



## COMUNE DI DIANO D'ALBA Provincia di Cuneo

### BANDO TRIENNALE 2015-16-17 EDILIZIA SCOLASTICA - MUTUI

Ristrutturazione e riqualificazione di scuola dell'infanzia  
sita in Fraz. Valle Talloria - Diano d'Alba (CN)

### PROGETTO ESECUTIVO



OGGETTO: **RELAZIONE ACUSTICA - PROGETTO**

DATA: GENNAIO 2018

ALLEGATO: **N**

IL COMMITTENTE: **COMUNE DI DIANO D'ALBA**  
Via Umberto I, 22  
12055 Diano d'Alba (CN)

I PROGETTISTI: **Geom. Fabio GIROLAMETTI**  
Studio Girolametti S.r.l., Via Acqui n.13/A - Alba  
**IL CAPOGRUPPO**

**Ing. Roberto FAVA**  
Studio Girolametti S.r.l., Via Acqui n.13/A - Alba

**secem**  
SISTEMI INTEGRATI DI CERTIFICAZIONE  
IN ENERGY MANAGEMENT

**Fabio Girolametti**  
Settore CIVILE  
n. 0032-SC-EGE-2016

*Fabio Girolametti*

**ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO**  
*Roberto Fava*  
13011 Dott. Ing. Roberto Fava



## Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. LEGISLAZIONE E NORME DI RIFERIMENTO .....	4
3. ANALISI PRELIMINARE .....	5
STUDIO DELLA COLLOCAZIONE E DELL'ORIENTAMENTO DEL FABBRICATO.....	5
4. INTRODUZIONE.....	6
5. VALORI LIMITE .....	7
6. ENTRATA IN VIGORE.....	8
7. CAMPO DI APPLICAZIONE.....	8
8. DEFINIZIONI .....	8
9. SIMBOLI.....	10
10. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE .....	11
11. DESCRIZIONE DELLE PARTIZIONI OGGETTO DI VALUTAZIONE .....	12
12. EDIFICIO 3D.....	14
13. ELENCO UNITÀ ABITATIVE E LOCALI .....	15
14. STRUTTURE .....	16
15. ISOLAMENTO DAL RUMORE PROVENIENTE DALL'ESTERNO PER VIA AEREA .....	21
16. TEMPO DI RIVERBERO (T60).....	24
17. OSSERVAZIONI .....	27
18. IMPIANTI TECNICI E D.P.C.M. 05/12/1997 .....	29
19. ANALISI PREVISIONALE.....	30
20. INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DEL RUMORE IDRAULICO ED IMPIANTISTICO .....	31
21. SCHEMA DELL'IMPIANTO DI SCARICO .....	37
22. INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DEL RUMORE DOVUTO A L'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE ....	38
23. INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DEL RUMORE DOVUTO A L'IMPIANTO ELETTRICO .....	40
24. OPERE EDILI.....	43
25. IMPIANTI IDRICI, IGIENICI E SANITARI.....	44
26. IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE .....	45
27. STIMA DEL GRADO DI CONFIDENZA DELLA PREVISIONE .....	46
28. CONCLUSIONI .....	47
ATTESTATI E RICONOSCIMENTO.....	50



## DATI GENERALI

### Progetto

**Ristrutturazione e riqualificazione energetica su edificio di proprietà del Comune di Diano d'Alba ad uso scuola dell'infanzia sita in Fraz. Valle Talloria, Piazza Giuseppe Don Sarotti n.9**  
**VALUTAZIONE DELLO STATO DI PROGETTO post operam**

### Tecnico Competente In Acustica Ambientale ed Edilizia

**GIROLAMETTI Fabio**  
C.F.GRLFBA76E19H501L  
Via Acqui 13/A -12051 Alba  
Regione Piemonte n° A/862  
Tecnico in Acustica Edilizia A.N.I.T.  
Tecnico Acustico Nazionale  
UNI Ferrara Reg. N° 005-4451/096038

### Metodo di calcolo

Metodo semplificato (indici di valutazione)



## 1. Premessa

Il presente documento consiste nella Valutazione dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici in merito agli interventi edilizi previsti su *edificio di proprietà del Comune di Diano d'Alba ad uso scuola dell'infanzia sita in Fraz. Valle Talloria, Piazza Giuseppe Don Sarotti n.9*, ed è stato redatto ai sensi della normativa nazionale, ossia della Legge Quadro n. 447 del 26 ottobre 1995 e del conseguente Decreto attuativo, il D.M. 05/12/1997.

I Requisiti Acustici Passivi degli edifici consistono in un requisito igienico-sanitario che deve essere rispettato per legge al fine di ottenere l'agibilità, pertanto si è effettuata la verifica dei suddetti requisiti.

Le opere di cui trattasi sono atte a rendere la struttura, dal punto di vista igienico e architettonico, più consona, al fine della buona salute degli alunni e dello stato di manutenzione e sicurezza della stessa. Sono sintetizzabili come segue:

- Aggiunta di un cappotto esterno;
- Sostituzione dei serramenti, cassonetti e avvolgibili;
- Adeguamento igienico sanitario bagni degli alunni e dei docenti;
- Installazione di impianto di ventilazione meccanica controllata al piano terra e primo;
- Installazione di bocchetta di ventilazione isolata in cucina al piano terra;
- Fornitura e posa di montascale per il superamento delle barriere architettoniche;
- Tinteggiatura interna di tutti i locali esistenti con intonaco lavabile;
- Realizzazione di controsoffitto fonoassorbente nei locali ai piani seminterrato, terreno e primo;
- Aggiunta di massetto armato e rivestimento in gomma antitrauma (come da normativa) al solaio del sottotetto del piano primo;
- Sostituzione di tutti le porte interne con altre nuove in pvc;
- Installazione di n.3 porte antincendio, dotate di maniglioni antipánico, di cui due al piano interrato ed una al piano primo;
- Sostituzione di serramento d'ingresso con portoncino blindato;
- Rifacimento della struttura di copertura;
- Posizionamento di impianto fotovoltaico (10 kW) in copertura rivolti a sud;
- Adeguamento della scala antincendio esterna;
- Sostituzione di caldaia esistente con altra per riscaldamento e acqua calda sanitaria;
- Sostituzione di tutte le luci interne ed esterne con lampade a led a basso consumo;
- Installazione di sistema di ombreggiamento esterno sui serramenti delle aule esposte a sud.

La presente relazione è stata redatta ai sensi della Legge quadro 447/1995, del D.P.C.M. 05/12/1997, della Legge regionale 25 ottobre 2000, n. 52 e del Regolamento Acustico Comunale dal Tecnico Competente in Acustica Ambientale ed Edilizia, identificato con n. A/862 Regione Piemonte, Geom. Fabio Girolametti



## 2. Legislazione e norme di riferimento

*Di seguito si riporta un elenco del corpus normativo in materia di Requisiti Acustici Passivi degli Edifici:*

D.P.C.M. 01/03/1991	Limiti massimi di rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
Legge 447 del 26/10/1995	Legge quadro sull'inquinamento acustico.
D.P.C.M. 14/11/1997	Determinazione valori limite delle sorgenti sonore.
D.P.C.M. 5/12/1997	Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.
D.M. 16/03/1998	Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
UNI EN ISO 717-1:2007	Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea.
UNI EN ISO 717-2:2007	Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio.
UNI EN 12354-1:2002	Acustica in edilizia: Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 1 - Isolamento del rumore per via aerea tra ambienti.
UNI EN 12354-2:2002	Acustica in edilizia: Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 2 - Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.
UNI EN 12354-3:2002	Acustica in edilizia: Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 3 - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno.
UNI/TR 11175:2005	Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici.
UNI EN 12354-5:2009	Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti: Parte 5 Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici.



### 3. Analisi preliminare

#### Studio della collocazione e dell'orientamento del fabbricato

L'edificio scolastico per il quale sono previsti interventi edilizi e, pertanto, interessato dalla seguente relazione sul rispetto dei requisiti acustici passivi, è sito in Fraz. Valle Talloria, Piazza Giuseppe Don Sarotti n.9. Risulta censito al Catasto dei Fabbricati al Foglio n.5 particella n.19 ed è ricadente in zona "Ss – Aree per l'istruzione e per servizi di inter comune" del Piano Regolatore Generale Comunale vigente.

#### Studio della distribuzione dei locali

L'edificio in oggetto allo stato di progetto presenta la seguente distribuzione:

- o PIANO Seminterrato:  
Servizi igienici, Locale deposito;
- o PIANO RIALZATO:  
Aula 1 - Dormitorio, Aula 2 – Attività Ordinate, Aula 3 - Mensa, Corridoio - Connettivo, Cucina, Servizi igienici, Locale deposito;
- o PIANO PRIMO:  
Disimpegno, Servizi igienici, Aula 4 - Gioco e aula 5 - Multimediale.

Ai sensi del D.M. 05/12/1997, le verifiche dei requisiti acustici passivi devono essere svolte solamente in corrispondenza degli ambienti abitativi\*\*, pertanto, in riferimento all'edificio oggetto di valutazione, i locali soggetti a verifica sono i seguenti: Aula 1, 2, 3, 4 e 5.

\*\* L. 447 – 1995: Legge quadro sull'inquinamento acustico

Art. 2 comma 1 lettera b) **ambiente abitativo**: "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 ferma la disciplina di cui al D. Lgs. 15 agosto 1991, n. 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive".

#### Studio dell'isolamento in facciata dell'edificio

L'edificio oggetto della presente, rientra nella categoria E: "edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili" e, pertanto, il valore limite da rispettare è di 48 dB per l'isolamento acustico di facciata, ovvero il valore di isolamento dai rumori provenienti dall'esterno.



## 4. Introduzione

La normativa vigente, in materia di tutela della salute umana dall'inquinamento acustico, prevede per gli edifici di nuova costruzione o di ristrutturazione edilizia, il rispetto di limiti appartenenti a parametri acustici che i vari elementi che costituiscono gli stessi devono possedere alla fine dei lavori ove si procederà alla verifica strumentale come indicato dal D.P.C.M. 05/12/97.

I limiti da rispettare sono indicati nel Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 05 dicembre 1997, (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale – Serie generale n. 297): “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici” e riguardano:

- A. Isolamento dai rumori aerei tra differenti unità immobiliari
- B. Isolamento dai rumori provenienti dall'esterno (isolamento di facciata)
- C. Isolamento dai rumori di calpestio
- D. Isolamento dai rumori degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo
- E. Tempo di riverberazione di aule scolastiche e palestre.

Per ogni tipologia di rumore il Decreto indica il rispettivo descrittore (acustico) da utilizzare e il relativo limite da rispettare in opera, alla fine dei lavori, in funzione della destinazione d'uso dell'immobile.

In questo caso specifico, saranno analizzati solo il punto B (isolamento di facciata) ed il punto D (isolamento dai rumori degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo, rispettivamente centrali termiche, valutazione meccanica controllata e impianti igienico sanitari).



## 5. Valori limite

Per le partizioni oggetto di studio gli indici acustici da rispettare sono quelli sotto indicati:

Rif. Tabella B - Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici del D.P.C.M. 05/12/1997

Destinazione d'uso (rif. categorie tabella A)	Indice di potere fono isolante apparente $R'_{w}$	Indice d'isolamento acustico di facciata $D_{2mnT_w}$	Indice del livello di rumore da calpestio dei solai $L'_{nw}$	Liv. max di rumore di impianti a funzionamento discontinuo $L_{Asmax}$	Liv. Continuo eq. di rumore di impianti a funzionamento continuo $L_{Aeq}$
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

Tabella A - Classificazioni, degli ambienti abitativi (art. 2) del D.P.C.M. 05/12/1997

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

  **Obbligatorio**



## 6. Entrata in vigore

Il Decreto è entrato in vigore il giorno 20 febbraio 1998, dopo 60 giorni dalla pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale (22 dicembre 1997).

Per gli edifici realizzati precedentemente a tale data vanno applicate eventuali prescrizioni riportate all'interno di normative locali (Regolamenti edilizi, ecc.).

Rientrano nell'applicazione del Decreto tutti gli edifici per i quali sia stata rilasciata Concessione Edilizia (o altra autorizzazione prevista) dopo il 20 febbraio 1998 (cfr. Circ. Min. Ambiente del 9 marzo 1999).

## 7. Campo di applicazione

Il DPCM 5/12/1997 è un decreto attuativo dell'art. 3 comma 1 lettera e) della legge 447 del 1995 (Legge quadro sull'inquinamento acustico) e riguarda la determinazione di:

- requisiti acustici di sorgenti sonore interne agli edifici
- requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera

Il Decreto non riguarda sorgenti sonore quali strade, ferrovie, aeroporti, ecc. Per tali sorgenti sono stati emanati altri decreti attuativi della legge 447.

## 8. Definizioni

**Componenti degli edifici** Il Decreto definisce i limiti per i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici. Sono considerati componenti degli edifici le partizioni verticali (pareti) e le partizioni orizzontali (solai).

**Ambienti abitativi** Il Decreto è stato emanato per contenere l'inquinamento da rumore all'interno degli ambienti abitativi. Secondo l'Art.2 comma 1 lettera b) della L. 447/1995, è ambiente abitativo: "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 ferma la disciplina di cui al DLgs 15 agosto 1991, n.277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive".

**R'<sub>w</sub>** (Indice di **potere fonoisolante apparente**) è il valore **minimo** di isolamento al rumore tra differenti unità immobiliari, indica quindi la capacità di una partizione realizzata in opera di limitare il passaggio di rumori aerei. Più il valore è alto, migliore è la prestazione di isolamento.

**D<sub>2mnTw</sub>** (Indice di **isolamento acustico di facciata**) è il valore **minimo** di isolamento dai rumori provenienti dall'esterno (il pedice "2m" indica che la misura del rumore esterno va eseguita a 2 m dalla facciata. Il pedice "nT" indica che il parametro deve essere normalizzato sulla base del tempo di riverberazione proprio dell'ambiente interno). Anche in questo caso alti valori di D<sub>2mnTw</sub> indicano migliori prestazioni di isolamento.

**L'<sub>nw</sub>** (Indice di **livello di rumore di calpestio di solai**) è il valore **massimo** di rumore di calpestio percepito. Caratterizza la capacità di un solaio di abbattere i rumori impattivi. (Il pedice "n" indica che il parametro deve essere normalizzato sulla base dell'assorbimento acustico dell'ambiente ricevente). Più basso è il livello di rumore misurato, migliori sono le prestazioni di isolamento del solaio.



**$L_{A_{max}}$**  (**Livello massimo di pressione sonora ponderata A misurata con costante di tempo slow**) è il valore **massimo** di rumore per gli impianti a funzionamento discontinuo: ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici e rubinetteria. Il disturbo deve essere misurato in ambienti diversi da quello in cui il rumore si origina, ed è possibile eseguire rilievi anche all'interno della medesima unità immobiliare.

**$L_{A_{eq}}$**  (**Livello equivalente di pressione sonora ponderata A**) è il valore **massimo** di rumore per gli impianti a funzionamento continuo: riscaldamento, aerazione e condizionamento. Anche per questo tipo di impianti la misurazione deve essere eseguita in ambienti diversi da quello in cui il rumore si origina.

**$T_{60}$**  (**Tempo di riverberazione**) è il tempo necessario perché un suono decada di 60 dB all'interno di un locale. Il parametro varia con la frequenza considerata. Il DPCM, inoltre, richiama quanto riportato nella Circ. Min. LL. PP. N. 3150 del 22/05/2967 "Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici": *"La media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze 250-500-1000-2000 Hz, non deve superare 1,2 sec. ad aula arredata, con la presenza di due persone al massimo. Nelle palestre la media dei tempi di riverberazione non deve superare 2,2 sec"*.



## 9. Simboli

<b>A</b>	area di assorbimento equivalente dell'ambiente ricevente, in metri quadrati (m <sup>2</sup> )
<b>A<sub>0</sub></b>	area di assorbimento equivalente di riferimento per appartamenti, assunta pari a 10 m <sup>2</sup>
<b>l<sub>i</sub></b>	lunghezza del giunto tra divisorio e elemento laterale, in metri (m)
<b>l<sub>0</sub></b>	lunghezza di riferimento, in metri (per pareti l <sub>0</sub> = 2,8 m; per solai, controsoffitti e pavimenti l <sub>0</sub> = 4,5 m)
<b>L<sub>1,2,m</sub></b>	livello medio di pressione sonora a 2m di distanza dal fronte della facciata, in decibel (dB)
<b>L<sub>2</sub></b>	livello medio di pressione sonora nell'ambiente ricevente, in decibel (dB)
<b>L<sub>eq,1,s</sub></b>	livello sonoro continuo equivalente sulla superficie di prova comprendente gli effetti di riflessione dalla facciata, in decibel (dB)
<b>L<sub>eq,2</sub></b>	valore del livello sonoro continuo equivalente nell'ambiente ricevente, in decibel (dB)
<b>L<sub>i</sub></b>	livello di pressione sonora di calpestio, in decibel (dB), determinato quando il solaio sottoposto a prova è eccitato dal generatore di calpestio normalizzato
<b>L<sub>1,s</sub></b>	livello medio di pressione sonora sulla superficie di prova, in decibel (dB)
<b>L<sub>1</sub></b>	livello medio di pressione sonora nell'ambiente emittente, in decibel (dB)
<b>L<sub>2</sub></b>	livello medio di pressione sonora nell'ambiente ricevente, in decibel (dB)
<b>m'</b>	massa per unità di area del sistema massetto più pavimento, in kilogrammi al metro quadrato (kg/m <sup>2</sup> )
<b>m'<sub>1</sub></b>	massa per unità di area della struttura di base, in kilogrammi al metro quadrato (kg/m <sup>2</sup> )
<b>m'<sub>2</sub></b>	massa per unità di area dello strato addizionale, in kilogrammi al metro quadrato (kg/m <sup>2</sup> )
<b>s'</b>	rigidità dinamica dello strato isolante, in MN/m <sup>3</sup> , ottenuta secondo la UNI EN 29052-1:1993 tenendo presente quanto indicato nella nota 1 del punto 1 della stessa
<b>S</b>	area della superficie di prova, in metri quadrati (m <sup>2</sup> )
<b>S<sub>s</sub></b>	area dell'elemento di separazione, in metri quadrati (m <sup>2</sup> )
<b>T</b>	tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente, in secondi (s)
<b>T<sub>0</sub></b>	tempo di riverberazione di riferimento per appartamenti, assunto pari a 0,5 s
<b>T<sub>e</sub></b>	tempo di riverberazione strutturale, in secondi (s)
<b>V</b>	volume dell'ambiente ricevente, in metri cubi (m <sup>3</sup> )
<b>W<sub>1</sub></b>	potenza incidente nell'elemento di separazione tra due ambienti
<b>W<sub>2</sub></b>	potenza trasmessa dall'elemento di separazione
<b>W<sub>3</sub></b>	potenza trasmessa dell'elemento di separazione attraverso elementi laterali o da altri componenti.



## 10. Metodologia di Valutazione

Nella presente relazione tecnica si è provveduto a stimare le prestazioni acustiche delle strutture edilizie soggette ad intervento edilizio secondo quanto previsto nel progetto, in condizioni post operam, al fine di verificare il rispetto dei limiti di legge da parte del progetto stesso.

Le suddette prestazioni acustiche sono state valutate, sia attraverso l'applicazione di algoritmi di calcolo ricavati dalla letteratura di settore, (ed eventuali software per il calcolo previsionale quale Acustica Namirial S.p.a., sviluppato dalla Microsoftware e BM Sistemi, che effettua il calcolo dell'isolamento acustico degli edifici secondo i criteri delle norme della serie UNI 12354), sia attraverso soluzioni certificate da produttori di materiali, nonché da norme tecniche redatte dall'UNI, o armonizzate a livello Europeo e dall'esperienza diretta di collaudi effettuati in opera su elementi simili.

Per poter valutare i requisiti acustici di un edificio vengono presi in considerazione solo gli ambienti abitabili, pertanto, per l'edificio oggetto di valutazione, le verifiche da considerare saranno:

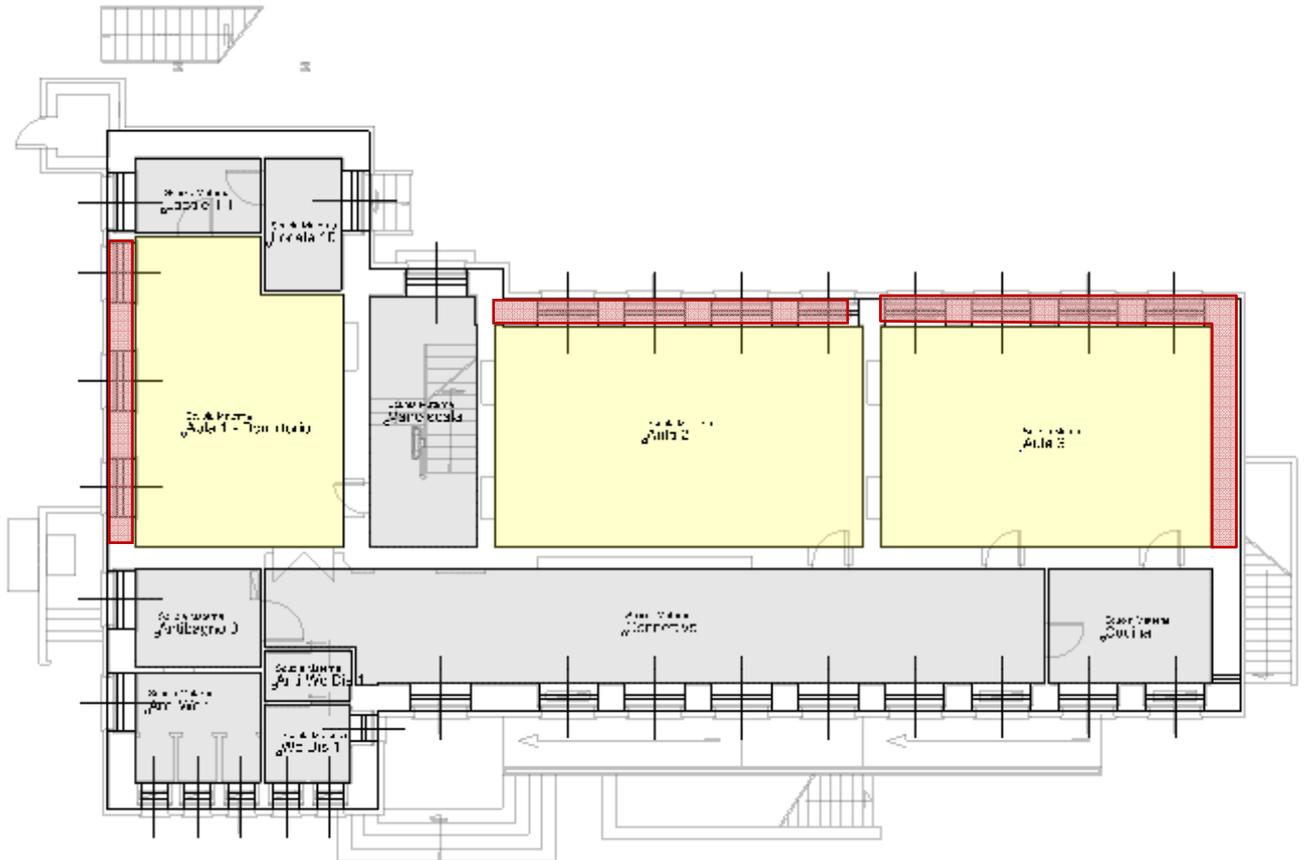
- Indice di isolamento acustico di facciata ( $D_{2m,nT}$ ), ovvero il valore minimo di isolamento dai rumori provenienti dall'esterno, in riferimento alle facciate dei seguenti locali abitabili;
- Livello max di rumore degli impianti a funzionamento discontinuo ( $L_{as\ max}$ ) e continuo ( $L_{A\ eq}$ ), sono impianti a funzionamento discontinuo i servizi igienici, gli ascensori, gli scarichi idraulici e la rubinetteria, sono invece impianti a funzionamento continuo quelli di riscaldamento, condizionamento ed aerazione;
- Tempo di riverbero ( $T_{60}$ ), ossia il tempo necessario perché un suono decada di 60 dB all'interno di un locale.

**NB. In merito agli impianti a funzionamento continuo e discontinuo si specifica che, non avendo ancora il progetto esecutivo, verranno fornite indicazioni in merito alla corretta posa in opera, il cui rispetto sarà condizione necessaria affinché possa essere restituito esito positivo in caso di collaudo in opera.**



## 11. Descrizione delle partizioni oggetto di valutazione

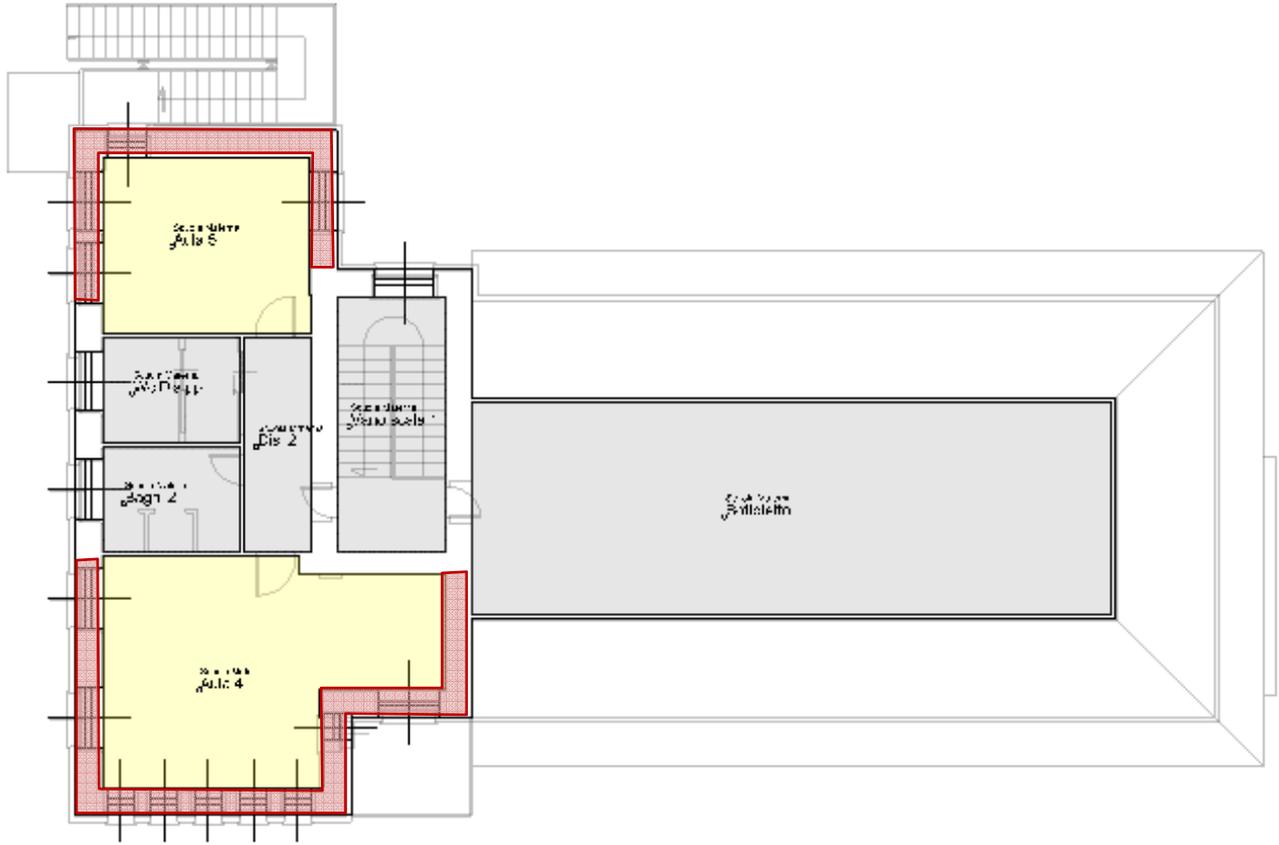
Di seguito si riporta la pianta del piano rialzato costituente l'edificio in oggetto con indicazione degli elementi da verificare previsionsalmente per il rispetto dei requisiti acustici passivi.



-  **Ambienti abitabili**
-  **Ambienti non abitabili**
-  **Facciate oggetto di verifica al parametro  $D_{2mT}$**



Di seguito si riporta la pianta del piano primo costituente l'edificio in oggetto con indicazione degli elementi da verificare previsionalmente per il rispetto dei requisiti acustici passivi.

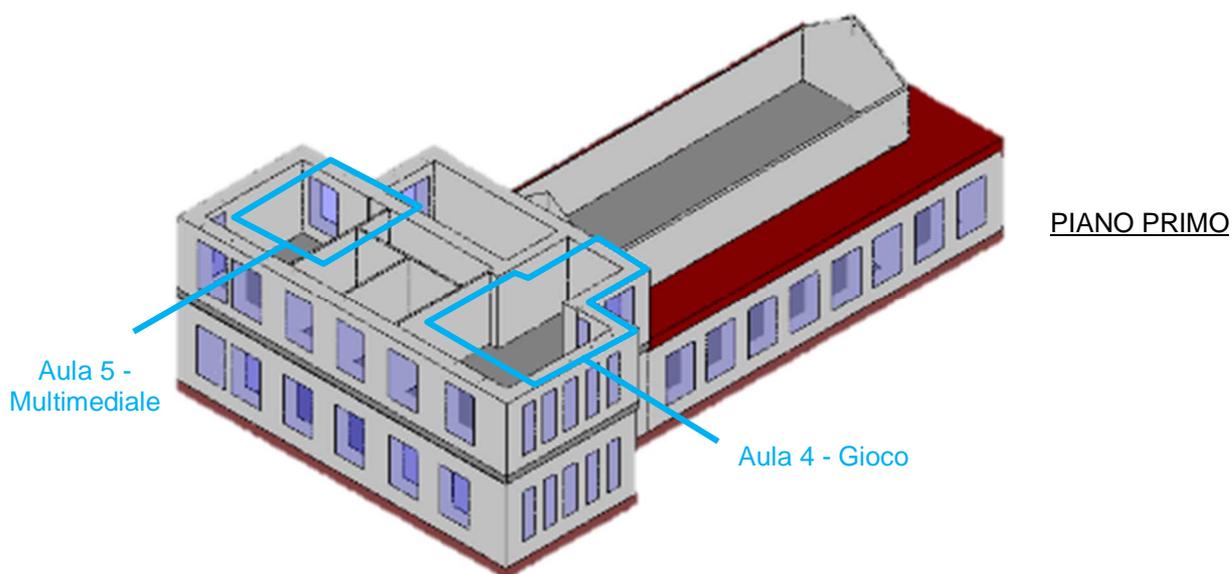
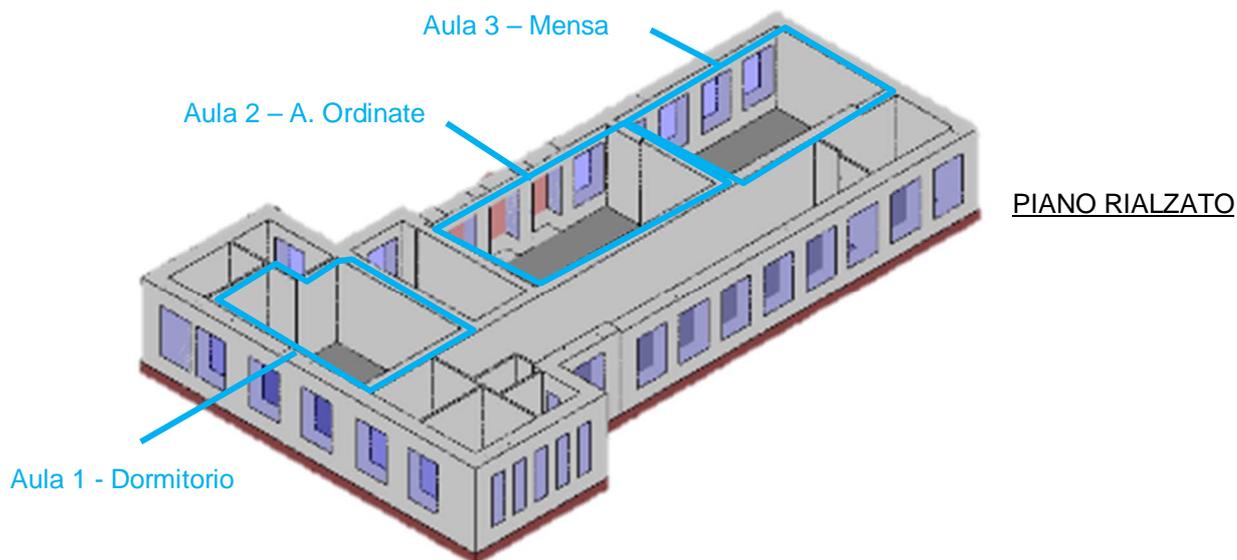


-  **Ambienti abitabili**
-  **Ambienti non abitabili**
-  **Facciate oggetto di verifica al parametro  $D_{2mT}$**



## 12. Edificio 3D

Di seguito si riportano delle viste assonometriche dell'edificio, con indicazione degli ambienti abitabili, oggetto di valutazione per il presente lavoro.



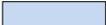


## 13. Elenco unità abitative e locali

### Scuola Materna Fraz. Valle Talloria

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

Locali	Area [m <sup>2</sup> ]	Volume [m <sup>3</sup> ]
Locale 1 1 - Deposito	4,963	17,369
Locale 10 - Deposito	5,381	18,834
Aula 1 - Dormitorio	32,229	112,802
Vano scala	14,623	51,179
Aula 2 – A. Ordinate	43,873	151,603
Aula 3 - Mensa	39,505	135,649
Cucina	10,007	33,922
Connettivo	46,139	158,654
Antibagno 3	6,670	23,344
Anti Wc 1	7,426	25,992
Aula 5 - Multimediale	19,123	58,231
Bagni 2	7,679	23,383
Aula 4 - Gioco	34,142	103,963
Dis. 2	7,421	22,598
Vano scala 1	14,720	44,824
Sottotetto	71,785	213,952
Wc Dis pp	7,639	23,261

 Locali abitabili



## 14. Strutture

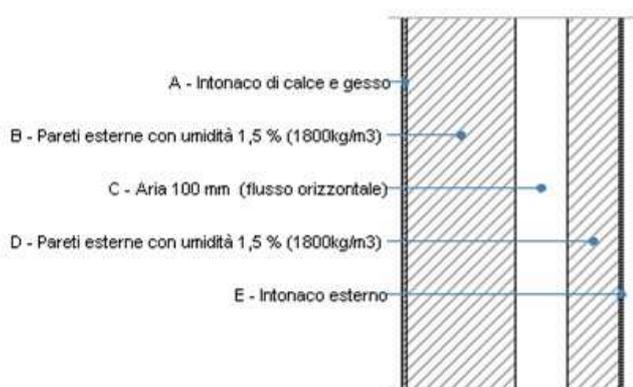
### M01\_Parete vs esterno cappotto (Progetto)

Struttura composta da:

- Intonaco di calce e gesso, sp. 1 cm, densità 1400 Kg/m<sup>3</sup>;
- Pareti esterne con umidità 1,5 % sp. 25 cm, densità 1800 kg/m<sup>3</sup>;
- Aria 100 mm (flusso orizzontale)
- Pareti esterne con umidità 1,5 % sp. 12 cm, densità 1800 kg/m<sup>3</sup>;
- Intonaco esterno sp. 1 cm, densità 1800 kg/m<sup>3</sup>;
- EPS Baumit reflect sp. 12 cm, densità 16 Kg/m<sup>3</sup>;
- Intonaco esterno sp. 1 cm, densità 1300 kg/m<sup>3</sup>

Spessore: 64 cm

Massa superficiale: 668 kg/m<sup>2</sup>



Indice di valutazione (Rw): 55,2 dB

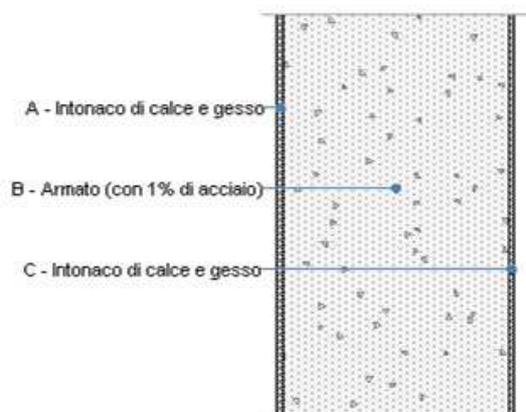
### M06\_tramezzo c.a. sp.50

Struttura composta da:

- Intonaco di calce e gesso, sp. 1 cm, densità 1400 Kg/m<sup>3</sup>;
- Armato (con 1% di acciaio), sp. 48 cm, densità 2300 Kg/m<sup>3</sup>;
- Intonaco di calce e gesso, sp. 1 cm, densità 1400 Kg/m<sup>3</sup>.

Spessore: 50 cm

Massa superficiale: 1104 kg/m<sup>2</sup>

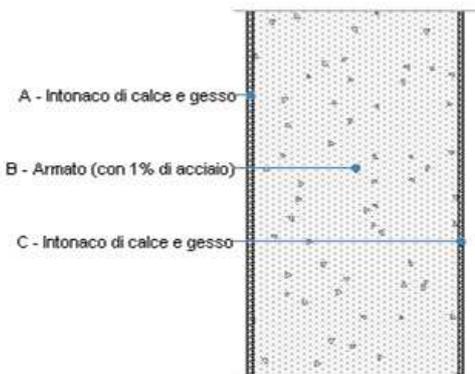


Indice di valutazione (Rw): 60,9 dB



### M06\_tramezzo c.a. sp.60

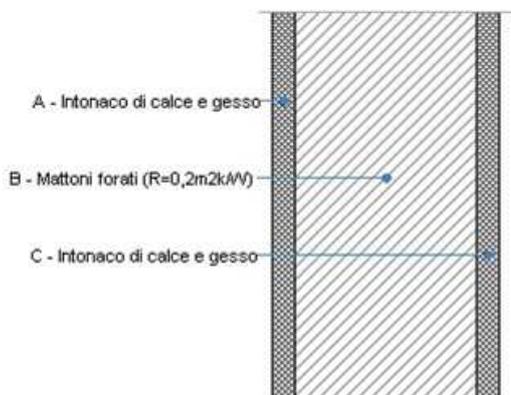
Struttura composta da: -Intonaco di calce e gesso, sp. 1 cm, densità 1400 Kg/m <sup>3</sup> ; -Armato (con 1% di acciaio), sp. 58 cm, densità 2300 Kg/m <sup>3</sup> ; -Intonaco di calce e gesso, sp. 1 cm, densità 1400 Kg/m <sup>3</sup> .	
Spessore: 60 cm	Massa superficiale: 1334 kg/m <sup>2</sup>



Indice di valutazione (Rw): 62,5 dB

### M08\_tramezzo laterizio sp.10

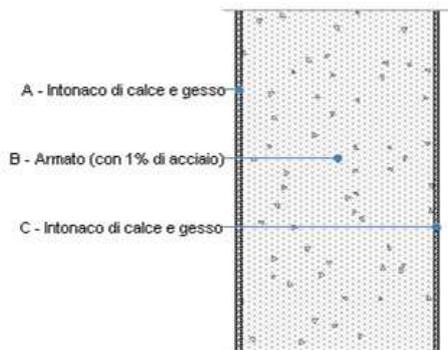
Struttura composta da: -Intonaco di calce e gesso sp. 1 cm, densità 1400 Kg/m <sup>3</sup> ; -Mattoni forati (R=0,2m <sup>2</sup> k/W) sp. 8 cm, densità 800 Kg/m <sup>3</sup> ; -Intonaco di calce e gesso sp. 1 cm, densità 1400 Kg/m <sup>3</sup> .	
Spessore: 10 cm	Massa superficiale: 64 kg/m <sup>2</sup>



Indice di valutazione (Rw): 36,1 dB

### M07\_tramezzo c.a. sp.40

Struttura composta da: -Intonaco di calce e gesso, sp. 1 cm, densità 1400 Kg/m <sup>3</sup> ; -Armato (con 1% di acciaio), sp. 38 cm, densità 2300 Kg/m <sup>3</sup> ; -Intonaco di calce e gesso, sp. 1 cm, densità 1400 Kg/m <sup>3</sup> .	
Spessore: 40 cm	Massa superficiale: 874 kg/m <sup>2</sup>



Indice di valutazione (Rw): 58,8 dB



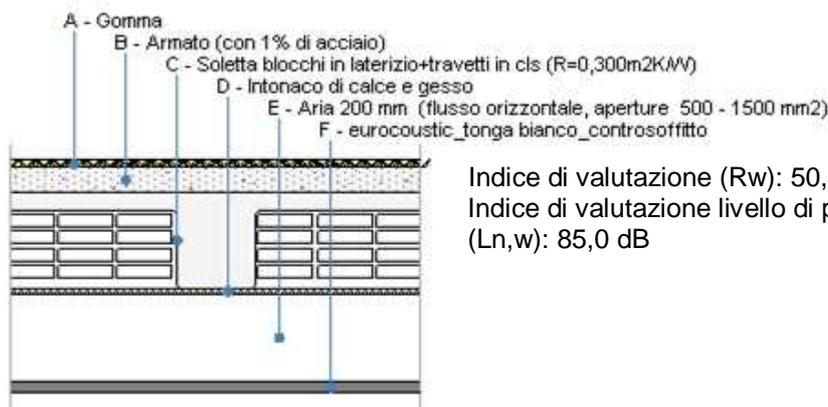
### P04\_Pavimento vs sottotetto riqualificato

Struttura composta da:

- Armato (con 1% di acciaio) sp. 1,5 cm, densità 1200 Kg/m<sup>3</sup>;
- Soletta blocchi in laterizio+travetti in cls (R=0,300m<sup>2</sup>K/W) sp. 20 cm, densità 900 Kg/m<sup>3</sup>;
- Intonaco di calce e gesso sp. 1 cm, densità 1400Kg/m<sup>3</sup>;
- Aria 200 mm (flusso orizzontale, aperture 500 - 1500 mm<sup>2</sup>).

Spessore: 45,5 cm

Massa superficiale: 313,3 kg/m<sup>2</sup>



Indice di valutazione (R<sub>w</sub>): 50,0 dB

Indice di valutazione livello di pressione sonora di calpestio normalizzato (L<sub>n,w</sub>): 85,0 dB

### C01 Copertura

Struttura composta da:

- Assito in legno (sp=3cm), densità 710 Kg/m<sup>3</sup>;
- Assito in legno (sp=3cm), densità 710 Kg/m<sup>3</sup>;
- Barriera al vapore Riwega DS 48-1100 PP, sp. 0,1 cm, densità 1000 Kg/m<sup>3</sup>;
- Pavatherm Plus Naturalia Bau sp. 8+8 cm, densità 180 Kg/m<sup>3</sup>;
- Pavatex Isolair-L sp. 2 cm, densità 240 Kg/m<sup>3</sup>;
- Stamisol Eco sp. 0,04 cm, densità 800 Kg/m<sup>3</sup>;
- Terracotta sp. 1 cm, densità 2000 Kg/m<sup>3</sup>.

Spessore: 25,2 cm

Massa superficiale: 98 kg/m<sup>2</sup>

Indice di valutazione (R<sub>w</sub>): 50,0 dB

Indice di valutazione livello di pressione sonora di calpestio normalizzato (L<sub>n,w</sub>): 94,3 dB

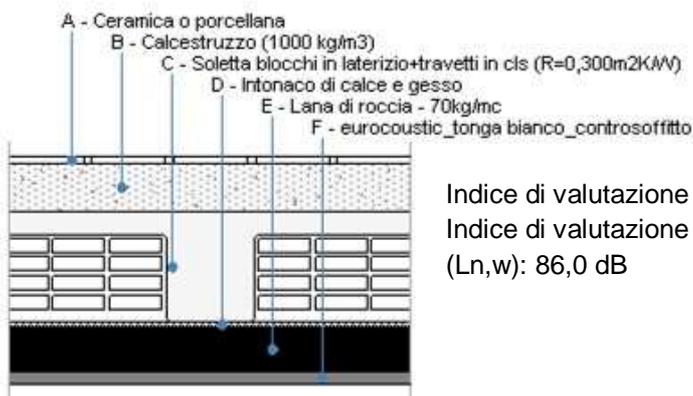
### P02\_Pavimento vs interrato esistente

Struttura composta da:

- Ceramica o porcellana sp. 1 cm, densità 2300 Kg/m<sup>3</sup>;
- Calcestruzzo sp. 9 cm, densità 1000 Kg/m<sup>3</sup>;
- Soletta blocchi in laterizio+travetti in cls (R=0,300m<sup>2</sup>K/W) sp. 20 cm, densità 900 Kg/m<sup>3</sup>;
- Intonaco di calce e gesso sp. 1 cm, densità 1400Kg/m<sup>3</sup>.

Spessore: 41,5 cm

Massa superficiale: 300 kg/m<sup>2</sup>



Indice di valutazione (R<sub>w</sub>): 57,5 dB

Indice di valutazione livello di pressione sonora di calpestio normalizzato (L<sub>n,w</sub>): 86,0 dB



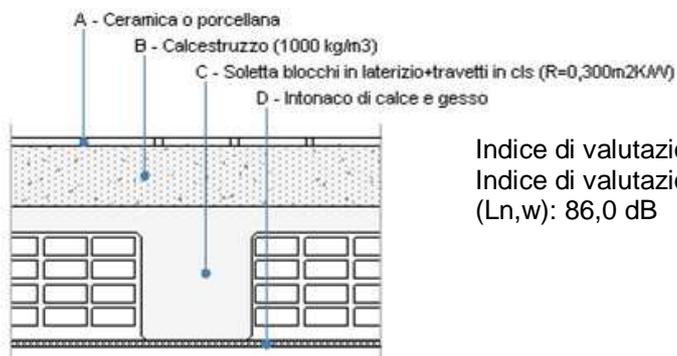
### P03\_Pavimento interpiano esistente

Struttura composta da:

- Ceramica o porcellana sp. 1 cm, densità 2300 Kg/m<sup>3</sup>;
- Calcestruzzo sp. 9 cm, densità 1000 Kg/m<sup>3</sup>;
- Soletta blocchi in laterizio+travetti in cls (R=0,300m<sup>2</sup>K/W) sp. 20 cm, densità 900 Kg/m<sup>3</sup>;
- Intonaco di calce e gesso sp. 1 cm, densità 1400Kg/m<sup>3</sup>.

Spessore: 31 cm

Massa superficiale: 293 kg/m<sup>2</sup>



Indice di valutazione (Rw): 49,3 dB

Indice di valutazione livello di pressione sonora di calpestio normalizzato (Ln,w): 86,0 dB

### Serramento con vetrocamera + cassonetto

Serramento avente potere fonoisolante misurato sperimentalmente uguale o maggiore di 46 dB (Stimato ai sensi dell'appendice B.4.6 del RAPPORTO TECNICO UNI TR 11175) + cassonetto per avvolgibile isolato, avente Dnei pari a 52 dB, come da certificato allegato al termine della presente.

Indice di valutazione (Rw): 44,0 dB



### TERMOLAN Silenzio (R)

Silenziatore per fori di ventilazione e passaggi d'aria ad assorbimento dissipativo, formato da un corpo fonoassorbente a sezione ovale, rivestito da un film plastico di colore grigio, e da due curve di polipropilene rigido di colore blu, progettate per raccordare la parte centrale fonoassorbente con le griglie d'aerazione fornite in dotazione.

Indice di valutazione (Rw): 49,8 dB

### Controsoffitto Tonga - locali piano rialzato

Struttura composta da:

-Aria 200 mm (flusso orizzontale, aperture 500 - 1500 mm<sup>2</sup>);

-Eurocoustic\_tonga bianco\_controsoffitto sp. 2,5 cm, densità 70 Kg/m<sup>3</sup>.

Spessore: 2,5 cm

Massa superficiale: 1,7 kg/m<sup>2</sup>

Indice di valutazione (delta Rw): 8,5 dB

Indice di valutazione attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato (delta Ln,w): 8,5 dB



## 15. Isolamento dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea

$D_{2mnT_w}$  (Indice di isolamento acustico di facciata) è il valore minimo di isolamento dai **rumori provenienti dall'esterno** (il pedice "2m" indica che la misura del rumore esterno va eseguita a 2 m dalla facciata. Il pedice "nT" indica che il parametro deve essere normalizzato sulla base del tempo di riverberazione proprio dell'ambiente interno). Anche in questo caso alti valori di  $D_{2mnT_w}$  indicano migliori prestazioni di isolamento.

Per la verifica del suddetto indice si specifica che la facciata è stata valutata modellizzando l'edificio sul software di calcolo Acustica Namirial S.p.a. Microsoftware, in riferimento a cui si riportano di seguito sintesi dei risultati e procedimento di calcolo.

### FACCIATA

#### Sintesi dei risultati

Locale ricevente	D'2m,nT,w [dB]	Lim [dB]	
Scuola Materna Aula 1 - Dormitorio	47,9	48	VERIFICATO CON RISERVA

Locale ricevente	D'2m,nT,w [dB]	Lim [dB]	
Scuola Materna Aula 2 – A. Ordinate	47,9	48	VERIFICATO CON RISERVA

Locale ricevente	D'2m,nT,w [dB]	Lim [dB]	
Scuola Materna Aula 3 - Mensa	47,0	48	VERIFICATO CON RISERVA

Locale ricevente	D'2m,nT,w [dB]	Lim [dB]	
Scuola Materna Aula 5 – A. Multimediale	43,8	48	NON VERIFICATO

Locale ricevente	D'2m,nT,w [dB]	Lim [dB]	
Scuola Materna Aula 4 – A. Gioco	42,7	48	NON VERIFICATO

#### Procedimento di calcolo

Locale ricevente	Volume [m³]	D'2m,nT,w [dB]	Lim [dB]	Verificato
Scuola Materna Aula 1 - Dormitorio	112,802	47,9	48,0	No

Parete	Area [m²]	Massa [kg/m²]	Rw [dB]
Struttura base	25,4	668,0	55,2
Strato addizionale lato interno	25,4		
Strato addizionale lato esterno	25,4		
RDd	25,4		55,2
Serramento	2,8		44,0
Serramento	2,8		44,0
Serramento	2,8		44,0

Locale ricevente	Volume [m³]	D'2m,nT,w [dB]	Lim [dB]	Verificato
Scuola Materna Aula 2 – A. Ordinate	151,603	47,9	48,0	No



Solaio superiore	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	13,5	313,3	50,0
Strato addizionale lato interno	13,5	1,7	8,5
RDd	13,5		58,5

Parete	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	27,9	668,0	55,2
Strato addizionale lato interno	27,9		
Strato addizionale lato esterno	27,9		
RDd	27,9		55,2
Serramento	2,8		44,0

Locale ricevente	Volume [m <sup>3</sup> ]	D'2m,nT,w [dB]	Lim [dB]	Verificato
Scuola Materna Aula 3 - Mensa	135,649	47,0	48,0	No

Solaio superiore	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	18,1	313,3	50,0
Strato addizionale lato interno	18,1	1,7	8,5
RDd	18,1		58,5

Parete	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	25,7	668,0	55,2
Strato addizionale lato interno	25,7		
Strato addizionale lato esterno	25,7		
RDd	25,7		55,2
Serramento	2,8		44,0

Parete	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	17,3	668,0	55,2
Strato addizionale lato interno	17,3		
Strato addizionale lato esterno	17,3		
RDd	17,3		55,2

Locale ricevente	Volume [m <sup>3</sup> ]	D'2m,nT,w [dB]	Lim [dB]	Verificato
Scuola Materna Aula 5 - Multimediale	58,231	43,8	48,0	No

Solaio superiore	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	19,1	313,3	50,0
Strato addizionale lato interno	19,1	1,7	10,6
RDd	19,1		60,6

Parete	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	12,3	668,0	55,2
Strato addizionale lato interno	12,3		
Strato addizionale lato esterno	12,3		
RDd	12,3		55,2
Serramento	2,8		44,0
Serramento	2,8		44,0

Parete	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	14,4	668,0	55,2
Strato addizionale lato interno	14,4		
Strato addizionale lato esterno	14,4		
RDd	14,4		55,2
Serramento	2,2		44,0



Parete	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	7,8	668,0	55,2
Strato addizionale lato interno	7,8		
Strato addizionale lato esterno	7,8		
RDd	7,8		55,2
Serramento	2,8		44,0

Locale ricevente	Volume [m <sup>3</sup> ]	D'2m,nT,w [dB]	Lim [dB]	Verificato
Scuola Materna Aula 4 - Gioco	103,963	42,7	48,0	No

Solaio superiore	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	34,1	313,3	50,0
Strato addizionale lato interno	34,1	1,7	10,6
RDd	34,1		60,6

Solaio inferiore	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	34,1	293,0	49,3
Strato addizionale lato interno	34,1		
RDd	34,1		49,3

Parete	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	16,2	668,0	55,2
Strato addizionale lato interno	16,2		
Strato addizionale lato esterno	16,2		
RDd	16,2		55,2
Serramento	2,8		44,0
Serramento	2,8		44,0

Parete	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	6,6	668,0	55,2
Strato addizionale lato interno	6,6		
Strato addizionale lato esterno	6,6		
RDd	6,6		55,2
Serramento	3,3		44,0

Parete	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	4,9	668,0	55,2
Strato addizionale lato interno	4,9		
Strato addizionale lato esterno	4,9		
RDd	4,9		55,2
Serramento	1,3		44,0

Parete	Area [m <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	Rw [dB]
Struttura base	15,4	668,0	55,2
Strato addizionale lato interno	15,4		
Strato addizionale lato esterno	15,4		
RDd	15,4		55,2
Serramento	1,2		44,0

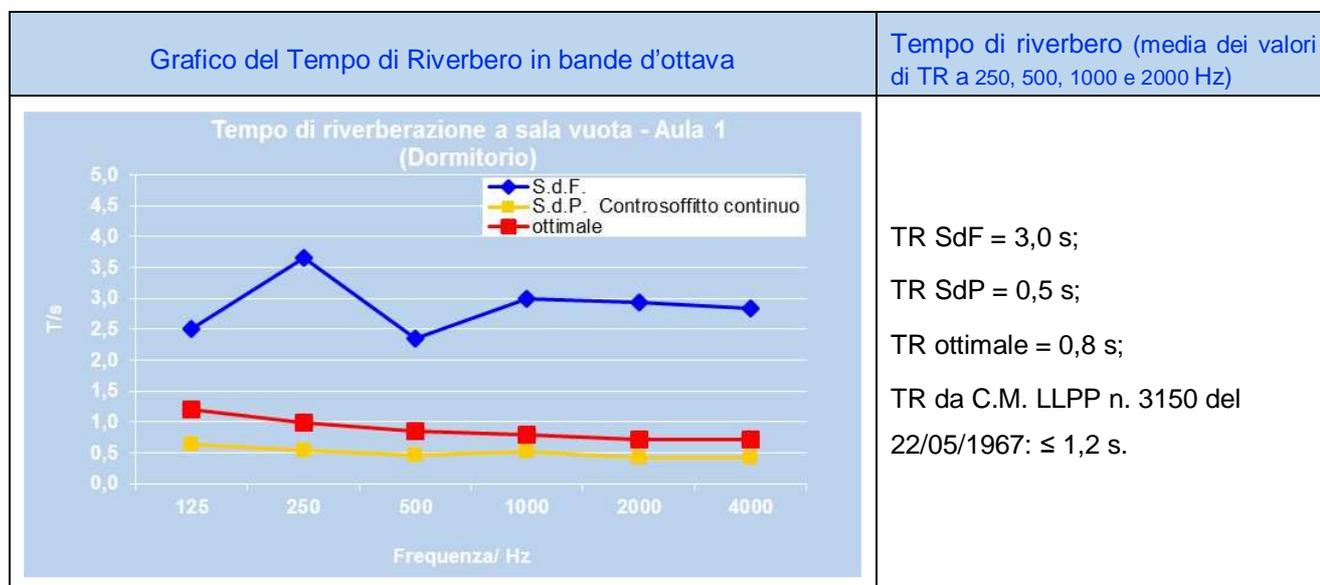


## 16. Tempo di riverbero (T60)

T60 è il tempo necessario perché un suono decada di 60 dB all'interno di un locale. Il parametro varia con la frequenza considerata. Il DPCM, inoltre, richiama quanto riportato nella Circ. Min. LL. PP. N. 3150 del 22/05/2967 "Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici": "La media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze 250-500-1000-2000 Hz, non deve superare 1,2 sec. ad aula arredata, con la presenza di due persone al massimo. Nelle palestre la media dei tempi di riverberazione non deve superare 2,2 sec".

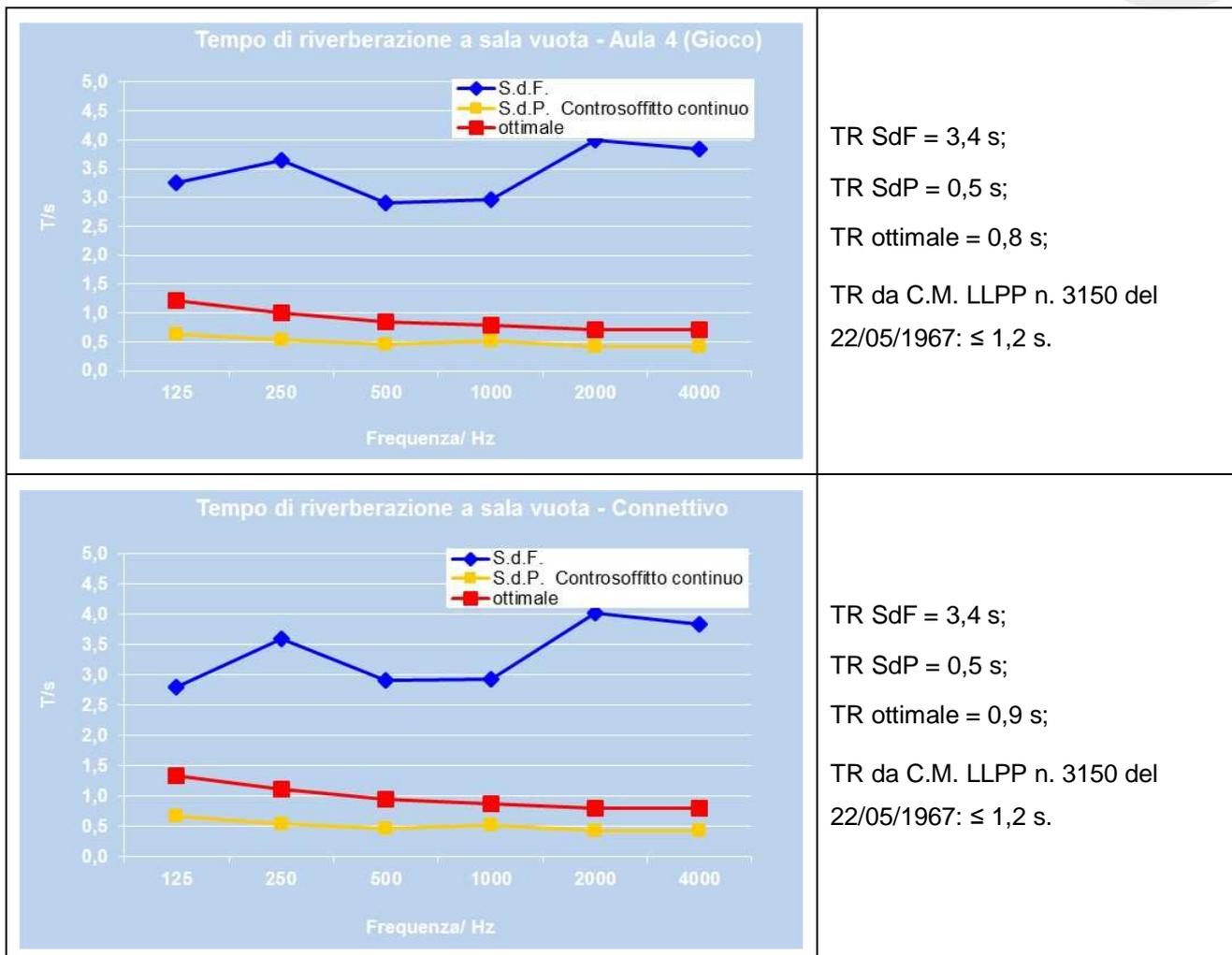
Un corretto tempo di riverbero consente di ottenere una buona intelligibilità del parlato, con un livello sonoro sufficiente per un'audizione senza sforzo. A partire dalle caratteristiche geometriche dell'ambiente e dalla tipologia dei materiali utilizzati per le finiture di pareti e solai, si può fornire una stima del tempo di riverbero di ciascuno dei locali, applicando la formula di Sabine. Per il presente lavoro si sono verificati i tempi di riverbero post operam di tutte le aule e del corridoio al piano rialzato, in quanto area, quest'ultimo, atto all'accoglienza di genitori e bambini durante alcuni momenti della giornata, necessita, come le aule, di garantire un comfort acustico adeguato ed un buon livello di intelligibilità del parlato.

Si riportano di seguito i grafici con i valori di TR valutati per ciascuno degli ambienti di cui sopra, espressi in frequenza, in bande d'ottava. Si riporta, contemporaneamente un confronto tra il valore calcolato ante operam, post operam ed il valore di tempo di riverbero ottimale, ottenuto come da modello di calcolo previsto dal DM 13/09/1977.





<p><b>Tempo di riverberazione a sala vuota - Aula 2 (A. Ordinate)</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Aula 2 (A. Ordinate)</caption> <thead> <tr> <th>Frequenza/ Hz</th> <th>S.d.F.</th> <th>S.d.P. Controsoffitto continuo</th> <th>ottimale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>125</td> <td>2,8</td> <td>0,7</td> <td>1,3</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>4,0</td> <td>0,6</td> <td>1,1</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>2,6</td> <td>0,5</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>3,2</td> <td>0,5</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>3,3</td> <td>0,4</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>4000</td> <td>3,2</td> <td>0,4</td> <td>0,8</td> </tr> </tbody> </table>	Frequenza/ Hz	S.d.F.	S.d.P. Controsoffitto continuo	ottimale	125	2,8	0,7	1,3	250	4,0	0,6	1,1	500	2,6	0,5	0,9	1000	3,2	0,5	0,8	2000	3,3	0,4	0,8	4000	3,2	0,4	0,8	<p>TR SdF = 3,3 s;                      TR SdP = 0,5 s;                      TR ottimale = 0,9 s;                      TR da C.M. LLPP n. 3150 del 22/05/1967: <math>\leq 1,2</math> s.</p>
Frequenza/ Hz	S.d.F.	S.d.P. Controsoffitto continuo	ottimale																										
125	2,8	0,7	1,3																										
250	4,0	0,6	1,1																										
500	2,6	0,5	0,9																										
1000	3,2	0,5	0,8																										
2000	3,3	0,4	0,8																										
4000	3,2	0,4	0,8																										
<p><b>Tempo di riverberazione a sala vuota - Aula 3 (Mensa)</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Aula 3 (Mensa)</caption> <thead> <tr> <th>Frequenza/ Hz</th> <th>S.d.F.</th> <th>S.d.P. Controsoffitto continuo</th> <th>ottimale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>125</td> <td>2,7</td> <td>0,6</td> <td>1,3</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>3,9</td> <td>0,5</td> <td>1,1</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>2,5</td> <td>0,4</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>3,1</td> <td>0,5</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>3,2</td> <td>0,4</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>4000</td> <td>3,1</td> <td>0,4</td> <td>0,8</td> </tr> </tbody> </table>	Frequenza/ Hz	S.d.F.	S.d.P. Controsoffitto continuo	ottimale	125	2,7	0,6	1,3	250	3,9	0,5	1,1	500	2,5	0,4	0,9	1000	3,1	0,5	0,8	2000	3,2	0,4	0,8	4000	3,1	0,4	0,8	<p>TR SdF = 3,2 s;                      TR SdP = 0,5 s;                      TR ottimale = 0,9 s;                      TR da C.M. LLPP n. 3150 del 22/05/1967: <math>\leq 1,2</math> s.</p>
Frequenza/ Hz	S.d.F.	S.d.P. Controsoffitto continuo	ottimale																										
125	2,7	0,6	1,3																										
250	3,9	0,5	1,1																										
500	2,5	0,4	0,9																										
1000	3,1	0,5	0,8																										
2000	3,2	0,4	0,8																										
4000	3,1	0,4	0,8																										
<p><b>Tempo di riverberazione a sala vuota - Aula 5 (A. Multimediale)</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Aula 5 (A. Multimediale)</caption> <thead> <tr> <th>Frequenza/ Hz</th> <th>S.d.F.</th> <th>S.d.P. Controsoffitto continuo</th> <th>ottimale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>125</td> <td>2,4</td> <td>0,6</td> <td>1,1</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>3,1</td> <td>0,5</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>2,7</td> <td>0,5</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>2,8</td> <td>0,5</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>3,7</td> <td>0,4</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>4000</td> <td>3,6</td> <td>0,4</td> <td>0,7</td> </tr> </tbody> </table>	Frequenza/ Hz	S.d.F.	S.d.P. Controsoffitto continuo	ottimale	125	2,4	0,6	1,1	250	3,1	0,5	0,9	500	2,7	0,5	0,8	1000	2,8	0,5	0,7	2000	3,7	0,4	0,7	4000	3,6	0,4	0,7	<p>TR SdF = 3,1 s;                      TR SdP = 0,5 s;                      TR ottimale = 0,7 s;                      TR da C.M. LLPP n. 3150 del 22/05/1967: <math>\leq 1,2</math> s.</p>
Frequenza/ Hz	S.d.F.	S.d.P. Controsoffitto continuo	ottimale																										
125	2,4	0,6	1,1																										
250	3,1	0,5	0,9																										
500	2,7	0,5	0,8																										
1000	2,8	0,5	0,7																										
2000	3,7	0,4	0,7																										
4000	3,6	0,4	0,7																										



TR SdF = 3,4 s;  
 TR SdP = 0,5 s;  
 TR ottimale = 0,8 s;  
 TR da C.M. LLPP n. 3150 del  
 22/05/1967: ≤ 1,2 s.

TR SdF = 3,4 s;  
 TR SdP = 0,5 s;  
 TR ottimale = 0,9 s;  
 TR da C.M. LLPP n. 3150 del  
 22/05/1967: ≤ 1,2 s.

**LEGENDA:**

- TR allo Stato di fatto
- TR allo Stato di Progetto
- TR ottimale



## 17. Osservazioni

- ◀ A progetto, per incrementare l'isolamento acustico di facciata, si sono previsti dei serramenti con la vetrocamera più performante presente in commercio, ad oggi, ossia a 50 dB;
- ◀ Per valutare il potere fonoisolante del serramento di progetto si è utilizzata l'appendice B.4.6 del rapporto tecnico UNI TR 11175 che, in riferimento alle tipologie di aperture e telai a progetto, prevede, per il **sistema serramento**<sup>1</sup>, un decremento del valore di potere fonoisolante della vetrocamera pari a 4 dB. Ne segue che il potere fonoisolante dei serramenti di progetto è stato stimato pari a 46 dB;
- ◀ Si è prevista, a progetto, l'installazione di cassonetti per avvolgibili isolati, aventi indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato ( $D_{n,e,w}$ ) pari a 52 dB;
- ◀ Nonostante, a progetto, si siano previsti i materiali acusticamente più performanti, non si riesce ad ottenere la piena verifica dell'indice di isolamento acustico di facciata:
  - » Per gli ambienti al piano rialzato la verifica è con riserva, in quanto di poco inferiore al limite di legge (si consideri un'incertezza dei risultati pari a  $\pm 1,5$  dB, che potrebbe comportare la verifica, o meno, in caso di collaudo in opera);
  - » Per gli ambienti al piano primo la verifica è negativa in quanto il discostamento dei risultati dai limiti di legge è maggiore di 1,5 dB. Il motivo è riscontrabile nel gran numero di serramenti presenti;
- ◀ Per tutti gli ambienti, in riferimento allo stato di progetto, nonostante non si riesca a garantire una piena verifica dei limiti di legge, si sono ottenuti degli incrementi significativi dell'isolamento acustico di facciata, dell'ordine di 18 dB che consentono comunque di avvicinarsi di molto ai valori limite prescritti dal D.P.C.M. 05/12/1997;
- ◀ Si prescrive che vengano installati serramenti con vetrocamera avente potere fonoisolante almeno pari a 50 dB e che, qualora, al momento dell'ordine dei serramenti, fossero presenti, in commercio, vetrocamera con un indice di potere fonoisolante maggiore di 51 dB, siano installate tali vetrocamera. In tal caso, l'indice di isolamento acustico di facciata potrebbe restituire esito positivo.

Alla pagina seguente, a supporto di quanto appena espresso, si riporta una tabella in cui sono sintetizzati e posti a confronto i risultati restituiti a calcolo dello stato di fatto e dello stato di progetto, in cui si evidenzia il notevole miglioramento dell'indice di isolamento acustico nello stato di progetto.

<sup>1</sup> Per **serramento** si intende l'**insieme** di tutti i componenti: telaio fisso e mobile, specchiatura e/o pannellatura. Le certificazioni da richiedersi, pertanto, sono relative al serramento nel suo insieme e devono tener conto delle superfici di progetto.



INDICE DI ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

Locale da verificare	Stato di Fatto		Stato di Progetto		Limite da D.P.C.M. 05/12/1997 – Categoria E
	D <sub>2m,nTw</sub> [dB]	Verifica	D <sub>2m,nTw</sub> [dB]	Verifica	
Aula 1 (Dormitorio)	29,1	NEGATVA	47,9	CON RISERVA	48 dB
Aula 2 (A. Ordinate)	29,3	NEGATVA	47,9	CON RISERVA	48 dB
Aula 3 (Mensa)	28,9	NEGATVA	47,0	CON RISERVA	48 dB
Aula 4 (A. Gioco)	25,1	NEGATVA	42,7	NEGATVA	48 dB
Aula 5 (Multimediale).	26,3	NEGATVA	43,8	NEGATVA	48 dB

- ◀ In riferimento al tempo di riverbero, a seguito del trattamento con controsoffitto fonoassorbente si è potuto riscontrare un miglioramento significativo del TR in tutti gli ambienti considerati. I valori restituiti a calcolo, in questo caso, rispettano i limiti di legge;
- ◀ L'andamento della curva del tempo di riverbero, allo stato di progetto, si attesta per tutti i locali, di poco al di sotto dei valori ottimali, seguendo anche l'andamento della curva del TR ottimale;
- ◀ I valori di tempo di riverbero, restituiti a calcolo per lo stato di progetto sono di poco inferiori ai valori suggeriti nelle linee guida dell'*Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO)*.



## 18. Impianti tecnici e D.P.C.M. 05/12/1997

Per quanto riguarda la progettazione di interventi di mitigazione della pressione sonora dovuta agli impianti ad uso discontinuo e continuo, non conoscendo la progettazione esecutiva degli stessi, saranno date indicazioni generali sia sulle tecnologie di posa che per quanto riguarda i materiali da utilizzare.

Il DPCM 05/12/1997 sui requisiti acustici passivi degli edifici prende in esame la rumorosità degli impianti, distinguendoli in due principali categorie:

### 1) Impianti a funzionamento discontinuo

- Ascensori;
- Scarichi idraulici;
- Servizi igienici e rubinetteria;
- Cancelli e chiusure automatiche (non citati dal decreto);
- Raccolta centralizzata dei rifiuti (non citata dal decreto).

### 2) Impianti a funzionamento continuo:

- Riscaldamento;
- Aerazione;
- Condizionamento;
- Aspirazione centralizzata (non citata dal decreto).

Il Decreto classifica le tipologie edilizie in sette categorie in base alle attività che vi si svolgono e per ogni tipologia vengono attribuiti dei requisiti minimi sia per quanto riguarda gli impianti discontinui sia per quelli continui.

Tipologia edificio	Il rumore di impianti continui <b>L<sub>Aeq</sub> (dBA)</b>	Rumore di impianti discontinui <b>L<sub>ASmax</sub> (dBA)</b>
<b>D</b> Ospedali e similari	≤ 25 dB(A)	≤ 35 dB(A)
<b>A-C</b> Residenze, alberghi e similari	≤ 35 dB(A)	≤ 35 dB(A)
<b>E</b> Scuole e similari	≤ 25 dB(A)	≤ 35 dB(A)
<b>B-F-G</b> Uffici, ricreativi, culto, commerciali e similari	≤ 35 dB(A)	≤ 35 dB(A)

Le misurazioni devono essere eseguite in ambienti diversi da quelli in cui il rumore viene originato e nei quali risulta più elevato.

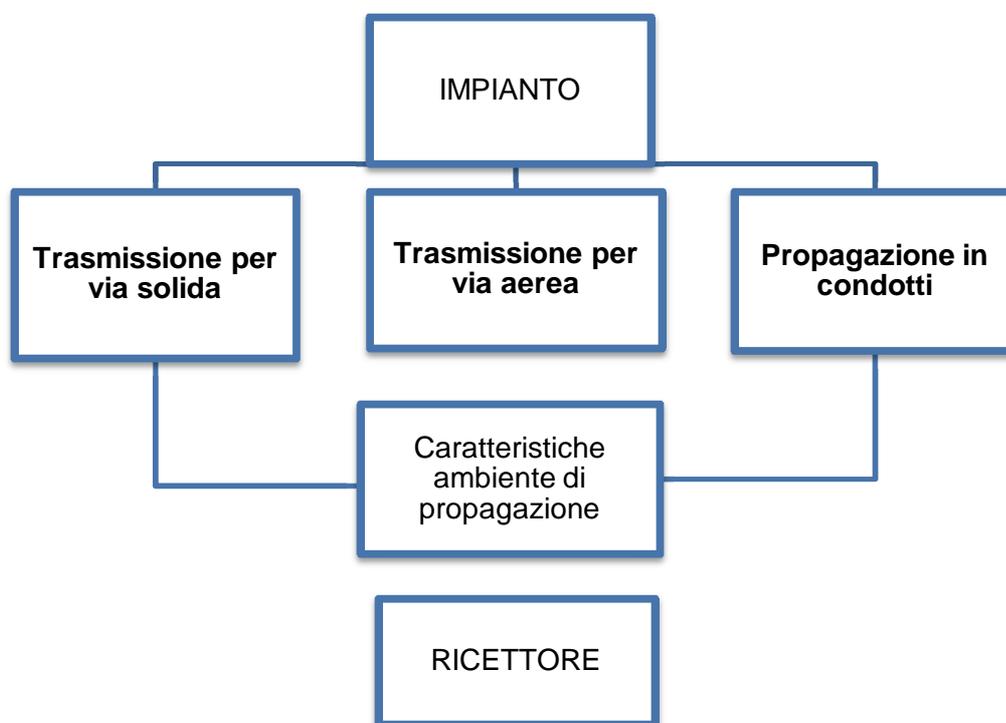


## 19. Analisi previsionale

Allo stato attuale l'unico riferimento utilizzabile per poter eseguire un'analisi previsionale della rumorosità di un impianto tecnico inserito all'interno di un edificio, è rappresentato dalla norma UNI EN 12354.

Nel dettaglio *Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici.*

Il rumore prodotto dall'impianto, viene schematizzato in tre componenti principali che si propagano attraverso gli elementi costruttivi dell'edificio:



1. Trasmissione per via solida;
2. Trasmissione per via aerea;
3. Trasmissione per via aerea attraverso canalizzazioni, tubazioni, canne fumarie, ecc.



## IMPIANTI A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO

### 20. Interventi per la riduzione del rumore idraulico ed impiantistico

In genere una sorgente di un impianto idraulico produce rumore strutturale che viene trasmesso in modo diretto alle strutture oppure immesso attraverso gli elementi di supporto. In casi specifici, però, è necessario considerare anche il rumore generato direttamente dal fluido. Si considerano perciò, al fine di valutare il livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente, le tre principali trasmissioni del rumore:

- rumore aereo irradiato dalla sorgente;
- rumore strutturale trasmesso attraverso la rete di tubazioni;
- rumore strutturale trasmesso alle strutture dell'edificio o agli elementi di accoppiamento.

Componenti		Tipo di rumore			Trasmissione all'edificio attraverso		
		Aereo	Strutturale	Da fluido	Montaggio diretto	Montaggio su elemento	Tubi
Valvole e rubinetti	Rubinetto di scarico		X	X	X	X	X
	Rubinetto per flessibili		X	X	X	X	X
	Rubinetto a getto		X	X	X	X	X
	Rubinetto di sciacquo		X	X	X	X	X
	Rubinetto di fermo		X	X	(X)	X	X
	Valvole di arresto angolo		X	X	(X)	X	X
	Dispositivi di prevenzione del riflusso		X	X	(X)	(X)	X
	Valvole a farfalla		X	X	X	X	X
	Valvole di riduzione della pressione		X	X	(X)	(X)	X
	Elementi di regolazione all'uscita dei rubinetti		X	X			X
	Regolatori di getto		X	X			X
	Dispositivi di controllo del flusso		X	X			X
	Valvole anti-vuoto		X	X			X
	Dispositivi di prevenzione del riflusso		X	X			X
Tubazioni			X	X	X	X	X
Cassette		X	X	X	X	X	X
Riscaldatori acqua		(X)	X	X	X	X	(X)
Bacini di raccolta acqua		X	X		X	X	
Pompe booster		X	X	X	X	X	X

**Il controllo della rumorosità di un impianto idraulico si attua attraverso una serie di accorgimenti**

Impiegare tubazioni silenziate dalla massa elevata

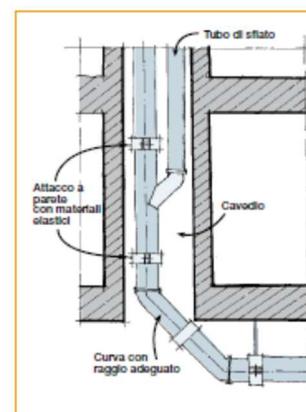


Provvedere ad avvolgere le tubazioni con apposito materiale fonoisolante

Inserire le tubazioni in appositi cavedi tecnici rivestiti con materiale fonoisolante

Evitare di incassare le tubazioni nelle parti divisorie

Eliminare tutti i possibili collegamenti rigidi fra le strutture laterali e i canali, utilizzando collari di tipo silenziato e interponendo, tra le tubazioni e strutture rigide, materiale elastico



Adottare idonee sezioni delle tubazioni, prevedendo una velocità del fluido non elevata

<b>Diametro del tubo (mm)</b>	25	50	80	100	125	150	200	250	≥300
<b>Velocità max del fluido (m/s)</b>	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9	3,0

Installare un riduttore di pressione all'entrata di ogni unità abitativa

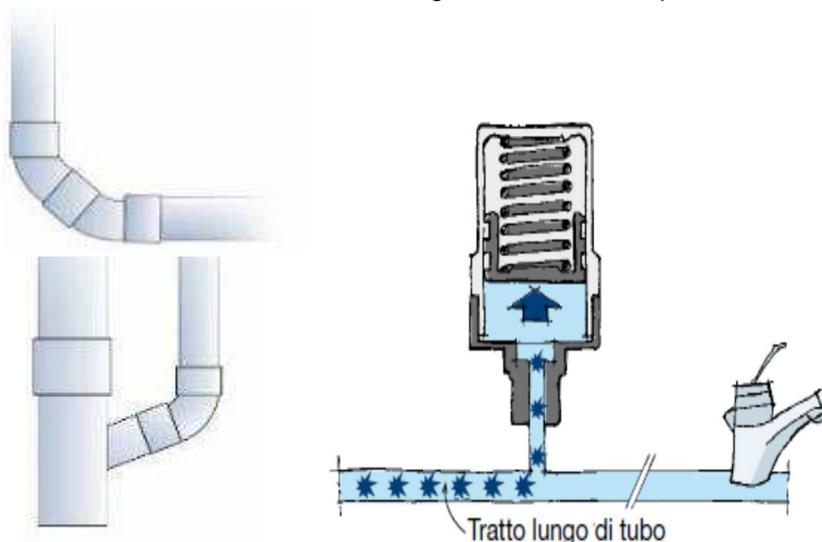
Adottare rubinetterie classificate nel gruppo acustico (Lap<20 dB)



Prevedere sistemi, per esempio ammortizzatori, da installare sui lati lunghi delle tubazioni, per l'attenuazione del "colpo d'ariete" nella rete

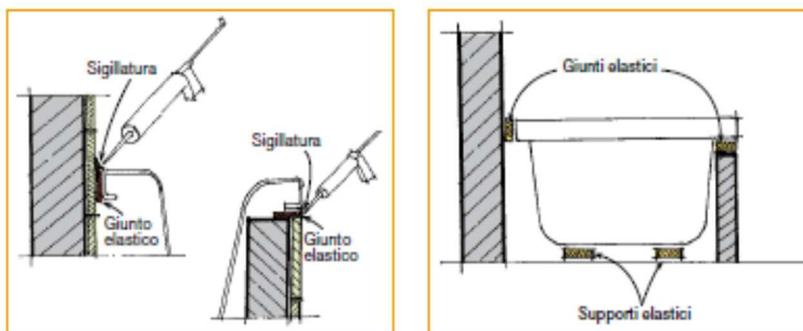
Curva a 45° per la riduzione del colpo d'ariete

Fasciatura con materiale fibroso per la riduzione del rumore all'interno delle tubazioni



Collocare uno strato di materiale resiliente tra apparecchio sanitario e struttura muraria durante la posa in opera

Evitare di collegare rigidamente il bordo superiore della vasca al muro, utilizzare guarnizioni o sigillanti per desolidarizzare i due elementi



A. Per evitare che i rumori di tipo impattivo derivanti dalla caduta dell'acqua sul piatto doccia, si consiglia di distaccare i massetti del piatto doccia interponendo del materiale di polietilene espanso che non dovrà essere risvoltato per non danneggiare il massetto.

B. Il corretto montaggio prevede che il materiale elastico venga tagliato con un cutter successivamente la posa della pavimentazione.

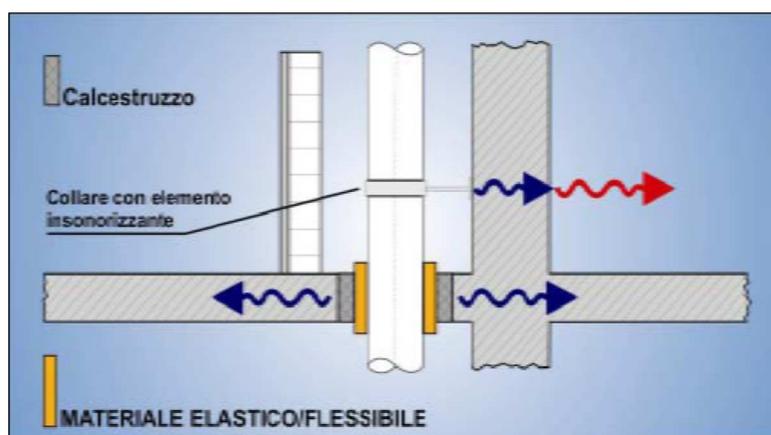


**Posa del rivestimento ceramico:**



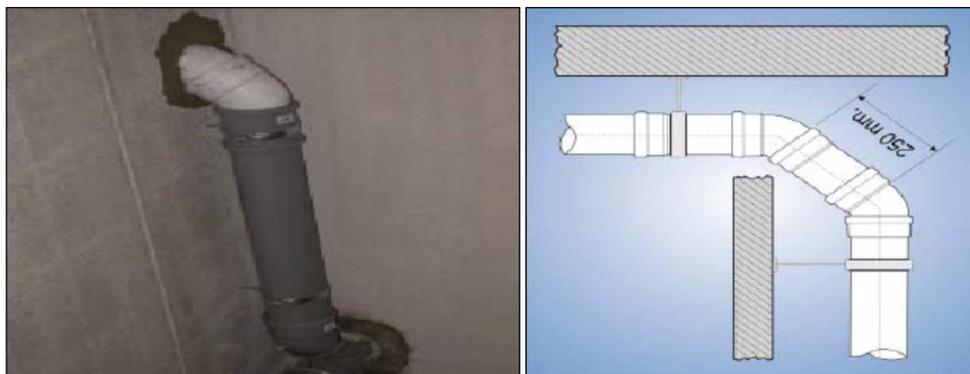
Per evitare che le vibrazioni prodotte dagli impianti idrici possano utilizzare come percorsi preferenziali quelli del pavimento e del battiscopa, si suggerisce di avere adeguata accortezza nel posare il rivestimento ceramico staccandolo dalla pavimentazione (battiscopa) in modo tale da sigillare la fuga con del materiale elastico ( es. silicone colorato).

Prevedere cavedi tecnici o pareti acusticamente isolante



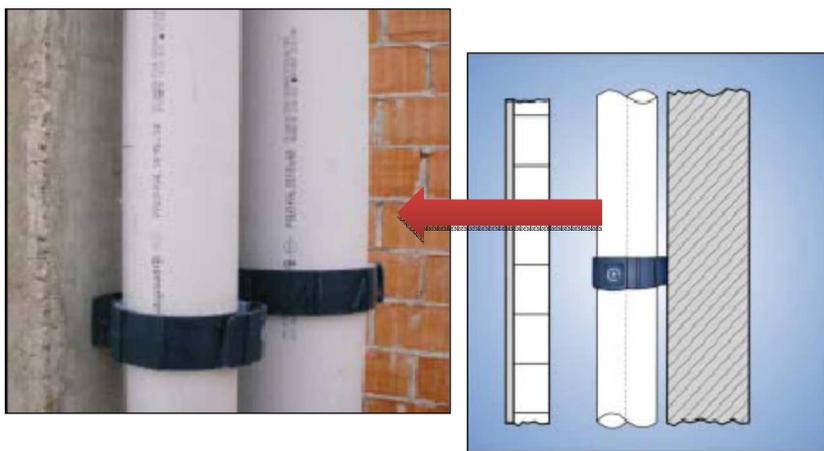


Il cambiamento di direzione della colonna al di sotto dell'ultimo solaio deve essere realizzato utilizzando due curve a 45° con un tronchetto di tubo interposto (lunghezza ideale: 2 x diametro tubo)



Determinare il potere di abbattimento della parete di tamponatura

- Nel caso di installazione in cavedio (sia in verticale che in orizzontale) è necessario adottare sistemi di staffaggio elastici per ridurre al minimo il passaggio di eventuali vibrazioni dalle tubazioni alla struttura.



Nel caso di rumore da gorgoglio durante lo svuotamento dell'acqua presente nel sifone, dovuto a una depressione da scarico e da una ventilazione insufficiente, è necessario installare una valvola di ventilazione per ridurre al minimo il rumore emesso.



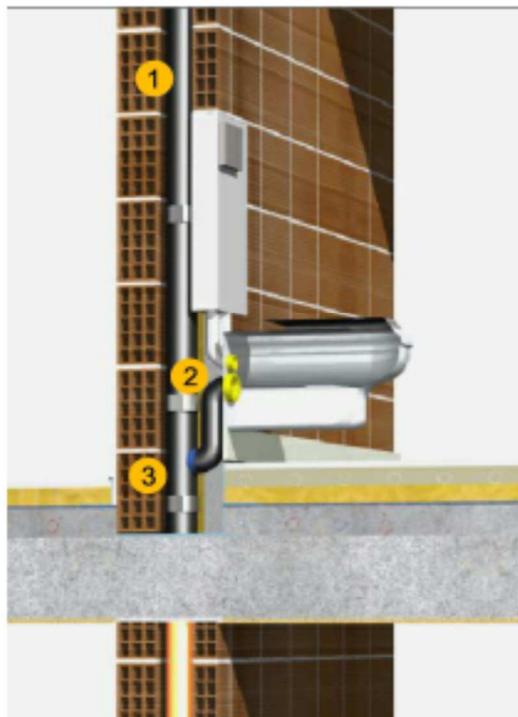


Nel caso si volesse ridurre il rumore di riempimento delle cassette di risciacquo Wc è necessario utilizzare un galleggiante insonorizzato.





## 21. Schema dell'impianto di scarico



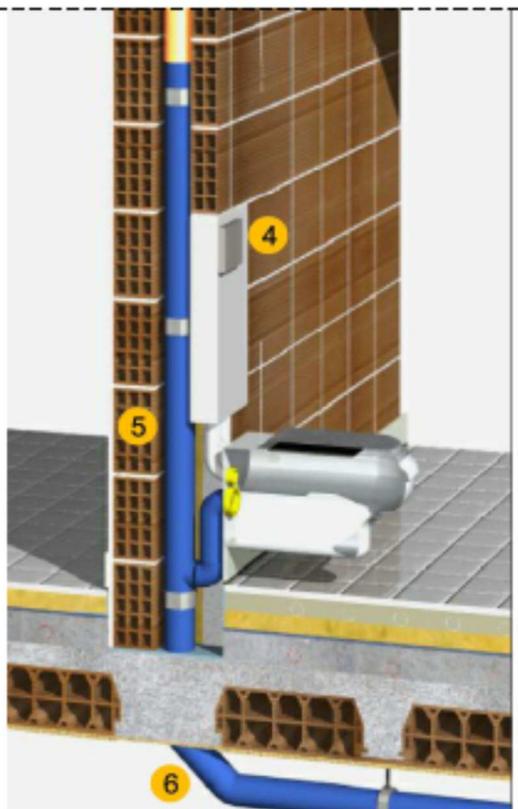
**1** Sistema di scarico insonorizzato



**2** Curva allaccio wc Insonorizzata



**3** Braga, agevola l'immissione dello scarico orizzontale in colonna



**4** Cassetta wc insonorizzata



**5** Tubo di scarico rivestito con materiale fonoassorbente



**6** Curva a 45° riduce il rumore da impatto agevolando il cambio di direzione



## IMPIANTI A FUNZIONAMENTO CONTINUO

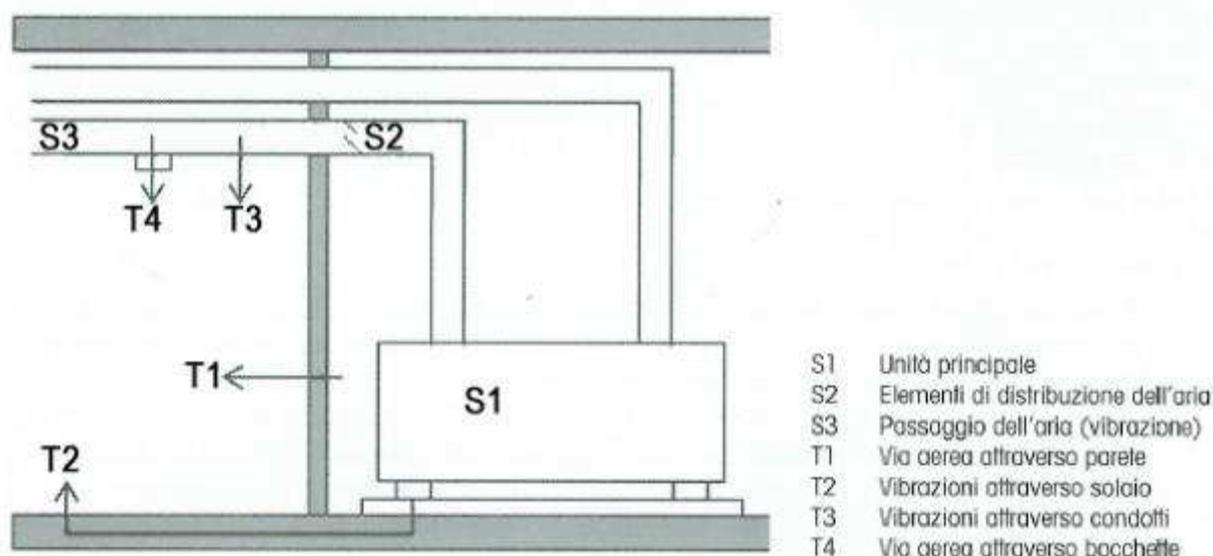
### 22. Interventi per la riduzione del rumore dovuto a l'impianto di climatizzazione

Le condizioni termiche, igrometriche e di ventilazione dell'aria negli ambienti chiusi, sia durante la stagione estiva che in quella invernale, sono regolate dagli impianti di climatizzazione, i cui elementi principali sono: la centrale termica, o frigorifera, il sistema di circolazione dell'acqua calda/refrigerata, il sistema di trattamento e distribuzione dell'aria e le unità locali.

Questo tipo di impianto ricade nella categoria degli impianti a funzionamento continuo.

La trasmissione dei rumori provenienti da questi impianti avviene per:

- Via aerea (T); attraverso condotti, curve, diramazioni, strozzature, serrande, diffusori e attraverso le partizioni dell'edificio(pareti/solaio)
- Via strutturale (S); attraverso le vibrazioni prodotte dalla ventola e dal motore.



Lo schema rappresenta le Sorgenti e le Vie di trasmissione del rumore in un impianto di condizionamento.

Per quanto riguarda gli *impianti di ventilazione*, la sorgente più rilevante dal punto di vista delle potenze sonore prodotte e trasmesse attraverso la rete di condotti è il ventilatore, mentre sono sorgenti di rumore secondarie i tratti rettilinei dei condotti, le curve, le diramazioni, le bocchette e i diffusori che immettono direttamente nei locali. Si può ricorrere ad una serie di accorgimenti per poter controllare maggiormente il rumore prodotto da un impianto di ventilazione, ovvero:



Gli *impianti di condizionamento* a servizio delle unità abitative, generalmente, non creano disturbi acustici all'interno dell'edificio, in quanto studiate e progettate appositamente per quello scopo. Solitamente i problemi si presentano per quegli impianti di maggiori dimensioni o quando l'unità di raffreddamento è posta all'esterno dell'edificio. Si generano così due tipi di problemi acustici:

- rumore aereo generato dai gruppi compressori e dalla ventola di raffreddamento;
- vibrazioni trasmesse all'interno dell'edificio.

<b>Il controllo della rumorosità di un impianto di condizionamento si attua attraverso una serie di accorgimenti</b>
Collocare l'impianto dove risulta meno impattante
Fornire le staffe di supporto dell'impianto di idonei giunti antivibranti, al fine di controllare l'aspetto vibrazionale

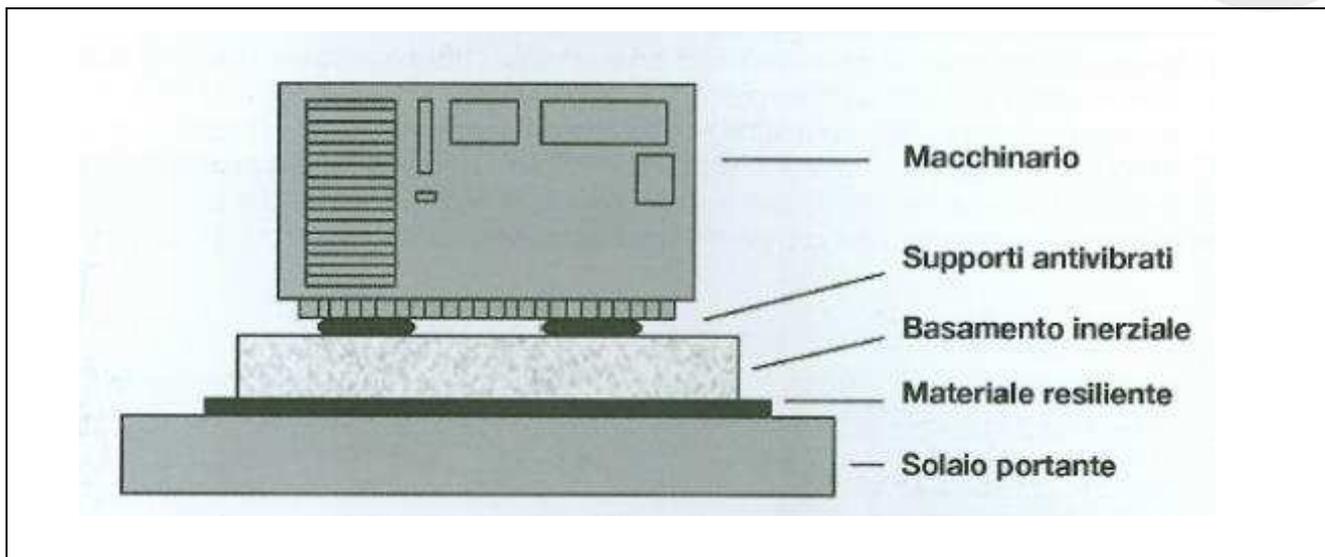
Le principali tipologie di *impianti di riscaldamento* sono rappresentate dai:

- sistemi ad acqua calda con radiatori o convettori;
- sistemi ad aria calda;
- sistemi incassati nel pavimento (serpentine);
- sistemi a soffitto.

Il primo è il più comune ed è formato da un generatore di calore (caldaia o scambiatore di calore), un sistema di espansione, una pompa di circolazione e di valvole e radiatori.

La principale sorgente di rumore è la caldaia, la quale trasmette la pressione sonora sia attraverso l'edificio per via aerea che per via strutturale. Tutte le altre parti del sistema generano principalmente rumore provocato da acqua e/o per via strutturale.

<b>Il controllo della rumorosità di un impianto di riscaldamento si attua attraverso una serie di accorgimenti</b>
Installare impianti per i quali il produttore è in grado di certificare adeguati livelli di rumorosità
Insonorizzare il bruciatore tramite l'applicazione di una cuffia fonoisolante
Inserire dei silenziatori e modificare la geometria dello scarico dei fumi per ridurre gli effetti di risonanza alle basse frequenze all'interno delle cande fumarie di caldaie di grandi dimensioni
Collegare le pompe di circolazione alle tubazioni attraverso connettori flessibili e, se necessario, posizionandole anche su supporti antivibranti
Dimensionare il diametro dei tubi così da mantenere bassa velocità dell'acqua al suo interno
Installare sulla tubazione valvole e saracinesche a bassa perdita di carico
Rivestire sulle tubazioni di distribuzione dell'acqua con materiale resiliente in corrispondenza degli attraversamenti murari e dei supporti, al fine di ridurre la trasmissione delle vibrazioni
Montare tutti i macchinari che generano vibrazioni su adeguati supporti antivibranti, i quali dovranno essere poggiati su basamento inerziale a sua volta non connesso al solaio portate grazie all'interposizione di materiale resiliente



Posizionare il locale caldaia lontano da locali abitati e rivestire le superfici con pannelli caratterizzati da elevato potere fonoisolante

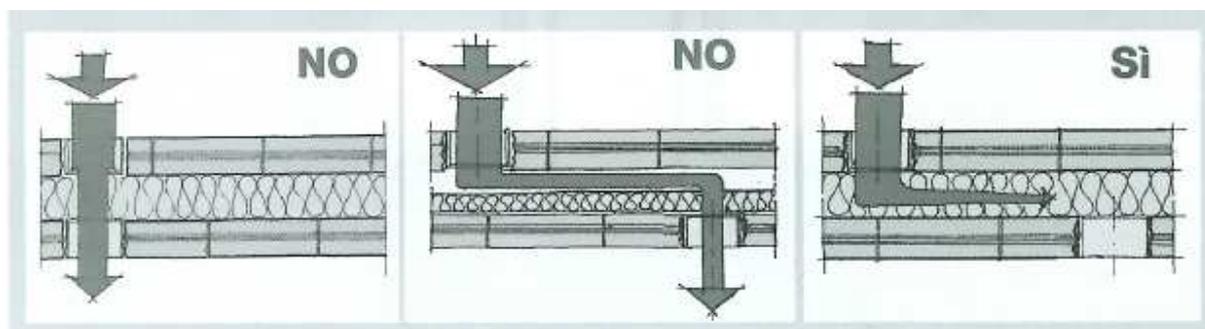
### 23. Interventi per la riduzione del rumore dovuto a l'impianto elettrico

Generalmente questo tipo di impianto non comporta problemi di rumorosità significativa tali da richiedere particolari precauzioni di isolamento.

#### Il controllo della rumorosità di un impianto elettrico si attua attraverso una serie di accorgimenti

Evitare di contrapporre scatole elettriche ed interruttori elettrici in una stessa parete;

Riempire totalmente l'intercapedine tra le pareti.



## CORRETTA POSA IN OPERA

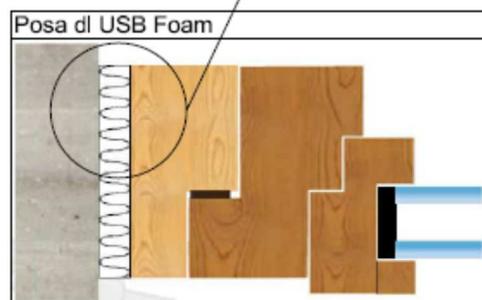
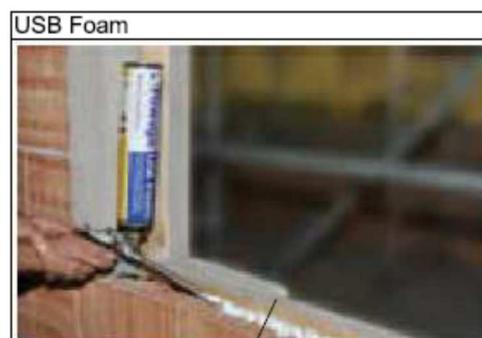
Di seguito si illustrano le corrette fasi di posa in opera di alcuni dei componenti edilizi in oggetto. Si sottolinea che una corretta posa in opera è una condizione necessaria affinché i dati previsionali ottenuti a calcolo possano essere confermati da una successiva verifica in opera, mediante rilievi strumentali.

### POSA SERRAMENTI

#### **Telaio:**

La posa deve seguire le indicazioni del fornitore del serramento, conformi a quelle adottate per le prove di laboratorio.

1. Realizzazione di una guarnizione a basso modulo elastico, continua lungo tutto il perimetro del telaio, prestando particolare attenzione alla realizzazione degli angoli.
2. Interposizione tra telaio e controtelaio del materiale fibroso fonoassorbente o, in alternativa, schiuma.
3. Il giunto tra telaio e muratura deve essere sigillato con silicone e polisolfuri o mastici di altro genere lungo tutto il perimetro, sia esterno sia interno.
4. Si raccomanda una sigillatura particolarmente accurata sui bordi e sugli angoli a causa del maggiore carico esercitato dalla pressione sonora in questi punti.
5. Gli interspazi devono essere sigillati con materiale isolante comprimibile che resti elastico nel tempo, come la schiuma poliuretana.
6. Il nodo davanzale-controtelaio deve essere isolato acusticamente con nastri di neoprene o profili plastici appositi.
7. La mazzetta va realizzata sul lato esterno.



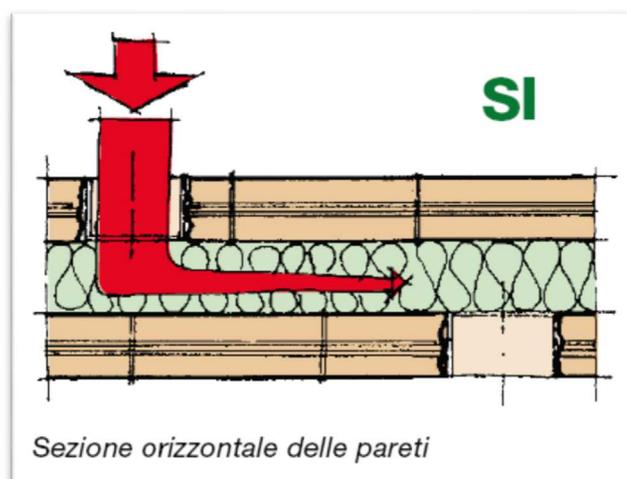
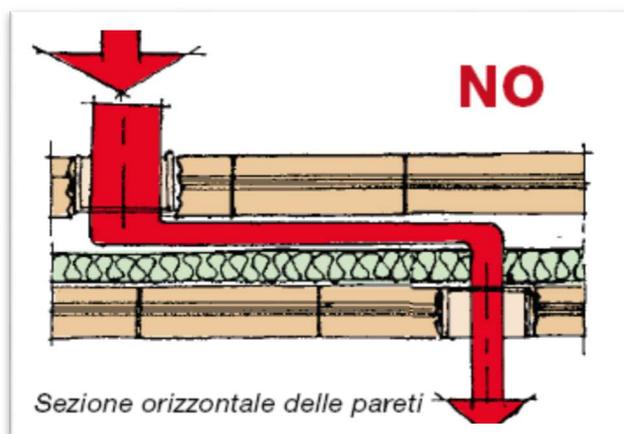
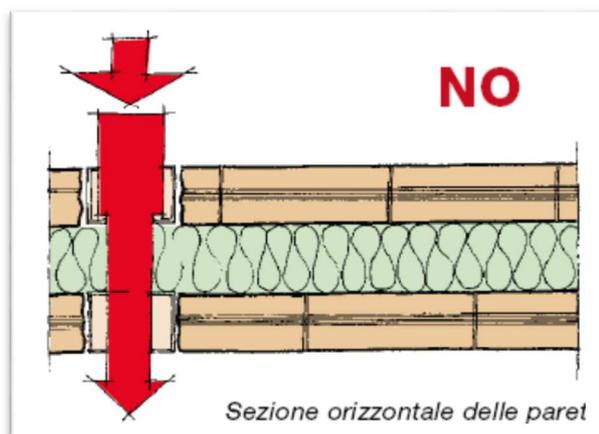


**Vetrazione:**

1. Realizzare guarnizioni fermavetro con l'iniezione di mastici, resistenti agli agenti atmosferici, per limitare le vibrazioni dei vetri.
2. Si raccomanda di rispettare le prescrizioni del fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e manutenzione di sigillanti e adesivi.

POSA IMPIANTI ELETTRICI

In merito all'impianto elettrico si specifica che le scatole portafrutto devono essere realizzate asimmetricamente, non contrapposte, in due locali adiacenti, in modo tale da non generare fori passanti sulle pareti di separazione. Inoltre occorre riempire completamente l'intercapedine, in modo tale da non generare ponti acustici.





## CAPITOLATO SPECIALE PRESTAZIONALE (specifiche tecniche)

### 24. Opere edili

I componenti edilizi oggetto dell'intervento di ampliamento di cui sopra dovranno rispettare le seguenti specifiche tecniche:

Specifiche tecniche prestazionali per opere edili	Requisito di legge [dB(A)] (Destinazione d'uso scolastica)
Valori minimi degli indici di isolamento acustico di facciata D2mnTw delle pareti perimetrali, per l'isolamento dai rumori aerei provenienti dall'esterno.	<b>≥ 48</b>

#### PRODOTTI PER L'ISOLAMENTO ACUSTICO

Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali: lunghezza, larghezza, spessore e densità.

I materiali potranno essere accettati mediante la verifica della dichiarazione di conformità della fornitura alle prestazioni acustiche indicate nella presente.

#### SERRAMENTI

I materiali potranno essere accettati mediante la verifica della dichiarazione di conformità della fornitura alle prestazioni acustiche indicate nella presente.

Specifiche tecniche prescrittive	Requisito
Valore minimo del potere fonoisolante delle finestre e porte-finestre.	<b>R<sub>w</sub> (C, C<sub>tr</sub>) ≥ 44 dB</b>

Si specifica che per **serramento** si intende **l'insieme** di tutti i componenti: telaio fisso e mobile, specchiatura e/o pannellatura. Le certificazioni da richiedersi, pertanto, sono relative al serramento nel suo insieme e devono tener conto delle superfici di progetto.

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione. Per la misura in laboratorio le norme di riferimento è la UNI EN ISO 140-3:2006 "Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 3: Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio".



## SILENZIATORI PER FORI DI AERAZIONE IN FACCIATA

I materiali potranno essere accettati mediante la verifica della dichiarazione di conformità della fornitura alle prestazioni acustiche indicate nella presente.

Specifiche tecniche prescrittive	Requisito
Valore minimo dell'isolamento acustico normato dell'elemento.	<b><math>D_{n,e,w} = 50 \text{ dB}</math></b>

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione. Per la misura in laboratorio la norma di riferimento è la UNI EN 20140-10:1993 "Acustica – Misura dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio. Misura in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di piccoli elementi di edificio".

Ai fini della corretta posa in opera, si raccomandano i seguenti materiali:

- Silenziatore acustico tipo Silentio TERMOLAN srl.



## 25. Impianti idrici, igienici e sanitari

Gli impianti idrici, igienici e sanitari dovranno rispettare le seguenti specifiche tecniche:

Specifiche tecniche prestazionali per impianti idrici, igienici e sanitari	Requisito di legge [dB(A)]
Valori massimi dei livelli di rumorosità $L_{ASmax}$ degli impianti a funzionamento discontinuo, misurati in ambienti diversi da quelli in cui si origina il rumore.	<b><math>\leq 35 \text{ dB}</math></b>

Il rispetto del suddetto limite sarà verificato qualora siano rispettate le indicazioni di posa in opera.

I materiali potranno essere accettati mediante la verifica della dichiarazione di conformità della fornitura alle prestazioni acustiche indicate nella presente.

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione. Per la misura in laboratorio le norme di riferimento sono quelle della serie UNI EN ISO 3822 "Acustica – Misurazione in laboratorio del rumore emesso dai rubinetti e dalle apparecchiature idrauliche utilizzate negli impianti per la distribuzione dell'acqua.



Ai fini della corretta posa in opera descritta nella sezione precedente, si raccomandano i seguenti materiali:

- materiale elastico disaccoppiante di rivestimento di tubi e raccordi (calze in polietilene estruso tipo *FONODBAM* prodotto dalla ditta BAMPI S.p.a.);
- staffaggi elastici di tipo *POLO-CLIP HS* prodotto dalla ditta BAMPI S.p.a., in caso di installazione in cavedio;
- valvole e sifoni ventilati di tipo linea *STUDOR* prodotto dalla ditta BAMPI S.p.a., in caso di depressione da scarico e ventilazione insufficiente con conseguente rumore da gorgoglio;
- materassino o silicone disaccoppiante di tipo *FONOSANWALL* prodotto dalla ditta BAMPI S.p.a., per la desolidarizzazione dei sanitari da partizioni verticali e orizzontali;
- galleggiante insonorizzato di tipo *MAGNETIC* prodotto dalla ditta BAMPI S.p.a., per la riduzione del rumore di riempimento delle cassette di risciacquo WC esterne e ad incasso.

## 26. Impianti di climatizzazione

Gli impianti di climatizzazione e ventilazione dovranno rispettare le seguenti specifiche tecniche:

Specifiche tecniche prestazionali per impianti di ventilazione	Requisito di legge [dB(A)]
Valori massimi dei livelli di rumorosità $L_{ASmax}$ degli impianti a funzionamento discontinuo, misurati in ambienti diversi da quelli in cui si origina il rumore.	$\leq 35$
Valori massimi dei livelli di rumorosità $L_{Aeq}$ degli impianti a funzionamento continuo, misurati in ambienti diversi da quelli in cui si origina il rumore.	$\leq 25$

I materiali descritti al capitolo precedente potranno essere accettati mediante la verifica della dichiarazione di conformità della fornitura alle prestazioni acustiche indicate nella presente.

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione. Per la misura in laboratorio le norme di riferimento sono le seguenti:

- UNI EN ISO 12102:2008 "Condizioni d'aria, refrigeratori di liquido, pompe di calore e deumidificatori con compressori elettrici, per il riscaldamento e il raffrescamento di ambienti – Misurazione del rumore aereo – Determinazione del livello di potenza sonora";
- UNI EN ISO 3740:2002 "Acustica – Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore – Linee guida per l'uso delle norme di base";
- UNI EN ISO 3741:2009 "Acustica – Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione di pressione sonora – Metodi di laboratorio in camere riverberanti";
- UNI EN ISO 3744:2009 "Acustica – Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione di pressione sonora – Metodo tecnico progettuale in un campo essenzialmente libero su un piano riflettente";



- UNI EN ISO 3745:2009 “Acustica – Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione di pressione sonora – Metodi di laboratorio in camere anecoica e semi-anecoica”;
- UNI EN ISO 3746:2009 “Acustica – Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione di pressione sonora – Metodo di controllo con una superficie avvolgente su un piano riflettente”;
- UNI EN ISO 3747:2009 “Acustica – Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione di pressione sonora – Metodo di confronto per utilizzo in opera”;
- UNI EN ISO 5135:2003 “Acustica – Determinazione dei livelli di potenza sonora del rumore delle bocchette d’aria, unità terminali, serrande di taratura e valvole mediante misurazione in camera riverberante”;
- UNI EN ISO 5136:2009 “Acustica – Determinazione della potenza sonora immessa in un condotto da ventilatori ed altri sistemi di movimentazione dell’aria – Metodo con sorgente inserita in un condotto”;
- UNI EN ISO 9614-1:2009 “Acustica – Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante metodo intensimetrico –Parte 1: Misurazione per punti discreti”;
- UNI EN ISO 9614-2:1998 “Acustica – Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante metodo intensimetrico – Misurazione per scansione”;
- UNI EN ISO 9614-3:2009 “Acustica – Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante metodo intensimetrico –Parte 3: Metodo di precisione per la misurazione per scansione”.

**Nell’esecuzione di impianti di climatizzazione e ventilazione si dovrà evitare la formazione di punti di contatto rigido tra gli impianti e la struttura edilizia per impedire la trasmissione di rumore e vibrazioni per via solida.**

## 27. Stima del grado di confidenza della previsione

I modelli di calcolo prevedono le prestazioni di edifici misurate, presupponendo una buona mano d'opera ed un'elevata accuratezza delle misurazioni. L'accuratezza della previsione tramite i modelli presentati dipende da molti fattori: l'accuratezza dei dati di ingresso, l'adattabilità della situazione al modello, il tipo di prodotti e giunti implicati, la geometria della situazione e la mano d'opera. Non è pertanto possibile specificare l'accuratezza delle previsioni in generale per tutti i tipi di situazioni ed applicazioni. I dati relativi all'accuratezza dovranno essere raccolti in futuro confrontando i risultati del modello con una varietà di situazioni d'opera. Tuttavia si possono fornire alcune indicazioni.

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



### *Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea*

La valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente a partire dagli elementi che costituiscono la facciata è mediamente corretto; l'indice di valutazione evidenzia un scostamento tipo di circa 1,5 dB.

Si presume che la valutazione del potere fonoisolante apparente di una facciata a partire dai suoi elementi costitutivi abbia come minimo lo stesso livello di accuratezza.

## **28. Conclusioni**

Con il presente lavoro si è fornita una valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi, ai sensi del D.P.C.M. 5/12/1997, dell'edificio scolastico per l'infanzia di Frazione Valle Talloria, Diano D'Alba a seguito degli interventi edilizi previsti a progetto.

I risultati restituiti a calcolo consentono di ritenere verificati con riserva l'indice di isolamento acustico di facciata dei locali al piano rialzato, ossia: aula 1 – Dormitorio, Aula 2 – A. Ordinate, Aula 3 - Mensa. Per i locali al piano primo i risultati restituiti a calcolo dimostrano il non rispetto dei requisiti acustici passivi in merito all'indice d'isolamento acustico di facciata, in relazione ai limiti previsti per legge (Tabella A del D.P.C.M. 5/12/1997); tuttavia si segnala un incremento significativo del suddetto indice rispetto allo stato di fatto, dell'ordine di circa 18 dB per ciascuno degli ambienti valutati.

Si è potuto verificare che il non rispetto o rispetto con riserva dei requisiti è dovuto alla presenza di un gran quantitativo di superficie vetrata in ciascuno degli ambienti abitabili valutati. Nonostante a progetto si siano previste le vetrocamera acusticamente più performanti, non si riesce ad ottenere, a calcolo, un risultato pienamente positivo. Qualora in fase di realizzazione dei lavori fossero rese disponibili sul mercato vetrocamera con indice di potere fonoisolante maggiore rispetto a quello di progetto, ( $R_w$  della sola vetrocamera = 50 dB), l'impresa sarà tenuta a procurare le vetrocamera con  $R_w$  più performante. In tal caso l'indice di isolamento acustico di facciata potrebbe essere incrementato al punto tale da consentire la verifica in opera, come prescritto da normativa nazionale (L.q. 447/1995 e D.P.C.M. 5/12/1997) e comunale (Regolamento Acustico Comunale).

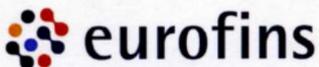
Per quanto concerne il TR, allo stato di progetto si è potuto verificare il rispetto dei limiti di legge per ciascuno degli ambienti verificati; anzi, i valori ottenuti a calcolo dimostrano un avvicinamento della curva dei valori di TR espressi in bande d'ottava alla curva del tempo di riverbero ottimale. Sempre in merito al tempo di riverbero si segnala che i risultati della condizione di progetto sono anche in accordo con quanto indicato dalle linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

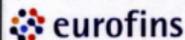
TECNICO IN ACUSTICA  
AMBIENTALE ED EDILIZIA  
Geom. Fabio Girolametti  
N. A862 - Piemonte -  
*Tomio Girolametti*



**RAPPORTI DI PROVA**

**ESTRATTO DEL RAPPORTO DI PROVA CONSIDERATO PER LA VALUTAZIONE DEL CASSONETTO ISOLATO PER AVVOLGIBILI Rif. Rapporto di Prova n° M1.08.RFIS.696/34590**

		<b>Modulo Uno</b>	
10156 TORINO (ITALY) – 21, Via Cuornè Telefono +39.011.22.22.225 – Fax +39.011.22.22.226 e-mail info@modulouno.it – sito: www.modulouno.it			
<b>RAPPORTO DI PROVA N°</b>		<b>M1.08.RFIS.696/34590</b>	
Pagina 1 di 8			
<b>Cliente / Richiedente</b>	Destefanis Emilio & C. s.n.c. Via Alba Cortemilia 2 - 12055 - Diano d'Alba (Cn)		
<b>Costruttore / Proprietario</b>	Destefanis Emilio & C. s.n.c. Via Alba Cortemilia 2 - 12055 - Diano d'Alba (Cn)		
<b>Sito di prova / Stabilimento</b>	Modulo Uno S.p.A. Strada Savonesa, 9 – 15050 Rivalta Scrivia AL		
<b>Norme di riferimento</b>	UNI EN 20140-10 1993 Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misura in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di piccoli elementi di edificio		
<b>Scopo della prova</b>	Misura in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea		
<b>Oggetto sottoposto a prova</b>	Cassonetto per avvolgibile a soffitto		
<b>Nome commerciale / matricola dell'oggetto sottoposto a prova forniti dal richiedente</b>	CASSONETTO M2		
<b>Data esecuzione della prova</b>	2008/11/19		
<b>Allegati al Rapporto di prova</b>	nessuno		
0	2008-12-15	Arch. Milo Rovai	Arch. Milo Rovai
Revisione	Data di emissione	Il Responsabile Prova Taratura	Il Responsabile Area Prove Tarature Acustiche e Vibrometriche
Il presente Rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio I risultati della prova si riferiscono unicamente all'oggetto provato.			



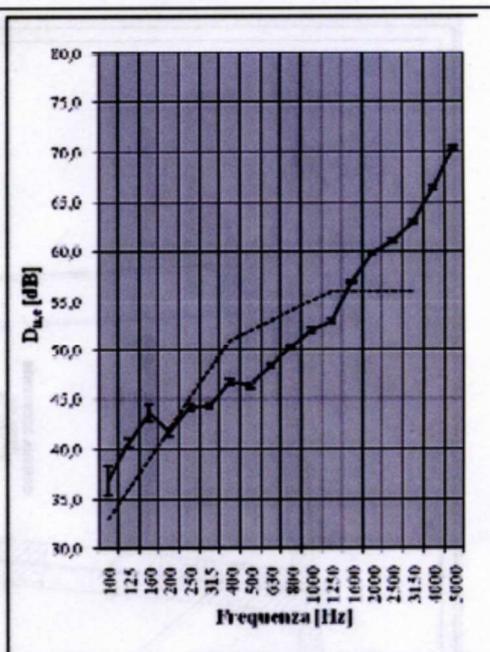
Modulo Uno

RAPPORTO DI PROVA N°

**M1.08.RFIS.696/34590**

Pagina 5 di 8

Frequenza [Hz]	Isolamento acustico normalizzato [dB]	Incertezza estesa U	Gradi di libertà effettivi	Fattore di copertura	Livello di fiducia [%]
100	36,9	1,4	21,7	2,13	95,45
125	40,6	0,6	38,1	2,07	
160	43,6	0,8	24,0	2,11	
200	41,7	0,5	52,9	2,05	
250	44,2	0,4	23,3	2,11	
315	44,4	0,2	30,4	2,09	
400	46,7	0,3	24,1	2,11	
500	46,3	0,3	21,3	2,13	
630	48,4	0,2	28,2	2,09	
800	50,3	0,2	28,2	2,09	
1000	52,0	0,2	23,0	2,12	
1250	52,9	0,2	28,8	2,09	
1600	56,9	0,2	29,6	2,09	
2000	59,8	0,2	34,2	2,08	
2500	60,9	0,2	33,0	2,08	
3150	62,9	0,2	25,4	2,11	
4000	66,4	0,2	25,7	2,11	
5000	70,5	0,2	25,6	2,11	



Valutazione secondo la norma UNI EN ISO 717-1 1997

$D_{n,e,w}$ [dB]	C	Ctr
52	-1	-4

Limite fiduciario inferiore<sup>3</sup>

52      -1      -4

Limite fiduciario superiore<sup>4</sup>

52      -1      -3

$D_{n,e,w}$  indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di un elemento: valore, in decibel, della curva di riferimento a 500 Hz dopo spostamento della curva secondo il metodo specificato nella parte prima della ISO 717.

<sup>3</sup> Valore determinato sottraendo, per ogni terzo d'ottava, a  $D_{n,e}$  iesimo il valore dell'incertezze estesa.  
<sup>4</sup> Valore determinato sommando, per ogni terzo d'ottava, a  $D_{n,e}$  iesimo il valore dell'incertezze estesa.



## ATTESTATI E RICONOSCIMENTO



UNI EN ISO 9712:2012  
Metodo: Termografico (TT)  
Liv. 2  
Fabio Girolametti  
Cert. n.: XPERT-NDT/15/2456



UNI CEI 11339 Settore civile  
Fabio Girolametti  
Cert.N°: 0032-SC-EGE-2016



Data -2 FEB. 2011

Principale 2166/DB10.04

Classificazione 13.90.20

Egr. Sig.  
**GIROLAMETTI Fabio**  
C.so Langhe 3/1  
12051 - ALBA (CN)

**Oggetto: L. 447/1995 - Attività di tecnico competente in acustica ambientale.**

Si comunica che con determinazione dirigenziale n. 19/DB10.04 del 28/1/2011 allegata, la domanda da Lei presentata ai sensi dell'art.2, comma 7, della L. 26/10/1995 n. 447 è stata accolta. Detta determinazione sarà pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte unitamente al cinquantaseiesimo elenco di Tecnici riconosciuti.

Come previsto dall'art. 16, comma 2, della legge regionale 20 ottobre 2000, n. 52, i dati personali utili al fine del Suo reperimento, da Lei forniti in allegato alla domanda (cognome, nome, comune, numero di telefono fisso, numero di cellulare e indirizzo e-mail), saranno inseriti nell'elenco dei tecnici riconosciuti da questa Regione. Le eventuali comunicazioni di aggiornamento di tali dati possono essere comunicate a questa Direzione Ambiente, via Principe Amedeo 17 - 10123 TORINO anche via FAX al numero 011 432 3665.

Distinti saluti.

Il Dirigente del Settore  
(ing. Carla CONTARDI)



referente:  
Ilazio Olcese  
Tel. 011 432 6678-4479

Lettera accoglimento domanda tecnico competente in acustica

Direzione AMBIENTE

Settore Risanamento Acustico, Elettromagnetico ed Atmosferico

DETERMINAZIONE NUMERO: 19

DEL: 28 GEN. 2011

Codice Direzione: DB1000

Codice Settore: DB1004

Legislatura: 9

Anno: 2011

#### Oggetto

Legge 447/1995, art. 2, commi 6 e 7. Accoglimento e rigetto domande per lo svolgimento dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale. Domande dal n. A860 al n. A868.

Visto l'art. 2, commi 6 e 7, della legge 26/10/1995 n. 447, con cui si stabilisce che per svolgere attività di tecnico competente in acustica ambientale deve essere presentata apposita domanda all'Assessorato regionale competente in materia, corredata da idonea documentazione comprovante l'aver svolto attività, in modo non occasionale, nel campo dell'acustica ambientale, da almeno quattro anni per i richiedenti in possesso del diploma di scuola media superiore ad indirizzo tecnico, o da almeno due anni per coloro che sono in possesso di laurea o diploma universitario ad indirizzo scientifico;

vista la deliberazione n. 7-13771 del 7/4/2010, con cui la Giunta Regionale ha stabilito le nuove modalità di valutazione delle domande per lo svolgimento dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale;

visto l'atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, emanato con D.P.C.M. 31/3/1998;

visti gli ordini di servizio n. 5210/RIF del 24/4/96 e n. 7539/RIF del 3/7/97 con cui il Responsabile del Settore smaltimento rifiuti e risanamento atmosferico, ha istituito apposito Gruppo di lavoro per la valutazione delle domande stesse, come previsto dalla deliberazione sopra richiamata;

visti inoltre gli ordini di servizio n. 7029/22 dell'8/6/2007 e n. 33552/DB.10.00 del 24/9/2010, con cui il Direttore della Direzione Ambiente ha modificato la composizione del Gruppo di lavoro sopra citato;

visto il verbale n. 67 della seduta del Gruppo di lavoro tenutasi il 14/1/2011, nonché le relative schede personali ad esso allegate, numerate progressivamente dal n. A860 al n. A868 conservato agli atti del Settore;

Tutto ciò premesso,

*Il Dirigente*

vista la legge regionale 28 luglio 2008, n. 23, "Disciplina dell'organizzazione degli uffici regionali e disposizioni concernenti la dirigenza ed il personale";

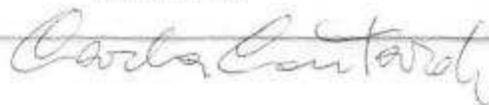
in conformità con gli indirizzi e i criteri disposti nella materia del presente provvedimento della Giunta Regionale con deliberazione n. 7-13771 del 7/4/2010;

**DETERMINA**

1. di accogliere le domande per lo svolgimento dell'attività di tecnico competente in acustica ambientale presentate da parte dei richiedenti elencati nell'allegato A, parte integrante della presente determinazione;

La presente determinazione sarà pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte ai sensi del vigente statuto.

Ing. *Carla Contardi*



Allegato A - Domande accolte (56° elenco)

All. n.	Cognome e Nome	Luogo e data di nascita
A/860	BELLORA Paolo	Alessandria 18/12/1950
A/866	BODOIRA Giuseppe	Torino 8/2/1969
A/867	CHIOLA Ilario	Asti 19/9/1975
A/863	CLERICO Teresa	Domodossola (VB) 14/6/1976
A/862	GIROLAMETTI Fabio	Roma 19/5/1976
A/864	PICCHIANTI Viola	Borghesio (VC) 3/8/1984
A/861	SQUOTTI Pierluigi	Bosco Marengo (AL) 30/6/1950
A/865	TERENZIANI Mima	Reggio nell'Emilia (RE) 10/7/1972
A/868	ZANIN Diego	Torino 11/3/1976



BORGOGNINI DI FERRARA



REPUBBLICA ITALIANA  
IN NOME DELLA LEGGE  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA

Dagli atti di questa Università risulta che:

**Fabio Girolametti**

nato a Roma il giorno 19 maggio 1976

ha frequentato nell'anno accademico 2009/2010 il

**CORSO DI FORMAZIONE**

curato ai sensi dell'art. 6 della Legge 19 novembre 1990 n° 593 concernente l'edilizia

**Tecnici in acustica**

per complessivi 21 crediti

e ha superato in data 11 giugno 2010 il relativo esame finale

Il presente attestato viene rilasciato a tutti gli effetti di legge.

Ferrara, 11 novembre 2010

Clara Coviello  
DIRETTORE AMMINISTRATIVO

*C. Coviello*

Pasquale Nappi  
RETTORE

*P. Nappi*



Associazione Nazionale per  
l'Isolamento Termico e Acustico

**- ATTESTATO DI PARTECIPAZIONE -**

Con il presente si certifica che  
il Geom. **Fabio GIROLAMETTI**  
ha partecipato al corso:  
**" Acustica in edilizia "**

tenutosi a Seriate (BG) in data 9 - 10 - 17 - 18 giugno 2008

Il Presidente  
dott. ing. Sergio Mammi

*Sergio Mammi*

Milano, 18 giugno 2008

Si rilascia il presente attestato per gli usi consentiti dalla legge.



Associazione Nazionale per  
l'Isolamento Termico e Acustico

**-- ATTESTATO DI PARTECIPAZIONE --**

Con il presente si certifica che  
il Geom. **Fabio GIROLAMETTI**  
ha partecipato al:  
**Workshop di acustica edilizia**

tenutosi a Seriate (BG) in data 23 giugno 2008

Il Presidente  
dott. ing. Sergio Mammi

Milano, 23 giugno 2008

Si rilascia il presente attestato per gli usi consentiti dalla legge.



39° Convegno Nazionale  
Roma, 4-6 Luglio 2012

**ATTESTATO DI PARTECIPAZIONE**

Si attesta che

**GIROLAMETTI FABIO**

ha partecipato al 39° Convegno Nazionale  
dell'Associazione Italiana di Acustica  
tenutosi a Roma nei giorni 4-6 Luglio 2012

Partner



La Segreteria Organizzativa



## STRUMENTI E METODI DI MISURA IN ACUSTICA



Polo universitario di Monte Dago  
Ancona  
Venerdì 7 Settembre 2012

### ATTESTATO DI PARTECIPAZIONE

Si attesta che

**Girolametti Fabio**

ha partecipato al Seminario

“Strumenti e metodi di misura in acustica”

tenutosi venerdì 7 Settembre 2012 presso il Polo universitario di Monte Dago.

La Segreteria del Seminario

Ancona, 7 Settembre 2012

Sito web AIA  
<http://www.associazioneitalianadiacustica.it/>

Segreteria AIA  
E-mail: [info@associazioneitalianadiacustica.it](mailto:info@associazioneitalianadiacustica.it)

AIA-DAGA  
EUROREGIONE 2013  
CONFERENCE ON ACOUSTICS  
MERANO, 18-21 MARCH 2013

INCLUDING THE 40<sup>TH</sup> ITALIAN (AIA) ANNUAL CONFERENCE  
AND THE 39<sup>TH</sup> GERMAN ANNUAL CONFERENCE (DAGA)



### ATTESTATO DI PARTECIPAZIONE

Si attesta che

***Girolametti Fabio***

ha partecipato alla Conferenza AIA-DAGA 2013  
tenutasi a Merano nei giorni 18-21 Marzo 2013

La Segreteria Organizzativa





## ATTESTATO DI PARTECIPAZIONE

Si attesta che

***Fabio Girolametti***

ha partecipato al

***41° CONVEGNO NAZIONALE AIA***

tenutosi presso il  
Palazzo dei Congressi di Pisa  
in data 17-19 Giugno 2014

La Segreteria Organizzativa

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'G. Girolametti', is written over the text 'La Segreteria Organizzativa'.