettista e riportata nei precedenti paragrafi, il calcolo dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accesso o aperture ad ambienti abitativi D_n, T_w (dB) ha fornito i seguenti risultati teorico/previsionali.

PT – AULA 1 – CONNETTIVO		
Vol. ambiente sorgente (m ³)	508,36	
Vol. ambiente ricevente (m ³)	159,57	
Porta (m ²)	2,80	
Superficie parete (m ²)	24,91	
Giunti per edifici a "T" e a croce		
	Valore di riferimento	Valore di progetto
Indice D_{n,T_w}	30,0	40,1

PT – AULA 3 – CONNETTIVO		
Vol. ambiente sorgente (m ³)	508,36	
Vol. ambiente ricevente (m ³)	179,97	
Porta (m ²)	2,80	
Superficie parete (m ²)	24,91	
Giunti per edifici a "T" e a croce		
	Valore di riferimento	Valore di progetto
Indice D_{n,T_w}	30,0	40,1

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 33 di 59

P1 – AULA 5 – CONNETTIVO		
Vol. ambiente sorgente (m ³)	267,88	
Vol. ambiente ricevente (m ³)	159,54	
Porta (m ²)	2,80	
Superficie parete (m ²)	24,91	
Giunti per edifici a "T" e a croce		
	Valore di riferimento	Valore di progetto
Indice Dn,Tw	30,0	40,1

P1 – AULA 8 – CONNETTIVO		
Vol. ambiente sorgente (m ³)	203,46	
Vol. ambiente ricevente (m ³)	160,65	
Porta (m ²)	2,80	
Superficie parete (m ²)	29,30	
Giunti per edifici a "T" e a croce		
	Valore di riferimento	Valore di progetto
Indice Dn,Tw	30,0	39,9

Gli altri locali hanno caratteristiche geometriche, strutturali, simili a quelle dei locali considerati per i quali è possibile ipotizzare il rispetto dell'indice di valutazione $D_{nT,w}$.

N. B. Le pareti divisorie devono essere realizzate anche sopra controsoffitto, fino al solaio superiore.

Il calcolo deve considerarsi teorico ipotizzando che la parete sia stata realizzata secondo regola dell'arte.

E' necessario non realizzare su tali pareti scassi e di porre particolare attenzione nell'isolamento dei sopraccitati elementi di discontinuità.

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
 RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev. Data

A Sett 2021

Pag. 34 di 59

L'impianto elettrico sarà realizzato in maniera tale che le tracce siano più piccole possibili, siano realizzate a regola d'arte in maniera tale che la parete non perda la massa volumica, e che le tubazioni, ove possibile passino all'interno della parete divisoria, in modo da far perdere il meno possibile alla parete divisoria il potere fonoisolante.

6.3. Calcolo dell'isolamento acustico standardizzato di facciata

Per l'isolamento acustico standardizzato si è andata ad analizzare le facciate ritenute acusticamente più sfavorite ovvero quella con maggiore superficie vetrata.

L'applicazione delle formulazioni riportate sopra, considerate le caratteristiche dimensionali dei singoli elementi che andranno a costituire le facciate esterne, le dimensioni interne dei singoli ambienti e l'indice di valutazione (R_w) del potere fonoisolante medio dei singoli elementi, ha fornito i seguenti risultati teorico/previsionali:

PT – AULA 1		
Volume (m ³)	159,57	
Superficie facciata (m ²)	24,91	
Superficie infissi (m ²)	12,62	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	49,0

PT – AULA 2	
Volume (m ³)	160,62
Superficie facciata (m ²)	24,91
Superficie infissi (m ²)	12,62
Forma della facciata	0dB
Trasmissioni laterali K	2

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev. Data

A Sett 2021

Pag. 35 di 59

	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	49,0

PT – AULA 3		
Volume (m ³)	159,57	
Superficie facciata (m ²)	24,91	
Superficie infissi (m ²)	12,62	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	49,0

PT – AULA 4		
Volume (m ³)	159,78	
Superficie facciata (m ²)	24,91	
Superficie infissi (m ²)	12,62	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	49,0

PT – SALA INSEGNANTI		
Volume (m ³)	100,88	
Superficie facciata (m ²)	25,93	
Superficie infissi (m ²)	12,62	

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
------	------

A	Sett 2021
---	-----------

Pag. 36 di 59

Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	49,0

PT – ARCHIVIO		
Volume (m ³)	148,53	
Superficie facciata (m ²)	24,33	
Superficie infissi (m ²)	12,62	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	48,7

P1 – AULA ATTIVITÀ INTERCICLO 1		
Volume (m ³)	148,98	
Superficie facciata (m ²)	24,91	
Superficie infissi (m ²)	12,62	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	48,7

P1 – AULA ATTIVITÀ INTERCICLO 2	
Volume (m ³)	147,95
Superficie facciata (m ²)	24,91

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
 RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev. Data

A Sett 2021

Pag. 37 di 59

Superficie infissi (m ²)	12,62	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	48,7

P1 – AULA REFETTORIO		
Volume (m ³)	614,86	
Superficie facciata (m ²)	72,95	
Superficie infissi (m ²)	28,36	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	51,3

PT – AULA ATTIVITÀ INTEGRATIVE		
Volume (m ³)	828,38	
Superficie facciata (m ²)	111,82	
Superficie infissi (m ²)	59,08	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	49,5

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
 RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev. Data

A Sett 2021

Pag. 38 di 59

P1 – AULA 5		
Volume (m ³)	159,54	
Superficie facciata (m ²)	23,40	
Superficie infissi (m ²)	12,62	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	49,0

P1 – AULA 6		
Volume (m ³)	161,97	
Superficie facciata (m ²)	23,56	
Superficie infissi (m ²)	12,62	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	49,1

P1 – AULA 7	
Volume (m ³)	160,62
Superficie facciata (m ²)	23,56
Superficie infissi (m ²)	12,62
Forma della facciata	0dB

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
 RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev. Data

A Sett 2021

Pag. 39 di 59

Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	49,0

P1 – AULA 8		
Volume (m ³)	160,65	
Superficie facciata (m ²)	23,59	
Superficie infissi (m ²)	12,62	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	49,0

P1 – AULA 9		
Volume (m ³)	160,62	
Superficie facciata (m ²)	23,56	
Superficie infissi (m ²)	12,62	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	49,0

P1 – AULA 10	
Volume (m ³)	159,54
Superficie facciata (m ²)	23,40

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
 RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev. Data

A Sett 2021

Pag. 40 di 59

Superficie infissi (m ²)	12,62	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	49,0

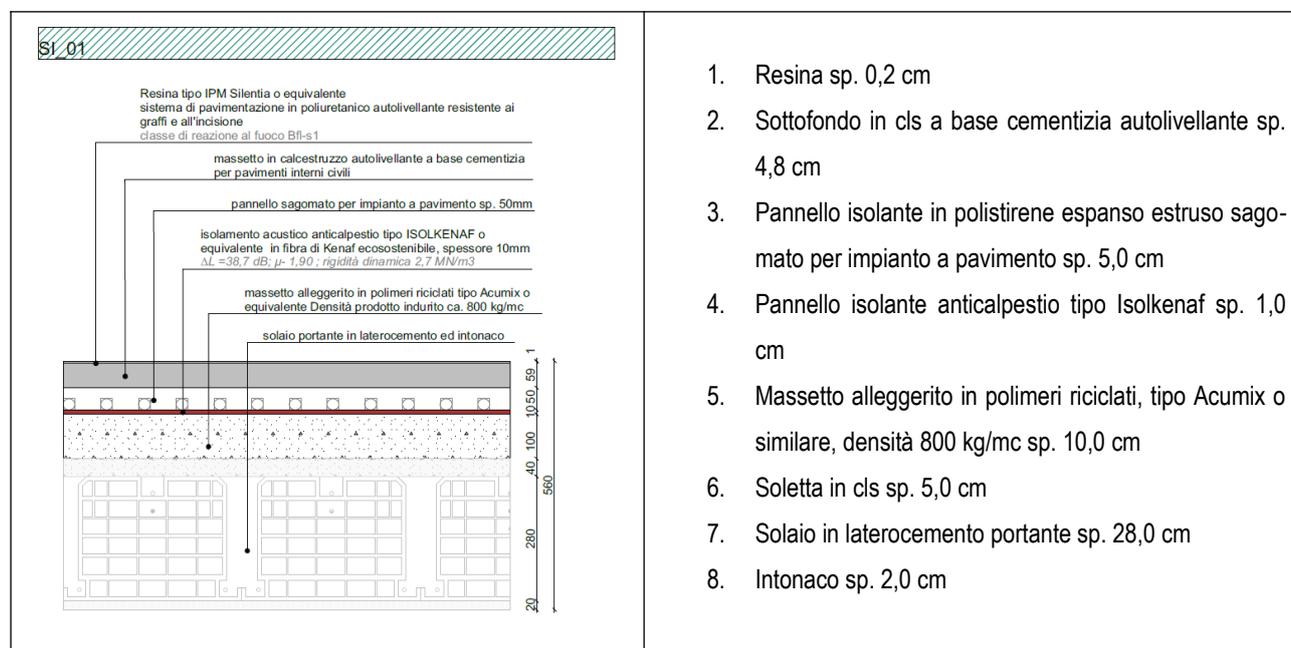
P1 – AULA ATTIVITÀ INTERCICLO 3		
Volume (m ³)	148,95	
Superficie facciata (m ²)	34,96	
Superficie infissi (m ²)	12,62	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	48,7

P1 – AULA ATTIVITÀ INTERCICLO 4		
Volume (m ³)	147,48	
Superficie facciata (m ²)	34,73	
Superficie infissi (m ²)	12,62	
Forma della facciata	0dB	
Trasmissioni laterali K	2	
	Valore di riferimento	Valore di progetto
D_{2m,nT,w}	48,0	48,6

Il calcolo deve considerarsi teorico ipotizzando che la parete sia stata realizzata secondo regola dell'arte.

6.4. Calcolo del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato

Per l'ottenimento di un risultato conforme è stata scelta la soluzione del "pavimento galleggiante". Il massetto flottante infatti è la soluzione ideale per l'isolamento al calpestio. Il sistema è realizzato in modo da creare una massa, costituita da massetto e pavimentazione, posizionata sopra un materassino resiliente che ricopre il ruolo di molla con funzione smorzante. Con il sistema "pavimento galleggiante" si riducono le onde sonore prodotte dal calpestio e dai rumori impattivi che si trasmettono al pavimento dalla movimentazione di oggetti. La stratigrafia del pavimento galleggiante è quella già indicata prima nel pavimento interpiano, sotto riportata:



Tab. 10 – Stratigrafia solai interpiano tipo

Sono riportati esempi di calcolo per alcuni locali considerando che gli altri locali hanno caratteristiche, di dimensioni e geometria, simili a questi. I calcoli hanno fornito i seguenti indici di livello di rumore di calpestio:

P1 AULA 7 – PT AULA 1		
Volume ricevente(m ³)	159,57	
Superficie	53,19	
Strato addizionale	Si	
Giunti a "T" e a croce		
	Valore di riferimento	Valore di progetto

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev. Data

A Sett 2021

Pag. 42 di 59

L'_{n,w}	53,0	51,6
-------------------------	-------------	-------------

P1 AULA 9 – PT AULA 4		
Volume ricevente(m ³)	159,78	
Superficie	53,54	
Strato addizionale	Si	
Giunti a "T" e a croce		
	Valore di riferimento	Valore di progetto
L'_{n,w}	53,0	51,6

P1 AULA ATTIVITÀ INTERCICLO 4 – PT AULA ATTIVITÀ INTERCICLO 2		
Volume ricevente(m ³)	160,62	
Superficie	49,15	
Strato addizionale	Si	
Giunti a "T" e a croce		
	Valore di riferimento	Valore di progetto
L'_{n,w}	53,0	51,6

Gli altri locali hanno caratteristiche geometriche, strutturali, simili a quelle dei locali considerati per i quali è possibile ipotizzare il rispetto dell'indice di valutazione L'_{n,w} .

Il calcolo mediante le formule descritte sopra, considerando le caratteristiche progettuali dell'edificio, ha fornito, un indice di valutazione del livello di rumore di calpestio inferiore ai limiti, di cui al D.P.C.M. 05/12/1997 e/o D.M. 11 Ottobre 2017, per i locali con destinazione d'uso scolastica.

I materiali dovranno essere scelti previa verifica delle loro caratteristiche mediante l'acquisizione della certificazione degli stessi.

6.5. Tempo di Riverberazione dei Locali e Valutazione STI

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
------	------

A	Sett 2021
---	-----------

Pag. 43 di 59

Per la verifica della qualità acustica degli ambienti interni si fa riferimento a diversi parametri, di cui il più importante e conosciuto risulta essere il tempo di riverberazione, che rappresenta il tempo necessario affinché un livello sonoro stazionario presente nell'ambiente decada di 60 dB ed influenza in maniera sensibile la qualità percettiva della voce e della musica.

Il comfort acustico viene preso in considerazione nel capitolo 2.3.5 "Qualità ambientale interna", che riguarda progetti di interventi di nuova costruzione.

Il Decreto CAM impone le prescrizioni richiamando le norme UNI 11367 (Classificazione acustica) e UNI 11532-2 (caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati)

In particolare:

- Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori dei tempi di riverbero T60, di intelligibilità del parlato (STI) indicati nella norma UNI 11532 – 2 e chiarezza C50.

Il tempo di riverbero secondo normativa deve essere:

$$T60 < 0,5 \text{ sec}$$

Per il calcolo del valore del Tempo di riverbero sono state adottate le seguenti ipotesi di base:

- Materiale costituente le pareti verticali: cartongesso in lastre con pitturazione;
- Materiale costituente la pavimentazione: piastrelle in gres;
- Superfici vetrate pesanti prive di tendaggi;
- Materiale costituente il controsoffitto: Pannelli in lana di legno di abete rosso mineralizzata, tipo Celenit mod. ABE sp. 25 mm, con coefficiente di assorbimento acustico $\alpha = 0,90$ (f 500 Hz);

Dai calcoli effettuati il tempo di riverbero per tutte le aule scolastiche è sempre inferiore al limite normativo i cui valori vengono riportati in tabella:

Elenco Aule	Tempo di riverbero T60 (sec)	Valore limite T60 (sec)
Piano Terra		
Aula Attività Integrative*	0,50	0,5
Aula Tipo	0,48	0,5
Refettorio**	0,50	0,5

Tab. 11 – Tempo di riverbero di alcuni locali

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
------	------

A	Sett 2021
---	-----------

Pag. 44 di 59

*Il calcolo è stato effettuato inserendo a parete o a baffle 60 mq di materiali fonoassorbenti, con nucleo in lana di vetro ad alta densità e rivestimento in tessuto pittura microporosa installati a parete, o Solo Baffle o similare, sospesi a soffitto.

** Il calcolo è stato effettuato inserendo a parete 60 mq di materiale fonoassorbente, con nucleo in lana di vetro ad alta densità e rivestimento in tessuto pittura microporosa installati a parete.

Il pannello considerato, installato a parete, ha le seguenti caratteristiche di assorbimento acustico

Coefficiente di assorbimento acustico								
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2kHz	4kHz	8kHz	A _w	Classe di assorbimento acustico
0,20	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A

La normativa UNI 11532-2 (caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati) richiede la verifica anche dell'indice di intelligibilità del parlato (STI) e di chiarezza C50.

Nelle aule scolastiche si può ipotizzare inoltre un buon livello di intelligibilità della parola, della qualità di ascolto e di comprensione di una conversazione, che sono strettamente correlati al tempo di riverbero.

Sono numerosi i fattori che influiscono sul livello di intelligibilità della parola e, tra questi, il segnale della parola in sé stesso, la direzione del suono, il livello di rumore di fondo, il tempo di riverbero e la configurazione del locale.

Il modo più diffuso di esprimere il livello di intelligibilità della parola è l'uso di indici di intelligibilità della parola (STI: Speech Transmission Index) su una scala da 0 a 1, e l'indice di chiarezza (C50).

I valori di STI che si possono ottenere sono quelli riportati in tabella:

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
 RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev. Data

A Sett 2021

Pag. 45 di 59



Il valore dello STI opportuno per un'aula scolastica deve essere superiore a 0,50, e l'indice di chiarezza C50 deve essere superiore a 2.

I calcoli effettuati hanno fornito i seguenti risultati:

Elenco Aule	STI > 0,5	Qualità del parlato (CEI EN60268-16)	C50 min = 2
Piano Terra			
Aula Attività Integrative	0,51	Accettabile	3,44
Aula Tipo	0,61	Buono	4,74
Refettorio	0,53	Accettabile	5,24

Tab. 12 –Valori calcolati dei parametri C50 e STI per alcuni locali

6.5. Impianti a funzionamento discontinuo

Per il raggiungimento dovranno essere adottate tutte le misure per il corretto posizionamento e posa in opera di tali impianti al fine di rispettare i valori limite imposti dalla legge.

Per gli impianti a servizio di edifici scolastici si deve fare riferimento ai "criteri minimi ambientali" come riportato nell'allegato 2 par. 2.3.5.6, e i valori devono soddisfare il livello di prestazione superiore riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367. I descrittori da rispettare con i valori limite, relativamente agli impianti, sono riportati sotto:

Descrittore	Prestazione di base	Prestazione superiore
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, Lic in ambienti diversi da quello di installazione, dB(A)	32	28
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento	39	34

COMUNE DI EMPOLI (FI) REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI	Documento: C51E_AR3A	
	Rev.	Data
	A	Sett 2021
	Pag. 46 di 59	

discontinuo, Lid in ambienti diversi da quello di installazione, dB(A)		
---	--	--

Tab 13 – Limiti del livello sonoro degli impianti continui e discontinui – Prospetto A.1 Appendice A della norma 11367

Descrizione generica degli impianti

L'intervento riguarda sinteticamente la realizzazione di:

- impianto di climatizzazione invernale per tutti gli ambienti, in pompa di calore;
- impianto ventilazione meccanica controllata per tutti gli ambienti, con dispositivi di sanificazione;
- impianto idrosanitario, comprensivo di adduzione acqua potabile, produzione acqua calda sanitaria, rete di scarico acque nere, rete di scarico acque meteoriche
rete idrica antincendio.

Impianti a funzionamento discontinuo

Considerando la posizione degli scarichi, rispetto alle aule e ai locali con presenza di bambini all'interno, considerando l'elevato potere fonoisolante delle strutture divisorie, dai calcoli effettuati il livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, Lid in ambienti diversi da quello di installazione, dB(A) è tale che sia rispettato il valore massimo indicato nella norma.

Infatti, tenendo conto della posizione delle aule rispetto alla posizione degli scarichi, delle ipotesi di posa specificate anche dopo, i calcoli hanno fornito i seguenti risultati:

Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, Lid in ambienti diversi da quello di installazione, dB(A)		
LOCALI	Lid calcolato	Lid limite
AULA Attività integrative	32	34
AULA 1	32	34

Tab 15 – Calcolo del livello sonoro immesso da impianti a funzionamento discontinuo Lid

Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento discontinuo quali ascensori, scarichi idraulici, servizi igienici, ecc. a servizio dell'edificio si raccomanda di porre la massima attenzione nel disaccoppiamento dell'impianto stesso dalla struttura dell'edificio e di prediligere sistemi certificati acusticamente.

Di seguito gli interventi realizzati per prevenire e/o ridurre il disturbo verso gli utenti dell'edificio.

- Tubazioni (tipo di funzionamento: Discontinuo)

Interventi:

- A monte dell'impianto è installato un riduttore di pressione.
- Le tubazioni sono inserite entro controparete dotata di isolante termo-acustico in materiale fibroso che avvolge interamente la tubazione;

- Scarichi (tipo di funzionamento: Discontinuo)

Interventi:

- Non sono utilizzate connessioni rigide con le strutture;
- La sezione del collettore è aumentata per ridurre la velocità di deflusso delle acque;
- Sono evitate le pendenze elevate del tubo di collegamento fra sifone e colonna di scarico, per ridurre i tipici "gorgoglii";
- Gli scarichi saranno realizzati con tubazioni in polipropilene e dotati di bicchiere di innesto guarnizione elastomerica, comunque con materiali con adeguata non inferiore a 100 kg/mc;
- La colonna di scarico principale sarà realizzata all'interno della controparete realizzata nei bagni;
- Le tubazioni dovranno essere fissate tramite l'utilizzo di collari corredati da kit fonoassorbente;
- I cambiamenti di direzione dovranno essere fatti al di sotto della soletta evitando curve a 90° con tratti di smorzamento con due curve a 45° separate da un tratto uguale a due volte il diametro.

Per l'isolamento acustico della rumorosità dovuta all'ascensore qualunque sistema in movimento o dotato di parti in movimento (motore, ruote, pulegge, volani, etc), dovranno essere fissati a parete e/o soffitto/pavimento mediante giunti e tasselli elastici e/o staffe antivibranti.

L'ascensore dovrà essere regolato per ridurre la velocità prima di fermarsi al piano e per una apertura delle porte a bassa accelerazione.

Impianti a funzionamento continuo

COMUNE DI EMPOLI (FI) REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI	Documento: C51E_AR3A	
	Rev.	Data
	A	Sett 2021
	Pag. 48 di 59	

Per il calcolo del Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, Lic in ambienti diversi da quello di installazione, dB(A), per le caratteristiche acustiche degli impianti, fornite dalla DL si rimanda alla relazione tecnica descrittiva gli impianti meccanici.

Le unità potenzialmente disturbanti, saranno installate entro strutture ad elevato potere fonoisolante e dotate di opportuni accorgimenti acustici, dotandole di opportuni piedini antivibranti e installandole sopra materassini acustici.

Dai calcoli effettuati per due aule tipo si è potuto verificare il rispetto dei valori limiti.

Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, Lic in ambienti diversi da quello di installazione, dB(A)		
LOCALI	Lic calcolato	Lic limite
Aula Attività integrative	28	28
Aula 1	28	28
Aula 6	28	28

Tab 16 – Calcolo del livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo Lic

Gli interventi da suggerire e da adottare e per prevenire e/o ridurre il disturbo dovuto agli impianti a funzionamento continuo verso gli utenti dell'edificio sono:

- Impianti di riscaldamento (tipo di funzionamento: Continuo)

Interventi:

- Le tubazioni sono dotate di giunti elastici e ancoraggi flessibili.
- Gli elementi termo-radianti hanno un collegamento elastico con la tubatura.
- Gli elementi termo-radianti hanno un supporto elastico per l'ancoraggio alla parete o al solaio.
- Le unità a pompa di calore e per la ventilazione meccanica installata al piano terra, sarà di tipo silenzioso con pannellature ad elevato potere fonoisolante e adeguatamente fonoassorbenti.

N.B. Per evitare installazione di silenziatori sarà necessario che le unità di ventilazione, devono essere fatti funzionare a velocità bassa, così da garantire un livello di rumorosità all'interno degli ambienti inferiori ai limiti.

- Impianti elettrici (tipo di funzionamento: Continuo)

Interventi:

- Le cassette elettriche e i quadri elettrici non sono posizionati sui due lati di una stessa parete in corrispondenza l'uno dell'altro.

7 – REQUISITI MINIMI PER L'OTTENIMENTO DEL RISULTATO ACUSTICO

La normativa di riferimento fa espresso riferimento ai requisiti acustici passivi degli edifici e delle loro componenti in opera. Ciò significa che il rispetto dei requisiti di legge può essere valutato a posteriori, cioè ad ultimazione delle opere.

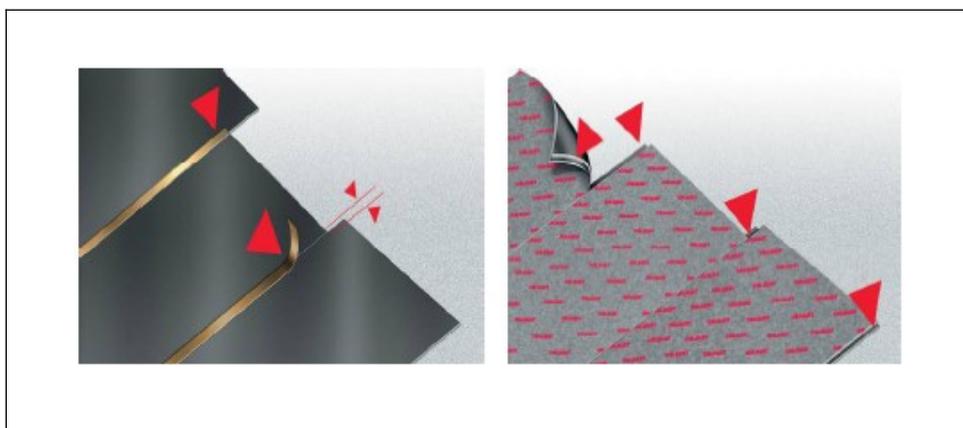
E' importante ricordare che la garanzia del risultato auspicato può ragionevolmente essere raggiunta soltanto nel caso di perfetta esecuzione a regola d'arte.

Si consiglia pertanto di prestare particolare attenzione a tutti i suggerimenti di posa indicati dai fornitori per ridurre al minimo il peggioramento della prestazione acustica dovuto sia al fiancheggiamento che alla non accurata fase di realizzazione.

Per ottenere i requisiti acustici preventivati in sede di progetto, di seguito vengono forniti alcuni suggerimenti e alcune fondamentali regole nella posa dei materiali.

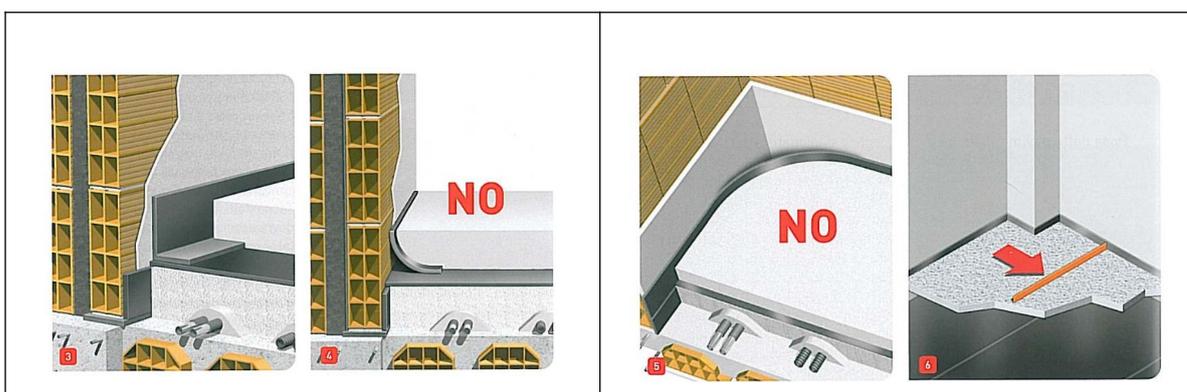
Solaio

- Il sottofondo di posa deve essere liscio e pulito.
- Realizzate tutte le tamponature interne, opportunamente scollegate dai solai con un supporto elastico sottile sotto i paramenti saranno realizzati gli impianti. Saranno poi intonacate le pareti, i soffitti e sarà realizzato un massetto a coprire tutte le tubazioni, dello spessore di 10,0 cm;
- Applicare fascia perimetrale acustica profilo angolare adesiva in aderenza a tutte le murature, pilastri soglie ecc. onde evitare connessioni rigide tra le strutture orizzontali e quelle verticali. Evitare bolle d'aria nella applicazione della fascia e permettere alla fascia di debordare dalla quota del massetto finito e della successiva pavimentazione



Tab. 17 – Posa in opera del pannello anticalpestio e nastratura

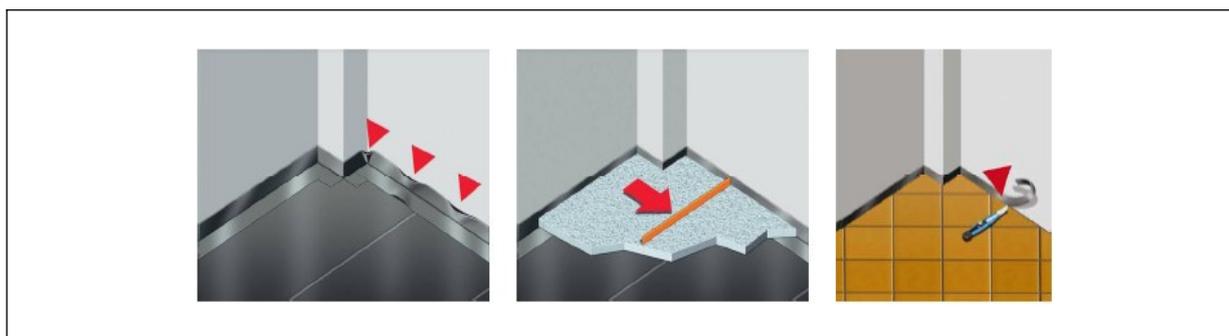
- Fare attenzione alla realizzazione degli angoli concavi e convessi, e al posizionamento della striscia attorno a muri di separazione di ambienti aperti; è consigliato attenersi a quanto indicato dalla ditta;
- Sopra il massetto, avendo cura di evitare interruzioni, sarà posizionato l'isolante anticalpestio dello spessore di 10,0 mm;
- Accostare i pannelli tra di loro, evitando la formazione di vuoti dietro l'isolante, coprendo interamente la striscia perimetrale, sigillando le giunzioni dei rotoli con apposito nastro in tessuto antistrappo;



Tab. 18 – Particolare posa della fascia tagliamuro e perimetrale

- Prima di procedere alla posa del massetto di finitura verificare di avere effettuato una perfetta vasca a tenuta all'interno della quale il massetto possa galleggiare senza connessioni rigide né con il solaio né con le pareti;
- Stesura della pellicola protettiva e posa del pannello per il contenimento del pannello radiante;

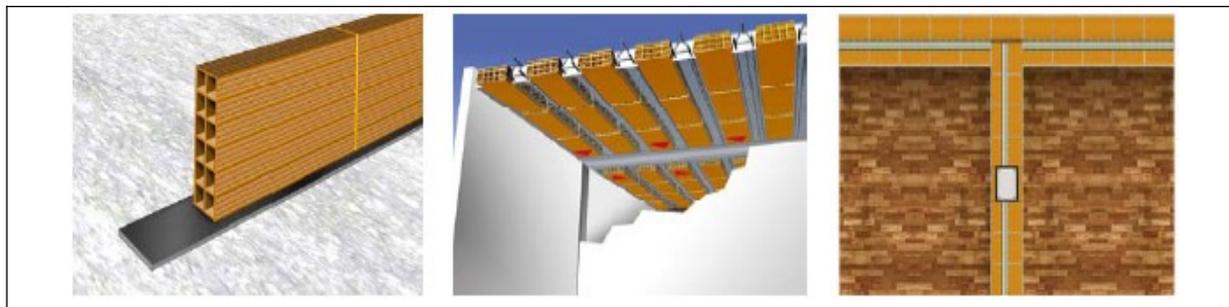
- Realizzare il massetto di sabbia e cemento, di almeno 100 - 120 kg/mq;
- Per battiscopa in ceramica o marmo e rivestimenti in piastrella di cucine e bagni avere cura di lasciare qualche millimetro tra lo stesso e il pavimento quando viene incollato onde evitare una perdita di potere fono isolante per la trasmissione attraverso la coesione rigida tra pavimento battiscopa e muro
- Rifilare l'eccedenza della fascia solo a posa avvenuta della pavimentazione



Tab. 19 – Rifilatura fascia perimetrale

Parete divisoria

- Applicare sotto i paramenti uno strato desolarizzante per scollegare le parti rigide e impedire la trasmissione del rumore, per impedire la trasmissione del rumore al piano sottostante attraverso la struttura orizzontale stessa,
- Le lastre della controparete dovranno essere installate in maniera sfalsata tra loro (a 90° una rispetto all'altra), in maniera tale da ridurre possibili fessurazioni;
- Realizzare la parete divisoria anche sopra l'eventuale controsoffitto;
- Condividere l'orditura del solaio e il senso della parete divisoria evitando la trasmissione del rumore;
- Interrompere l'intercapedine tra parete perimetrale e controfodera in corrispondenza del divisorio.
- Nel caso di tracce dell'impianto elettrico, queste dovranno essere quanto più piccole e regolari e dovranno essere chiuse con malta di cemento, cercando di evitare i vuoti, in modo tale da mantenere la struttura con una massa volumica uguale.
- L'installazione di scatole dell'impianto elettrico, la loro collocazione nelle pareti di separazione di locali differenti, deve essere sfalzata.



Tab. 20 – Posa parete divisoria

Parete esterna

- La parete deve essere posata utilizzando le tradizionali tecniche costruttive a regola d'arte;
- Tutti gli infissi dovranno essere provvisti di apposita certificazione con marcatura CE ai sensi della norma UNI EN 14351. Il potere fonoisolante R_w si intende per l'intero infisso, vetro più serramento. Vista la richiesta di infissi con potere fonoisolante indicato si prevede l'accettazione di infissi per i quali siano state effettuate certificazioni di potere fonoisolante R_w in laboratorio secondo la norma UNI EN 140-3.
- Le prestazioni in opera dei serramenti in generale dipendono, oltre che dalle sue caratteristiche intrinseche, dalla qualità dei vari componenti che lo costituiscono, dalla qualità del loro assemblaggio, dalla qualità del montaggio sul muro e da quella del muro medesimo. Sarà allora necessario eseguire al meglio il raccordo tra infisso e struttura muraria, riducendo quanto più possibile la presenza di spazi d'aria tra telaio fisso e struttura muraria attraverso la creazione di un giunto dotato di adeguati cordoli di sigillatura e di eventuali materiali di riempimento. In generale l'installazione delle finestre dovrà essere eseguita secondo quanto previsto dalla norma UNI 10818:1999 e successive modifiche.
- Si raccomanda una esatta sigillatura della finestra con la parete. Per l'installazione di infissi certificati da un laboratorio accreditato, la posa dovrà essere effettuata a regola d'arte secondo le indicazioni di posa fornite dalla casa costruttrice; gli infissi dovranno essere corredati di tutti gli accessori ed i dispositivi di sigillatura previsti dalla casa costruttrice ed posti in opera all'atto della certificazione del serramento;

L'incollaggio alla muratura perimetrale del materassino e la rasatura esterna dello stesso saranno realizzate tramite collante specifico.

Isolamento cavedi e dorsali di scarico

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
 RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 53 di 59

In generale tutte le dorsali degli impianti di scarico presenti nel complesso, che transitano all'interno di locali diversi da quelle che originano lo scarico, dovranno essere realizzate con sistema di scarico che dovrà essere alloggiato all'interno di contropareti, dotate di isolante acustico come indicato nelle stratigrafie indicate.

Gli scarichi all'interno della controparete saranno avvolti completamente dal materiale isolante inserito nella controparete in modo da minimizzare la trasmissione del rumore aereo proveniente dai piani sottostanti o sovrastanti al ricettore.

Le tubazioni all'interno dei cavedi dovranno essere opportunamente desolidarizzate in corrispondenza di ogni attraversamento delle strutture edilizie mediante fasciatura con materiale in gomma resiliente secondo le specifiche di montaggio della casa produttrice delle tubazioni.

Dovranno poi essere ancorate alle pareti con anelli rivestiti internamente in gomma antivibrante secondo le specifiche di montaggio della casa produttrice delle tubazioni.

Tubazioni

- avere cura di fasciare i tubi di scarico con guaina isolante in corrispondenza di cambiamenti di direzione curve di 45° e 90°;
- porre attenzione a realizzarne il fissaggio al muro attraverso collari di fissaggio in materiale plastico insonorizzante;
- L'eventuale fissaggio tra loro di vari tubi di scarico sarà fasciato con nastro autoadesivo;
- La cassetta WC dovrà essere insonorizzata dotata di galleggiante;
- La curva di allaccio WC dovrà essere insonorizzata in polipropilene e sostanze minerali;
- i cambiamenti di direzione dovranno essere fatti al di sotto della soletta evitando curve a 90° con tratti di smorzamento con due curve a 45° separate da un tratto uguale a due volte il diametro.



COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 54 di 59



Isolamento su tubi di scarico già installati



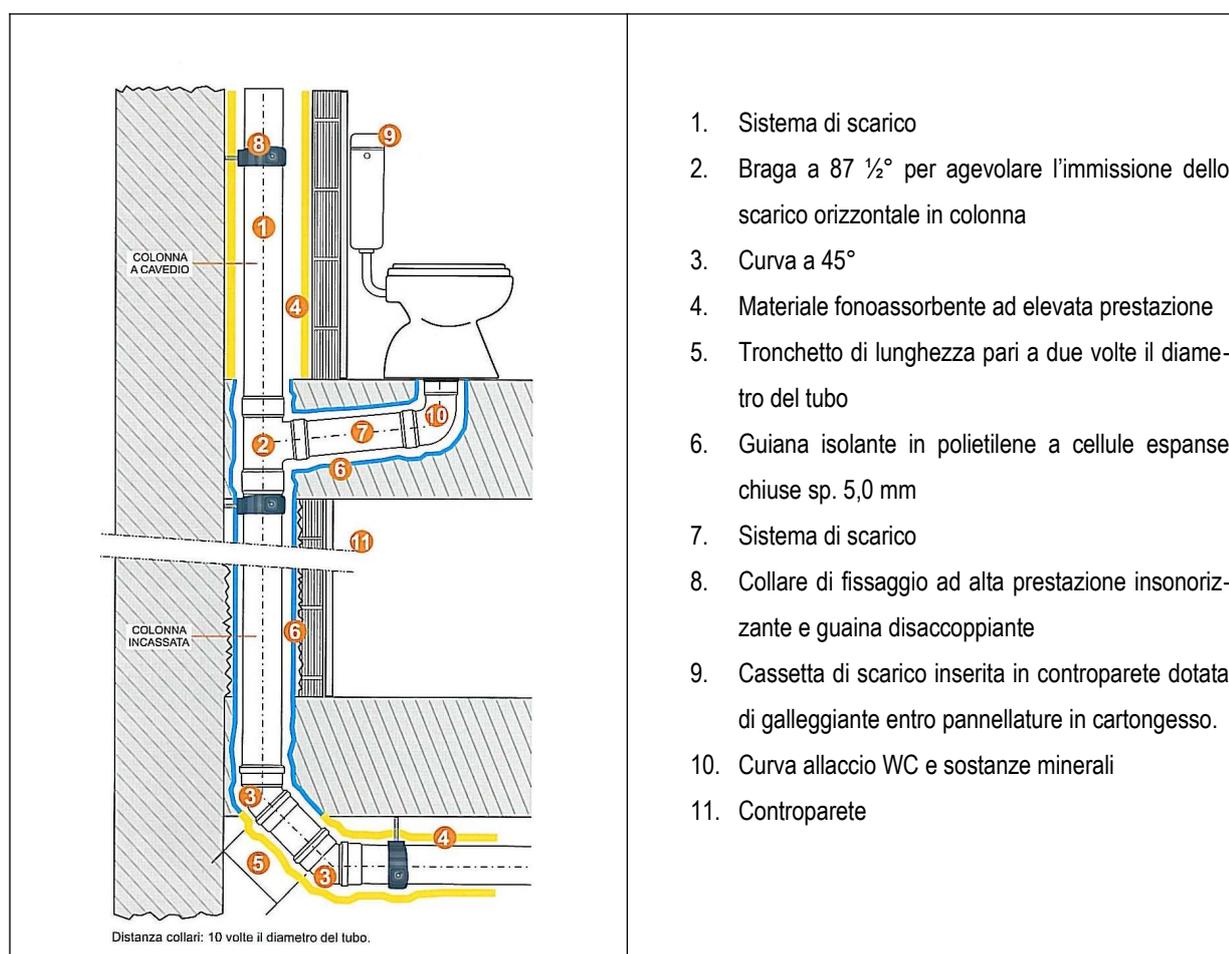
Giunto di dilatazione



Applicazione del collare

Tab. 21 – Isolamento delle tubazioni

Esempio colonna di scarico:



Tab. 22 – Posa del condotto di scarico entro cavedio

Isolamento acustico sanitari

E' importante che non venga mai fissato nessun impianto sanitario direttamente agli elementi strutturali (muri, pilastri, ecc) . Si raccomanda infatti di fissarli sulle contropareti in cartongesso o in muratura, opportunamente rinforzate. E' opportuno che né la struttura metallica delle contropareti né le tubazioni tocchino direttamente le pareti divisorie le abitazioni o le pareti di facciata.

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev. Data

A Sett 2021

Pag. 55 di 59

WC e bidet:

- Tutti i sanitari (e loro accessori) con appoggio diretto sul pavimento o staffati a parete dovranno essere disgiunti dalla struttura mediante applicazione di materiale resiliente a bassa rigidità dinamica (tipo gomma 50 MN/m³).

La cassetta di scarico deve essere del tipo silenziata, in modo tale da ridurre la rumorosità del meccanismo di scarico e carico acqua.

Nei casi di installazione di cassette da incasso, questa non deve ridurre lo spessore della parete divisoria.

Lavelli lavabi

- Devono essere fissati con strutture apposite dotate di appositi nastri resilienti che impediscono la trasmissione del rumore.

Isolamento acustico impianto di distribuzione acqua sanitaria e rubinetteria

Relativamente agli impianti per l'adduzione di acqua fredda, la presenza costante di acqua nelle condutture riduce l'eventualità che si abbia rumore per scorrimento e gorgoglio dei fluidi. Se le tubazioni devono attraversare muri e solai sarà necessario ricorrere a idonei accorgimenti di posa in opera. A tale proposito si dovrà tenere in considerazione i seguenti suggerimenti:

- ricorrere a rivestimenti localizzati con manicotti in gomma;
- ancorare o sospendere la tubazione ad una struttura portante mediante l'ausilio di supporti antivibranti in acciaio e gomma;

Per ridurre le vibrazioni prodotte dal colpo d'ariete, generato dal riduttore di pressione, occorre installare appositi ammortizzatori lungo il tratto del condotto di adduzione tipo Caleffi serie 525.

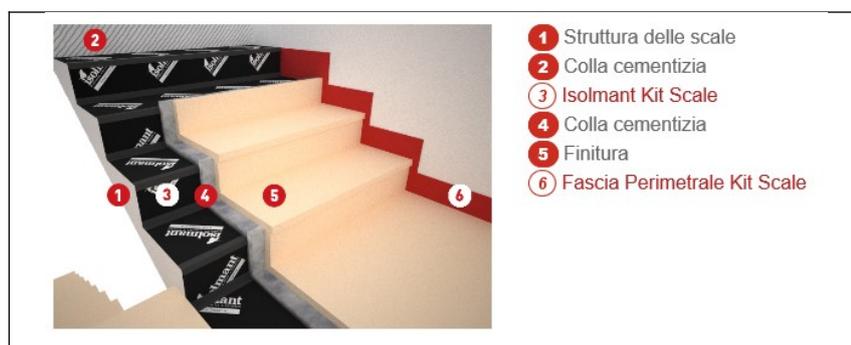
Per evitare fischi e ronzii si consiglia di adottare le seguenti regole per la velocità dell'acqua all'interno delle tubazioni:

Massime velocità consigliabili per l'acqua nelle tubazioni in m/s								
25	50	80	100	125	150	200	250	>300
0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9	3,0

Dispositivi disaccoppianti solaio e scala interna

Per disaccoppiare le parti rigide occorre utilizzare apposite fasce e nastri smorzanti tra le strutture verticali ed i vari solai e tra la scala e le pareti laterali.

Si riporta un estratto del manuale di posa in opera della ditta Isolmant per tali elementi. Trattasi di regole generali che non perdono di efficacia al variare del prodotto isolante.



Tab. 23/a – Esempio posa dispositivo disaccoppiante solaio scale interna

Per ottenere un buon isolamento acustico per il vano scale seguire attentamente la seguente modalità di posa:

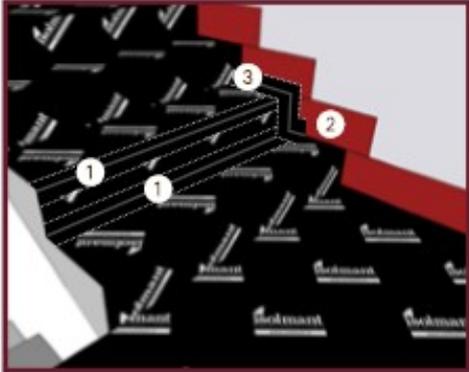
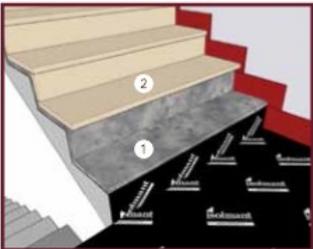
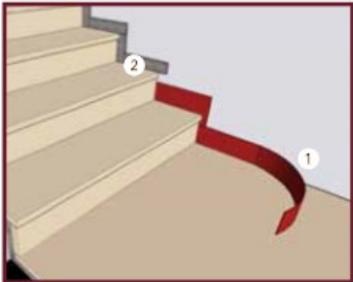
	<p>a) Verificare la planarità, pulire bene e umidificare la superficie in calcestruzzo grezzo della scala prima di stendere la colla</p> <p>b) Isolmant IsolTile viene già fornito in teli per alzata e pedata dei gradini. Rifilare i teli di IsolTile e incollarli con colla cementizia di classe C2.</p> <p>c) Isolmant IsolTile va posato anche sul ripiano intermedio tra le diverse semirampe di scale. Per questa applicazione Isolmant IsolTile viene fornito in teli formato 125 cm x 50 cm</p>
	<p>d) Una volta posato Isolmant IsolTile sigillare con Fascia IsolTile gli spigoli di giunzione tra alzata e pedata. Isolmant IsolTile viene già fornito in teli per alzata e pedata dei gradini. Rifilare i teli di IsolTile e incollarli con colla cementizia di classe C2.</p> <p>e) Posare sulla/e parete/i verticale/i Isolmant Fascia Laterale per desolidarizzare il rivestimento delle alzate e pedate dei gradini dalla/e muratura/e perimetrale/i del vano scala.</p> <p>f) Sigillare con Fascia IsolTile le linee di giunzione tra la Fascia Laterale e Isolmant IsolTile posato su alzata e pedata</p>

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
 RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

Rev.	Data
A	Sett 2021

Pag. 57 di 59

	<p>dei gradini e sul ripiano intermedio.</p>
	<p>g) Posare uno strato di malta di allettamento sulla superficie di IsoTile già posato su alzata e pedata dei gradini e sul ripiano intermedio h) Procedere alla posa del pavimento</p>
	<p>i) Rifilare la parte eccedente di Fascia Laterale solo dopo aver posato ed eventualmente stuccato la pavimentazione finale j) Procedere alla posa del battiscopa avendo cura di sigillare con silicone la fuga tra la base del battiscopa e il pavimento</p>

Tab. 23/b – Esempio posa dispositivo disaccoppiante solaio scale interna

Per l'isolamento del vano scala è importante realizzare il pavimento galleggiante (isolamento del massetto mediante materiale anticalpestio e fasce) su tutti i pianerottoli di accesso ai piani.

Isolamento acustico rumorosità ascensore

Qualunque sistema in movimento o dotato di parti in movimento (motore, ruote, pulegge, volani, etc) dovranno essere fissati a parete e/o soffitto/pavimento mediante giunti e tasselli elastici e/o staffe antivibranti. L'ascensore dovrà essere regolato per ridurre la velocità prima di fermarsi al piano e per una apertura delle porte a bassa accelerazione.

Impianto elettrico

Per la posa in opera dell'impianto elettrico interno si devono tenere presenti le seguenti prescrizioni di posa:

- In generale in considerazione della destinazione d'uso dei locali sarebbe preferibile effettuare la posa in opera di impianti elettrici a vista entro canaline in materiale plastico oppure entro la parete in cartongesso;
- Deve essere limitata l'estensione delle tracce per la risalita delle forasiti sulle pareti perimetrali dei vari locali;
- La profondità di tracce o scassi per l'alloggiamento di forasiti o scatole portafrutto deve essere la minima indispensabile. Dove sia effettuata una foratura eccedente la profondità necessaria, deve essere effettuato un riempimento della porzione eccedente di scasso con malta cementizia ad elevato peso specifico;
- Evitare la formazione di intercapedini vuote;
- L'installazione di scatole dell'impianto elettrico, la loro collocazione nelle pareti di separazione di locali differenti, deve essere sfalsata.

8 – CONCLUSIONI

Quanto esposto permette di ipotizzare, in fase progettuale, il rispetto degli indici di valutazione stabiliti dal D.P.C.M. 5/12/1997 e dal D.M. 11 Ottobre 2017, per edifici adibiti a scuole, tenendo presente tutte le ipotesi, gli accorgimenti già suggeriti sopra, durante la verifica per il rispetto dell'isolamento acustico delle pareti e del solaio. L'attendibilità delle stime espresse potrà essere accertata in corso d'opera o successivamente attraverso l'effettuazione di rilievi fonometrici secondo i criteri dettati dalla normativa vigente.

Le prestazioni acustiche dei materiali che saranno utilizzati dovranno essere certificate dalle case produttrici o dai rivenditori.

La verifica della corretta esecuzione dei lavori secondo le indicazioni del presente progetto, spetterà al Direttore dei Lavori, il quale dovrà inoltre sottoscrivere, una certificazione sulla conformità delle opere realizzate al progetto di cui sopra ai fini del rilascio del certificato di abitabilità.

Empoli 28/09/2021

Timbro e Firma

Dott. Ing. Federico Frappi

COMUNE DI EMPOLI (FI)
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA
RELAZIONE TECNICA REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Documento:
C51E_AR3A

<i>Rev.</i>	<i>Data</i>
A	Sett 2021

Pag. 59 di 59