Comune di Nole
Citta' Metropolitana di Torino

Progetto di ristrutturazione ed adeguamento igienico funzionale ed impiantistico dell'edificio comunale denominato ex scuole di Vauda di Via Ponte Masino 1
I° Lotto

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di clima acustico e valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi degli edifici

PROGETTISTA

STUDIO TECNICO ASSOCIATO
Arch. Roberta Maggio
Ing. Nicola Mordà
Geom. Giandomenico Pison
Ing. Fabio Sessa
Via Maggiovetto, 11 - 10010 Bairo (TO)
tel. +39 01154555 - fax +39 0124 570211 - mail info@playprogetti.it

DATA: Dicembre 2018

ELABORATO

3

E' vietata qualsiasi riproduzione non autorizzata.

RELAZIONE DI CLIMA ACUSTICO

Progetto di ristrutturazione ed adeguamento igienico funzionale ed impiantistico dell'edificio comunale denominato ex scuole di Vauda di Via Ponte Masino 1

Comune di Nole (TO)
Via Ponte Masino, 1

ing. Giorgio CANTINO, Ph.D
Piazza Medici 16 – 14100 Asti
Tel.. 0141 233032
email: giorgio.cantino@be-lca.com

dott. Alessandro MUSSA
Fraz. Valle Tanaro 149/A – 14100 Asti
Cell. 349 7266202
email: alessandro.mussa@gmail.com

ing. Mariandrea LA ROCCA
Piazza Alfieri, 17 – 14100 ASTI
Cell. 328 2638366
email: mariandrea.larocca@gmail.com

INDICE

1. PREMESSA 4

2. NORMATIVA VIGENTE 5

3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA 6

4. METODOLOGIA DI MISURA 7

5. RISULTATI DELLE MISURE 8

6. CONCLUSIONI 9

ALLEGATI 10

ALLEGATO 1: PIANTE DEI LUOGHI E ZONIZZAZIONE.....11

ALLEGATO 2: PLANIMETRIE, PROSPETTI, SEZIONE 14

ALLEGATO 3: CERTIFICATI DI TARATURA APPARECCHIATURE UTILIZZATE.....21

1. PREMESSA

Lo studio associato PLAY di Torino, nell'ambito dell'incarico conferitogli dal Comune di Nole (TO), ha incaricato i sottoscritti ing. Giorgio Cantino (iscritto negli elenchi dei tecnici competenti della Regione Piemonte, D.D. n. 1 del 16/01/2014), dott. Alessandro Mussa (iscritto negli elenchi dei tecnici competenti della Regione Piemonte, D.D. n.165 del 08/07/05), l'ing. Mariandrea LA ROCCA (iscritto negli elenchi dei tecnici competenti della Regione Piemonte, D.D. n.416 del 24/09/2009), di effettuare la valutazione di clima acustico, ai sensi del D.G.R. 14/02/05 n. 46-14762 (BURP n. 8 del 24/02/2005) inerente l'intervento che prevede il restauro conservativo, il recupero funzionale e l'ampliamento dell'edificio denominato "ex Scuole Vauda", finalizzato al riutilizzo della struttura come micro-nido e baby parking.

Al fine di valutare il clima acustico attualmente esistente è stata eseguita una campagna di misurazioni, nei giorni 12-13 novembre 2018, in una postazione ritenuta significativa indicata di seguito con **P**.

Relativamente a detta postazione sono stati misurati il $L_{AeqTR,16h}$ dalle ore 6 alle ore 22 ed il $L_{AeqTR,8h}$ dalle 22 alle 6.

Le piante dei luoghi e l'estratto di zonizzazione sono riportati allegato 1 le piante e i prospetti in allegato 2.

2. NORMATIVA VIGENTE

In riferimento al piano di classificazione in zone del territorio del Comune di Nole risulta quanto segue:

L'area in oggetto è collocata in classe acustica **II**.
Per tale classe la legge 447/95 prevede il rispetto dei limiti massimi assoluti di immissione ed il rispetto, all'interno degli ambienti abitativi, dei limiti differenziali.
Questi limiti devono essere rispettati sia durante il periodo diurno che notturno.
Per tale classe i limiti massimi assoluti di immissione da non superarsi sono:

- **55** dB(A) per il periodo diurno (ore 6.00 - 22.00);
- **45** dB(A) per quello notturno (ore 22.00 - 06.00).

In riferimento al rispetto del criterio differenziale, vedi D.P.C.M. 14/11/97 (art. 4, comma 2) durante il periodo diurno la differenza fra il valore del livello di rumorosità ambientale "L_A" (con le sorgenti sonore disturbanti in funzione) ed il valore del livello di rumorosità residuo "L_R" (con le sorgenti sonore disturbanti non funzionanti) non deve essere superiore a 5dB(A); per il periodo notturno questa differenza non deve superare i 3 dB(A).
Per poter applicare il suddetto criterio differenziale è necessario che il livello di rumorosità ambientale, a finestre chiuse, superi il valore diurno di 35 dB(A) ed il valore notturno di 25 dB(A).
Inoltre valgono i limiti a finestre aperte di 50 dB(A) diurni e 40 dB(A) notturni, superati i quali, si applica il suddetto criterio differenziale.

3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata per le misure è stata:

- FONOMETRO Bruel&Kjaer Type 2250
- CALIBRATORE Bruel&Kjaer Type 4231

Il fonometro utilizzato è idoneo a rilevare i valori dei livelli sonori continui equivalenti conformemente alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 ed EN 60804/1994, secondo quanto disposto dall'art. 2 comma 1 del D.M. 16/3/98; il calibratore è conforme alle norme CEI 29-4 secondo quanto disposto dall'art. 2 comma 2 del DM 16/3/98.
I filtri ed il microfono utilizzato sono conformi, rispettivamente alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995, EN 61094-4/1995.
I certificati di taratura della strumentazione utilizzata sono contenuti nell'allegato 3.

4. METODOLOGIA DI MISURA

Le misure sono state effettuate nei giorni 12-13 novembre 2018, in una postazione ritenuta significativa indicata di seguito con **P**.

All'inizio e alla fine di ogni ciclo di misura è stata effettuata, sulle apparecchiature utilizzate, calibratura acustica. Per lo strumento la differenza fra le due calibrazioni è stata inferiore a 0.2 dB.

Le misure sono state eseguite col microfono posto ad un'altezza di 4 m in normali condizioni meteorologiche, in assenza di precipitazione atmosferiche e con velocità del vento inferiore 5 m/s conformemente a quanto stabilito nell'allegato B del D.M. 16/3/98.

SITI E MODALITA' DI MISURA

Nella postazione **P** sono stati misurati il L_{Aeq} con campioni di 15 minuti nella fascia oraria 6 - 22 e nella fascia oraria 22- 6.

5. RISULTATI DELLE MISURE

POSTAZIONE P

Ore di misura	L_{Aeq} dB(A)
6.00-7.00	**43,0**
7.00-8.00	**47,5**
8.00-9.00	**49,0**
9.00-10.00	**48,0**
10.00-11.00	**47,0**
11.00-12.00	**49,5**
12.00-13.00	**52,0**
13.00-14.00	**51,5**
14.00-15.00	**47,0**
15.00-16.00	**46,0**
16.00-17.00	**45,5**
17.00-18.00	**47,0**
18.00-19.00	**51,0**
19.00-20.00	**48,5**
20.00-21.00	**45,0**
21.00-22.00	**43,0**
22.00-23.00	**41,5**
23.00-24.00	**39,0**
24.00-1.00	**37,0**
1.00-2.00	**35,5**
2.00-3.00	**33,0**
3.00-4.00	**32,0**
4.00-5.00	**36,5**
5.00-6.00	**40,0**

$L_{AeqTR,16h}$ = 48,5 dB(A)

$L_{AeqTR,8h}$ = 38,0 dB(A)

6. CONCLUSIONI

I valori misurati rispettano i limiti relativi alla classe acustica **II.**

Questa relazione è costituita da 23 pagine.

ASTI, li 24/11/2018

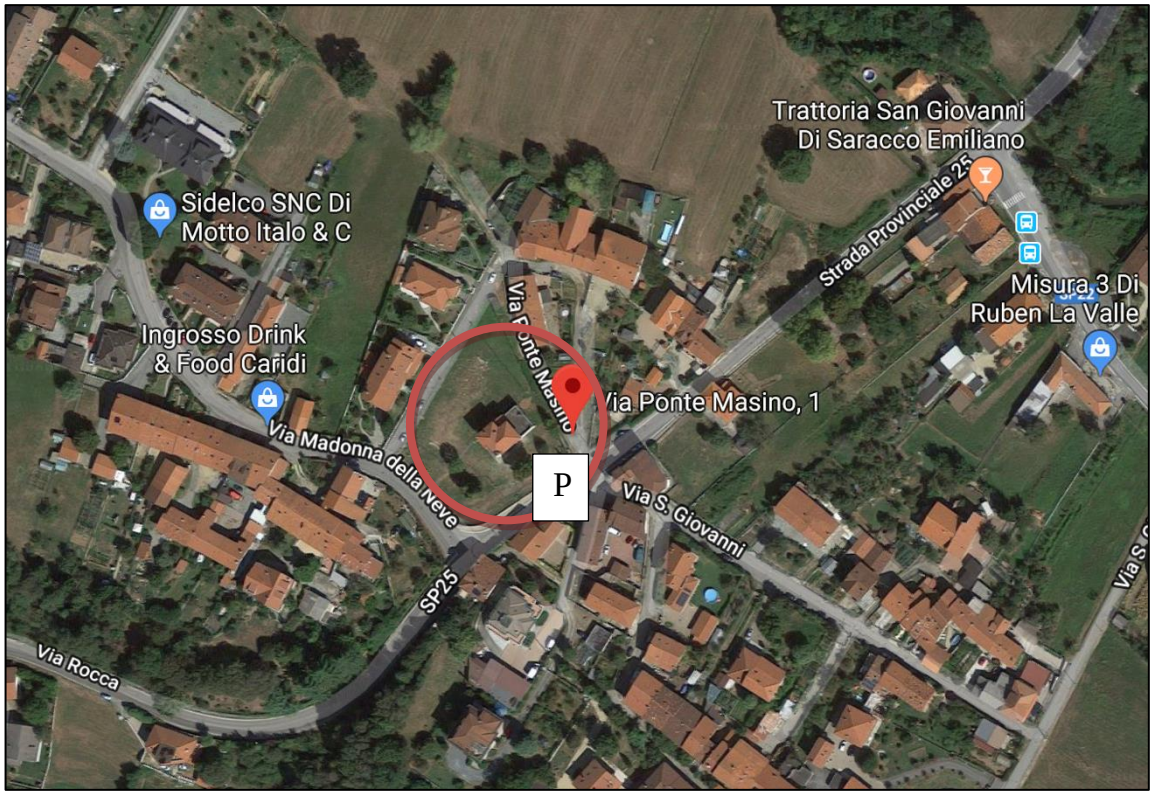
ing. Giorgio CANTINO

dott. Alessandro MUSSA

ing. Mariandrea LA ROCCA

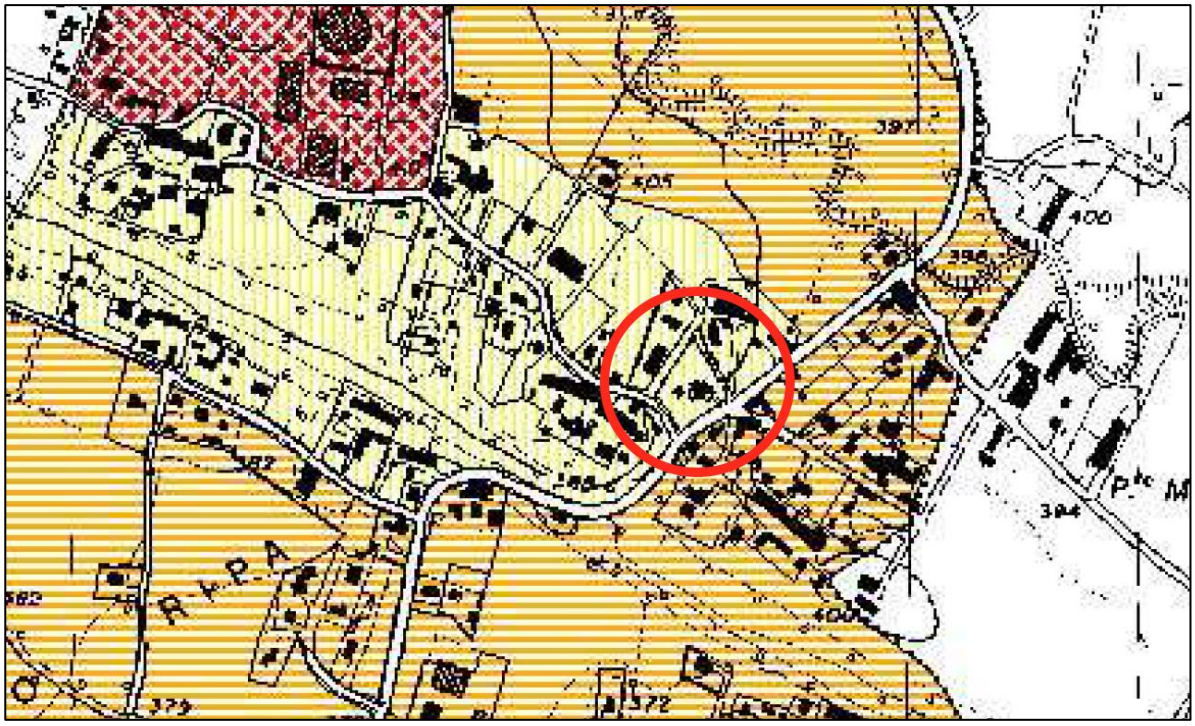
ALLEGATI

ALLEGATO 1
PIANTE DEI LUOGHI E ZONIZZAZIONE



Vista aerea dell'area oggetto dell'intervento

Area oggetto dell'intervento



Estratto di zonizzazione acustica vigente: immobile in classe II

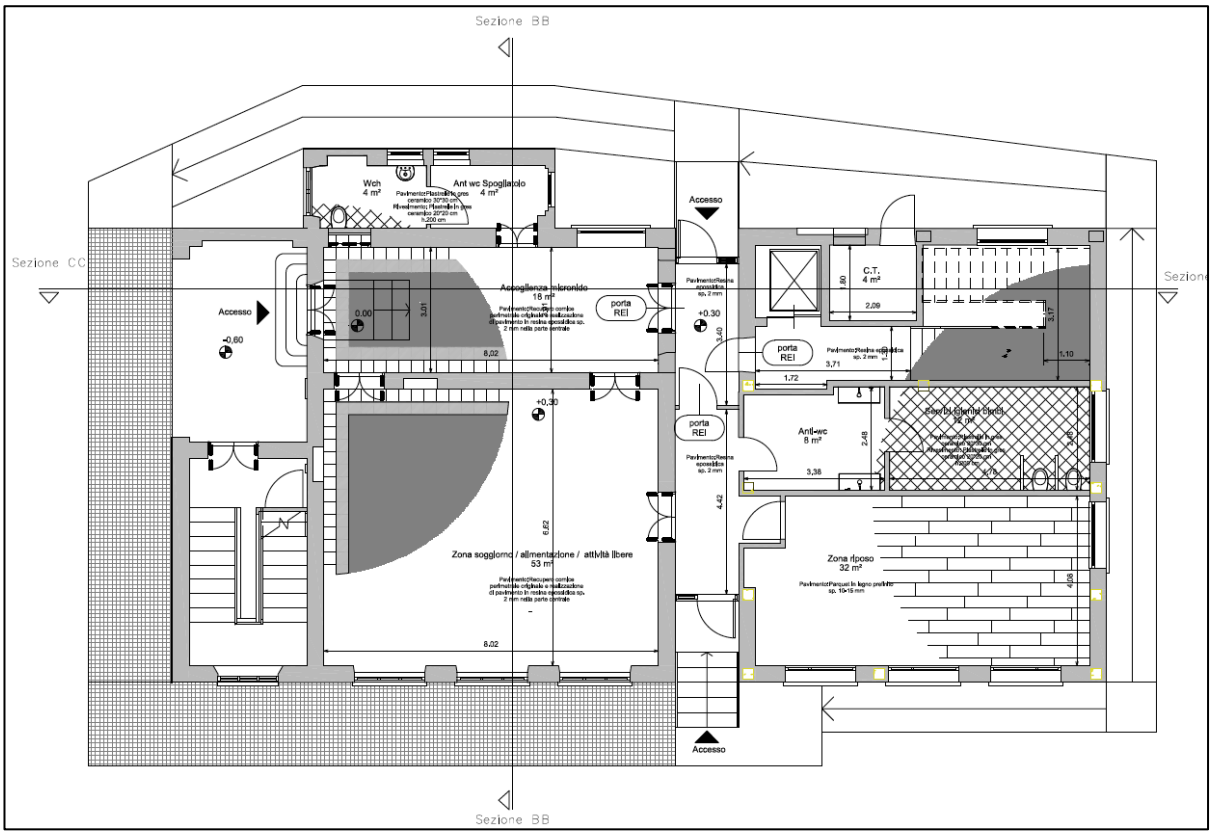
ALLEGATO 2
PLANIMETRIE, PROSPETTI, SEZIONI

Prospetto sud est

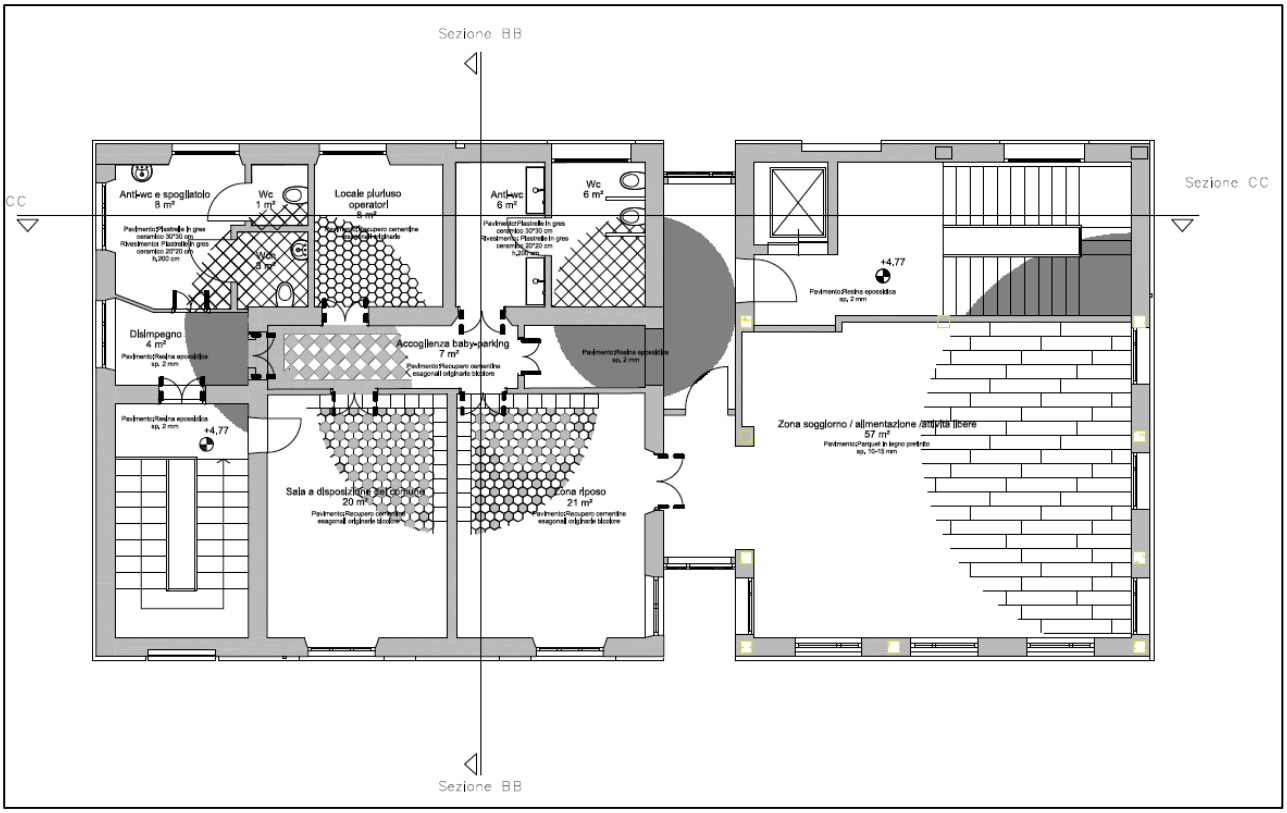
Prospetto nord est

Prospetto nord ovest

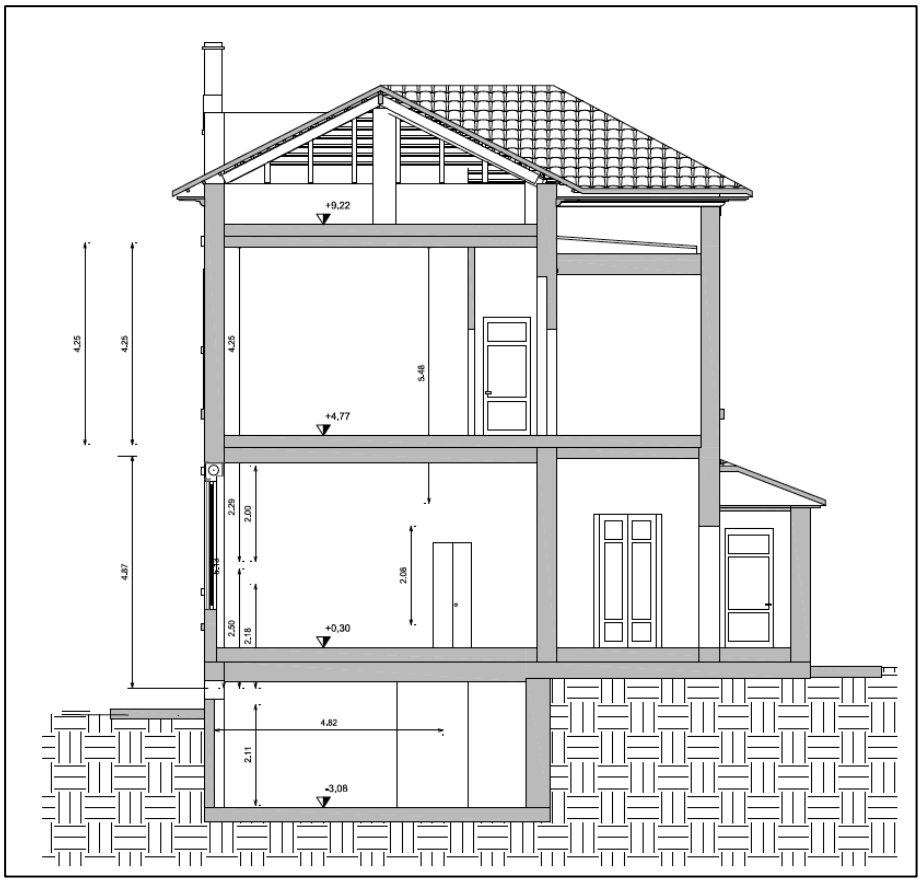
Pianta piano rialzato



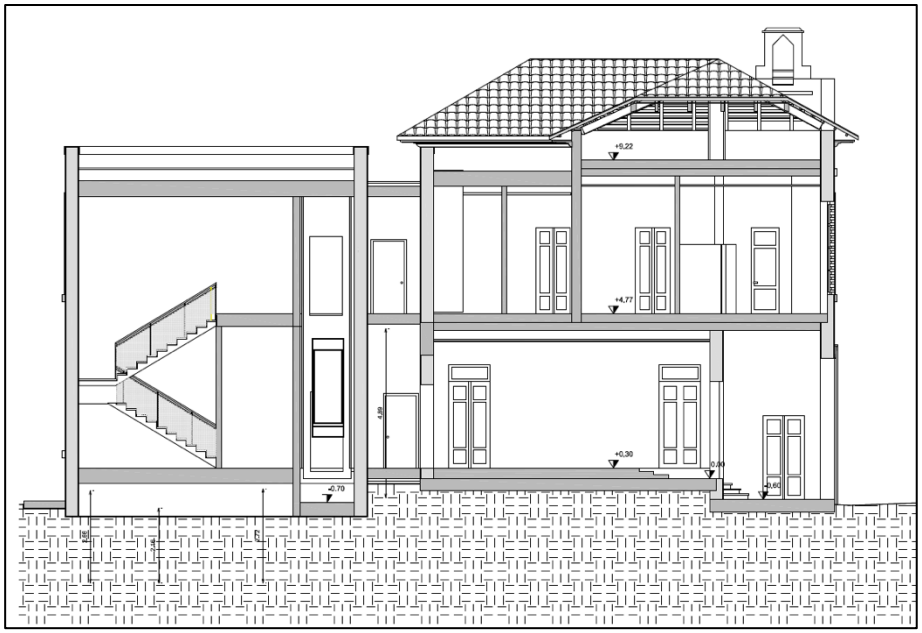
Pianta piano primo



Sezione B - B



Sezione C - C



Prospetto Sud Est

Prospetto Nord Est

Vista Sud

Vista Ovest

ALLEGATO 3
CERTIFICATI DI TARATURA DELLE APPARECCHIATURE UTILIZZATE

microbel

Microbel S.r.l.
Corso Primo Levi 23b
10098 Rivoli (TO)

Centro di Taratura N°213
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAT N° 213
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 213 S1821600SLM
Certificate of calibration

- data di emissione *date of issue*	2018-09-24
- cliente *customer*	MUSSA Alessandro Frazione Valle Tanaro 149 A 14100 Asti (AT)
- destinatario *receiver*	MUSSA Alessandro Via Nogaro, 27 14100 Asti (AT)
- richiesta *application*	Ordine
- in data *date*	2018-09-06

Si riferisce a
referring to

- oggetto *item*	Fonometro
- costruttore *manufacturer*	Bruel&Kjaer
- modello *model*	2250
- matricola *serial number*	2463204
- data di ricevimento oggetto *date of receipt of item*	2018-09-12
- data delle misure *date of measurement*	2018-09-24
- registro di laboratorio *laboratory reference*	2018092402

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 213 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n.273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 213 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991, which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicandole procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Enrico Natalini

microbel

Microbel S.r.l.
Corso Primo Levi 23b
10098 Rivoli (TO)

Centro di Taratura N°213
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAT N° 213
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Pagina 1 di 3
Page 1 of 3

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 213 S1821100SSR
Certificate of calibration

- data di emissione *date of issue*	2018-09-17
- cliente *customer*	Alessandro Mussa Frazione Valle Tanaro 149 A 14100 ASTI (AT)
- destinatario *receiver*	Alessandro Mussa Via Nogaro, 27 14100 ASTI (AT)
- richiesta *application*	Ordine
- in data date	2018-09-06

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 213 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n.273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

Si riferisce a
referring to

- oggetto *item*	Calibratore
- costruttore *manufacturer*	Bruel&Kjaer
- modello *model*	4231
- matricola *serial number*	2465967
- data di ricevimento oggetto *date of receipt of item*	2018-09-12
- data delle misure *date of measurement*	2018-09-17
- registro di laboratorio *laboratory reference*	2018091702

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 213 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicandole procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Enrico Natalini

VALUTAZIONE PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI

Progetto di ristrutturazione ed adeguamento igienico funzionale ed impiantistico dell'edificio comunale denominato ex scuole di Vauda di Via Ponte Masino 1

Comune di Nole (TO)
Via Ponte Masino, 1

ing. Giorgio CANTINO, Ph.D
Piazza Medici 16 – 14100 Asti
Tel.. 0141 233032
email: giorgio.cantino@be-lca.com

dott. Alessandro MUSSA
Fraz. Valle Tanaro 149/A – 14100 Asti
Cell. 349 7266202
email: alessandro.mussa@gmail.com

ing. Mariandrea LA ROCCA
Piazza Alfieri, 17 – 14100 ASTI
Cell. 328 2638366
email: mariandrea.larocca@gmail.com

INDICE

1. PREMESSA 4

2. NORMATIVA VIGENTE 5

3. DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....10

4. CONSIDERAZIONI 14

5. CALCOLO DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DEGLI EDIFICI 15

ALLEGATI 31

ALLEGATO 1: Soluzioni tecniche per tubazioni e apparecchi sanitari.....32

1. PREMESSA

Lo studio associato PLAY di Torino, nell'ambito dell'incarico conferitogli dal Comune di Nole (TO), ha incaricato i sottoscritti ing. Giorgio Cantino (iscritto negli elenchi dei tecnici competenti della Regione Piemonte, D.D. n. 1 del 16/01/2014), dott. Alessandro Mussa (iscritto negli elenchi dei tecnici competenti della Regione Piemonte, D.D. n.165 del 08/07/05) e l'ing. Mariandrea LA ROCCA (iscritto negli elenchi dei tecnici competenti della Regione Piemonte, D.D. n.416 del 24/09/2009) di effettuare la valutazione previsionale dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici, ai sensi del D.P.C.M. 5/12/97, inerente l'intervento che prevede il restauro conservativo, il recupero funzionale e l'ampliamento dell'edificio denominato "ex Scuole Vauda", finalizzato al riutilizzo della struttura come micro-nido e baby parking.

I lavori in progetto sono suddivisi in due ambiti di intervento:

A - restauro e rifunzionalizzazione edificio esistente;

B - realizzazione edificio in ampliamento.

2. NORMATIVA VIGENTE

La legge Quadro sull'inquinamento acustico n.447 del 24/10/95 stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico. Nel settore delle costruzioni la legge quadro prevede un decreto sui requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici e sui requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti (art.3 punto e, legge n.447) ed un decreto sui criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie (art.3 punto f, legge n.447). In ottemperanza al primo punto di queste disposizioni è stato pubblicato il D.P.C.M. 5/12/97 sulla "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", mentre in merito al secondo aspetto relativo ai criteri di progettazione ed esecuzione delle costruzioni edilizie, il relativo decreto non è stato ancora emanato.

Il Decreto 11 gennaio 2017 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare Adozione fissa dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili, e ha introdotto specifici valori dei requisiti acustici passivi da rispettare nell'«Affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici» (allegato 2 punto 2.3.5.6), adeguando i criteri individuati dal DPCM 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici e passivi degli edifici", in relazione allo stato dell'arte degli standard di buona tecnica in materia.
In particolare il Decreto 11 Gennaio 2017 richiede che i valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio corrispondano almeno a quelli della classe II ai sensi delle norma UNI 11367. Gli ospedali, le case di cura e le scuole devono soddisfare il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367. Devono essere altresì rispettati i valori caratterizzati come "prestazione buona" nel prospetto B.1 dell'Appendice B alla norma UNI 11367. Inoltre, gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532.
Pertanto, individua gli specifici descrittori acustici da utilizzare, ovvero:

- quelli definiti nella UNI 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.

Il DM 11 ottobre 2017 specifica che i professionisti incaricati, ciascuno per le proprie competenze, devono dare evidenza del rispetto dei requisiti, sia in fase di progetto iniziale che in fase di verifica finale della conformità, consegnando rispettivamente:

- un progetto acustico (ante-operam);
- una relazione di collaudo, redatta tramite misure acustiche in opera, ai sensi delle norme UNI 11367, UNI 11444 e UNI 11532:2014 o norme equivalenti che attestino il raggiungimento della classe acustica richiesta.

Stante l'attuale situazione normativa sopradescritta, si riportano di seguito alcune opportune considerazioni:

- in merito alla progettazione acustica, in attesa di specifiche indicazioni la normativa di riferimento è ancora il D.P.C.M. 5/12/97, alla quale si farà riferimento nel proseguo della relazione;
- in merito ai descrittori riguardanti l'acustica interna degli ambienti, si evidenzia che la versione attualmente pubblicata della norma UNI 11532 (UNI 11532-1:2018 "*Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 1: Requisiti generali*") abroga la precedente versione del 2014, richiamata nel decreto 11 gennaio 2017 e tratta solo aspetti metodologici generali, rimandando la definizione di valori di riferimento e limite a successive parti attualmente in corso di elaborazione e/o revisione.

2.1 Contenuti del D.P.C.M. 5/12/97

Il decreto è strutturato in quattro articoli e un allegato. L'allegato A descrive le grandezze di riferimento, fornisce alcune definizioni e riporta le tabelle con la classificazione degli edifici e i relativi valori limite:

- campo di applicazione;
- classificazione degli ambienti abitativi;
- grandezze di riferimento: definizioni, metodi di calcolo e misure.

L'ambito di applicazione del decreto fa chiaramente riferimento alla situazione in opera. L'art.1 cita, infatti, che "il decreto determina i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore".
Per quanto riguarda la classificazione degli ambienti abitativi (di cui all'art.2, comma 1, lettera b della legge 447) si considerano le categorie della tabella A che viene di seguito riportata.

CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI	
Categoria A	Edifici adibiti a residenze 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

Le grandezze di riferimento da considerarsi per la valutazione dei requisiti (art.2 e allegato A del decreto) vengono di seguito elencati e definite.

- ***Tempo di riverberazione (T):*** è il tempo necessario affinché, in un determinato punto dell'ambiente, il livello di pressione sonora si riduca di 60 dB rispetto quello che si ha nell'istante in cui la sorgente sonora cessa di funzionare. Varia al variare della frequenza.

- ***Potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti (R'):*** è una grandezza che definisce le proprietà isolanti di una parete divisoria tra due ambienti. Con il termine "apparente" si intende "misurato in opera" e quindi R' prende in considerazione tutta la potenza sonora che arriva nell'ambiente ricevente, non solo

quella che attraversa la parete divisoria. Varia al variare della frequenza. Il decreto prevede il valore limite del suo **indice di valutazione R'_w**, indicato dal pedice w, che è un valore unico ottenuto dai valori alle varie frequenze secondo una procedura normalizzata.

- ***Isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$)***: è una grandezza che definisce le proprietà isolanti di una parete divisoria tra l'ambiente esterno (sorgente sonora) e l'ambiente interno (ricevente). Il pedice 2m significa che la misura all'esterno viene effettuata a 2 metri dalla facciata; il pedice nT significa che tale risultato viene normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente. Varia al variare della frequenza. Il decreto prevede il valore limite del suo indice di valutazione ($D_{2m,nT}$) ottenuto dai valori alle varie frequenze secondo una procedura normalizzata.

- ***Valore di rumore di calpestio di solai normalizzato (L'_n):*** è una grandezza che definisce il livello di rumore trasmesso essenzialmente per via strutturale e che interessa il complesso pavimento-solaio. Il pedice n indica che la misura viene normalizzata rispetto all'area equivalente di assorbimento acustico. Varia al variare della frequenza. Il decreto prevede il valore limite del suo **indice di valutazione ($L_{n,w}$)** ottenuto dai valori alle varie frequenze secondo una procedura normalizzata.

Per quanto riguarda i valori limite dei parametri sopra citati si fa riferimento alla tabella B del decreto, di seguito riportata, e alle indicazioni inserite all'interno dell'allegato A.

Categoria	**Parametri**		
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$
D	55	45	58
A,C	50	40	63
E	50	48	58
B,F,G	50	42	55

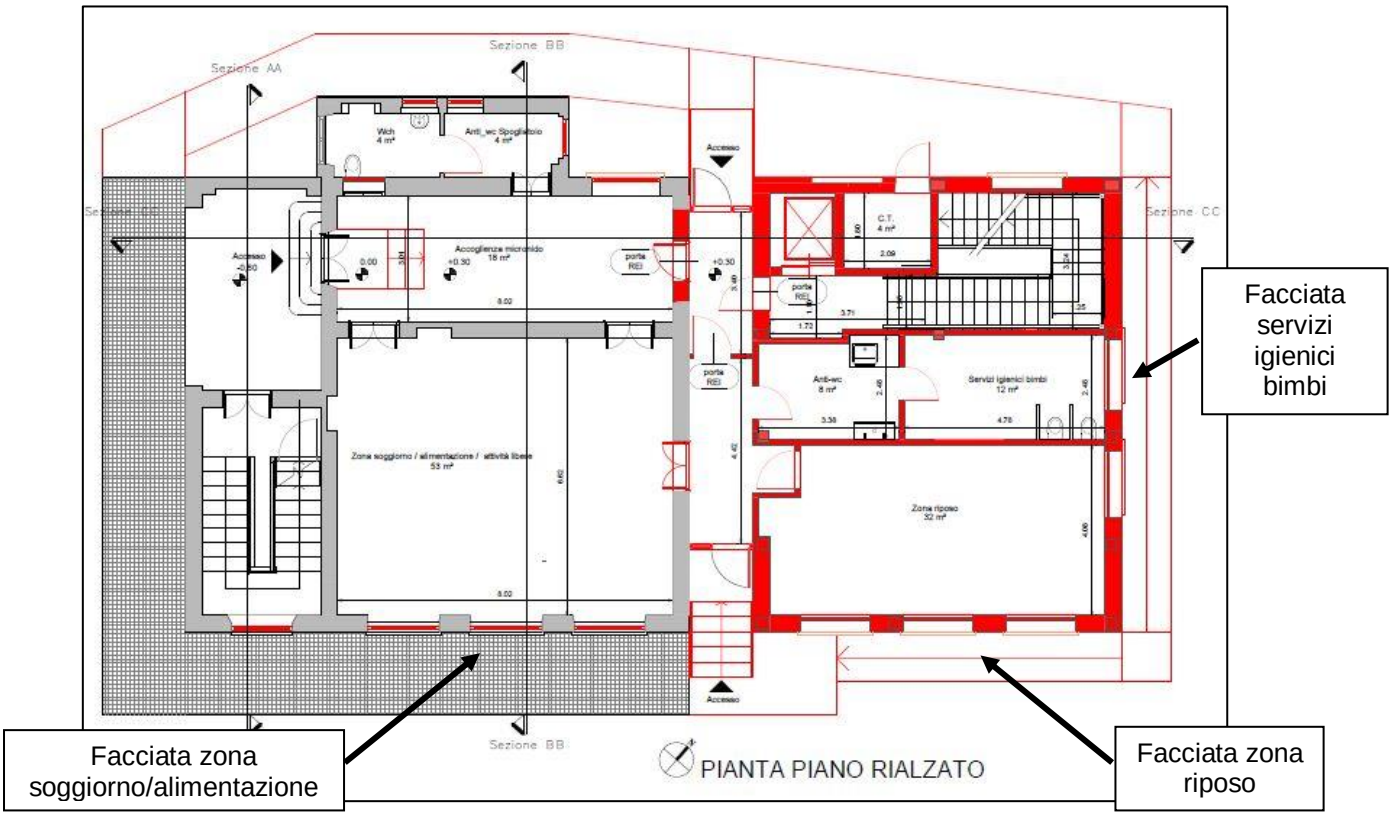
Per quanto riguarda l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente tra ambienti, nel decreto è precisato che questo va misurato tra unità immobiliari distinte.

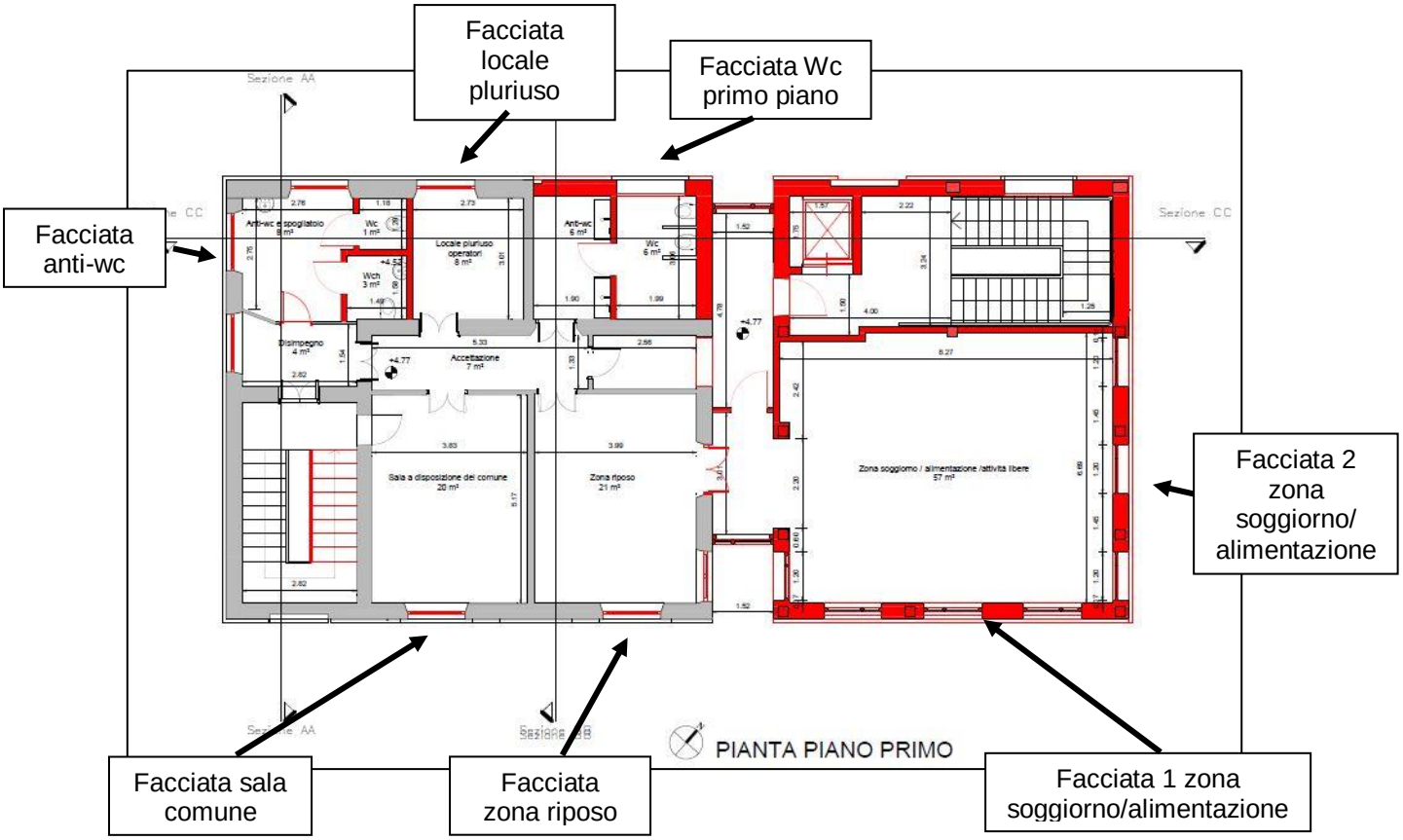
2.2 Riferimenti normativi

- UNI EN 12354-1 - novembre 2002: “Valutazione delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalle prestazioni di prodotti” (Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti);
- UNI EN 12354-2 - novembre 2002: “Valutazione delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalle prestazioni di prodotti” (Isolamento acustico al calpestio tra ambienti);
- UNI EN 12354-3 - novembre 2002: “Valutazione delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalle prestazioni di prodotti” (Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall’esterno per via aerea);
- UNI/TR 11175 – novembre 2005: “Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici” (applicazione alla tipologia costruttiva nazionale).

3. DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Pianta dell'edificio:





Descrizione degli elementi strutturali

Il nuovo muro perimetrale verrà realizzato utilizzando il seguente materiale:

Muratura in Lecablocco da intonaco

Bioclima 30x20x25 Termico

Voce di capitolato

Muratura di tamponamento o portante in zona non sismica realizzata con Lecablocco tipo Bioclima30 semipieno da intonaco con dimensioni modulari di cm 30 x 20 x 25 (spessore cm 30) di densità a secco pari a 850 kg/m³, trasmittanza termica U non superiore a 0,56 W/m²K, posati con impiego di malta del tipo M5 *(o Malta Leca M5 Supertermica)* nei giunti orizzontali. La muratura deve avere un indice di valutazione R_w a 500 Hz di 53 dB.

La muratura (non portante) ha una classe di resistenza al fuoco EI 240 determinata con metodo tabellare in conformità all'Allegato D del D.M. 16/2/2007.

Sono compresi gli oneri per la formazione di spalle, architravi nonché la formazione e posa di leggera armatura metallica da inserire nella muratura.

È compreso l'occorrente ponteggio per altezze fino a mt. 3,50 dal piano di lavoro.

€/m² .....

Sovrapprezzo per altezze superiori €/m² .....

Caratteristiche della parete intonacata (*) spessore totale 33,7 cm

Resistenza termica R della parete non intonacata posata con malta tradizionale *(con Malta Leca M5 Supertermica)*	m²K/W	1,59 *(1,75)*
Conducibilità termica equivalente λ_{eq} della parete non intonacata posata con malta tradizionale *(con Malta Leca M5 Supertermica)*	W/mK	0,187 *(0,170)*
Trasmittanza termica U della parete intonacata posata con malta tradizionale *(con Malta Leca M5 Supertermica)*	W/m²K	0,56 *(0,51)*
Potere fonoisolante R_w (indice di valutazione a 500 Hz)	dB	53

Modalità di calcolo dei parametri termoacustici della parete.
Il valore della conducibilità termica λ per il blocco è stato ricavato dalla norma UNI10351.
Il calcolo della resistenza termica R e della trasmittanza U è stato eseguito, partendo dai valori di conduttività termica suindicati, secondo il procedimento della norma UNI EN ISO 6946.

Il **potere fonoisolante** è stato calcolato secondo la formula seguente:
$R_W = 25{,}8 \log m - 10{,}8$ (dB)
ove m è la massa areica dei blocchi con eventuale intonaco espressa in kg/m².
Tale legge della massa è stata ricavata sulla base di dati sperimentali ottenuti presso l'Istituto Galileo Ferraris di Torino.

La classe di resistenza al fuoco **EI (muratura non portante)** è determinata con metodo tabellare in conformità all'Allegato D del D.M. 16/2/2007.

Considerando l'intonaco interno e quello esterno si può ragionevolmente stimare un potere fonoisolante R_w pari ad almeno 54 dB.

Muro perimetrale esistente:

Composizione struttura "Parete edificio esistente"

Descrizione struttura

Nome struttura: Parete edificio esistente

Descrizione: Scuola NOLE

Composizione della struttura

	Cat.	Elemento	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Massa [kg/m²]
	INT	Intonaco di calce e gesso	0.01	1400.00	14.00
	MUR	Rif. 1.1.03 Laterizi semipieni sp. 12 cm	0.12	1508.33337	216.00
	MUR	Rif. 1.1.03 Laterizi semipieni sp. 25 cm	0.25	1516.00	450.00
	INT	Intonaco di cemento sabbia e calce per esterno	0.02	1800.00	36.00

Tabella 1 - Composizione strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Parete edificio esistente
Tipo struttura	Parete
Numero strati	4
Spessore totale	0.40 m
Massa superficiale	715.99999 kg/m²
Formula Rw	Parete singola/doppia (UNI TR
Rw	55 dB

Tabella 2 - Proprietà struttura

Disegno struttura

Figura 1 - Disegno struttura

La parete esterna garantisce un potere fonoisolante pari a R_w = 55 dB.

Composizione struttura "Solaio intermedio"

Descrizione struttura

Nome struttura: Solaio intermedio

Descrizione: Scuola NOLE

Composizione della struttura

	Cat.	Elemento	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Massa [kg/m²]
	VA1	Assito in legno	0.015	550.00	8.25
	SOU	Massetto in cls alleggerito	0.085	1600.00	136.00
	VA1	Pannello polistirene EPS	0.04	35.00	1.40
	SOU	Soletta blocchi in laterizio+travetti in cls	0.35	1800.00	629.99999
	INT	Intonaco di calce e gesso	0.01	1400.00	14.00

Tabella 1 - Composizione strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Solaio intermedio
Tipo struttura	Parete
Numero strati	5
Spessore totale	0.50 m
Massa superficiale	789.64999 kg/m²
Formula Rw	Parete singola/doppia (UNI TR
Rw	55 dB

Tabella 2 - Proprietà struttura

Disegno struttura

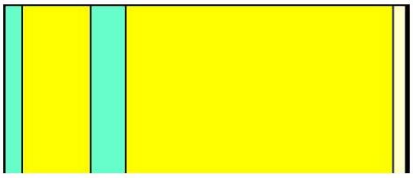


Figura 1 - Disegno struttura

Il solaio garantisce un potere fonoisolante pari a R_w = 55 dB.

Al fine di ottenere un buon isolamento acustico per il rumore da calpestio si inserirà tra il pavimento ed il sottofondo un materassino tipo “isolmant UnderSpecial” (o equivalente), **in modo da garantire un ΔL_W almeno pari a 33 dB**.

Componenti finestrati:

Le vetrate delle facciate esterne dovranno garantire un potere fonoisolante pari a R_w = 47 dB.

Si richiede comunque un valore di potere fonoisolante medio tra vetri e serramenti pari ad almeno 47 dB in opera.

Cassonetti per avvolgibili:

I cassonetti per avvolgibili dovranno garantire un potere fonoisolante pari a R_w = 46 dB.

Si richiede comunque un valore di potere fonoisolante dei cassonetti pari ad almeno 46 dB in opera.

4. CONSIDERAZIONI

Vi sono una serie di problemi interpretativi sul DPCM 5/12/1997, legati sia ad aspetti tecnici che economici per il soddisfacimento dei requisiti acustici.
Per quanto riguarda il potere fonoisolante apparente si fa riferimento ad unità immobiliari distinte, il che escluderebbe dall'applicazione del decreto, ad esempio, le pareti divisorie tra appartamenti e vani scale, tra camere di ospedale appartenenti allo stesso reparto, ma soprattutto per il caso in esame, pareti di separazione tra aule della stessa scuola.
Facendo riferimento all'isolamento di facciata si nota invece come i requisiti acustici passivi non tengano conto della classificazione acustica del territorio imponendo limiti indifferenziati.
Il decreto inoltre riguardo all'isolamento a calpestio non specifica che la sorgente debba essere posizionata nell'ambiente soprastante la stanza ricevente: è quindi possibile realizzare rilevazioni tra stanze adiacenti sullo stesso piano o su piani sfalsati.
Per i limiti imposti agli impianti a funzionamento continuo e discontinuo, il disturbo deve essere misurato in ambienti diversi da quello in cui è generato il rumore, escludendo misurazione che in alcuni casi possono essere significative.
Oltre a queste possiamo trovare altre imprecisioni che generano incertezza sulle modalità di applicazione del decreto. La successiva norma UNI 11367 chiarisce alcuni punti.
Si precisa inoltre che il DPCM del 1997 non prevede sanzioni amministrative nei casi in cui l'edificio non rispetti le prescrizioni imposte. Queste, nella legge, sono rimandate a disposizioni regionali, che di fatto non sono ad oggi state definite dalle stesse regioni.
Questa situazione di incertezza ha generato numerosi contenziosi, le cui sentenze rispondono al vuoto legislativo presente in materia.
Nel 2010 è stata varata la norma UNI 11367, "Classificazione acustica delle unità immobiliari". Tale norma, che al momento non è cogente ed ha applicazione volontaria, introduce da un lato un necessario chiarimento di molti degli aspetti dubbi presenti nel DPCM 5/12/1997 e dall'altro introduce una complicazione della procedura di valutazione.
La nuova normativa fa quindi riferimento alle grandezze già considerate dal vecchio DPCM, integrandole con nuovi parametri limite e stabilendo delle classi in base ai valori ottenuti attraverso le misurazioni degli stessi indici di valutazione.
Fra gli aspetti contenuti nella UNI 11367 è bene evidenziare **l'estensione della verifica dei requisiti alle partizioni di una stessa unità immobiliare per edifici con destinazione ricettiva, ospedali, case di cura e scuole**.

5. CALCOLO DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DEGLI EDIFICI, ai sensi della "Guida alle norme UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici" - UNI/TR 11175 del 11/05

- **Calcolo dell'indice di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione ($D_{2m,nT,w}$)**

La norma tecnica permette di stimare la prestazione della facciata secondo il seguente metodo:

- calcolo del potere fonoisolante dell'elemento di facciata (R'_W);
- calcolo delle perdite in opera rispetto al valore teorico.

La relazione di calcolo è la seguente:

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{wls} + 10\mathrm{Log}\left(\frac{V}{6T_0S}\right) \qquad (2)$$

dove:

1. R'_w è l'indice di valutazione del potere fonoisolante (calcolato secondo la formula 33 del punto 4.4.1.4 della UNI/TR 11175:2005);
2. ΔL_{wls}: termine correttivo che tiene conto dell'influenza della forma della facciata (è stato considerato $\Delta L_{wls}=0$);
3. V: volume della camera ricevente, in metri cubi;
4. T_0: tempo di riverberazione di riferimento per appartamenti, assunto pari a 0,5 s;
5. S: area della porzione di facciata vista dall'ambiente ricevente, in metri quadrati.

Composizione struttura "Facciata zona soggiorno/alimentazione"

Descrizione struttura

Nome struttura: Facciata zona soggiorno/alimentazione

Descrizione: Piano rialzato - Scuola NOLE

Composizione della struttura

Cat.	*Elemento*	*Sup. [m²]*	*Rw/Dn,e,w [dB]*	*Certificazione*
PUT	Parete edificio esistente	16.78	55	
PUT	Cassonetto insonorizzato	1.53	46	
SEU	Vetrata Rw 47	13.77	47	

Tabella 1 - Composizione elementi della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome	Facciata zona soggiorno/alimentazione	
Descrizione	Piano rialzato - Scuola NOLE	
Tipo edificio	Edificio adibito ad Attività Scolastiche a tutti i livelli	
Volume	212.00	m³
Superficie	32.08	m²
Forma facciata	Facciata Piana	
Altezza facciata	h < 1.5 m	
Assorbimento facciata	α <= 0.3 m	
ΔLfs facciata	0	dB
Trasmissione laterale	Elementi di facciata non connessi	
K Trasmissione laterale		dB
Rw	49	dB
D2m,nT,w	52	dB
D2m,nT,w limite min	48	dB

Tabella 2 - Proprietà struttura

Valore D2m,nT,w nei limiti di legge

I calcoli forniscono per l'indice di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione il valore:

$$D_{2m,nT,w} = 52 \text{ dB}$$

Composizione struttura "Facciata zona riposo"

Descrizione struttura

Nome struttura: Facciata zona riposo

Descrizione: Piano rialzato - Scuola NOLE

Composizione della struttura

Cat.	*Elemento*	*Sup. [m²]*	*Rw/Dn,e,w [dB]*	*Certificazione*
PUT	Cassonetto insonorizzato	1.53	46	
PUT	Parete esterna nuova	16.70	54	
SEU	Vetrata Rw 47	13.77	47	

Tabella 1 - Composizione elementi della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome	Facciata zona riposo	
Descrizione	Piano rialzato - Scuola NOLE	
Tipo edificio	Edificio adibito ad Attività Scolastiche a tutti i livelli	
Volume	128.00	m³
Superficie	32.00	m²
Forma facciata	Facciata Piana	
Altezza facciata	h < 1.5 m	
Assorbimento facciata	α <= 0.3 m	
ΔLfs facciata	0	dB
Trasmissione laterale	Elementi di facciata non connessi	
K Trasmissione laterale		dB
Rw	49	dB
D2m,nT,w	50	dB
D2m,nT,w limite min	48	dB

Tabella 2 - Proprietà struttura

Valore D2m,nT,w nei limiti di legge

I calcoli forniscono per l'indice di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione il valore:

$$\mathbf{D_{2m,nT,w} = 50\ dB}$$

Composizione struttura "Facciata servizi igienici"

Descrizione struttura

Nome struttura: Facciata servizi igienici

Descrizione: Piano rialzato - Scuola NOLE

Composizione della struttura

Cat.	*Elemento*	*Sup. [m²]*	*Rw/Dn,e,w [dB]*	*Certificazione*
PUT	Parete esterna nuova	4.82	54	
PUT	Cassonetto insonorizzato	0.51	46	
SEU	Vetrata Rw 47	4.59	47	

Tabella 1 - Composizione elementi della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome	Facciata servizi igienici	
Descrizione	Piano rialzato - Scuola NOLE	
Tipo edificio	Edificio adibito ad Attività Scolastiche a tutti i livelli	
Volume	48.00	m³
Superficie	9.92	m²
Forma facciata	Facciata Piana	
Altezza facciata	h < 1.5 m	
Assorbimento facciata	α <= 0.3 m	
ΔLfs facciata	0	dB
Trasmissione laterale	Elementi di facciata non connessi	
K Trasmissione laterale		dB
Rw	49	dB
D2m,nT,w	51	dB
D2m,nT,w limite min	48	dB

Tabella 2 - Proprietà struttura

Valore D2m,nT,w nei limiti di legge

I calcoli forniscono per l'indice di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione il valore:

$$\mathbf{D_{2m,nT,w} = 51\ dB}$$

Composizione struttura "Facciata anti-wc e spogliatotio"

Descrizione struttura

Nome struttura: Facciata anti-wc e spogliatotio

Descrizione: Piano primo - Scuola NOLE

Composizione della struttura

Cat.	*Elemento*	*Sup. [m²]*	*Rw/Dn,e,w [dB]*	*Certificazione*
PUT	Parete edificio esistente	7.60	55	
PUT	Cassonetto insonorizzato	0.51	46	
SEU	Vetrata Rw 47	2.89	47	

Tabella 1 - Composizione elementi della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome	Facciata anti-wc e spogliatotio	
Descrizione	Piano primo - Scuola NOLE	
Tipo edificio	Edificio adibito ad Attività Scolastiche a tutti i livelli	
Volume	32.00	m³
Superficie	11.00	m²
Forma facciata	Facciata Piana	
Altezza facciata	h < 1.5 m	
Assorbimento facciata	α <= 0.3 m	
ΔLfs facciata	0	dB
Trasmissione laterale	Elementi di facciata non connessi	
K Trasmissione laterale		dB
Rw	50	dB
D2m,nT,w	50	dB
D2m,nT,w limite min	48	dB

Tabella 2 - Proprietà struttura

Valore D2m,nT,w nei limiti di legge

I calcoli forniscono per l'indice di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione il valore:

$$\mathbf{D_{2m,nT,w} = 50\ dB}$$

Composizione struttura "Facciata locale pluriuso"

Descrizione struttura

Nome struttura: Facciata locale pluriuso

Descrizione: Piano primo - Scuola NOLE

Composizione della struttura

Cat.	*Elemento*	*Sup. [m²]*	*Rw/Dn,e,w [dB]*	*Certificazione*
PUT	Parete edificio esistente	5.82	55	
PUT	Cassonetto insonorizzato	0.51	46	
SEU	Vetrata Rw 47	4.59	47	

Tabella 1 - Composizione elementi della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome	Facciata locale pluriuso	
Descrizione	Piano primo - Scuola NOLE	
Tipo edificio	Edificio adibito ad Attività Scolastiche a tutti i livelli	
Volume	32.00	m³
Superficie	10.92	m²
Forma facciata	Facciata Piana	
Altezza facciata	h < 1.5 m	
Assorbimento facciata	α <= 0.3 m	
ΔLfs facciata	0	dB
Trasmissione laterale	Elementi di facciata non connessi	
K Trasmissione laterale		dB
Rw	49	dB
D2m,nT,w	49	dB
D2m,nT,w limite min	48	dB

Tabella 2 - Proprietà struttura

Valore D2m,nT,w nei limiti di legge

I calcoli forniscono per l'indice di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione il valore:

$$\mathbf{D_{2m,nT,w} = 49\ dB}$$

Composizione struttura "Facciata wc primo piano"

Descrizione struttura

Nome struttura: Facciata wc primo piano

Descrizione: Piano primo - Scuola NOLE

Composizione della struttura

Cat.	*Elemento*	*Sup. [m²]*	*Rw/Dn,e,w [dB]*	*Certificazione*
PUT	Parete edificio esistente	4.56	55	
PUT	Cassonetto insonorizzato	0.51	46	
SEU	Vetrata Rw 47	2.89	47	

Tabella 1 - Composizione elementi della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome	Facciata wc primo piano	
Descrizione	Piano primo - Scuola NOLE	
Tipo edificio	Edificio adibito ad Attività Scolastiche a tutti i livelli	
Volume	24.00	m³
Superficie	7.96	m²
Forma facciata	Facciata Piana	
Altezza facciata	h < 1.5 m	
Assorbimento facciata	α <= 0.3 m	
ΔLfs facciata	0	dB
Trasmissione laterale	Elementi di facciata non connessi	
K Trasmissione laterale		dB
Rw	49	dB
D2m,nT,w	49	dB
D2m,nT,w limite min	48	dB

Tabella 2 - Proprietà struttura

Valore D2m,nT,w nei limiti di legge

I calcoli forniscono per l'indice di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione il valore:

$$\mathbf{D_{2m,nT,w} = 49\ dB}$$

Composizione struttura "Facciata sala a disposizione del comune"

Descrizione struttura

Nome struttura: Facciata sala a disposizione del comune

Descrizione: Piano primo - Scuola NOLE

Composizione della struttura

Cat.	*Elemento*	*Sup. [m²]*	*Rw/Dn,e,w [dB]*	*Certificazione*
PUT	Parete edificio esistente	11.12	55	
PUT	Cassonetto insonorizzato	0.42	46	
SEU	Vetrata Rw 47	3.78	47	

Tabella 1 - Composizione elementi della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome	Facciata sala a disposizione del comune	
Descrizione	Piano primo - Scuola NOLE	
Tipo edificio	Edificio adibito ad Attività Scolastiche a tutti i livelli	
Volume	80.00	m³
Superficie	15.32	m²
Forma facciata	Facciata Piana	
Altezza facciata	h < 1.5 m	
Assorbimento facciata	α <= 0.3 m	
ΔLfs facciata	0	dB
Trasmissione laterale	Elementi di facciata non connessi	
K Trasmissione laterale		dB
Rw	51	dB
D2m,nT,w	53	dB
D2m,nT,w limite min	48	dB

Tabella 2 - Proprietà struttura

Valore D2m,nT,w nei limiti di legge

I calcoli forniscono per l'indice di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione il valore:

$$D_{2m,nT,w} = 53 \text{ dB}$$

Composizione struttura "Facciata zona riposo"

Descrizione struttura

Nome struttura: Facciata zona riposo

Descrizione: Piano primo - Scuola NOLE

Composizione della struttura

Cat.	*Elemento*	*Sup. [m²]*	*Rw/Dn,e,w [dB]*	*Certificazione*
PUT	Parete edificio esistente	11.76	55	
PUT	Cassonetto insonorizzato	0.42	46	
SEU	Vetrata Rw 47	3.78	47	

Tabella 1 - Composizione elementi della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome	Facciata zona riposo	
Descrizione	Piano primo - Scuola NOLE	
Tipo edificio	Edificio adibito ad Attività Scolastiche a tutti i livelli	
Volume	84.00	m³
Superficie	15.96	m²
Forma facciata	Facciata Piana	
Altezza facciata	h < 1.5 m	
Assorbimento facciata	α <= 0.3 m	
ΔLfs facciata	0	dB
Trasmissione laterale	Elementi di facciata non connessi	
K Trasmissione laterale		dB
Rw	51	dB
D2m,nT,w	53	dB
D2m,nT,w limite min	48	dB

Tabella 2 - Proprietà struttura

Valore D2m,nT,w nei limiti di legge

I calcoli forniscono per l'indice di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione il valore:

$$\mathbf{D_{2m,nT,w} = 53\ dB}$$

Composizione struttura "Facciata 1 - zona soggiorno/alimentazione/attività libere"

Descrizione struttura

Nome struttura: Facciata 1 - zona soggiorno/alimentazione/attività libere

Descrizione: Piano primo - Scuola NOLE

Composizione della struttura

Cat.	Elemento	Sup. [m²]	Rw/Dn,e,w [dB]	Certificazione
PUT	Cassonetto insonorizzato	1.26	46	
SEU	Vetrata Rw 47	11.34	47	
PUT	Parete esterna nuova	20.21	54	

Tabella 1 - Composizione elementi della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome	Facciata 1 - zona soggiorno/alimentazione/attività libere	
Descrizione	Piano primo - Scuola NOLE	
Tipo edificio	Edificio adibito ad Attività Scolastiche a tutti i livelli	
Volume	228.00	m³
Superficie	32.81	m²
Forma facciata	Facciata Piana	
Altezza facciata	h < 1.5 m	
Assorbimento facciata	α <= 0.3 m	
ΔLfs facciata	0	dB
Trasmissione laterale	Elementi di facciata non connessi	
K Trasmissione laterale		dB
Rw	49	dB
D2m,nT,w	53	dB
D2m,nT,w limite min	48	dB

Tabella 2 - Proprietà struttura

Valore D2m,nT,w nei limiti di legge

I calcoli forniscono per l'indice di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione il valore:

$$\mathbf{D_{2m,nT,w} = 53\ dB}$$

Composizione struttura "Facciata 2 - Zona soggiorno/alimentazione/attività libere"

Descrizione struttura

Nome struttura: Facciata 2 - Zona soggiorno/alimentazione/attività libere

Descrizione: Piano primo - Scuola NOLE

Composizione della struttura

Cat.	*Elemento*	*Sup. [m²]*	*Rw/Dn,e,w [dB]*	*Certificazione*
PUT	Parete esterna nuova	15.96	54	
PUT	Cassonetto insonorizzato	1.08	46	
SEU	Vetrata Rw 47	9.72	47	

Tabella 1 - Composizione elementi della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome	Facciata 2 - Zona soggiorno/alimentazione/attività libere	
Descrizione	Piano primo - Scuola NOLE	
Tipo edificio	Edificio adibito ad Attività Scolastiche a tutti i livelli	
Volume	228.00	m³
Superficie	26.76	m²
Forma facciata	Facciata Piana	
Altezza facciata	h < 1.5 m	
Assorbimento facciata	α <= 0.3 m	
ΔLfs facciata	0	dB
Trasmissione laterale	Elementi di facciata non connessi	
K Trasmissione laterale		dB
Rw	49	dB
D2m,nT,w	54	dB
D2m,nT,w limite min	48	dB

Tabella 2 - Proprietà struttura

Valore D2m,nT,w nei limiti di legge

I calcoli forniscono per l'indice di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione il valore:

$$\mathbf{D_{2m,nT,w} = 54\ dB}$$

- **Calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (R'_w)**

La norma tecnica permette di stimare la prestazione del muro separante due diverse unità abitative, secondo il seguente metodo:

- calcolo del potere fonoisolante dell'elemento di separazione tra due diverse unità abitative (R_W);
- calcolo delle perdite in opera rispetto al valore teorico.

La relazione di calcolo è la seguente:

$$R'_w = -10\mathrm{Log}\left(10^{\frac{-R_W}{10}} + \sum_{i=1}^{n} 10^{\frac{-\overline{R_{Ff,w,i}}}{10}}\right) \qquad (3)$$

dove:

1. R_w è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento divisorio, in dB;
2. $\overline{R_{Ff,w,i}}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante longitudinale apparente dell'i^{esimo} elemento costruttivo laterale (n=4), in decibel; tale indice è calcolato secondo la formula A.1 dell'Appendice A par. A.2.2 della UNI/TR 11175:2005.

Si richiede, per le pareti divisorie interne della parte in ampliamento, una configurazione del tipo:

o similare (tipo "Isolmant Perfetto SPECIAL"), che garantisce un potere fonoisolante apparente R'w di 57 dB.

Per poter garantire il potere fonoisolante della parete anche in opera bisognerà prestare attenzione nella scelta della posizione degli impianti (se possibile non facendoli passare nei divisori tra due stanze) e ad esempio posizionando le cassette di scarico dei wc all'esterno della parete o, in alternativa, alloggiare le cassette in una controparete ad hoc isolata strutturalmente dalla parete divisoria, per evitare la propagazione strutturale del rumore ed evitare la perdita di potere fonoisolante della parete stessa

Il calcolo del valore di abbattimento del rumore aereo della soletta ha portato ad un valore di:

Composizione struttura "Solaio intermedio"

Descrizione struttura

Nome struttura: Solaio intermedio

Descrizione: Scuola NOLE

Composizione della struttura

	Cat.	*Elemento*	*Spessore [m]*	*Densità [kg/m³]*	*Massa [kg/m²]*
	VA1	Assito in legno	0.015	550.00	8.25
	SOU	Massetto in cls alleggerito	0.085	1600.00	136.00
	VA1	Pannello polistirene EPS	0.04	35.00	1.40
	SOU	Soletta blocchi in laterizio+travetti in cls	0.35	1800.00	629.99999
	INT	Intonaco di calce e gesso	0.01	1400.00	14.00

Tabella 1 - Composizione strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	Solaio intermedio
Tipo struttura	Parete
Numero strati	5
Spessore totale	0.50 m
Massa superficiale	789.64999 kg/m²
Formula Rw	Parete singola/doppia (UNI TR
Rw	55 dB

Tabella 2 - Proprietà struttura

Disegno struttura

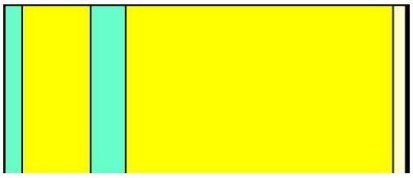


Figura 1 - Disegno struttura

Il solaio garantisce un potere fonoisolante pari a R_w = 55 dB.

Quindi in entrambi i casi, anche considerando le perdite legate alle trasmissioni laterali, si può ragionevolmente concludere che si otterrà un valore maggiore dei 50 dB richiesti dalla normativa

CONCLUSIONI

I valori di cui alla tabella B, allegato A del DPCM 5/12/97 già riportata al par. 2.1, prevedono per l'edificio in esame i seguenti valori per gli indici di valutazione:

Categoria A	**Parametri**		
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$
Limiti di legge	50	48	58

Dai risultati ottenuti si evince che saranno rispettati tutti i limiti di legge.

Sarà comunque di fondamentale importanza la cura con la quale saranno essere eseguiti i lavori.

Questa relazione è costituita da 39 pagine.

ASTI, li 24/11/2018

ing. Giorgio CANTINO

dott. Alessandro MUSSA

ing. Mariandrea LA ROCCA

ALLEGATI

ALLEGATO 1

Soluzioni tecniche per tubazioni e apparecchi sanitari

Le sollecitazioni dinamiche generate dai sistemi idraulici interni agli edifici si propagano, oltre che per via aerea, attraverso le tubazioni e i loro supporti.

Il sistema delle tubazioni di erogazione dell'acqua è costituito da una rete rigida connessa a un certo numero di apparecchi sanitari ed è soggetto a delle sollecitazioni vibro-acustiche connesse ai fenomeni fisici determinati dal flusso d'acqua in scorrimento.

Queste sollecitazioni sono poi trasmesse alle strutture degli edifici a cui gli impianti e le tubazioni risultano collegate, che re-irradiano l'energia vibrazionale sotto forma di onde acustiche. I procedimenti per attenuare le condizioni di disturbo vibro-acustico negli spazi interni consistono ne:

- l'eliminazione delle vibrazioni attraverso la rete delle tubazioni;
- la riduzione dell'irradiamento per via aerea delle sollecitazioni dinamiche;
- l'assorbimento delle vibrazioni che si trasmettono, attraverso i dispositivi di supporto delle tubazioni, alle strutture degli edifici.

La propagazione delle vibrazioni nella rete delle tubazioni è ostacolata interrompendo la continuità della rete mediante delle giunzioni di materiale visco-elastico a matrice noenica: le caratteristiche di deformabilità ed elasticità del materiale a matrice noenica permettono di realizzare dei giunti capaci di assorbire e dissipare l'energia vibrazionale ricevuta. Questi giunti, che eliminano solo le vibrazioni trasmesse attraverso le tubazioni (fig. 3.19), consentono una attenuazione del rumore pari a 7,5 dBA per ogni metro di tubazione costituita da un diametro compreso tra 2,5 e 4 cm.

Le sollecitazioni di origine idrodinamica, irradiate per via aerea, sono ridotte scegliendo opportunamente il materiale delle tubazioni. Si dimostra che, a parità di sezione e di portata, le tubazioni in rame plasticato irradiano meno energia acustica rispetto agli altri materiali: un tubo di rame plasticato di spessore pari a 2,5 mm emette un suono di 29 dBA per una velocità di scorrimento dell'acqua pari a 3,4 m/s. Nelle stesse situazioni di prova il rame, la plastica e l'acciaio forniscono, rispettivamente, dei valori pari a 46, 41 e 38 dBA.

La riduzione delle emissioni acustiche prevede una foderatura delle tubazioni che determina un livello acustico molto ridotto, pari a circa 18 dBA:

- un rivestimento di materiale compressibile, di spessore compreso tra 1 e 1,5 cm, tale da garantire l'isolamento sia termico che acustico;
- uno strato esterno di materiale vinilico, appesantito con bario, rivestito da un foglio di piombo.

La trasmissione delle vibrazioni alle strutture è attenuata tramite dei supporti capaci di ricevere delle tubazioni di diverso diametro.

Gli elementi che accolgono le tubazioni presentano degli inserti di materiale visco-elastico a matrice noenica capaci di assorbire e dissipare l'energia vibrazionale ricevuta. Inoltre, la lunghezza dei bracci di collegamento è variabile, secondo le specifiche esigenze di disposizione e impiego.

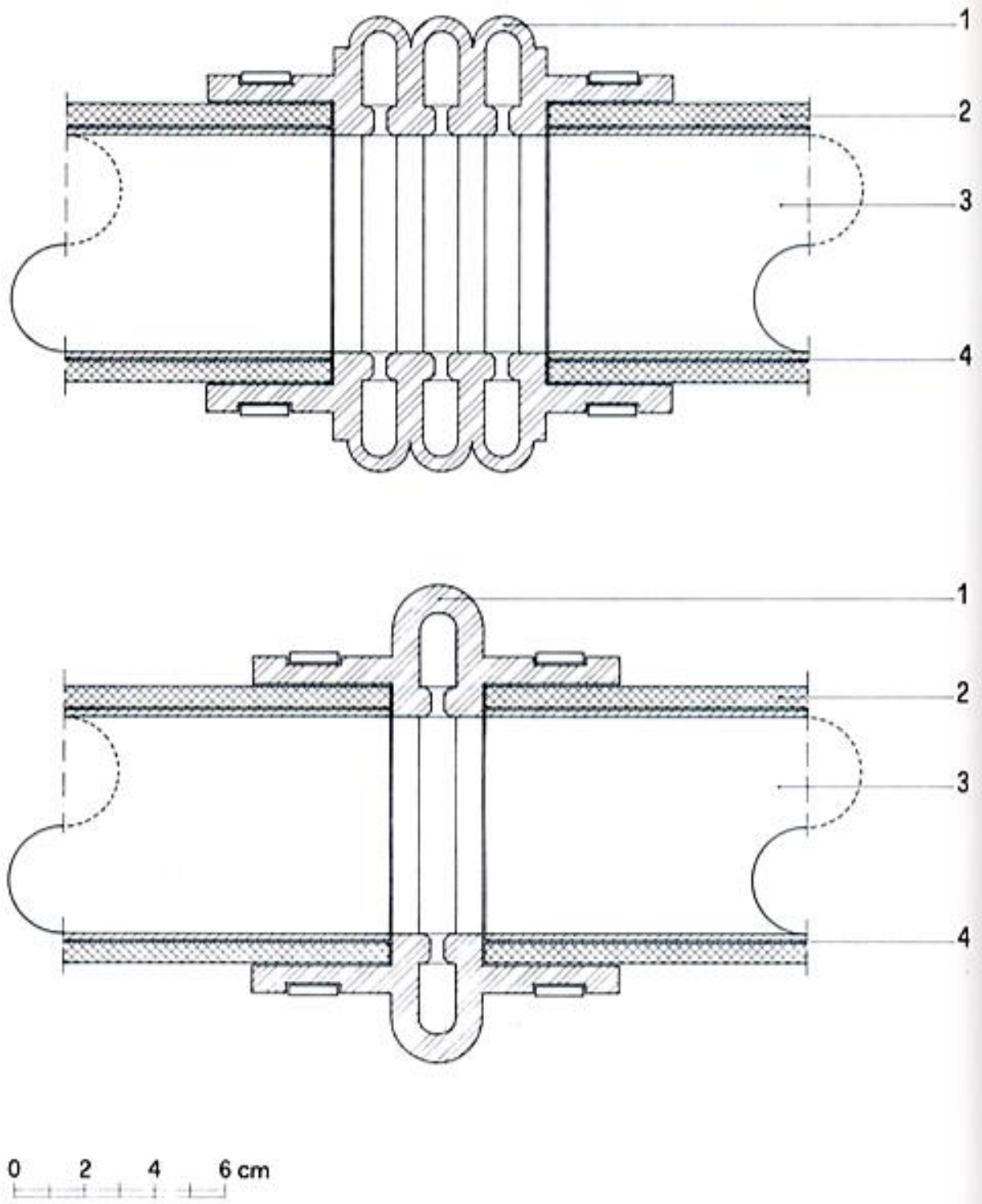


Fig. 3.19. Giunti vibroassorbenti per tubazioni.
Connessioni applicate per attenuare le sollecitazioni dinamiche generate dal flusso turbolento dell'acqua entro le tubazioni. Sezioni.
1. giunzione "a soffietto" in materiale visco-elastico a matrice noenica; 2. rivestimento in materiale compressibile; 3. tubazione in rame plasticato; 4. avvolgimento in materiale a base vinilica.

In presenza di un regime idraulico variabile e in prossimità dei gomiti, dove si determinano particolari spinte centrifughe variabili o inerziali, che generano delle vibrazioni di elevata intensità, si prevede l'utilizzo di ulteriori elementi attivi vibroassorbenti, posti tra i supporti e la superficie di appoggio: questi elementi sono composti da strati di materiale noenico a cui è interposta una lamina di acciaio (figg. 3.20, 3.21).

La velocità del flusso d'acqua va attenuata con l'inserimento di particolari deflettori all'interno delle tubazioni, dei deviatori di flusso che riducono le turbolenze e l'emissione del rumore[3]. L'utilizzo di gomiti con un raggio di curvatura appena superiore a 90° determina un *flusso laminare* e silenzioso.

Per la riduzione delle sollecitazioni vibro-acustiche conseguenti agli scarichi si considera la realizzazione di apparecchi sanitari sospesi, agganciati alle pareti: questo provvedimento consente, innanzitutto, di desolidarizzare gli apparecchi dal pavimento, evitando la propagazione delle vibrazioni per via solida, tramite le solette. La posa in opera dei sanitari prevede l'interposizione di un materassino di materiale a matrice noenica tra gli apparecchi e le pareti.

Delle speciali bussole vibroassorbenti separano la ceramica dai bulloni di fissaggio. Altri dispositivi a bussola, sempre di materiale noenico, separano i tubi di accesso e di scarico dalla parete (fig. 3.22).

I lavandini devono essere separati dalle pareti mediante un materassino di materiale a matrice noenica, che permette di assorbire e dissipare l'energia vibrazionale dovuta all'impatto dell'acqua con la cavità dei lavandini (fig. 3.23).

In particolare, questa applicazione è valida per evitare i fenomeni vibrazionali conseguenti al *colpo d'ariete*, dovuti a delle rigide variazioni della portata entro una tubazione[4]: l'improvvisa interruzione del flusso produce un brusco incremento di pressione e l'intero sistema di distribuzione, sollecitato dinamicamente, genera delle vibrazioni di elevata intensità (ivi, p. 567). Le emissioni relative al *colpo d'ariete* possono essere ridotte anche mediante l'installazione di una camera ad assorbimento d'urto posta vicino alla valvola di controllo.

3.3. Progettazione di spazi interni fono e vibroisolati

3.3.1. Progettazione dimensionale degli spazi interni protetti dai fenomeni di risonanza

Le principali indicazioni progettuali per ridurre le condizioni di malessere vibro-acustico riguardano gli aspetti dimensionali degli spazi interni agli edifici. Il malessere ambientale dovuto all'immissione del rumore e delle vibrazioni è determinato essenzialmente dall'amplificazione delle sollecitazioni dinamiche, che avviene in seguito ai fenomeni di *risonanza*: questi si verificano quando le frequenze delle perturbazioni ondose si approssimano alle frequenze relative alle dimensioni principali degli spazi interni.

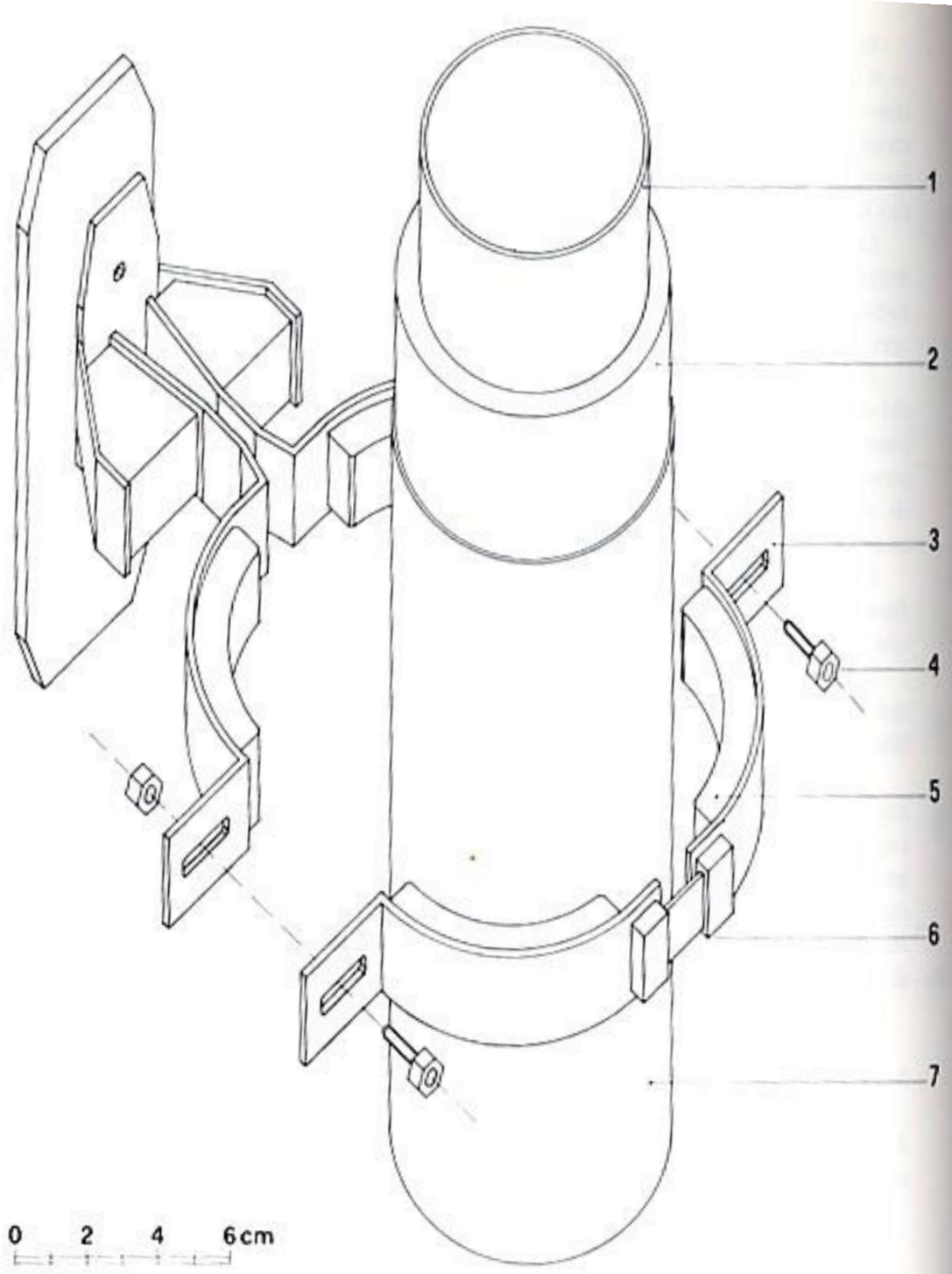


Fig. 3.20. Supporti fono e vibroassorbenti per tubazioni.
Strutture di sostegno applicate per attenuare le sollecitazioni dinamiche generate dal flusso turbolento dell'acqua entro le tubazioni. Esploso assonometrico.
1. tubazione in rame plasticato; 2. rivestimento in materiale compressibile; 3. supporto in acciaio; 4. fissaggio regolabile mediante vite M 3x16 (UNI 5739); 5. materiale visco-elastico a matrice noenica; 6. dispositivo regolabile; 7. avvolgimento in materiale a base vinilica.

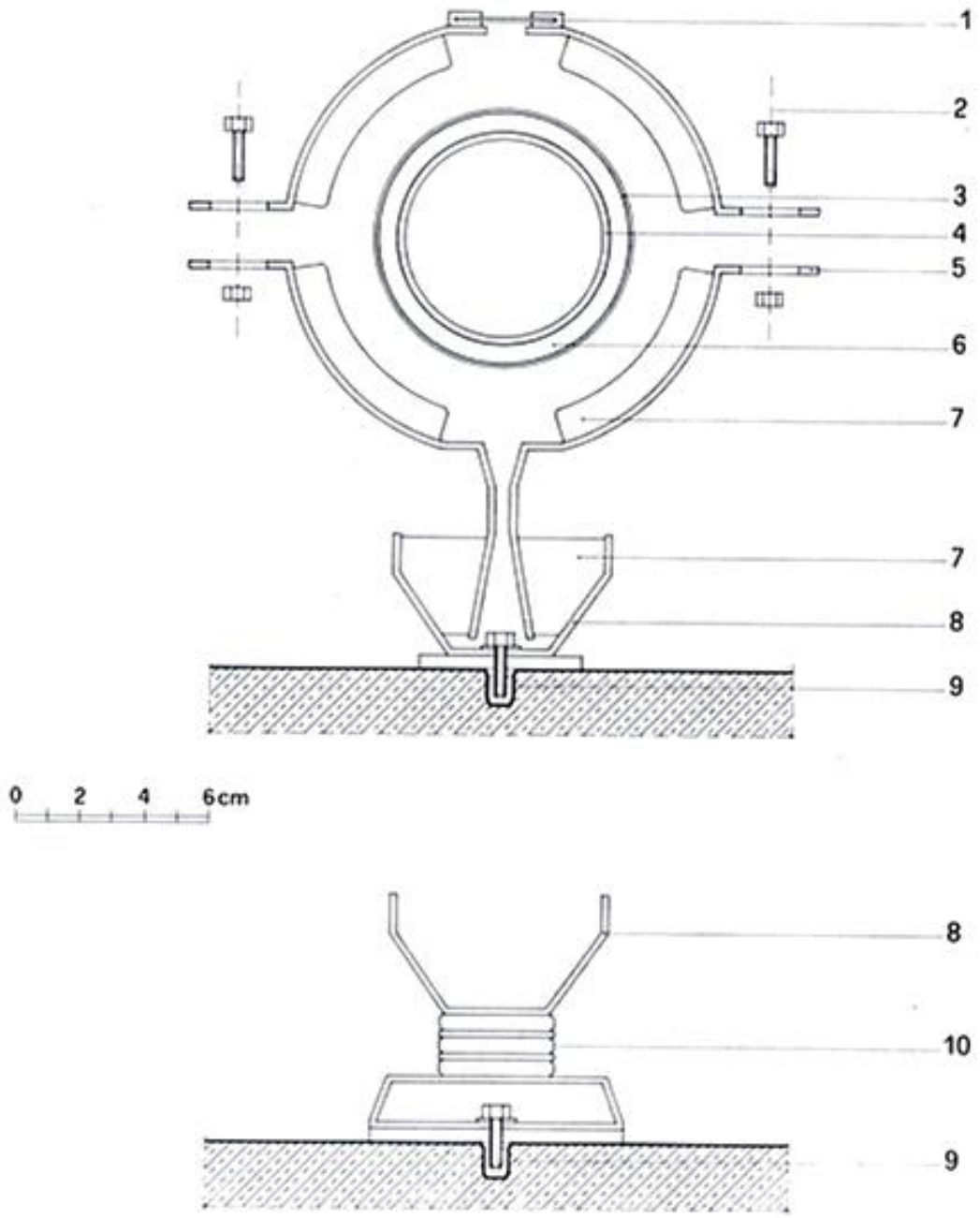


Fig. 3.21. Supporti fono e vibroassorbenti per tubazioni.
Strutture di sostegno applicate per attenuare le sollecitazioni dinamiche generate dal flusso turbolento dell'acqua entro le tubazioni. Prospetti.
1. dispositivo regolabile; 2. fissaggio regolabile mediante vite M 3x16 (UNI 5739); 3. avvolgimento in materiale a base vinilica; 4. tubazione in rame plasticato; 5. elemento di supporto in acciaio; 6. rivestimento in materiale compressibile; 7. materiale visco-elastico a matrice noenica; 8. sostegno dell'elemento di supporto; 9. connessione alla parete mediante vite M 3x16 (UNI 5739); 3. avvolgimento in materiale a base vinilica; 10. inserto multistrato vibroassorbente in presenza di spinte centrifughe variabili.

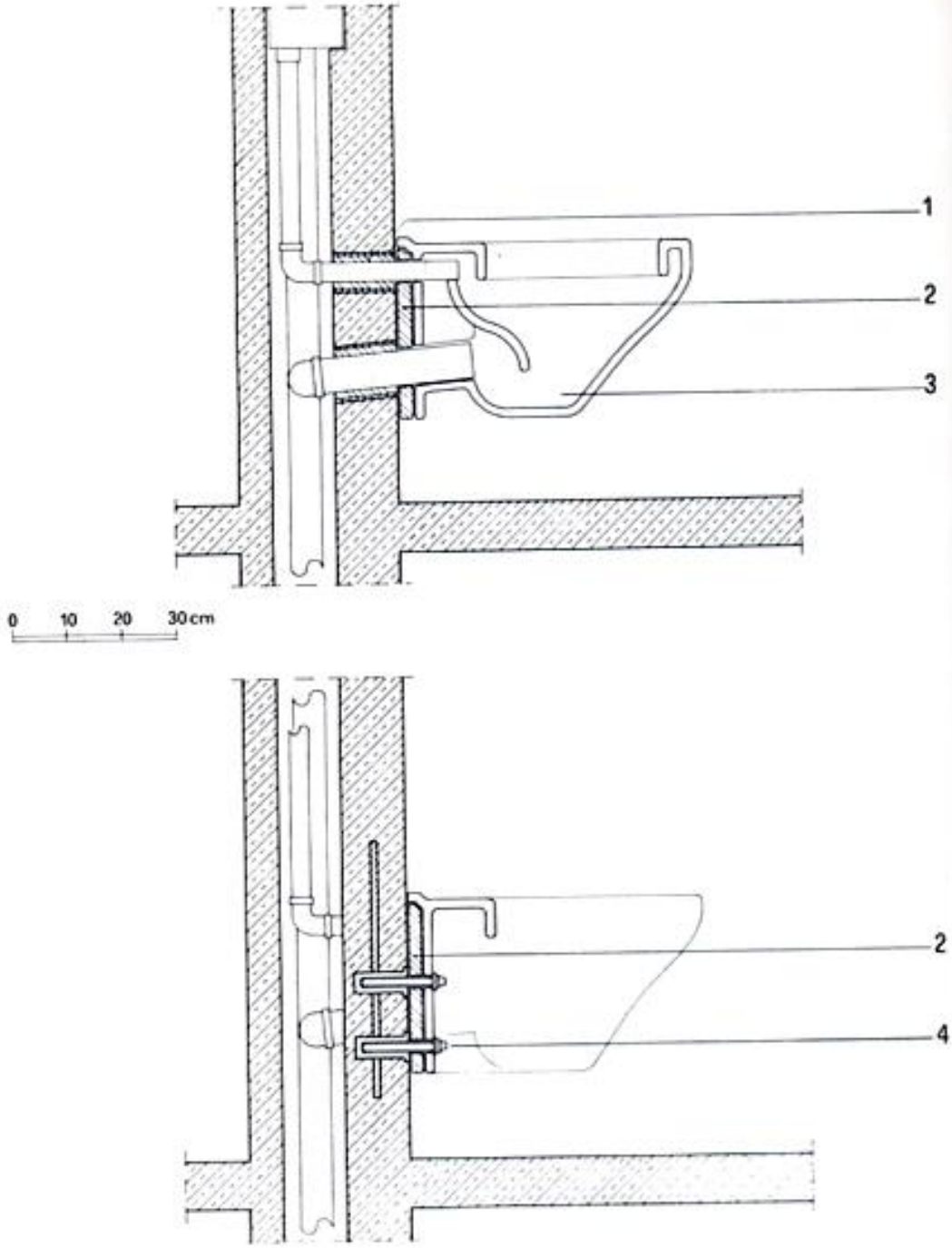


Fig. 3.22. Supporti vibroassorbenti per impianti sanitari.
Strutture di connessione applicate per attenuare le sollecitazioni dinamiche indotte dagli scarichi: apparecchio sanitario sospeso e agganciato mediante materassini vibroassorbenti. Sezioni
1. bussole vibroassorbenti a separazione delle tubazioni di accesso e scarico dalle pareti: materiale visco-elastico a matrice noenica entro cilindro in acciaio; 2. materassino di materiale visco-elastico a matrice noenica; 3. profilo dell'apparecchio sanitario ad attenuazione dei vortici conseguenti allo scroscio; 4. bullonatura di fissaggio.

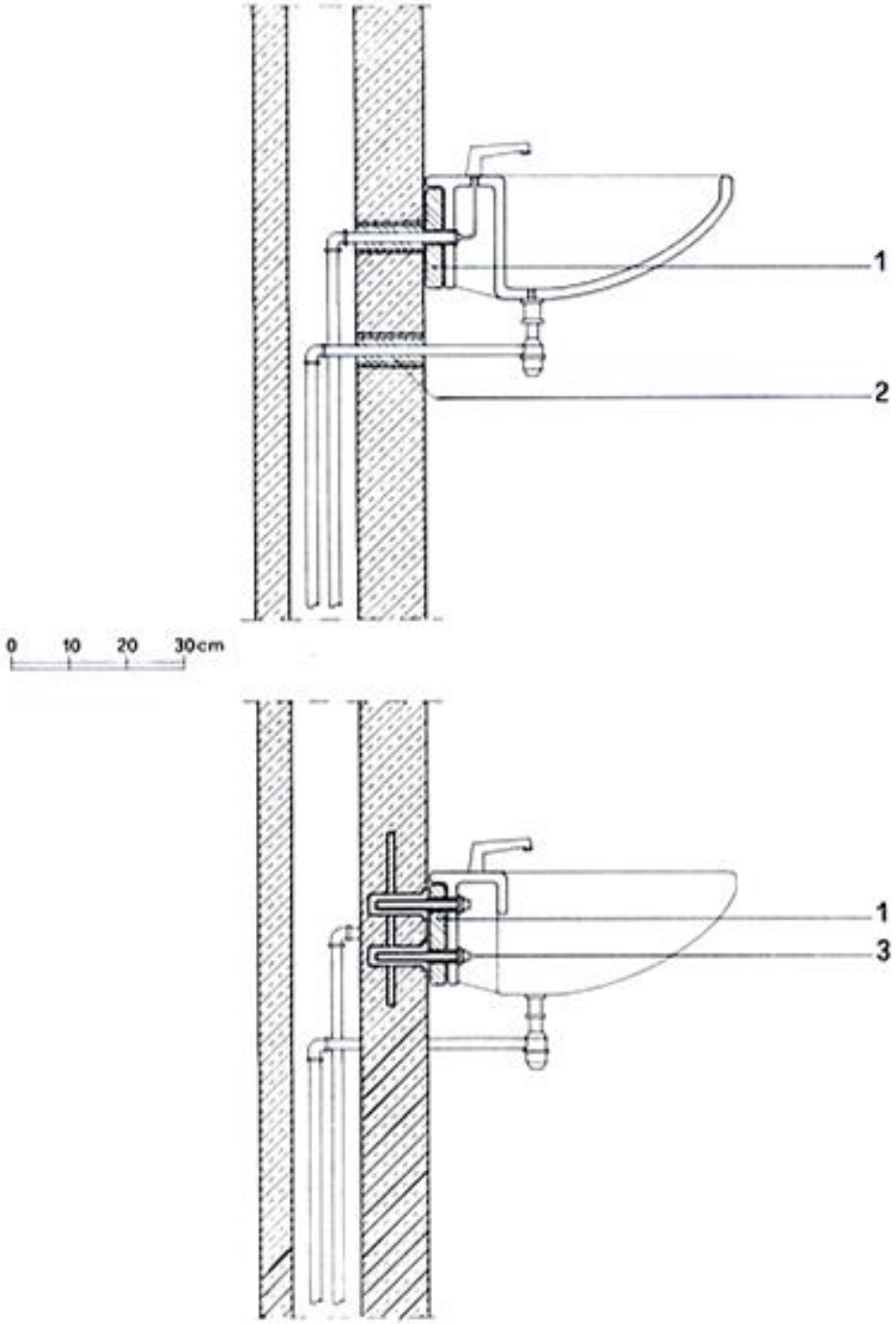


Fig. 3.23. Supporti vibroassorbenti per impianti sanitari.
Strutture di connessione applicate per attenuare le sollecitazioni di origine idrodinamica: lavandino sospeso e agganciato mediante materassini vibroassorbenti. Sezioni.
1. materassino di materiale visco-elastico a matrice noenica; 2. bussole vibroassorbenti a separazione delle tubazioni di accesso e scarico dalle pareti: materiale a matrice noenica entro cilindro in acciaio; 3. bullonatura di fissaggio.