

**COMUNE DI DAIRAGO**

Città metropolitana di Milano

Area Sviluppo e Tutela del Territorio - Infrastrutture e Lavori Pubblici

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) – MISSIONE 4 – ISTRUZIONE E RICERCA – COMPONENTE 1 – POTENZIAMENTO DELL'OFFERTA DEI SERVIZI DI ISTRUZIONE: DAGLI ASILI NIDO ALLE UNIVERSITÀ – INVESTIMENTO 1.1: "PIANO PER ASILI NIDO E SCUOLE DELL'INFANZIA E SERVIZI DI EDUCAZIONE E CURA PER LA PRIMA INFANZIA"

**RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE, ADEGUAMENTO NORMATIVO ED
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'EDIFICIO ESISTENTE NON GIÀ DESTINATO AD
ASILO NIDO DI PROPRIETÀ COMUNALE SITO IN VIA SUOR CHIARA TRIBOLO 2
CUP G23C24000970001 - CIG B3F863B607**

**PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE REQUISITI ACUSTICI**

**Euro.Pa Service srl**

via Bissolati, 24 - 20025 Legnano (MI)
tel. 0331/1707500 - fax 0331/1707549
email: info@europa-service.it
PEC: europacst@legalmail.it

IL RESPONSABILE AREA TECNICA
arch. ATTILIO CITTERIO



NOVEMBRE 2024

**Riqualificazione funzionale,
adeguamento normativo ed
efficientamento energetico
di edificio esistente di proprietà
comunale**

Via Suor Chiara Tribolo, n. 2

**COMUNE DI DAIRAGO
Città metropolitana di Milano**

**DETERMINAZIONE REQUISITI ACUSTICI
PASSIVI EDIFICI**

CORREZIONE ACUSTICA

FASE PROGETTUALE

D.P.C.M. 05/12/1997

C.A.M. - D.M. 23 GIUGNO 2022

INDICE

1. PREMESSA

2. DATI GENERALI PROGETTO

3. LIMITI DI RIFERIMENTO

4. MISURE DI ISOLAMENTO ACUSTICO IN OPERA – STATO DI FATTO

5. MATERIALI E SOLUZIONI COSTRUTTIVE

6. VALUTAZIONI FINALI

7. ALLEGATI

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica valuta a livello progettuale e previsionale i requisiti di isolamento acustico e correzione acustica relativi all'intervento di riqualificazione funzionale, adeguamento normativo ed efficientamento energetico da effettuare sull'immobile esistente di proprietà comunale sito in via Suor Chiara Tribolo, n. 2, nel Comune di Dairago (MI), in cui verrà ricavato un nuovo asilo nido.

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 – Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici – fissa criteri e metodologie per il contenimento dell'inquinamento da rumore all'interno degli ambienti abitativi.

Con il DM 11 ottobre 2017 *“Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici”* sono stati definiti i nuovi criteri ambientali minimi (CAM) per gli appalti di nuova costruzione, ristrutturazione, manutenzione, riqualificazione energetica di edifici pubblici e per la gestione dei cantieri, sostituito dal nuovo DM 23 giugno 2022 *“Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi”*.

La presente relazione tecnica ha lo scopo di fornire al progettista un supporto per adottare le più idonee scelte progettuali circa le soluzioni costruttive ed i materiali da mettere in opera al fine di garantire i requisiti di isolamento acustico di riferimento.

2. DATI GENERALI PROGETTO

- **Oggetto:** _____ Realizzazione nuovo asilo nido tramite opere di manutenzione straordinaria su edificio esistente di proprietà del Comune di Dairago.
- **Indirizzo:** _____ via Suor Chiara Tribolo, 2
- **Comune:** _____ Dairago (MI)
- **Dati catastali:** _____ Fg. 3, mapp. 796
- **Categoria:** _____ asilo nido (categoria socio-assistenziale)
- **Proprietà:** _____ Comune di Dairago (MI)

Trattasi di un intervento di riqualificazione funzionale, adeguamento normativo ed efficientamento energetico da effettuare sull'immobile di proprietà comunale, attraverso la realizzazione di opere volte a delineare degli spazi interni da destinare a nuovo asilo nido e a conseguire nel complesso un efficientamento energetico e funzionale atto a garantire l'ottimizzazione dei costi energetici e di gestione derivanti dal suo utilizzo.

Il nuovo spazio destinato ad asilo nido e sarà composta da (vedi tavole in allegato):

- ☐ n. 3 sale;
- ☐ n. 1 spazio attività libere
- ☐ Spogliatoi e WC per il personale;
- ☐ Locale personale a disposizione per incontri/accoglienza
- ☐ un locale impiattamento
- ☐ uno spazio cortile/giardino ad uso esclusivo per il nuovo asilo nido

In particolare, l'intervento in progetto riguarda le seguenti categorie di opere:

- **RISCALDAMENTO A PANNELLI RADIANTI** – è prevista la sostituzione dell'attuale impianto di riscaldamento costituito da radiatori a parete con un sistema a pannelli radianti a pavimento; l'esecuzione prevede la demolizione e rifacimento del massetto impiantistico, del sottofondo di pavimento e la posa di un nuovo pavimento resiliente in PVC (in luogo dell'esistente pavimento in linoleum);
- **CONTROSOFFITTO ACUSTICO** – è prevista la rimozione dell'attuale controsoffitto in lastre di cartongesso (sala 2 e sala attività libere), lo spostamento dello strato di isolamento in lana di vetro da cm 5 (posato nel sottotetto sopra la sala 2), la posa di nuovo controsoffitto in pannelli di lana minerale fonoassorbenti;
- **SPAZI DI SERVIZIO** – è prevista la realizzazione di nuovi spazi di servizio destinati all'accoglienza, alla distribuzione dei pasti e agli spogliatoi del personale con annessi servizi igienici; i nuovi spazi saranno ricavati all'interno dell'attuale sala attività libere, mediante realizzazione di nuove pareti in cartongesso;
- **SERRAMENTI ESTERNI** – è prevista la sostituzione dei serramenti esistenti in alluminio con nuovi serramenti in alluminio; la finalità di questo intervento è quella di migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio nonché garantire maggiori caratteristiche di sicurezza antinfortunistico (con particolare riferimento all'utilizzo di profili con spigoli arrotondati e vetri stratificati classificati "di sicurezza") e di funzionalità e manutenibilità (con riferimento alle tipologie di apertura a battente al posto di quelle scorrevoli);
- **COPERTURE** – è previsto l'aumento dello spessore degli strati di isolamento termico, la sostituzione integrale delle lattonerie, la sostituzione delle lamiere grecate poste sulle coperture a falde con nuovi pannelli grecati sandwich, nonché il rifacimento della guaina impermeabilizzante posta sulla parte di copertura piana (in doppio strato di cui quello esterno ardesiato);
- **PARAMENTI MURARI** – è previsto il completo rifacimento delle tinteggiature interne e delle verniciature esterne;

- IMPIANTI DI PRODUZIONE CALORE – è prevista la dismissione del generatore a gas metano esistente, attualmente al servizio del riscaldamento e della produzione di acqua calda sanitaria e l'installazione di pompe di calore;
- IMPIANTI DI VENTILAZIONE – è prevista la realizzazione di nuovo impianto di ricambio igienico dell'aria, dedicato per ciascuna aula, con sistema VRV in pompa di calore;
- IMPIANTO FOTOVOLTAICO – è prevista l'installazione di un nuovo impianto fotovoltaico, costituito da pannelli da 580W per una potenza complessiva di produzione pari a 19.5 KW, corredati con batterie di accumulo al litio da 10 KWH;
- RELAMPING – è prevista la sostituzione dei sistemi di illuminazione interni, le cui lampade installate sono dotate di sorgenti luminose di tipo tradizionale di prima e seconda generazione a tubi fluorescenti, con sistemi efficienti di illuminazione (LED);
- IMPIANTI ELETTRICI E IDRAULICI – sono previsti gli interventi per le dotazioni impianti elettriche e sanitarie dei nuovi spazi di servizi, nonché la verifica degli esistenti impianti;

3. LIMITI DI RIFERIMENTO

3.1 D.P.C.M. del 5/12/97 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”

Riportiamo qui di seguito i valori che devono essere rispettati secondo tale decreto (Tabella A).

- 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 ed assimilabili;
- categoria F : edifici adibiti ad attività ricreative o di culto ed assimilabili;
- categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

Categorie di cui alla Tabella A	Parametri				
	R_w (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{aeq}
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35

Tabella B – Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici
(*) Valori di R_w riferiti ad elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari

L’asilo nido ricade nella categoria E.

3.2 DM 11 ottobre 2017 “Criteri ambientali minimi per l’affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici”

Con la pubblicazione del D.M. 11.01.2017 e del successivo D.M. 11.10.2017, diventano cogenti i cosiddetti “Criteri Ambientali Minimi” (C.A.M.) il cui obiettivo è quello di garantire agli edifici pubblici di qualsiasi natura e destinazione prestazioni ambientali al di sopra della media e quindi al di sopra della normativa di settore attualmente vigente.

Le prescrizioni contenute nei decreti citati si affiancano a quanto previsto dalla normativa vigente.

Nello specifico delle prestazioni acustiche degli edifici, si riporta di seguito il punto 2.3.5.6. dell’allegato al D.M. 11.10.2017.

2.3.5.6. Comfort acustico

I valori dei requisiti acustici passivi dell’edificio devono corrispondere almeno a quelli della classe II ai sensi della 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.

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

I descrittori acustici da utilizzare sono:

- 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.*

Verifica: 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 e 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 qui richiesta. Qualora il progetto sia sottoposto ad una fase di verifica valida per la successiva certificazione dell’edificio secondo uno dei protocolli di sostenibilità energetico ambientale degli edifici (rating systems) di livello nazionale o

internazionale, la conformità al presente criterio può essere dimostrata se nella certificazione risultano soddisfatti tutti i requisiti riferibili alle prestazioni ambientali richiamate dal presente criterio. In tali casi il progettista è esonerato dalla presentazione della ulteriore documentazione sopra indicata, ma è richiesta la presentazione degli elaborati e/o dei documenti previsti dallo specifico protocollo di certificazione di edilizia sostenibile perseguita, fermo restando l'esecuzione del collaudo.

Nello specifico dei requisiti acustici passivi, quindi, i descrittori illustrati al punto precedente mutano i valori limite:

- in quelli della classe II della UNI 11367 riportati nella tabella che segue (rif. prospetto 1 UNI 11367) per le destinazioni residenziale, direzionale ed ufficio, ricettiva, ricreativa, di culto, commerciale

Classe	Indici di valutazione				
	a) Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2n,nT,w}$ [dB]	b) Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari R'_w [dB]	c) Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L'_{nw} [dB]	d) Livello sonoro corretto impresso da impianti a funzionamento continuo L_k [dB]	e) Livello sonoro corretto impresso da impianti a funzionamento discontinuo L_d [dB]
I	≥ 43	≥ 56	≤ 53	≤ 25	≤ 30
II	≥ 40	≥ 53	≤ 58	≤ 28	≤ 33
III	≥ 37	≥ 50	≤ 63	≤ 32	≤ 37
IV	≥ 32	≥ 45	≤ 68	≤ 37	≤ 42

integrati dai requisiti riportati nel prospetto 2 per le destinazioni d'uso ricettive

Classe	Indici di valutazione	
	f) Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ [dB]	g) Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti della stessa unità immobiliare L'_{nw} [dB]
I	≥ 56	≤ 53
II	≥ 53	≤ 58
III	≥ 50	≤ 63
IV	≥ 45	≤ 68

- in quelli della prestazione superiore della UNI 11367 riportati nella tabella che segue (rif. prospetto A.1 UNI 11367) per ospedali, case di cura e scuole

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2n,w}$ [dB]	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari R'_{w} [dB]	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L'_{nw} [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo L_k in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo L_d in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ [dB]	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni / fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ [dB]	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare L'_{nw} [dB]	63	53

ai quali si aggiungono i requisiti riportati nel prospetto B.1 della UNI 11367 (*)

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

(*) valori misurati secondo UNI EN ISO 140-14

3.3 DM 23 Giugno 2022 “Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi”

Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 – Serie Generale – del 6 agosto 2022 – S.O. n.30, il Decreto MiTE 23 giugno 2022 n. 256, recante “Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi”, che sostituisce i criteri CAM adottati nel 2017 di cui al D.M. 11/10/2017.

Al paragrafo 2.4.11 riporta quanto segue:

2.4.11 Prestazioni e comfort acustici

Criterio

Fatti salvi i requisiti di legge di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 «Determinazione dei requisiti acustici degli edifici» (nel caso in cui il presente criterio ed il citato decreto prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, sono da considerarsi, quali valori da conseguire, quelli che prevedano le prestazioni più restrittive tra i due), i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio, partizioni orizzontali e verticali, facciate, impianti tecnici, definiti dalla norma UNI 11367 corrispondono almeno a quelli della classe II del prospetto 1 di tale norma. I singoli elementi tecnici di ospedali e case di cura soddisfano il livello di “prestazione superiore” riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A di tale norma e rispettano, inoltre, i valori caratterizzati come “prestazione buona” nel prospetto B.1 dell'Appendice B di tale norma. Le scuole soddisfano almeno i valori di riferimento di requisiti acustici passivi e comfort acustico interno indicati nella UNI 11532-2. Gli ambienti interni, ad esclusione delle scuole, rispettano i valori indicati nell'appendice C della UNI 11367.

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

Per gli altri interventi su edifici esistenti va assicurato il miglioramento dei requisiti acustici passivi preesistenti. Detto miglioramento non è richiesto quando l'elemento tecnico rispetti le prescrizioni sopra indicate, quando esistano vincoli architettonici o

divieti legati a regolamenti edilizi e regolamenti locali che precludano la realizzazione di soluzioni per il miglioramento dei requisiti acustici passivi, o in caso di impossibilità tecnica ad apportare un miglioramento dei requisiti acustici esistenti degli elementi tecnici coinvolti. La sussistenza dei precedenti casi va dimostrata con apposita relazione tecnica redatta da un tecnico competente in acustica di cui all'articolo 2, comma 6 della legge 26 ottobre 1995, n. 447. Anche nei casi nei quali non è possibile apportare un miglioramento, va assicurato almeno il mantenimento dei requisiti acustici passivi preesistenti.

Verifica

La Relazione CAM, di cui criterio “2.2.1-Relazione CAM”, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale e prevede anche una relazione acustica di calcolo previsionale redatta da un tecnico competente in acustica secondo le norme tecniche vigenti; in fase di verifica finale della conformità è prodotta una relazione di collaudo basata su misure acustiche in opera eseguite da un tecnico competente in acustica secondo le norme tecniche vigenti.

I valori limite dei requisiti acustici passivi, rimangono gli stessi riportati nel precedente DM 11/10/2017, ovvero:

- in quelli della classe II della UNI 11367 riportati nella tabella che segue (rif. prospetto 1 UNI 11367) per le destinazioni residenziale, direzionale ed ufficio, ricettiva, ricreativa, di culto, commerciale

Classe	Indici di valutazione				
	a) Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2n,T,w}$ [dB]	b) Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari R'_w [dB]	c) Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L'_{nw} [dB]	d) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo L_k [dB]	e) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo L_w [dB]
I	≥ 43	≥ 56	≤ 53	≤ 25	≤ 30
II	≥ 40	≥ 53	≤ 58	≤ 28	≤ 33
III	≥ 37	≥ 50	≤ 63	≤ 32	≤ 37
IV	≥ 32	≥ 45	≤ 68	≤ 37	≤ 42

- in quelli della prestazione superiore della UNI 11367 riportati nella tabella che segue (rif. prospetto A.1 UNI 11367) per ospedali, case di cura e scuole

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2n,nT,w}$ [dB]	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari R'_{w} [dB]	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L'_{nw} [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo L_k in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo L_d in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ [dB]	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni / fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ [dB]	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare L'_{nw} [dB]	63	53

ai quali si aggiungono i requisiti riportati nel prospetto B.1 della UNI 11367 (*)

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

(*) valori misurati secondo UNI EN ISO 140-14

Per gli interventi su edifici esistenti, si applicano le prescrizioni di cui sopra in caso di ristrutturazione totale degli elementi edilizi.

Per ristrutturazioni “non totali” di elementi edilizi occorre migliorare i requisiti acustici preesistenti.

Il miglioramento non è richiesto:

- se l'elemento tecnico già rispetta le prescrizioni CAM
- se esistono vincoli architettonici o divieti da regolamenti edilizi/locali
- in caso di impossibilità tecnica

La sussistenza di questi aspetti va dimostrata con una relazione redatta da tecnico competente in acustica. Nel caso non sia possibile apportare un miglioramento, va assicurato almeno il mantenimento dei requisiti acustici preesistenti.

N.B.

Nel caso specifico trattasi di intervento su edificio esistente in cui non è prevista la ristrutturazione totale degli elementi edilizi. Infatti, per le pareti perimetrali esistenti è prevista la sola sostituzione dei serramenti, per la copertura è previsto un incremento del pacchetto isolante della stratigrafia esistente, mentre per le partizioni divisorie interne in opera tra le sale non sono previsti interventi (vengono mantenute le partizioni esistenti), pertanto è sufficiente garantire il miglioramento dei requisiti acustici preesistenti per le partizioni oggetto di parziale intervento.

Allo scopo sono state condotte una serie di misure fonometriche finalizzate a misurare i requisiti acustici in opera dello stato di fatto in cui si trova l'edificio, nello specifico l'isolamento acustico di facciata (misura condotta su facciata finestrata e su facciata opaca) e la misura dei tempi di riverbero all'interno delle varie aule, i cui risultati vengono riportati nel capitolo a seguire.

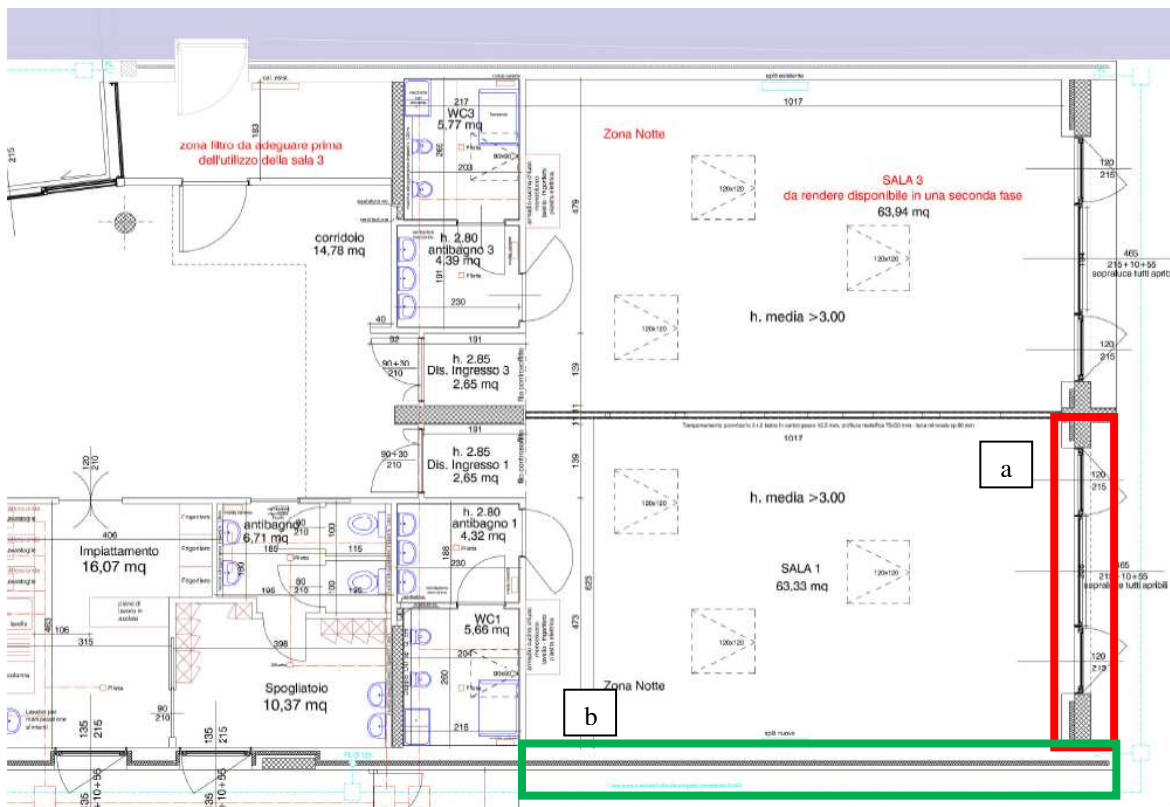
4. MISURE DI ISOLAMENTO ACUSTICO IN OPERA – STATO DI FATTO

Per dimostrare il miglioramento dei requisiti acustici a seguito dell'intervento di manutenzione straordinaria in progetto è stata condotta una verifica in opera presso l'edificio oggetto di intervento finalizzata a misurare l'isolamento acustico di facciata garantito dalle attuali partizioni in opera (parete finestrata e parete opaca).

4.1 Esecuzione delle misure di isolamento acustico delle facciate

Per valutare l'isolamento acustico delle facciate sono state condotte le seguenti prove fonometriche in opera:

- Verifica isolamento acustico di facciata: parete finestrata sala 1
- Verifica isolamento acustico di facciata: parete opaca sala 1





Verifica isolamento acustico di facciata (parete finestrata)



Verifica isolamento acustico di facciata (parete opaca)

4.1.1 Modalità di misura

In ogni misurazione sono stati verificati:

- i tempi di riverbero della stanza di ricezione;
- lo spettro sonoro medio incidente sulla facciata;
- lo spettro sonoro medio dell'ambiente ricevente;
- lo spettro del rumore di fondo ambiente ricevente.

Per la misurazione dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata, la sorgente di rumore viene posizionata all'esterno dell'edificio in modo da formare un angolo di 45° fra il punto di incidenza e gli assi perpendicolari ed ortogonali al piano della facciata. Il microfono per le misure in ambiente esterno deve essere posizionato ad una distanza di metri due dalla facciata nei pressi del punto di incidenza della sorgente di rumore.

Le misure nell'ambiente ricevente devono essere eseguite in almeno cinque posizioni alla distanza di almeno 0,70 m fra di loro e di almeno 0,50 m. dalle superfici interferenti e distribuite uniformemente entro il massimo spazio ammissibile del locale.

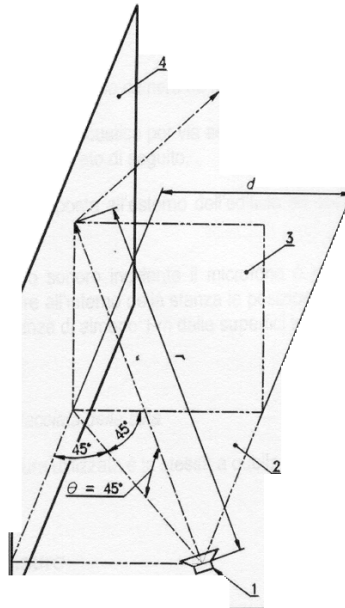
4.1.2 Misura dell'isolamento acustico per via aerea della facciata

Spettro sonoro incidente

Il generatore di rumore rosa è posto all'esterno dell'edificio orientato a 45° in direzione della facciata dell'edificio ed il microfono è posizionato fuori dalla finestra che si apre nella facciata da misurare della quale vogliamo valutare l'isolamento.

Geometria del metodo con altoparlante

Nella seguente figura possiamo notare come è stato posizionata la sorgente, o meglio, la cassa acustica, rispetto al fabbricato per poter eseguire le misurazioni con il rumore dell'altoparlante.



1) Altoparlante, 2) Piano orizzontale, 3) Piano verticale, 4) Facciata

Tempi di riverbero dell'ambiente ricevente

I tempi di riverbero sono stati rilevati sollecitando il sistema con un segnale impulsivo e ricavandone così la risposta all'impulso con una media su più punti.

Spettro sonoro nell'ambiente ricevente

Il generatore di rumore rosa è posto all'esterno dell'edificio orientato a 45° in direzione della facciata dell'edificio e il microfono è posizionato all'interno della stanza alla quale appartiene la facciata da misurare.

Le posizioni microfoniche sono scelte in modo casuale all'interno della stanza rispettando quanto riportato al punto 4.1.1

4.1.3 Risultati delle misure

I grafici delle misure fonometriche e le schede di calcolo sono riportate in allegato (Reports e risultati delle misurazioni).

I valori di isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverbero delle stanze prese in esame, sono quelli riportati nella seguente tabella.

Generazione di rumore rosa	Ambiente ricevente	$D_{2m,nT,w}$
Esterno edificio	Sala 1 – facciata finestrata	32.00 dB
Esterno edificio	Sala 1 – facciata opaca	47.00 dB

Misure isolamento acustico di facciata – stato di fatto ante-intervento

4.2 Esecuzione delle misure dei tempi di riverbero degli ambienti interni

Sono state eseguite una serie di misure acustiche presso le tre sale che verranno utilizzate dal futuro asilo nido per determinare gli attuali tempi di riverbero interni riscontrabili nello stato di fatto in cui si trova l'edificio, punto di partenza per determinare lo stato acustico preesistente sulla base del quale progettare un'adeguata correzione acustica degli ambienti interni.

4.2.1 Tempi di riverbero T60

Il parametro che fornisce un'indicazione su quanto sia lungo il tempo nel quale un suono si mantiene a livelli relativamente elevati, anche dopo la cessazione dell'emissione da parte della sorgente, è il Tempo di Riverberazione.

Di norma, è utilizzato il tempo di riverberazione T60 che è l'intervallo di tempo in cui l'energia sonora decresce di 60 dB dopo lo spegnimento della sorgente.

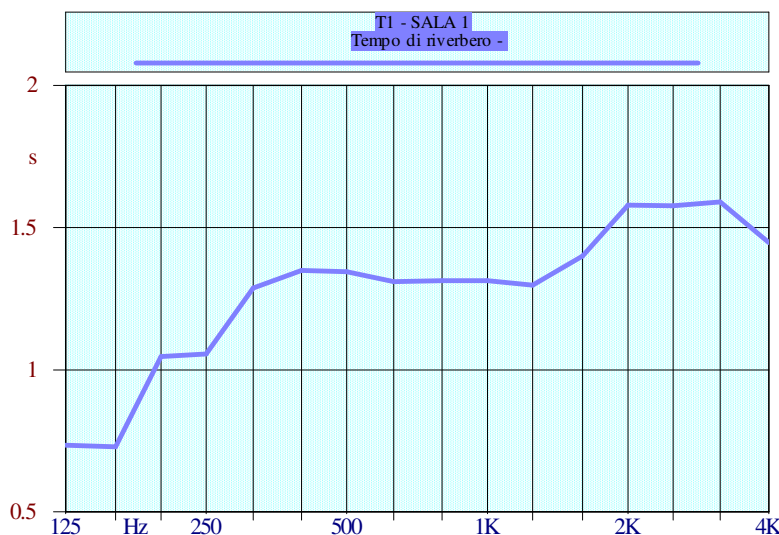
I tempi di riverbero sono stati rilevati sollecitando il sistema con un segnale impulsivo e ricavandone così la risposta all'impulso con una media su più punti.

Di seguito vengono riportati i valori rilevati in opera (stato di fatto):

SALA 1 – STATO DI FATTO

- Rilievo (media su più punti)

Hz =	125	250	500	1000	2000	4000
T/s =	0.73	1.06	1.35	1.31	1.58	1.45



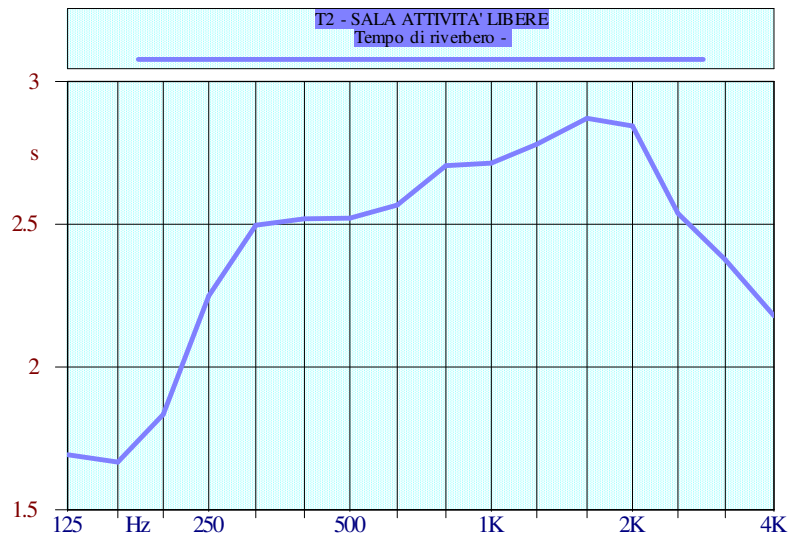
T1 - SALA 1 Tempo di riverbero -	
Hz	s
125 Hz	0.73 s
160 Hz	0.73 s
200 Hz	1.05 s
250 Hz	1.06 s
315 Hz	1.29 s
400 Hz	1.35 s
500 Hz	1.35 s
630 Hz	1.31 s
800 Hz	1.31 s
1000 Hz	1.31 s
1250 Hz	1.30 s
1600 Hz	1.40 s
2000 Hz	1.58 s
2500 Hz	1.58 s
3150 Hz	1.59 s
4000 Hz	1.45 s

SALA ATTIVITA' LIBERE – STATO DI FATTO

- Rilievo (media su più punti)

Hz = 125 250 500 1000 2000 4000

T/s = 1.69 2.25 2.52 2.71 2.84 2.18



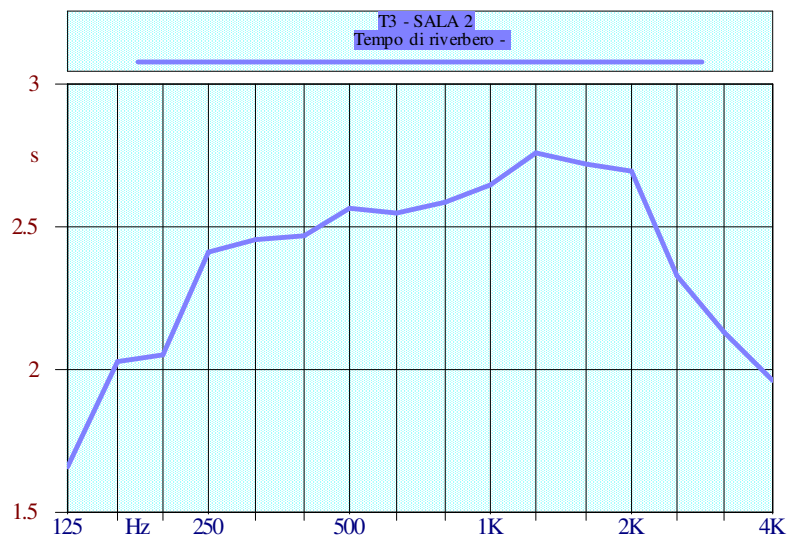
T2 - SALA ATTIVITA' LIBERE Tempo di riverbero -	
Hz	s
125 Hz	1.69s
160 Hz	1.67s
200 Hz	1.83s
250 Hz	2.25s
315 Hz	2.50s
400 Hz	2.52s
500 Hz	2.52s
630 Hz	2.57s
800 Hz	2.70s
1000 Hz	2.71s
1250 Hz	2.78s
1600 Hz	2.87s
2000 Hz	2.84s
2500 Hz	2.54s
3150 Hz	2.38s
4000 Hz	2.18s

SALA 2 – STATO DI FATTO

- Rilievo (media su più punti)

Hz = 125 250 500 1000 2000 4000

T/s = 1.66 2.41 2.56 2.65 2.69 1.96



T3 - SALA 2 Tempo di riverbero -	
Hz	s
125 Hz	1.66s
160 Hz	2.03s
200 Hz	2.05s
250 Hz	2.41s
315 Hz	2.46s
400 Hz	2.47s
500 Hz	2.56s
630 Hz	2.55s
800 Hz	2.59s
1000 Hz	2.65s
1250 Hz	2.76s
1600 Hz	2.72s
2000 Hz	2.69s
2500 Hz	2.33s
3150 Hz	2.13s
4000 Hz	1.96s

5. MATERIALI E SOLUZIONI COSTRUTTIVE

Riprendendo i requisiti acustici come disposto dal D.P.C.M. 05 dicembre 1997 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici” e come di seguito esplicitati:

- isolamento dai rumori trasmessi per via aerea da unità abitative differenti;
- isolamento dai rumori trasmessi per via aerea provenienti dall'esterno dell'edificio;
- isolamento dai rumori trasmessi attraverso le strutture
- rumorosità degli impianti a funzionamento continuo (impianti di riscaldamento, aerazione, ecc.)
- rumorosità degli impianti a funzionamento discontinuo (ascensori, scarichi idraulici, bagni, ecc.)

si sottolinea in particolare il comma 1 dell'art.1:

“Il presente Decreto, [...] determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore all'interno agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore”.

E' importante sottolineare il termine “in opera”: infatti la fase di progettazione, inevitabilmente basata su calcoli teorici, certificati di laboratorio e riferimenti a soluzioni e situazioni assimilabili, deve prevedere in seconda battuta, una verifica in opera.

Quest'ultima consiste di fatto in una certificazione di collaudo realizzata secondo le più recenti disposizioni della normativa tecnica (EN 150 140 e UNI 10708).

Conseguentemente, gli interventi previsti al fine di conformarsi ai parametri acustici indicati dai disposti di legge in materia, riguarderanno primariamente due aspetti, ovvero:

- una ricerca dei materiali ed elementi costruttivi specifici;
- accorgimenti costruttivi e modalità di posa in opera di detti elementi

al fine di realizzare un edificio che in fase progettuale non discosti in maniera sostanziale dalle valutazioni prestazionali di strutture prese a campione valutate sia in laboratorio, sia con un procedimento di calcolo.

Si riportano a seguire i limiti di riferimento fissati dal DM 23 Giugno 2022 “Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi” di riferimento per il progetto in oggetto.

- Nel caso specifico, trattandosi di edificio socio-assistenziale, i requisiti acustici devono soddisfare il livello di prestazione superiore riportato nell'appendice A.1 della UNI 11367

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari R'_{w} [dB]	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L'_{nw} [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo L_{ic} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo L_{id} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ [dB]	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni / fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare $D_{n,w}$ [dB]	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare L'_{nw} [dB]	63	53

Per le facciate il requisito più restrittivo è quello del DPCM 05/12/1997

Categorie di cui alla Tabella A	Parametri				
	R_w (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{aeq}
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35

Tabella B – Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici
(*) Valori di R_w riferiti ad elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari

Per le pareti divisorie interne di nuova formazione collegate mediante accessi agli spazi di uso comune e collettivo i limiti di riferimento sono i seguenti:

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

(*) valori misurati secondo UNI EN ISO 140-14

N.B.

Il progetto non prevede una ristrutturazione totale degli elementi edilizi, infatti, le partizioni in opera verranno mantenute (copertura, pareti perimetrali e partizioni divisorie tra locali); nello specifico verrà realizzato quanto segue:

- Parziale intervento sulle facciate che prevede solo la sostituzione dei serramenti di facciata
- parziale rifacimento delle pareti divisorie interne per realizzare l'area accoglienza/impiattamento/blocco servizi igienici/spogliatoio, mentre le altre partizioni divisorie in opera non saranno oggetto di interventi e/o modifiche
- rifacimento controsoffitti con pannelli fonoassorbenti nelle varie sale.

Gli interventi previsti in progetto saranno sicuramente migliorativi delle attuali condizioni di isolamento acustico riscontrabili in opera.

La presente relazione tecnica prende in considerazione solo le partizioni oggetto di intervento valutandole sotto l'aspetto dell'isolamento acustico che si potrà raggiungere.

5.1 ISOLAMENTO ACUSTICO PER VIA AEREA DELLE FACCIATE

I presupposti teorici necessari, formulano che la protezione degli ambienti dai rumori provenienti dall'esterno è fondamentale. Il problema si pone soprattutto in zone densamente popolate ove il traffico veicolare è notevole anche in periodo notturno o in aree prossime ad insediamenti produttivi, soprattutto se attivi sull'arco delle 24 ore.

L'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ è una grandezza che esprime le prestazioni acustiche delle chiusure perimetrali dell'edificio.

Il metodo di calcolo è di seguito riportato.

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

dove:

R' = potere fonoisolante apparente di facciata [dB]

ΔL_{fs} = differenza di livello per forma di facciata [dB]

V = Volume dell'ambiente ricevente [mc]

T_0 = Tempo di riverberazione di riferimento (=0,5 s)

S = Superficie della facciata vista dall'interno [mq]

A sua volta

$$R' = -10 \lg \left(\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{\frac{R_i}{10}} + \frac{A_0}{S} \sum_{j=1}^p 10^{\frac{D_{n,e,j}}{10}} \right) \quad [\text{dB}]$$

dove:

R_i = Potere fonoisolante degli elementi normali di facciata [dB]

$D_{n,e,j}$ = Isolamento acustico dei piccoli elementi di facciata [dB]

S = Superficie della facciata vista dall'interno [mq]

K = Correzione per trasmissione laterale di facciata [dB]

($K=2$ per elementi pesanti con giunti rigidi; $K=0$ per elementi non connessi)

$$\Delta L_{fs} = L_{1,2m} - L_{1,s} + 3 \quad [\text{dB}]$$

dove

$L_{1,2m}$ = Livello equivalente di pressione sonora 2 metri davanti alla facciata [dB]

$L_{1,s}$ = Livello equivalente di pressione sonora sul piano della facciata [dB]

Qualora in facciata fossero presenti elementi vetrati, il relativo indice di valutazione del potere fonoisolante viene calcolato come di seguito

$$R_w = 12 \lg m' + 17 \quad [\text{dB}]$$

dove m' = massa superficiale del vetro [kg/mq]

Per vetrate con $R_w < 35\text{dB}$ il contributo del telaio può essere trascurato, pur di considerare l'area del vetro uguale all'intera superficie del serramento; per valori superiori di R_w , l'indice di valutazione del vetro deve essere diminuito di un valore che dipende dalla classe di permeabilità all'aria del serramento.

La sola presenza di porte, finestre, cassonetti o porzioni di parete a ridotto potere fonoisolante, può condizionare in modo considerevole l'efficacia di tutta la parete.

Nello specifico le considerazioni riguardano il “sistema finestra”. Definiamo sistema in quanto quando parliamo di finestra dal punto di vista acustico, intendiamo il sistema nella sua totalità, ovvero la parte vetrata è soltanto un elemento e dovrà essere considerato quindi anche il serramento, sino alla realizzazione degli accessori e dei particolari.

I vetri stratificati dotati di film di plastica che li unisce, rappresentano la soluzione migliore in quanto l'energia sonora mette in vibrazione il vetro, mentre il film di plastica si oppone a questa vibrazione trasformando l'energia sonora in energia termica.

Per quanto riguarda le porte, il potere fonoisolante dipende, oltre che dalla composizione dell'elemento, anche dall'accuratezza del sistema di tenuta e dalla tecnica di montaggio. Per quanto riguarda i requisiti acustici delle porte che si trovano sul mercato, questi vanno da un R_w di circa 15-25 dB per le più comuni ad un R_w di circa 32-35 dB per quelle con dichiarata capacità fonoisolante. Inoltre per ottenere il massimo effetto da un sistema di questo genere devono essere inserite guarnizioni in gomma che ne sigillino i battenti e cerniere rinforzate che ne garantiscano la massima stabilità.

Muratura perimetrale esistente

Come già sottolineato, per le pareti perimetrali è previsto solo un parziale intervento che riguarda la sostituzione degli attuali serramenti.

La parete in opera garantisce un potere fonoisolante R_w pari a 47 dBA (valore misurato in opera su facciata cieca dell'edificio). Si fa notare che l'abbattimento misurato in opera è in parte influenzato dal rumore che entra dalla adiacente parete finestrata; il reale abbattimento della sola parete cieca è pertanto superiore rispetto a quanto rilevato.

Il punto più debole è rappresentato dagli attuali serramenti installati (isolamento acustico misurato in opera pari a 32 dB). La sostituzione con serramenti e vetrate più performanti garantirà sicuramente un miglioramento delle attuali prestazioni di isolamento acustico dell'edificio.

Infissi e vetri

In considerazione delle ampie superficie vetrate presenti presso l'edificio oggetto di intervento, per garantire il requisito acustico minimo di facciata ($D_{2m,nT,w}$ 48 dB) occorre prevedere serramenti ad isolamento acustico rinforzato con abbattimento acustico R_w certificato dal produttore di almeno 48 dB in opera del sistema telaio/vetro/attacco alla muratura (valutare il serramento di dimensione maggiore).

La posa di serramenti più performanti rispetto a quelli attualmente in opera, garantirà sicuramente un miglioramento delle attuali prestazioni acustiche dell'edificio.

Andranno installati serramenti ad isolamento acustico rinforzato dotati di vetri stratificati; le guarnizioni dovranno essere ad alta tenuta acustica.

E' preferibile utilizzare soluzioni con spalletta esterna al fine di impedire possibili ponti acustici e termici in corrispondenza dell'attacco del serramento alla muratura.



Seguire gli schemi di montaggio certificati dal produttore dei serramenti (scegliere serramenti dotati di sistemi di posa certificati).

Il produttore e l'installatore dovranno garantire tolleranze dimensionali minime tra il falso telaio e l'attacco alla muratura e certificare in opera il potere fonoisolante del sistema serramento/vetro/cassonetto/attacco alla parete.

Le piccole fessure o aperture nei serramenti costituiscono uno dei principali problemi di fonoisolamento: saranno installate guarnizioni ad alta prestazione fonoisolante e sarà curata nei dettagli la loro messa in opera. Inoltre, verranno inserite guarnizioni in gomma che ne sigillino i battenti e cerniere rinforzate che ne garantiscano la massima stabilità.

Le fessure intorno al serramento andranno intasate con materiali di tipo fibroso (es. ovatta, lana di roccia, lana di vetro) e sigillate al contorno con mastici siliconici pesanti (non utilizzare schiume sintetiche in quanto trattasi di materiali a celle chiuse poco efficaci per l'isolamento acustico).

Indipendentemente dalle caratteristiche acustiche, la realizzazione e la posa accurate sono elementi fondamentali che possono influenzare le prestazioni isolanti in modo sostanziale: occorre richiedere al costruttore ed al posatore l'assicurazione circa il rispetto dei requisiti acustici passivi in opera.

Copertura

I solai di copertura esistenti verranno mantenuti. Sono previsti solo parziali interventi finalizzati ad incrementare il pacchetto isolante della partizione, nello specifico:

Copertura piana ingresso – sala attività libere (dall'interno verso l'esterno):

- controsoffitto fonoassorbente in lana di roccia tipo Rockfon Ekla, spessore cm 2 - nuova installazione
- intercapedine
- solaio esistente tipo Plastbau 42/5
- massetto di pendenza esistente, spessore medio cm 8
- isolante in pannelli rigidi in lana di roccia ad alta densità con strato di bitume in funzione di primer per l'applicazione a caldo delle membrane bituminose, spessore cm 14 (es. Rockwool Rockacier B Soudable Energy a doppia densità, densità media 155 Kg/mc) – nuova installazione
- doppia guaina bituminosa pesante in ragione di circa 10 Kg/mq, spessore mm 4+4 – nuova installazione

Copertura piana verso sottotetto (dall'interno verso l'esterno):

- controsoffitto fonoassorbente in lana di roccia tipo Rockfon Ekla, spessore cm 2 - nuova installazione
- intercapedine
- solaio esistente tipo Plastbau 42/5
- isolante in feltro di lana di vetro, spessore cm 10+4 – nuova installazione

Copertura inclinata sala 1 e sala 3 (dall'interno verso l'esterno):

- lamiera grecata microforata esistente
- pannello isolante esistente in poliuretano espanso esistente, spessore cm 8
- isolante morbido in lana minerale esistente, spessore cm 6
- pannello rigido in lana di roccia ad alta densità, spessore cm 6 – nuova installazione (es. Rockwool Durock Energy Plus a doppia densità, densità media 140 Kg/mc)
- lastra grecata in lamiera grecata su struttura di sostegno

Gli interventi previsti garantiranno un miglioramento delle attuali prestazioni acustiche preesistenti.

5.2 IMPIANTI

Il rumore prodotto da impianti interni agli edifici è spesso fonte di disturbo per gli abitanti di uno stabile.

La realizzazione poco curata, o solamente disattenta ai problemi di insonorizzazione in fase di progettazione di impianti di riscaldamento, impianti idraulici, impianti di condizionamento, può portare ad una serie di problemi difficilmente risolvibili nella pratica, o comunque rimediabili solo attraverso interventi molto costosi.

Le cause principali dei rumori prodotti dagli impianti tecnici sono da individuarsi:

- nell'errata collocazione, scelta e installazione delle apparecchiature
- nell'eccessiva continuità delle tubazioni
- in una insufficiente desolidarizzazione delle condotte dalle strutture murarie

Innanzitutto, saranno sempre tenuti in considerazione gli spazi limitrofi ai locali in cui sono allocati gli impianti, poiché una corretta localizzazione di questi elementi, lontano da luoghi “acusticamente sensibili”, potrebbe costituire un ottimo punto di partenza.

In fase di valutazione previsionale di impatto da un punto di vista acustico, sarà cura effettuare una valutazione preliminare delle emissioni dichiarate dai costruttori per l'impianto nella sua totalità o per le singole parti costituenti, al fine di verificare e valutare:

- livello massimo di rumore prodotto dagli impianti tecnologici a servizio discontinuo (LASmax)
- livello equivalente di rumore prodotto dagli impianti tecnologici a servizio continuo (Laeq)

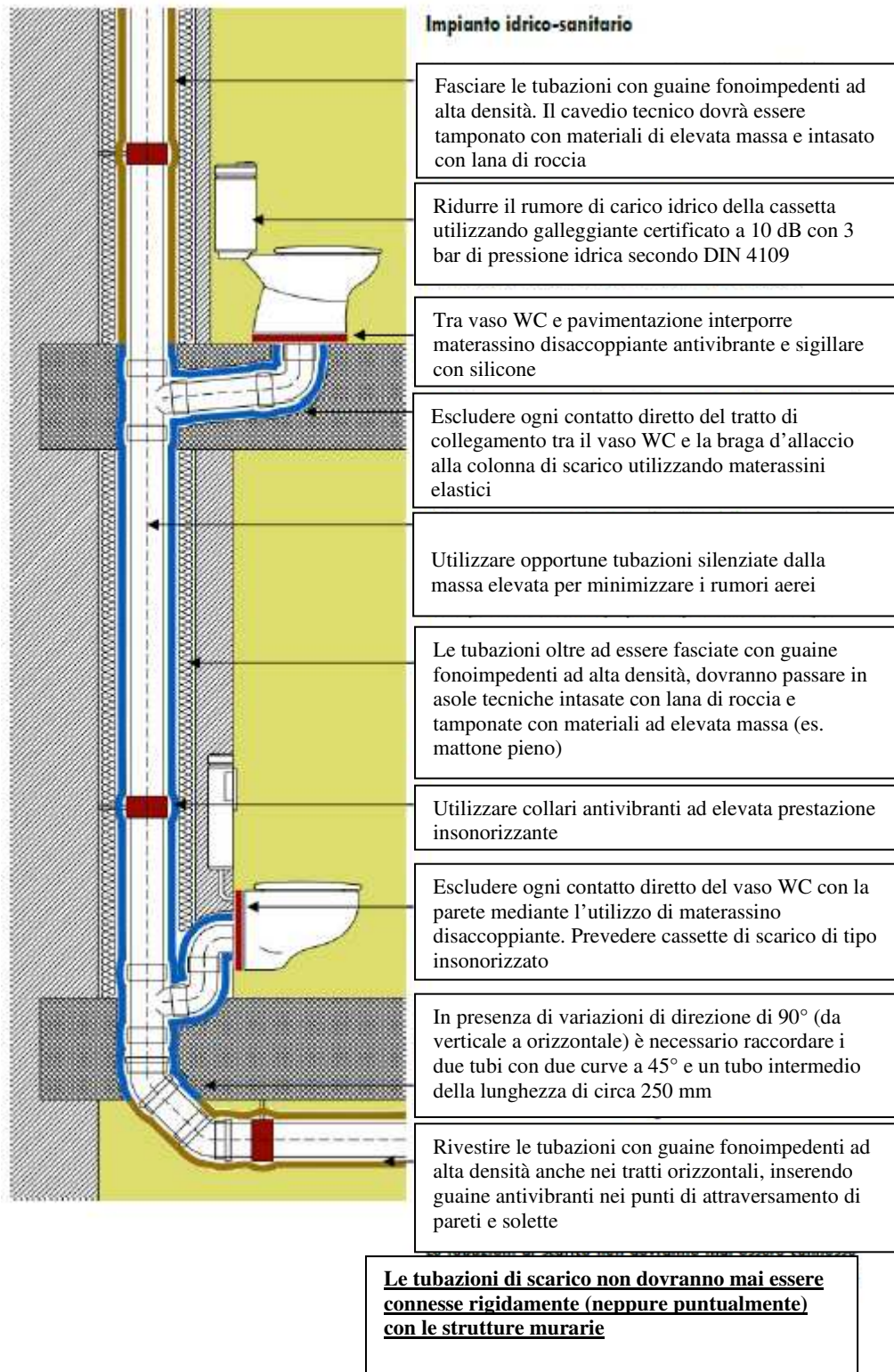
Inoltre si interverrà sui macchinari generanti vibrazioni nelle strutture, sia isolandoli dagli elementi edilizi che li circondano e ai quali sono collegati, sia mettendo in opera dei materiali capaci di dissipare l'energia vibratoria ricevuta.

N.B. I servizi igienici esistenti verranno mantenuti, non sono previste modifiche. E' prevista la realizzazione di servizi igienici aggiuntivi e del locale impiattamento che si collegheranno agli scarichi esistenti. Si elencano a seguire una serie di accorgimenti finalizzati a contenere la rumorosità degli impianti a funzionamento discontinuo.

Impianti idrosanitari:

- ubicazione wc vicino alla colonna di scarico
- scarico a pavimento
- **sanitari con cassetta di scarico a zaino esterna alla parete oppure con cassetta incassata di tipo insonorizzato installata in controparete.** Foderare il vano con guaina fono impedente/assorbente tipo Isolmant PIOMBO 10+3
- **interposizione di materiale elastico e fonoisolante tra lo scarico e le strutture murarie:** la braga, nella parte raggiungibile, dovrà essere rivestita con doppio strato di guaina viscoelastica e sigillata al contorno con materiali antivibranti (es. silicone)
- **le tubazioni dovranno essere del tipo fonoisolanti (es. tubi GEBERIT PE Silent)** avendo cura di inserire una guaina isolante nei punti in cui le condotte attraversano muri e solette (disaccoppiamento dalla struttura dell'edificio); **gli scarichi andranno altresì rivestiti con guaine fono impedenti ad alta densità (es. ISOLMANT PIOMBO 10+3, spessore 13 mm)**
- i braccialetti di staffaggio delle condotte dovranno avere uno specifico inserto in gomma antivibrante
- **le asole tecniche andranno intasate con materiale fonoassorbente (es. lana di roccia, lana di vetro ad alta densità). Tali asole tecniche dovranno essere delimitate da materiali di elevata massa.**
- la rumorosità della rubinetteria in fase di apertura aumentare con l'aumentare della velocità e della pressione dell'acqua: è opportuno installare dei riduttori di pressione all'entrata di ogni unità abitativa
- le curve a gomito delle tubazioni possono generare turbolenze dell'acqua e quindi rumori: prevedere curve di raggio adeguato
- le portate di scarico consigliate risultano le seguenti (sempre < 2,5 l/sec): per i lavandini e bidet: 0,5 l/sec – per le vasche da bagno: 1,0 l/sec – per i wc: 2,0 l/sec
- gli apparecchi sanitari devono essere isolati dalle murature a cui sono fissati a mezzo di guarnizioni in gomma.

IMPIANTI A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO



In fase di progettazione della rete di distribuzione dell'acqua è opportuno prevedere velocità del fluido non elevata, adottando di conseguenza idonee sezioni per le tubazioni (vedi tabella a seguire)

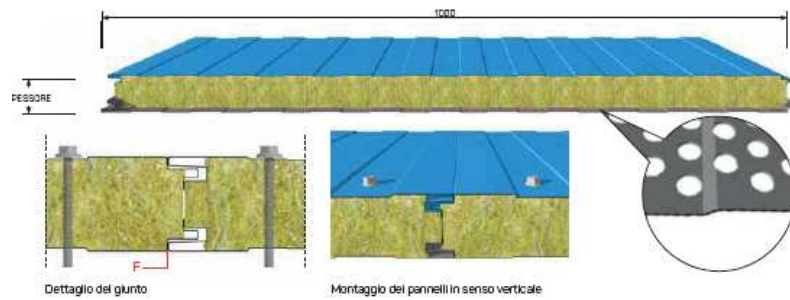
Diametro tubo [mm]	Velocità massima fluido [m/s]
25	0,9
50	1,2
80	1,5
100	1,8
125	2,1
150	2,4
200	2,7
250	2,9
>300	3,0

Le portate di scarico degli apparecchi idrico-sanitari dovrà sempre essere inferiore a 2,5 l/s; nella tabella a seguire vengono riportate le portate consigliate.

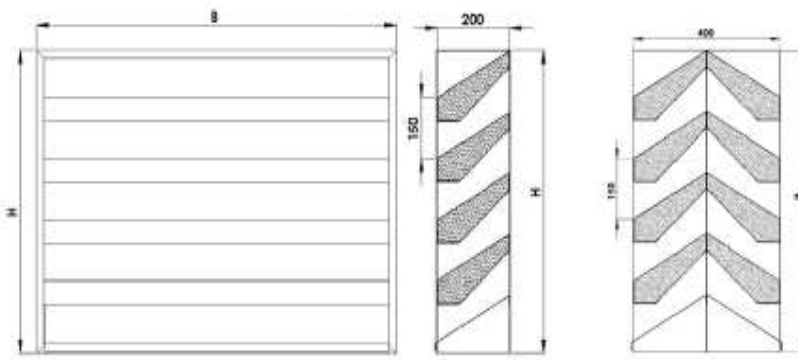
Apparecchio	Portata [l/s]
Lavabi / lavandini	0,5
Bidet	0,5
Vasche da bagno / docce	1,0
Wc	2,0

N.B. Le unità esterne delle pompe di calore dovranno essere alloggiare in posizione tale da non arrecare disturbo e interferenze con gli edifici circostanti e con lo stesso edificio (dovranno essere garantiti livelli di rumorosità all'interno degli ambienti abitativi inferiori a 25 dBA – impianti a funzionamento continuo). Sono preferibili vani interrati o vani tecnici trattati acusticamente mediante utilizzo di pannelli sandwich fonoassorbenti/impedenti così costituiti:

- lamiera verniciata;
- guaina antirombo incollata alla lamiera;
- lana di roccia (densità 90 kg/mc);
- velo vetro;
- lamiera microforata zincata (lato a vista rivolto verso gli impianti)



Tali vani tecnici di alloggiamento delle pompe di calore dovranno presentare aperture di aerazione dotate di griglie afoniche tali da consentire il passaggio d'aria necessario per gli impianti e limitare le immissioni di rumore verso l'esterno



Scegliere pompe di calore caratterizzate da contenuti livelli di rumorosità.

Le unità trattamento aria andranno installate su supporti antivibranti tipo

VIBROSTOP e basamento desolidarizzato attraverso supporti elastici.

Evitare ogni contatto rigido con le partizioni dell'edificio.

I sistemi di distribuzione dell'aria che adottano elementi rumorosi come ad esempio ventole motorizzate dovranno prevedere un'attenta scelta di macchine e materiali con caratteristiche acustiche certificate (es. silenziatori passivi a settori lungo le canalizzazioni); dovrà essere considerato inoltre il layout dell'impianto e le sue relative condizioni di funzionamento al fine di limitare il rumore immesso negli ambienti abitativi (rif. UNI 8199 e prEN 12354-5).

Isolare l'interno di locali tecnici con pannelli fonoassorbenti in modo da evitare possibili fenomeni riverberanti che potrebbero ampliare la rumorosità interna a seguito delle componenti impiantistiche installate (es. pannelli sandwich in lamiera microforata come

descritti in precedenza). Evitare contatti rigidi delle componenti impiantistiche con le partizioni dell'edificio (prevedere supporti e fissaggi antivibranti).

N.B.

Per le unità esterne delle pompe di calore ed eventuali altre componenti impiantistiche installate in ambiente esterno, dovrà essere predisposta dall'installatore/progettista degli impianti specifica valutazione acustica relativa all'impatto verso l'ambiente circostante e verso lo stesso edificio in oggetto, da sviluppare sulla base degli effettivi impianti che verranno installati, loro posizionamento e dimensionamento, dettagli/specifiche tecniche, nonché progettazione di eventuali interventi di mitigazione del rumore che dovessero rendersi necessari.

Gli impianti di climatizzazione (e simili) dovranno essere puntualmente verificati nei valori di pressione sonora emessa, in particolar modo per le unità esterne ed i recuperatori di calore, i quali sono generalmente responsabili della maggiore produzione di rumore.

Dovranno essere verificati i livelli di pressione sonora acquisendoli dalle schede tecniche e confrontati con i valori di rumore esistenti nell'area al fine di individuare la migliore posizione ed eventuali insonorizzazioni da attuare.

Impianti elettrici

Gli impianti elettrici non rappresentano un elemento di particolare criticità laddove ci si limiti a passaggi di tubazioni di modesto diametro e alla posa delle relative scatole, le quali dovranno essere opportunamente sfalsate e mai contrapposte; detti elementi dovranno essere ben sigillati con malta cementizia; gli scassi nelle murature dovranno comunque essere poco invasivi. Per quanto riguarda l'installazione di apparecchi particolari (quadri per la gestione domotica, collettori di ampie dimensioni, etc.) sarà necessario:

- posizionarli su appositi appoggi elastici antivibranti secondo i principi già esposti sopra per gli altri impianti;
- prevedere la realizzazione di apposita controparete al fine di mantenere inalterate le strutture murarie che garantiscono l'isolamento acustico.

5.3 ISOLAMENTO ACUSTICO DA RUMORE DI CALPESTIO DEI SOLAI

Il livello di rumore da calpestio di solai normalizzato $L'_{n,w}$ indica l'isolamento acustico ai rumori impattivi.

Il metodo di calcolo è di seguito riportato.

$$L'_{n,w} = L_{n,w} - \Delta L_w + K \quad [\text{dB}]$$

dove

$L_{n,w}$ = indice di valutazione del livello normalizzato di rumore da calpestio

(da dati sperimentali o da calcolo) [dB]

ΔL_w = riduzione del livello per presenza di pavimenti galleggianti [dB]

K = incremento del livello per trasmissione sonora laterale

(in funzione della massa superficiale degli elementi strutturali) [dB]

a sua volta, in modo semplificato

$$L_{n,w} = 164 - 351 \lg(m') \quad [\text{dB}]$$

dove m' = massa superficiale del solaio nudo

$$\Delta L_w = 30 \lg \left(\frac{500}{f_0} \right) \quad [\text{dB}]$$

dove f_0 = frequenza di risonanza del sistema pavimento galleggiante - solaio

N.B.

Trattasi di edificio realizzato su un unico piano fuori terra: il requisito non è dovuto

5.4 ISOLAMENTO ACUSTICO PER VIA AEREA TRA AMBIENTI

Dalla letteratura e dalle prove di laboratorio, le pareti in laterizio possiedono un potere fonoisolante strettamente legato sia alla massa, sia alle caratteristiche costruttive della parete stessa.

In accordo con la legge di massa, le pareti in mattoni pieni possiedono una capacità fonoisolante maggiore rispetto alle pareti in mattoni forati. Siamo comunque tutti coscienti di come non sia conveniente mettere in opera strutture in mattoni pieni, aventi una massa così elevata, solo per garantire un buon isolamento acustico.

Verranno quindi previste e realizzate murature che, pur raggiungendo lo stesso potere fonoisolante, non vadano a gravare sulla struttura.

Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di partizioni R'_w

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w di una partizione è una grandezza che esprime la quantità di energia sonora trasmessa dalla parete nelle reali condizioni di utilizzo.

Tale grandezza tiene conto, oltre che della trasmissione diretta attraverso la parete, anche di eventuali percorsi di trasmissione aerea del suono e dei percorsi di trasmissione per fiancheggiamento dovuti alle strutture laterali.

Il modello di calcolo può essere semplificato alla seguente procedura, stanti anche le condizioni relativamente ripetibili nel contesto costruttivo italiano.

$$R'_w = R_w + 10 \lg \left(1 + 10^{\frac{R_{ijw} - R_{Ddw}}{10}} \right) \quad [\text{dB}]$$

dove

R_{ijw} = potere fonoisolante per trasmissione attraverso i percorsi laterali i-j

R_{Ddw} = potere fonoisolante per trasmissione attraverso il percorso diretto D-d

A sua volta

$$R_{ijw} = \frac{R_i + R_j}{2} + \Delta R_{ij} + K_{ij} + 10 \lg \frac{S}{l_0 l_{ij}} \quad [\text{dB}]$$

dove

R_i e R_j = potere fonoisolante delle due strutture i e j coinvolte [dB]

ΔR_{ij} = valore di incremento potere fonoisolante di eventuali strati di rivestimento [dB]

K_{ij}= indice di riduzione delle vibrazioni, caratteristico del giunto tra le strutture

S= superficie di separazione [mq]

l₀= 1 m

l_{ij}= lunghezza della giunzione [m]

N.B.

Le attuali pareti divisorie tra ambienti verranno mantenute, non sono previsti interventi di modifica.

E' prevista la sola realizzazione di un nuovo blocco in cui verrà ricavato il locale accoglienza, il locale impiattamento pasti e locale bagni/spogliatoio con antibagno comune. Tali locali accessori, senza permanenza fissa di persone, risultano direttamente collegati tra loro a mezzo di porte interne, pertanto, non è richiesto il requisito di isolamento acustico delle pareti divisorie.

Il requisito deve essere garantito per le pareti divisorie verso la sala attività libere (le pareti divisorie interne di nuova formazione collegate mediante accessi agli spazi di uso comune e collettivo dovranno garantire i requisiti di cui al prospetto B.1 della UNI 11367, prestazione buona: D_{nT,w}: ≥ 30 dB), mentre la parete divisoria che separa il locale accoglienza dal locale impiattamento (parete priva di accessi tra ambienti diversi) dovrà garantire il requisito D_{nT,w} ≥ 50 dB (parete divisoria tra ambienti facenti parte della stessa unità immobiliare).

➤ Murature divisorie di nuova formazione

La tipologia di muratura divisoria risulta la seguente (tipologia con orditura metallica semplice e doppio rivestimento, isolata con lana di roccia, spessore cm 12,5, abbattimento certificato pari a 55 dB):

- doppia lastra fibrogesso, spessore cm 1,25+1,25
- pannello in lana di roccia, densità 70 Kg/mc, interposto nell'orditura di supporto, spessore cm 7,5
- doppia lastra fibrogesso, spessore cm 1,25+1,25

N.B. Le porte di collegamento tra la sala attività libere e i nuovi locali devono avere un potere fonoisolante di almeno 35 dB (scegliere porte con abbattimento acustico certificato).

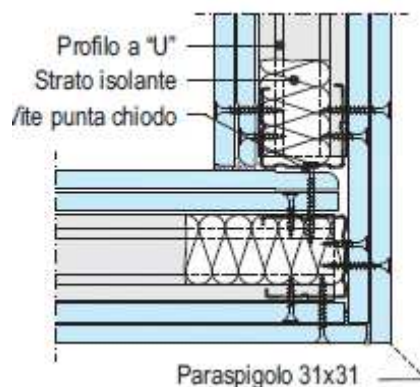
N.B. La parete divisoria dovrà essere continua da pavimento strutturale a soffitto strutturale: dovrà quindi interrompere controsoffitti e pavimenti sopraelevati con l'interposizione dei necessari strati desolidarizzanti (fasce elastomeriche fonosmorzanti). Deve essere mantenuta integra e non oggetto di scassi per inserimento di componenti impiantistiche (per gli impianti prevedere controparete). Le prese devono essere ridotte al minimo e mai contrapposte (utilizzare scatole elettriche acustiche dotate di guscio in gomma fonoisolante)

I punti di giunzione della nuova controparete con solette e pareti laterali esistenti andranno accuratamente sigillati con silicone, avendo cura di intasare eventuali interstizi con lana di roccia.



Collegamento a soffitto

Collegamento a parete



Giunto ad angolo

➤ **Muratura divisoria esistente tra sala 1 e sala 3 (muratura esistente)**

La muratura esistente in opera non è oggetto di interventi, verrà mantenuta. Al fine di incrementare il potere fonoisolante della stessa e migliorare le attuali prestazioni acustiche preesistenti, è conveniente prevedere la realizzazione di una controparete su un lato così realizzata (vedi TAV. 1):

- pannello in lana di roccia, densità 70 Kg/mc, interposto nell'orditura di supporto, spessore cm 5
- doppia lastra fibrogesso, spessore cm 1,25+1,25

N.B. la nuova controparete dovrà essere realizzata in modo continuo da pavimento strutturale a soffitto, interrompendo la continuità della lamiera grecata posta all'intradosso della copertura (per interrompere ponti acustici in corrispondenza dell'attacco della parete al soffitto), sovrapponendosi anche alla trave lamellare attualmente a vista posta alla sommità della parete divisoria. L'anima vuota della lamiera grecata lungo tutto lo sviluppo della parete dovrà essere intasata con schiume acustiche (taglio acustico).

L'intervento in oggetto garantirà un miglioramento delle preesistenti prestazioni acustiche della partizione.

Raccomandazioni

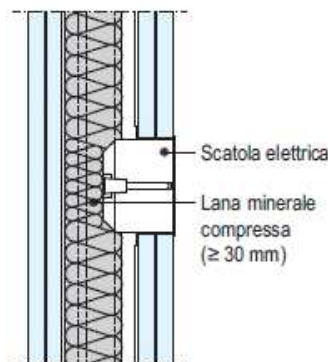
I divisori verticali rigidamente connessi ai solai trasmettono rumore per via strutturale.

Per questo motivo dovranno essere posati in opera senza creare nodi rigidi: dovrà in sostanza essere creata discontinuità mediante interposizione delle apposite strisce elastomeriche fonosmorzanti con elevata elasticità permanente (cosiddette “fasce taglia muro acustiche”).

È fatto divieto assoluto della posa di condotti aeraulici (di adduzione o di scarico, di mandata o di ripresa) nello spessore dei divisori tra ambienti con diversa destinazione; tali elementi impiantistici dovranno essere previsti collocati in appositi cavedi tecnici opportunamente isolati (secondo le modalità illustrate nel capitolo impianti). La parete

divisoria deve essere mantenuta integra. Eventuali componenti impiantistiche vanno fatte passare in apposita controparete.

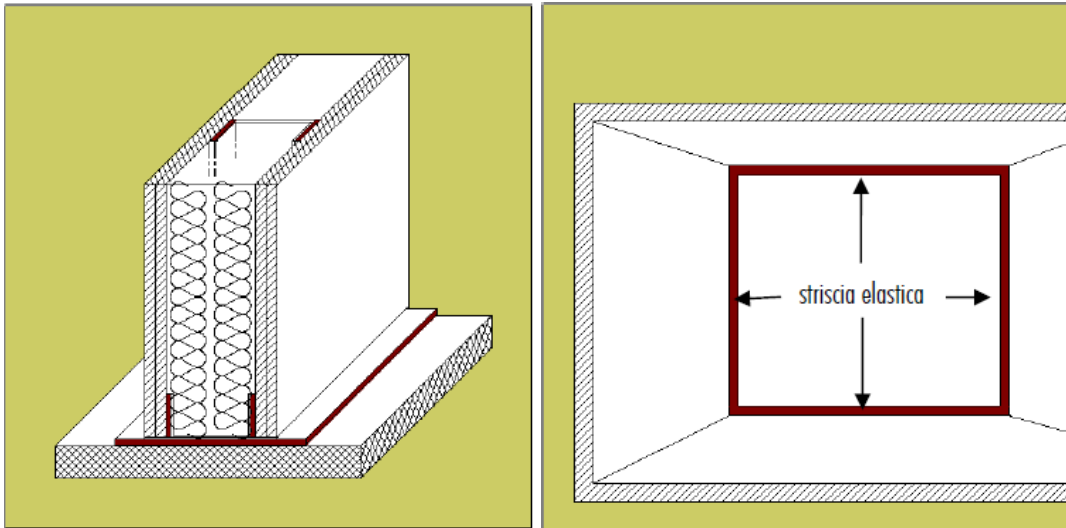
Sono ammissibili passaggi di tubazioni di modesto diametro (impianto elettrico) e la posa delle relative scatole, le quali dovranno essere opportunamente sfalsate e mai contrapposte (vedi capitolo impianti); detti elementi dovranno essere ben sigillati; i percorsi nei divisori e nel loro isolamento dovranno comunque essere poco invasivi e ridotti ai soli terminali (con esclusione quindi di collettori, scatole di derivazione, etc.) nelle quantità minime indispensabili. Utilizzare scatole elettriche acustiche dotate di guscio in gomma fonoisolante.



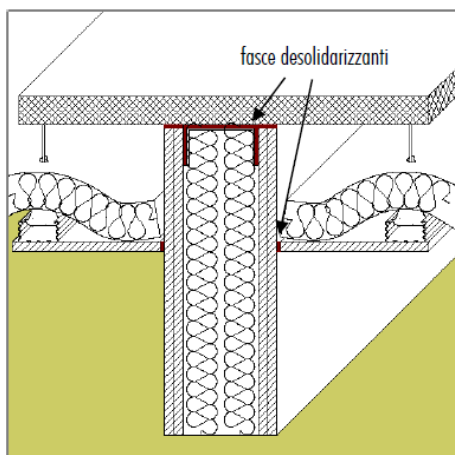
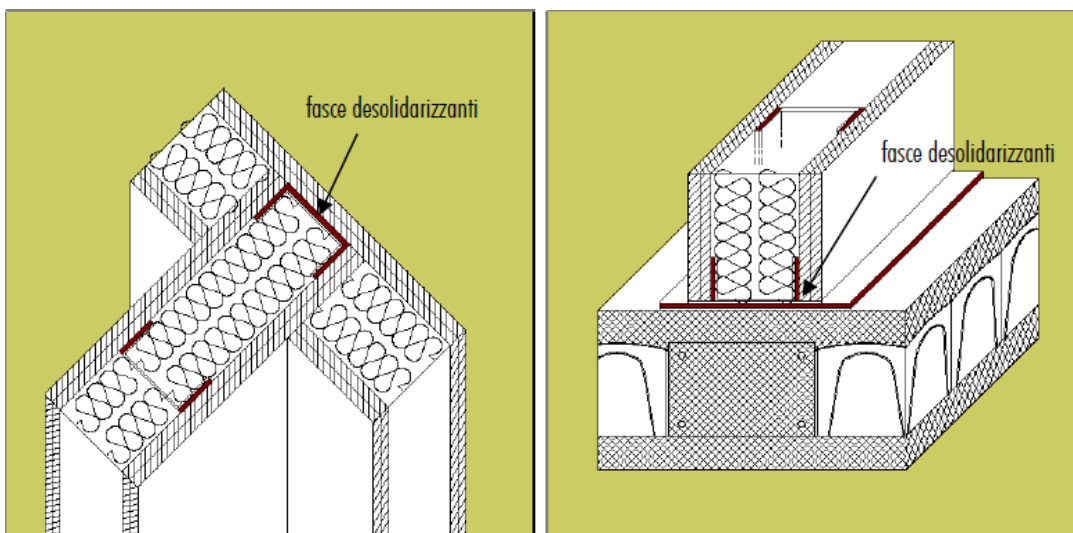
È fatto divieto assoluto di collocare cassette da risciacquo dei bagni nei muri divisori tra ambienti con diversa destinazione; tali cassette dovranno essere posate nei divisori interni in apposite contropareti; andranno comunque isolate con apposito materassino smorzante. Procedere alla realizzazione dei divisori secondo le seguenti indicazioni.

Per limitare la trasmissione laterale dei rumori in corrispondenza dell'innesto su strutture rigide, le orditure metalliche di sostegno orizzontali e verticali dovranno essere desolidarizzate mediante l'interposizione delle apposite strisce elastiche.

Stesso accorgimento andrà adottato anche in corrispondenza del contatto tra lastra di cartongesso e struttura metallica, in corrispondenza di montanti e traversi – vedi schemi a seguire.



Il collegamento tra divisori dovrà essere realizzato in modo che le trasmissioni laterali siano ridotte al minimo; a tal proposito si ritiene fondamentale interrompere la continuità degli elementi.



I divisori interni dovranno essere continui da pavimento strutturale a soffitto strutturale; dovranno quindi interrompere eventuali controsoffitti e pavimenti sopraelevati con l'interposizione dei necessari strati desolidarizzanti.

I ganci di appensione del controsoffitto dovranno essere del tipo con inserto in neoprene ad alta capacità tensoammortizzante con funzione di smorzante acustico.

6. CORREZIONE ACUSTICA

6.1 Tempi di riverbero T60

Il parametro che fornisce un'indicazione su quanto sia lungo il tempo nel quale un suono si mantiene a livelli relativamente elevati, anche dopo la cessazione dell'emissione da parte della sorgente, è il Tempo di Riverberazione.

Di norma, è utilizzato il tempo di riverberazione T60 che è l'intervallo di tempo in cui l'energia sonora decresce di 60 dB dopo lo spegnimento della sorgente.

- Il DM dei CAM indica che gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori di tempo di riverbero (T) riportati nella norma UNI 11532

Lo studio di un intervento di correzione acustica consiste sostanzialmente di queste fasi:

- determinazione dello stato acustico iniziale;
- individuazione degli obiettivi specifici da conseguire;
- individuazione dei materiali, della quantità e della tipologia dell'intervento sulla base degli input progettuali e non (estetici, funzionali, ecc.)

Il calcolo può essere effettuato utilizzando:

- la formula di SABINE:

$$T_{60} = 0,16 \frac{V}{\sum_{i=1}^N \alpha_i S_i}$$

V: volume dell'ambiente (mc)

α : coefficiente di assorbimento acustico

S: area delle superfici dell'ambiente

- la formula di Arau (appendice B UNI 11532:2014):

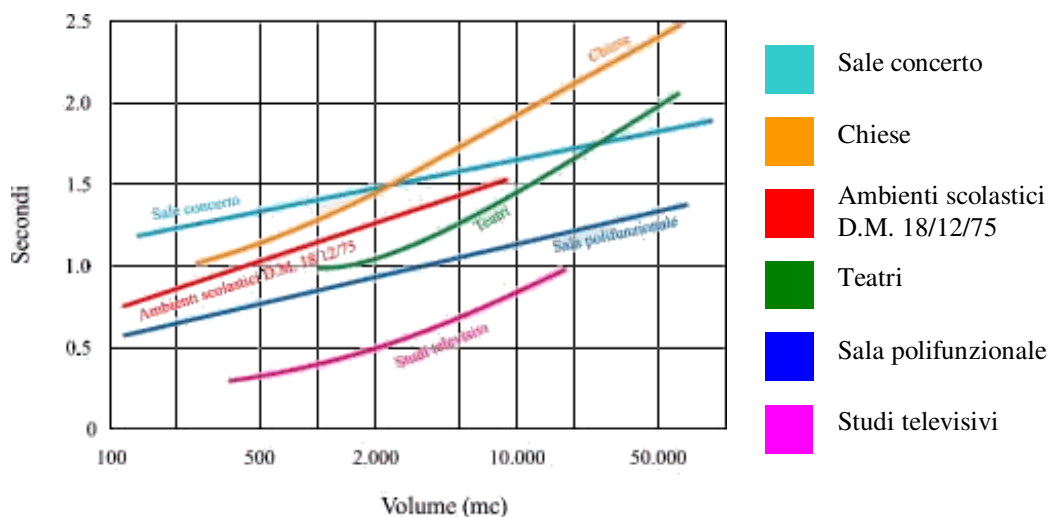
$$T = \left[\frac{0,16V}{-S \cdot \ln(1 - \alpha_x)} \right]^{\frac{x}{S}} \left[\frac{0,16V}{-S \cdot \ln(1 - \alpha_y)} \right]^{\frac{y}{S}} \left[\frac{0,16V}{-S \cdot \ln(1 - \alpha_z)} \right]^{\frac{z}{S}}$$

dove V ed S sono rispettivamente volume e superficie totale dell'ambiente; x,y e z sono le superfici complessive della coppia di pareti opposte ed orientate sullo stesso asse; x, y, z sono i coefficienti di assorbimento acustico medi della coppia di superfici opposte ed orientate sullo stesso asse.

In base all'utilizzo di ogni ambiente, esiste un valore ottimale del tempo di riverberazione: questo tempo non deve essere troppo basso, perché sarebbe come parlare all'aperto e il livello sonoro rimarrebbe troppo debole; tuttavia, non deve essere nemmeno troppo elevato, perché sarebbe penalizzata la comprensione del linguaggio.

Esistono tabelle e grafici che riportano il tempo ottimale di riverberazione in funzione del volume e dell'utilizzo dell'ambiente.

Una prima distinzione può essere fatta valutando se l'ambiente è finalizzato all'ascolto di linguaggio parlato o di musica: l'ascolto di linguaggio parlato necessita tempi di riverberazione inferiori.

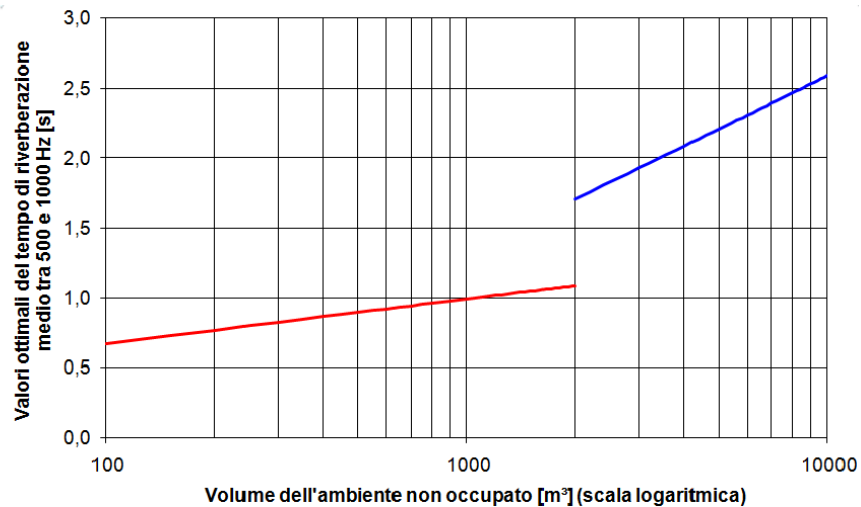


Tempo di riverberazione ottimale in funzione del volume e dell'utilizzo dell'ambiente.

Ambiente	T _{opt} (secondi)
Aula scolastica piccola	0,5
Aula scolastica grande	1
Cinema	0,7 ÷ 0,8
Teatro d'opera (musica lirica)	1,3 ÷ 1,5
Sala da concerto (musica sinfonica)	1,7 ÷ 2,3
Chiesa (musica sacra)	2,5 ÷ 5

ANALISI DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE OTTIMALE

Università di Padova, 2012



— Parlato: $T_{\text{ott}} = 0,32 \lg(V) + 0,03$ [s] (ambiente non occupato)
Volume interno da 100 a 2000 m³

Valori limite secondo la UNI 11367

AMBIENTE	REQUISITI	T_{60} (s) 500-1000 Hz
Abitazioni	Buona privacy	0,3 - 0,6
Ristoranti	Buona privacy	0,3 - 0,4
Uffici open space	Buona privacy	0,3 - 0,6
Banche	Buona privacy	0,3 - 0,6
Studi radiofonici e doppiaggio	Intellegibilità della parola	0,4 - 0,6
Aule scolastiche	Intellegibilità della parola (soprattutto per i bambini)	0,5 - 0,8
Sala di lettura e conferenze	Intellegibilità della parola	0,6 - 1,2
Piccoli teatri filodrammatici	Intellegibilità della parola	1 - 1,5
Chiese	Intellegibilità della parola	1,2 - 1,8
Mense aziendali	Minimizzazione del suono riflesso	0,7 - 1,3
Locali pubblici	Minimizzazione del suono riflesso	0,7 - 1,3
Palestre	Controllo del suono riflesso	1 - 2
Campi da tennis coperti	Controllo del suono riflesso	1 - 2
Piscine	Controllo del suono riflesso	1 - 2
Palazzetti dello sport	Controllo del suono riflesso	2 - 3
Cinematografi	Buona percezione della musica e della parola	0,8 - 1,2
Auditorium polifunzionali	Buona percezione della musica e della parola	1,2 - 1,8
Chiese con gruppi corali	Buona percezione della musica e della parola	1,2 - 2
Discoteche	Buona percezione della musica	0,7 - 1,3
Musica dal vivo amplificata	Buona percezione della musica	0,7 - 1,3
Teatri per musical e operetta	Buona percezione della musica	1 - 1,5
Teatri per orchestre e musica da camera	Buona percezione della musica	1,2 - 1,8
Teatri d'opera	Buona percezione della musica	1,3 - 2
Teatri sinfonici	Buona percezione della musica	1,6 - 2,2
Cattedrali con organo e cori liturgici	Buona percezione della musica	2 - 4

Valori T60 ottimali

La norma UNI 11532-2

La revisione della UNI 11532 ha portato alla pubblicazione della UNI 11532-2 relativa agli edifici a destinazione scolastica.

Ad oggi questa è l'unica norma italiana a disposizione e pertanto si ritiene di assumerla a riferimento anche per quelle funzioni non specificatamente scolastiche ma comunque assimilabili.

In questo ambito, nel prospetto 1 della UNI 11532-2 vengono individuate 6 categorie funzionali:

Categoria	Attività in ambiente	Modalità d'intervento
A1	Musica	Obiettivo raggiunto con progettazione integrata di geometrie, arredo, controllo del rumore residuo
A2	Parlato/conferenze	
A3	Lezione/comunicazione come parlato/conferenza (aule grandi) interazione insegnante studente	
A4	Lezione/comunicazione, incluse aule speciali	
A5	Sport	
A6	Aree e spazi non destinati all'apprendimento e biblioteche	Obiettivo raggiunto con assorbimento acustico ed il controllo del rumore residuo

successivamente dettagliate nel prospetto 2 (per le Categorie dalla A1 alla A5):

Categoria	Descrizione dell'utilizzo	Obiettivo qualitativo	Esempi
A1	Musica. Prevalentemente rappresentazioni musicali.	Buona acustica per musica non amplificata; ammissione limitata comprensione del parlato.	Aule per la musica con musica suonata e canto.
A2	Parlato/conferenze. Presentazioni parlate dove si ha un oratore frontale.	Elevato grado di intelligibilità del parlato.	Aule didattiche, Aule magne.
A3	A3.1 Ambienti della categoria A2 per persone che hanno problemi di deficit uditivi o parlano una lingua diversa ovvero aule speciali.	Elevato grado di intelligibilità del parlato anche per persone con deficit uditivo o non madrelingua oppure con differenze linguistiche.	Aule didattiche, Aule magne.
	A3.2 Parlato. Comunicazione con la presenza di più persone parlanti nell'aula.	Elevato grado di intelligibilità del parlato anche con più oratori contemporaneamente.	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi di studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aula insegnanti e similari.
A4	Più persone parlanti nella stanza (come Categoria A3.2) e destinate a persone con particolari necessità (aule speciali). Escluse aula speciale di volume superiore a 500 mc, oppure per utilizzo musicale.	Elevato grado di intelligibilità del parlato con più oratori contemporaneamente, e per persone con deficit uditivi o non madrelingua oppure con differenze linguistiche.	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi di studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aula insegnanti e similari. Ambienti per le videoconferenze.
A5	Sport: piscine e palestre e similari.	Comunicazione verbale possibile ma a distanze brevi.	Palestre e piscine per utilizzo come ambienti sportivi in generale.

e nel prospetto 3 (per la Categoria A6):

Categoria	Descrizione dell'utilizzo	Esempi
A6.1	Spazi senza permanenza.	Vani scala.
A6.2	Spazi con permanenza ridotta.	Spogliatoi palestre e similari.
A6.3	Ambienti per la permanenza a lungo termine e/o di collegamento.	Ambienti espositivi con interattività oppure sorgente di rumore elevata (Multimedia, arti visive suoni, etc.). Spazi di studio, spazi/corridoi per attività didattiche alternative/ricreative, in scuole di ogni ordine e grado. Laboratori, Biblioteche.
A6.4	Ambienti con necessità di riduzione del rumore e di comfort nell'ambiente.	Reception/area desk (bidelleria) con postazione di lavoro fissa. Laboratorio con postazione di lavoro fissa, mense in scuole di ogni ordine e grado. Area distribuzione nelle mense.
A6.5	Ambienti con particolare necessità di riduzione del rumore e di comfort nell'ambiente.	Sale da pranzo. Aule e spogliatoi nelle scuole materne e nido.

Per ciascuna delle Categorie descritte sopra (dalla A1 alla A5), nel prospetto 6 viene individuato il valore di Tempo di riverberazione ottimale T_{ott} :

Categoria		
A1	$T_{ott, A1} = (0,45 \log V + 0,07)^1$	$30 \text{ mc} \leq V \leq 1000 \text{ mc}$
A2	$T_{ott, A2} = (0,37 \log V - 0,14)^1$	$50 \text{ mc} \leq V \leq 5000 \text{ mc}$
A3	$T_{ott, A3} = (0,32 \log V - 0,17)^1$	$30 \text{ mc} \leq V \leq 5000 \text{ mc}$
A4	$T_{ott, A4} = (0,26 \log V - 0,14)^1$	$30 \text{ mc} \leq V \leq 500 \text{ mc}$
A5	$T_{ott, A5} = (0,75 \log V - 1,00)^2$	$200 \text{ mc} \leq V < 10000 \text{ mc}$
	$T_{ott, A5} = 2,00^2$	$V \geq 10000 \text{ mc}$

¹ Ambiente arredato e occupato all'80%

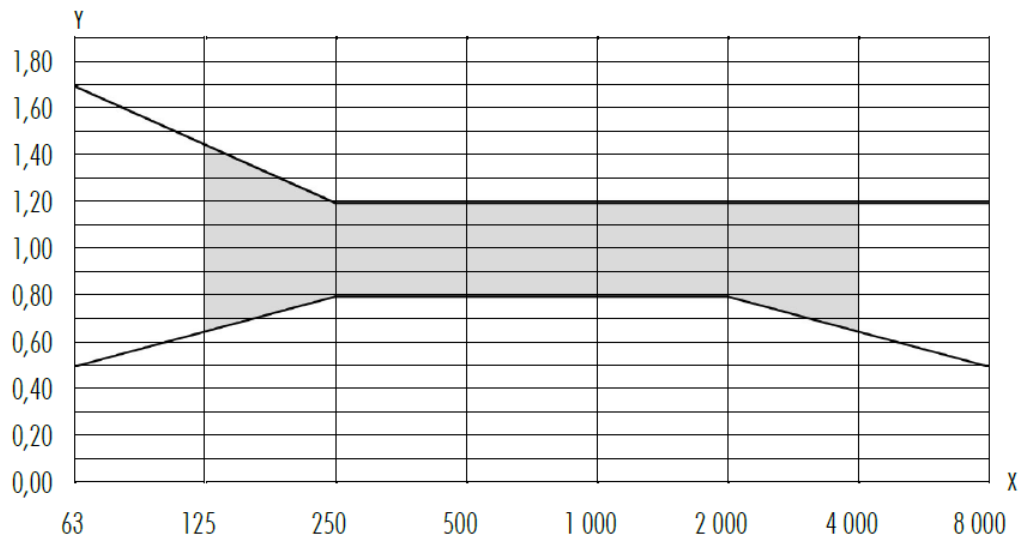
² Ambiente arredato e non occupato

Dove

V = volume dell'ambiente [mc]

Per le persone con problemi uditivi o disturbi legati alla concentrazione o attenzione, il tempo di riverberazione deve essere conforme alle Categorie A3.1 o A4. Nel caso di aule multifunzione (A2, A3 e A4), il tempo di riverberazione deve soddisfare i valori più restrittivi tra quelli per le categorie considerate.

Il valore di Tempo di riverberazione di progetto dovrà essere compreso nell'intervallo di conformità riportato nella figura 2:



Dove:

X f = frequenza [Hz]

Y T/T_{ott} = tempo di riverberazione dipendente dalla frequenza T rispetto al tempo di riverberazione desiderato T_{ott} [adimensionale]

Per le Categorie dalla A1 alla A4 l'intervallo di conformità del tempo di riverberazione T , dipendente dalla frequenza nella bande di ottava tra 125 Hz e 4000 Hz, rispetto al tempo di riverberazione T_{ott} , è mostrato nella figura riportata sopra.

Per la categoria A5 si considerano solo le bande d'ottava tra 250 Hz e 2000 Hz

Per la Categoria A6, la verifica viene condotta non sul tempo di riverberazione ottimale T_{ott} ma sul rapporto A/V

Categoria	Per altezze dell'ambiente $h \leq 2,5$ m	Per altezze dell'ambiente $h > 2,5$ m
A6.1	Nessuna richiesta	Nessuna richiesta
A6.2	$A/V \geq 0,15$	$A/V \geq [4,80 + 4,69 \log(h/1 \text{ m})]^{-1}$
A6.3	$A/V \geq 0,20$	$A/V \geq [3,13 + 4,69 \log(h/1 \text{ m})]^{-1}$
A6.4	$A/V \geq 0,25$	$A/V \geq [2,13 + 4,69 \log(h/1 \text{ m})]^{-1}$
A6.5	$A/V \geq 0,30$	$A/V \geq [1,47 + 4,69 \log(h/1 \text{ m})]^{-1}$

Dove

A = Area di assorbimento equivalente [mq]

V = Volume dell'ambiente [mc]

H = altezza dell'ambiente [h]

Valori di riferimento per il rapporto A/V richiesto per le categorie A6.2, A6.3, A6.4 e A6.5 si applicano nelle singole ottave da 250 Hz a 2000 Hz senza considerare l'assorbimento acustico delle persone.

In ambienti a doppia altezza, h si riferisce all'altezza media. L'altezza media dell'ambiente può essere calcolata dividendo il volume dello spazio per l'area netta in pianta dell'ambiente.

La norma DIN 18041

Altra norma oggi a disposizione per la progettazione dell'acustica degli ambienti è la DIN 18041 "Udibilità nei locali da piccoli a medi".

Detta norma suddivide i locali a seconda che la loro destinazione preveda la necessità di garantire udibilità da media e grande distanza (gruppo A) o a breve distanza (gruppo B).

La suddivisione è riportata nelle tabelle sotto.

Locali del gruppo A - "Udibilità da media e grande distanza"

Musica	- sale d'insegnamento musicale con suono e canto attivamente esercitati - sale municipali e sale delle feste per manifestazioni musicali
Parlato	- tribunali e sale municipali - sale comunali e sale riunioni - sale prove in scuole musicali o altro - palestre e piscine con pubblico
Insegnamento	- aula d'insegnamento (musica esclusa), aula universitaria - sale insegnamento musica con audiovisivi - sale comuni in asili e centri diurni per anziani - sale seminari, sale interattive - auditori - locale per teleinsegnamento - sale convegni e conferenze - sale rappresentazioni per solo uso elettroacustico (es.: piccoli teatri di rivista)
Sport 1	- palazzetti dello sport e piscine senza pubblico, per un unico gruppo
Sport 2	- palazzetti dello sport e piscine senza pubblico, per più gruppi

Locali del gruppo B - “Udibilità a breve distanza”

- uffici da una o più persone, uffici open-space
- call-center
- locali di vendita, ristoranti
- sale di attesa del trasporto pubblico, biglietterie
- studi legali e medici
- uffici pubblici
- sale operatorie, ambulatori e sale per riabilitazione
- sale lettura e punti di prestito nelle biblioteche
- aule officina (ad es., officine per apprendisti)
- aree pubbliche, aree di attesa del trasporto pubblico
- foyer, sale esposizioni
- ristoranti, mense

La differenza tra i due gruppi, gruppo A e gruppo B, sta nell’approccio alla progettazione: per i locali del gruppo A vengono individuati dei requisiti concreti di tempo di riverbero ottimale mentre per i locali del gruppo B l’approccio è maggiormente qualitativo ed individua dei requisiti consigliati e determinati sulla base della quantità e della tipologia di superfici assorbenti.

Per quanto riguarda i locali del **gruppo A** il valore di tempo di riverbero nominale T_{ott} è così determinato per ciascun tipo di utilizzo:

Musica	$T_{ott} = 0,45 \times \log(V) + 0,07 [s]$
Parlato	$T_{ott} = 0,37 \times \log(V) - 0,14 [s]$
Insegnamento	$T_{ott} = 0,32 \times \log(V) - 0,17 [s]$
Sport 1 (*)	$T_{ott} = 1,27 \times \log(V) - 2,49 [s]$
Sport 2 (*)	$T_{ott} = 0,95 \times \log(V) - 1,74 [s]$

(*) palestre e piscine con volume V compreso tra 2000 mc e 8500 mc

dove V = volume netto dell’ambiente.

I valori riportati nella tabella sopra sono da intendersi con calcolo fatto a locali occupati (con arredi e persone); nel caso di locali vuoti il tempo di riverbero non deve essere superiore di più di 0,2 secondi rispetto al valore nominale.

Per i locali del **gruppo B**, come si diceva, non vengono forniti metodi di calcolo del tempo di riverbero ottimale bensì degli accorgimenti, dei consigli esemplificativi per un approccio qualitativo alla progettazione.

Per ciascuna destinazione funzionale vengono individuate le caratteristiche di assorbimento acustico delle unità assorbenti da utilizzare a soffitto e a parete in base al loro rapporto con la superficie dell'ambiente.

Sostanzialmente, date la destinazione e la superficie di involucro dell'ambiente, il valore di assorbimento α_w delle unità assorbenti e la loro superficie sono correlate secondo la tabella che segue.

Tipo di locale	Valori indicativi per soffitto e pareti libere da rivestire con materiale fonoassorbente, quali multipli della superficie del locale per un'altezza media libera di 2,50 m utilizzando materiali fonoassorbenti con un α_w														
	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	
Call-center o simili, con alto traffico di comunicazioni, officine, sale di lettura nelle biblioteche	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	—	—	
Uffici per più persone o open-space con macchine d'ufficio, ospedali, sale prestiti nelle biblioteche, sale operatorie	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	
Studi legali e medici, uffici per una sola persona, ristoranti, sale da pranzo con superficie superiore a 50 mq	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	
Vani scale, foyer, sale esposizioni, biglietterie, corridoi e anticamere con forte traffico di pubblico	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	

La norma NF S31-080

La norma francese NF S31-080 riporta la tabella che segue

Tipo di ambiente	T_r^1 [s]		
	Livello standard	Livello di efficienza	Livello di elevata efficienza
Uffici individuali	-	$\leq 0,7$	$\leq 0,6$
Uffici collettivi	$\leq 0,6$	$\leq 0,6$	$\leq 0,5$
Open space ($V < 250$ mc)	$\leq 0,8$	$0,6 < T_r < 0,8$	$\leq 0,6$
Open space ($V > 250$ mc)	$\leq 1,2$	$\leq 1,0$	$\leq 0,8$
Sale riunioni	$0,6 < T_r \leq 0,8^{2,3}$	$0,6 \leq T_r < 0,8^{2,3}$	$0,4 < T_r < 0,6^{2,3}$
Aree sosta	-	$\leq 0,7$	$\leq 0,5$
Ristoranti ($V < 250$ mc)	$\leq 0,6^4$	$\leq 0,6^4$	$\leq 0,5^4$
Ristoranti ($V > 250$ mc)	$\leq 1,2$	$\leq 1,0$	$\leq 0,8$

¹ Tempo di riverberazione misurato per le bande di ottava con frequenze di centro banda 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz, in ambienti arredati e non occupati

² Volume < 250 mc

³ Se la sala riunioni è per più di 20 persone sono raccomandati solo i livelli “di efficienza” e di “elevata efficienza”

⁴ Per i ristoranti riservati al top management è richiesto il livello di “elevata efficienza”

6.2 Valutazione dei tempi di riverbero ottimali

Le modalità di progettazione del comfort acustico degli ambienti vengono definite facendo riferimento alla norma UNI 11532 la quale è oggi l'unico riferimento di norma tecnica italiana.

I locali oggetto di correzione acustica presentano una volumetria pari a circa:

- Sala 1: mc 264,40.
- Sala 2: mc 237,03.
- Sala attività libere: mc 474,30.

6.3.1 Valori ottimali dei tempi di riverbero

Il parametro di riferimento è quindi quello individuato nel prospetto 3 della UNI 11532-2.

Considerate le varie attività che verranno svolte negli ambienti, si ritiene congruo effettuare le verifiche con riferimento alla categoria A6.5:

UNI 11532:2 – Settore scolastico

$$\frac{A}{V} = \frac{0,16}{T}$$

Categoria	$h \leq 2,5 \text{ m}$	$h > 2,5 \text{ m}$
A6.1: Vani scala	Nessuna richiesta	
A6.2: Spogliatoi	$A/V \geq 0,15$	$\frac{A}{V} \geq \frac{1}{[4,80 + 4,69 \log(h)]}$
A6.3: Ambienti espositivi, spazi studio, laboratori biblioteche	$A/V \geq 0,20$	$\frac{A}{V} \geq \frac{1}{[3,13 + 4,69 \log(h)]}$
A6.4: reception, mense	$A/V \geq 0,25$	$\frac{A}{V} \geq \frac{1}{[2,13 + 4,69 \log(h)]}$
A6.5: Sale da pranzo, aule e spogliatoi scuole materne e nido	$A/V \geq 0,30$	$\frac{A}{V} \geq \frac{1}{[1,47 + 4,69 \log(h)]}$

UNI 11532:2 – Settore scolastico

$$\frac{A}{V} = \frac{0,16}{T}$$

Con riferimento a quanto sopra, otteniamo i seguenti parametri di riferimento:

SALA 1 – SALA 3 (h_m 4 m.)

Categoria	$H_m = 4.05 \text{ m.}$	$H_m = 4.05 \text{ m.}$
A6.5: Sale da pranzo, aule e spogliatoi scuole materne e nido	$A/V \geq 0,2315$	$T \leq 0,69$

SALA ATTIVITA' LIBERE – SALA 2 (h 3 m.)

Categoria	$h = 3 \text{ m.}$	$h = 3 \text{ m.}$
A6.5: Sale da pranzo, aule e spogliatoi scuole materne e nido	$A/V \geq 0,2697$	$T \leq 0,59$

6.4 Interventi di correzione acustica

Al fine di ottenere tempi di riverbero ottimali in funzione del tipo di utilizzo degli ambienti, a livello progettuale si è provveduto a prevedere l’inserimento di adeguati materiali fonoassorbenti, come di seguito descritti.

SALA ATTIVITA’ LIBERE e SALA 2:

- posa in opera di controsoffitto con pannello fonoassorbente a vista tipo ROCKFON EKLA o similare in lana di roccia rivestito con velo verniciato bianco a vista ad alto coefficiente di assorbimento acustico, spessore 20 mm (α : 1.00), pendinato al soffitto



Assorbimento acustico

α_w : fino a 1,00 (Classe A)

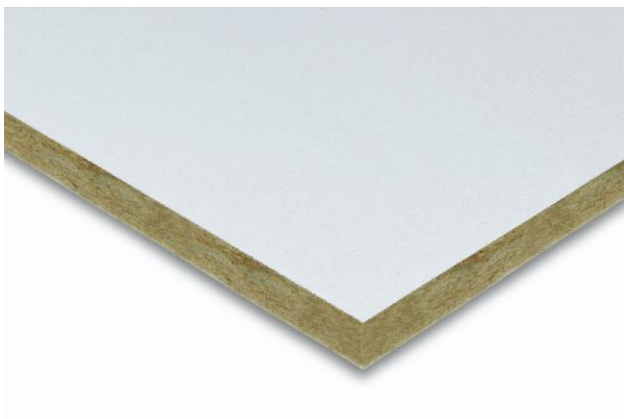


Isolamento acustico laterale

$D_{n,f,w}(C;C_{tr}) = 21 (0;-2)* dB$

$D_{n,f,w}(C;C_{tr})$ con Acoustimass = 37 (-1;-5)* dB

$D_{n,f,w}(C;C_{tr})$ con Soundstop 30 dB = 41 (-2;-7)* dB



Controsoffitto fonoassorbente - Pannello Ekla

SALA 1 e SALA 3 (con copertura inclinata):

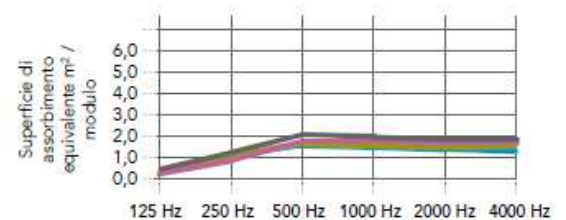
- Il progetto non prevede interventi di correzione acustica supplementari nelle due sale (viene mantenuta la situazione esistente). Al fine di migliorare le condizioni acustiche preesistenti, è preferibile prevedere la posa in opera sulle pareti della sala di pannello murale fonoassorbente tipo Rockfon Eclipse o similare in lana di roccia rivestito con velo verniciato bianco a vista ad alto coefficiente di assorbimento acustico, spessore 40 mm. Sono da prevedersi in totale almeno n. 30 moduli quadrati da 116 x 116 cm da distribuire sulle varie pareti della stanza a seconda del gusto estetico che si vuole ottenere

Prestazioni

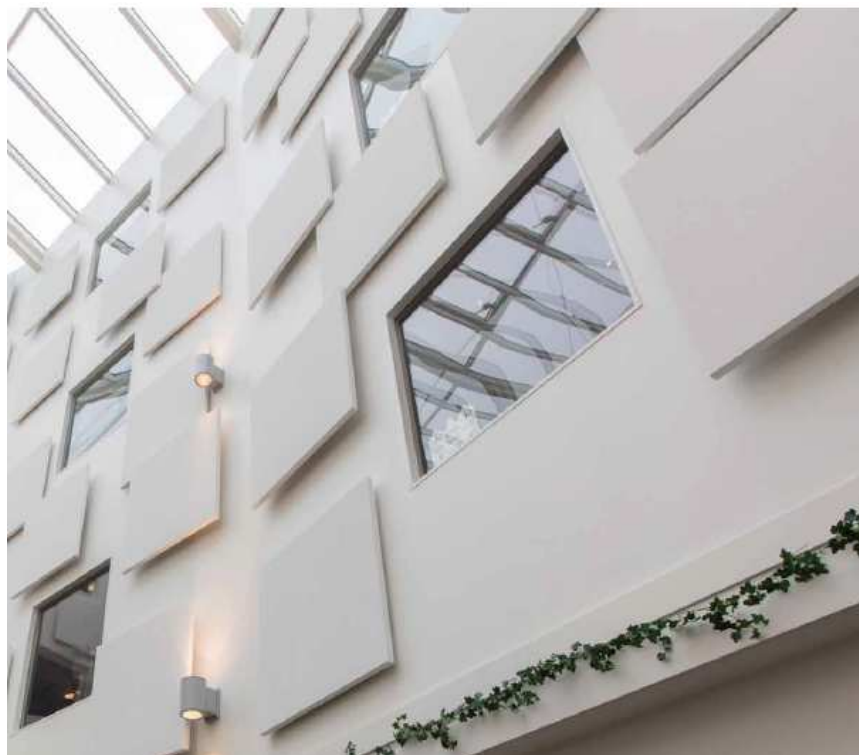


Assorbimento acustico
 A_{eq} (m^2 /modulo)

Per avere maggiori informazioni sull'acustica, contattate il supporto tecnico Rockfon della vostra zona.



	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Circle/Cerchio 1160mm, Staffa per fissaggio diretto (15 mm)	0,3	1,1	1,6	1,5	1,4	1,3
Circle/Cerchio 1160mm, Staffa per fissaggio distanziato/sfalsato (65 mm)	0,3	1,1	1,7	1,6	1,5	1,6
Square/Quadrato 1160x1160mm, Staffa per fissaggio diretto (15 mm)	0,3	0,9	1,8	1,8	1,7	1,7
Square/Quadrato 1160x1160mm, Staffa per fissaggio distanziato/sfalsato (65 mm)	0,5	1,3	2,1	2,0	1,9	1,9



Pannelli murali fonoassorbenti

6.5 Valori previsionali

A seguito della messa in opera degli interventi descritti in precedenza, secondo calcolo analitico

Formula di Sabin: $T_{60} = 0,16 \frac{V}{\sum_{i=1}^N \alpha_i S_i} = 0,16 \times V/A$

si potranno ottenere i seguenti tempi di riverberazione interni (in allegato: calcolo analitico dei tempi di riverberazione):

SALA 1 (Volume: 264,40 mc)

	125 Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Valori medi	Valori ottimali
Valori post-intervento previsionali	0.63	0.63	0.50	0.49	0.54	0.53	0.55 sec	$T \leq 0,69$ $0,55 < 0,69$
	$A = 0,16xV/T = 0,16 \times 264,4 / 0,55 = 76,92$ $A/V = 76,92/264,4 = 0,29$							$A/V \geq 0,23$ $0,29 > 0,23$

SALA ATTIVITA' LIBERE (Volume: 474,36 mc)

	125 Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Valori medi	Valori ottimali
Valori post-intervento previsionali	0.60	0.45	0.45	0.45	0.40	0.40	0.46 sec	$T \leq 0,59$ $0,46 < 0,59$
	$A = 0,16xV/T = 0,16 \times 474,36 / 0,46 = 164,99$ $A/V = 164,99/474,36 = 0,34$							$A/V \geq 0,27$ $0,34 > 0,27$

SALA 2 (Volume: 237 mc)

	125 Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Valori medi	Valori ottimali
Valori post-intervento previsionali	0.60	0.46	0.42	0.43	0.41	0.39	0.45 sec	$T \leq 0,59$ $0,45 < 0,59$
	$A = 0,16xV/T = 0,16 \times 237/0,45 = 84,27$ $A/V = 84,27/237 = 0,35$							$A/V \geq 0,27$ $0,35 > 0,27$

I valori previsionali stimati evidenziano dei tempi di riverbero in linea con quelli ottimali.

Occorre tenere in considerazione che trattasi di calcoli teorici e previsionali basati su dati di laboratorio che in opera potrebbero raggiungere risultati meno performanti rispetto a quanto calcolato analiticamente. Per garantire un certo margine di sicurezza sono state previste superfici fonoassorbenti tali da raggiungere un risultato al di sotto dei valori ottimali.

Incrementare le superfici fonoassorbenti previste significa abbassare ulteriormente i tempi di riverbero in opera.

7. VALUTAZIONI FINALI

La presente relazione è stata redatta al fine di fornire al progettista un supporto per adottare le più idonee scelte progettuali circa le soluzioni costruttive ed i materiali da mettere in opera.

Il riferimento normativo è il DM 23 Giugno 2022 *“Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi”*.

Trattandosi di interventi parziali su edificio esistente e non di interventi di ristrutturazione totale delle partizioni dell'edificio, si fa riferimento a quanto riportato al paragrafo 2.4.11: *“Nel caso di interventi su edifici esistenti, si applicano le prescrizioni sopra indicate se l'intervento riguarda la ristrutturazione totale degli elementi edilizi di separazione tra ambienti interni ed ambienti esterni o tra unità immobiliari differenti e contermini, la realizzazione di nuove partizioni o di nuovi impianti. Per gli altri interventi su edifici esistenti va assicurato il miglioramento dei requisiti acustici passivi preesistenti”*.

Gli interventi previsti in progetto sono in grado di assicurare un miglioramento delle attuali prestazioni acustiche preesistenti riscontrate in opera.

Gallarate, 26 novembre 2024

Il tecnico competente
Dott. Ing. Ambrogio Bossi
Dott. Ing. AMBROGIO BOSSI
"TECNICO COMPETENTE"
NEL CAMPO DELL'ACUSTICA AMBIENTALE
D.P.G.R. n. 2814 del 13/5/1998
REGIONE LOMBARDIA



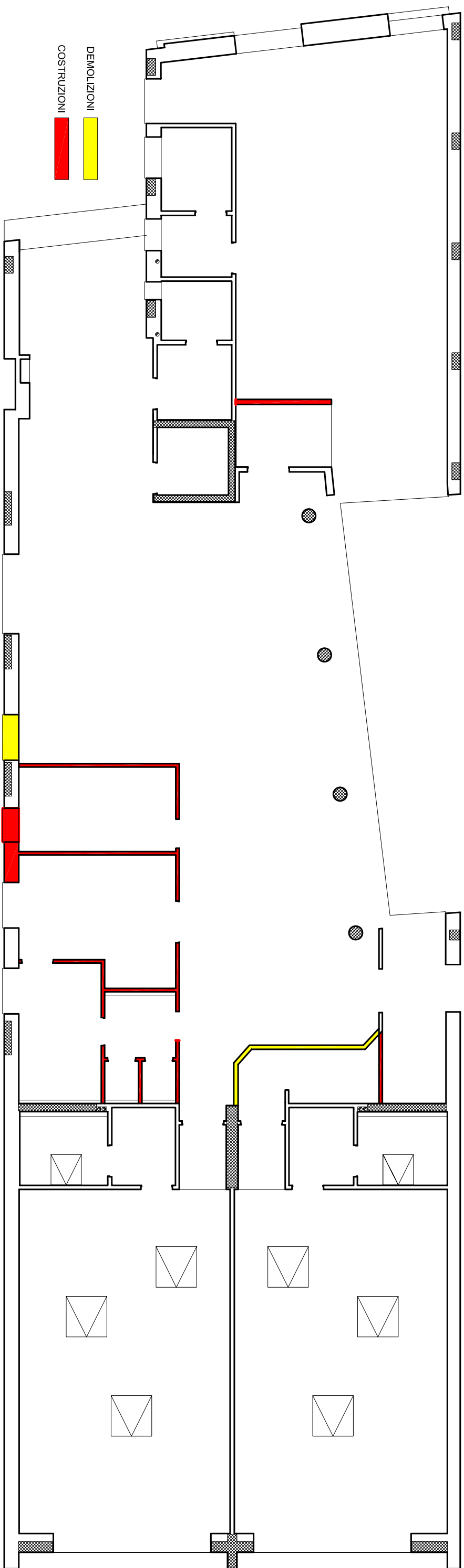
6. ALLEGATI

- pianta e sezione di progetto;
- misure in opera stato di fatto: isolamento acustico di facciata (facciata finestrata);
- misure in opera stato di fatto: isolamento acustico di facciata (facciata opaca);
- misure in opera stato di fatto: tempi di riverbero – SALA 1;
- misure in opera stato di fatto: tempi di riverbero – SALA 2;
- misure in opera stato di fatto: tempi di riverbero – ATTIVITA' LIBERE;
- schede tecniche dei materiali;
- calcolo previsionale tempi di riverbero – SALA 1;
- calcolo previsionale tempi di riverbero – SALA 2;
- calcolo previsionale tempi di riverbero – ATTIVITA' LIBERE;
- Tav. 1 – intervento su parete divisoria
- attestato di “Tecnico Competente in acustica ambientale”;
- certificato taratura fonometro.

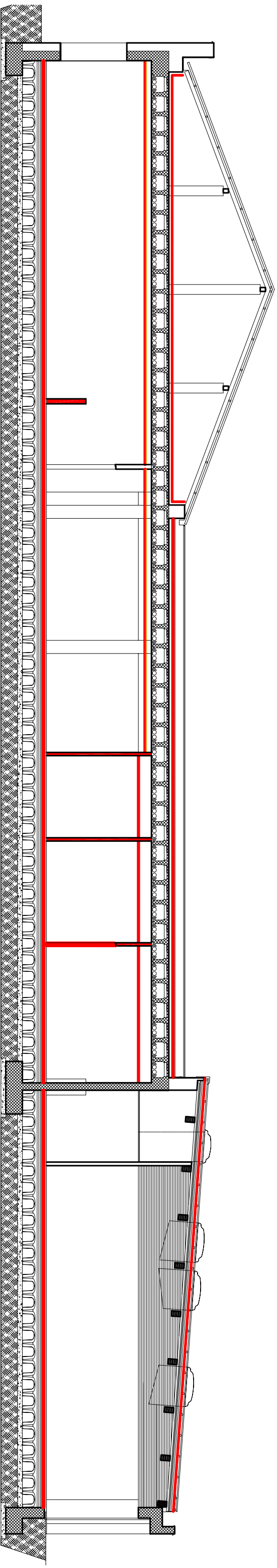
pianta e sezione di progetto



PIANTA STATO DI PROGETTO



PIANTA CONFRONTI



SEZIONE A-A CONFRONTI

DEMOLIZIONI
COSTRUZIONI

**misure in opera stato di fatto: isolamento
acustico di facciata (facciata finestrata)**

Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione secondo ISO16283-3: 2016
Misurazione in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate

ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

AMBIENTE RICEVENTE: SALA 1
PARETE FINESTRATA

Area S del provino:

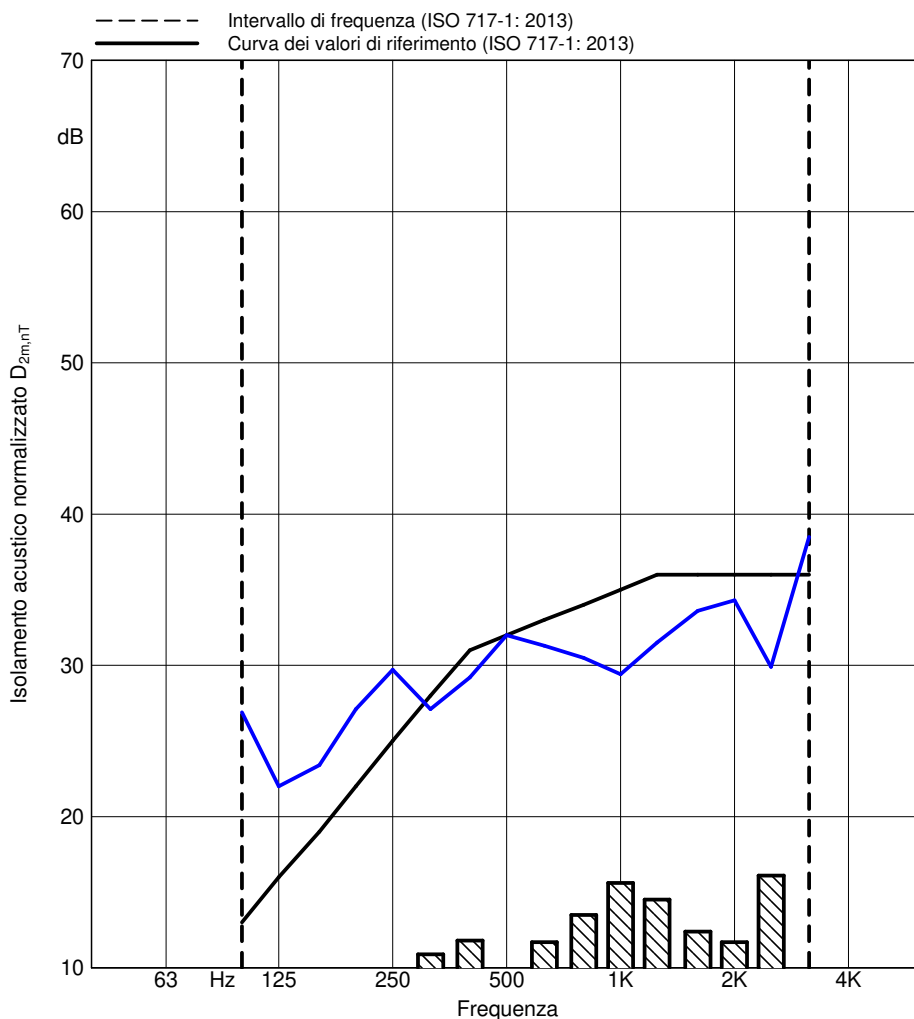
23.0 m²

Volume dell'ambiente ricevente:

264.4 m³

Somma degli scarti sfavorevoli: 28.2 dB

Frequenza Hz	D _{nT} dB
100	26.9
125	22.0
160	23.4
200	27.1
250	29.7
315	27.1
400	29.2
500	32.0
630	31.3
800	30.5
1000	29.4
1250	31.5
1600	33.6
2000	34.3
2500	29.9
3150	38.5



Valutazione secondo la ISO 717-1: 2013

D_{2m,nT,w} (C; C_{tr}) = 32 (-1; -2) dB

Valutazione basata su risultati di misurazioni in
opera ottenuti mediante un metodo tecnico
progettuale

Dott. Ing. Ambrogio Bossi

Data: 14/11/2024

Firma:

**misure in opera stato di fatto: isolamento
acustico di facciata (facciata opaca)**

Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione secondo ISO16283-3: 2016
Misurazione in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate

ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

AMBIENTE RICEVENTE: SALA 1
PARETE OPACA

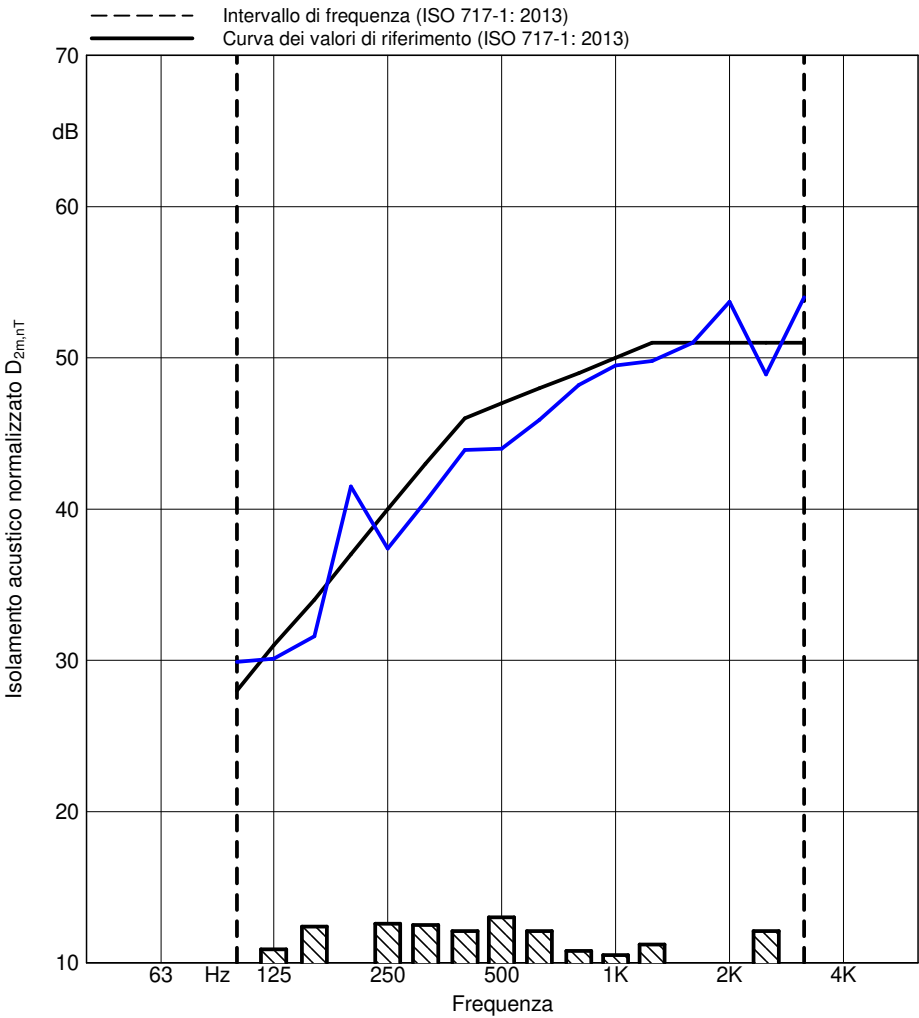
Area S del provino:

Volume dell'ambiente ricevente:

41.4 m²
264.4 m³

Somma degli scarti sfavorevoli: 20.2 dB

Frequenza Hz	D _{nT} dB
100	29.9
125	30.1
160	31.6
200	41.5
250	37.4
315	40.5
400	43.9*
500	44.0*
630	45.9*
800	48.2*
1000	49.5*
1250	49.8
1600	51.0
2000	53.7
2500	48.9
3150	54.0



Valutazione secondo la ISO 717-1: 2013

D_{2m,nT,w} (C; C_{tr}) = 47 (-1; -4) dB

Valutazione basata su risultati di misurazioni in
opera ottenuti mediante un metodo tecnico
progettuale

Dott. Ing. Ambrogio Bossi

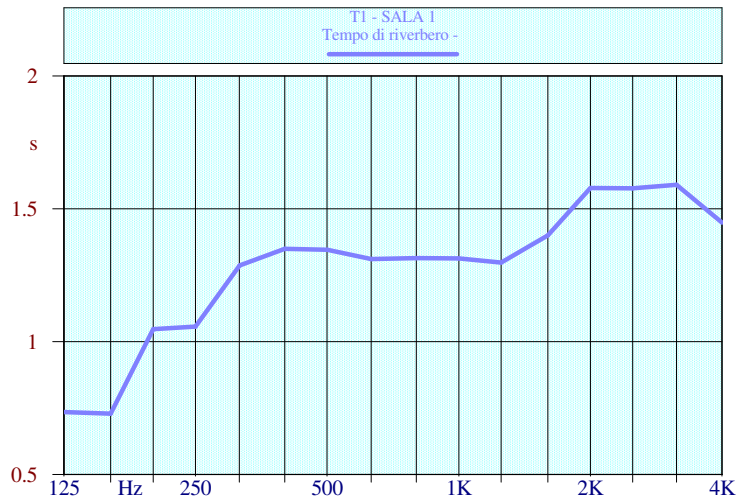
Data: 14/11/2024

Firma:

misure in opera stato di fatto:
tempi di riverbero – SALA 1

REPORT DEL CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERO

Nome misura : T1 - SALA 1
Località : DAIRAGO - VIA SUOR CHIARA TRIBOLO
Strumentazione : Larson Davis 824
Nome operatore : Dott. Ing. Ambrogio Bossi
Data, ora misura : 13/11/2024 18:28:49

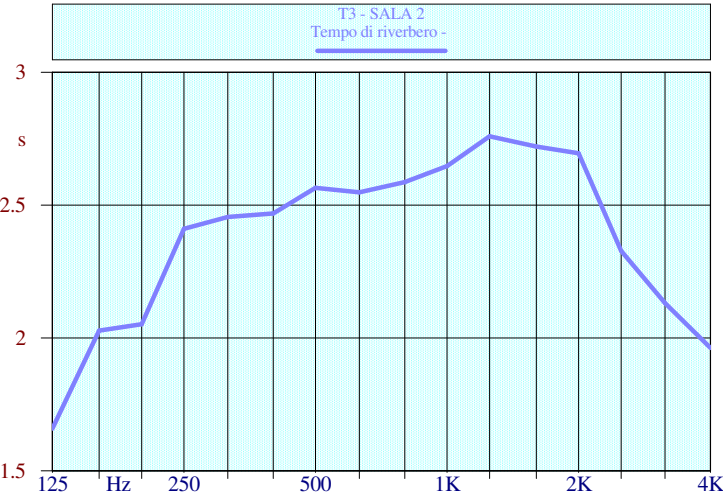


T1 - SALA 1	
Tempo di riverbero -	
Hz	s
125 Hz	0.73 s
160 Hz	0.73 s
200 Hz	1.05 s
250 Hz	1.06 s
315 Hz	1.29 s
400 Hz	1.35 s
500 Hz	1.35 s
630 Hz	1.31 s
800 Hz	1.31 s
1000 Hz	1.31 s
1250 Hz	1.30 s
1600 Hz	1.40 s
2000 Hz	1.58 s
2500 Hz	1.58 s
3150 Hz	1.59 s
4000 Hz	1.45 s

misure in opera stato di fatto:
tempi di riverbero – SALA 2

REPORT DEL CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERO

Nome misura : T3 - SALA 2
Località : DAIRAGO - VIA SUOR CHIARA TRIBOLO
Strumentazione : Prima e dopo le misure
Nome operatore : Dott. Ing. Ambrogio Bossi
Data, ora misura : 14/11/2024 08:39:41



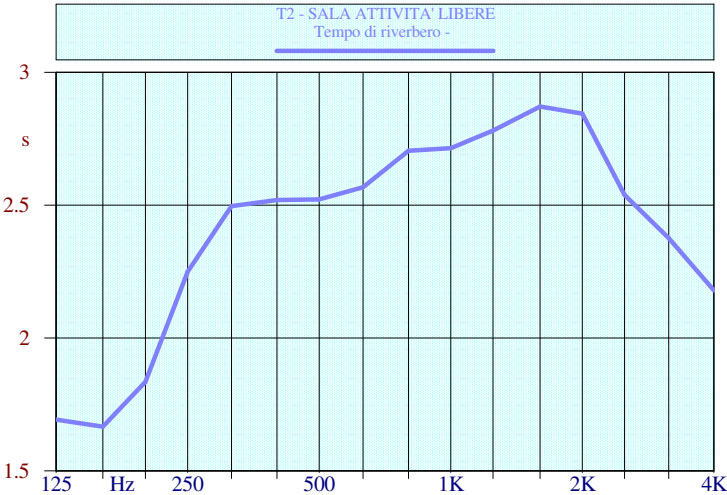
T3 - SALA 2	
Tempo di riverbero -	
Hz	s
125 Hz	1.66 s
160 Hz	2.03 s
200 Hz	2.05 s
250 Hz	2.41 s
315 Hz	2.46 s
400 Hz	2.47 s
500 Hz	2.56 s
630 Hz	2.55 s
800 Hz	2.59 s
1000 Hz	2.65 s
1250 Hz	2.76 s
1600 Hz	2.72 s
2000 Hz	2.69 s
2500 Hz	2.33 s
3150 Hz	2.13 s
4000 Hz	1.96 s

misure in opera stato di fatto:

tempi di riverbero – ATTIVITA' LIBERE

REPORT DEL CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERO

Nome misura : T2 - SALA ATTIVITA' LIBERE
Località : DAIRAGO - VIA SUOR CHIARA TRIBOLO
Strumentazione : Larson Davis 824
Nome operatore : Dott. Ing. Ambrogio Bossi
Data, ora misura : 14/11/2024 08:34:36



T2 - SALA ATTIVITA' LIBERE	
Tempo di riverbero -	
Hz	s
125 Hz	1.69 s
160 Hz	1.67 s
200 Hz	1.83 s
250 Hz	2.25 s
315 Hz	2.50 s
400 Hz	2.52 s
500 Hz	2.52 s
630 Hz	2.57 s
800 Hz	2.70 s
1000 Hz	2.71 s
1250 Hz	2.78 s
1600 Hz	2.87 s
2000 Hz	2.84 s
2500 Hz	2.54 s
3150 Hz	2.38 s
4000 Hz	2.18 s

schede tecniche dei materiali



Rockfon® Ekla™





Rockfon® Ekla™

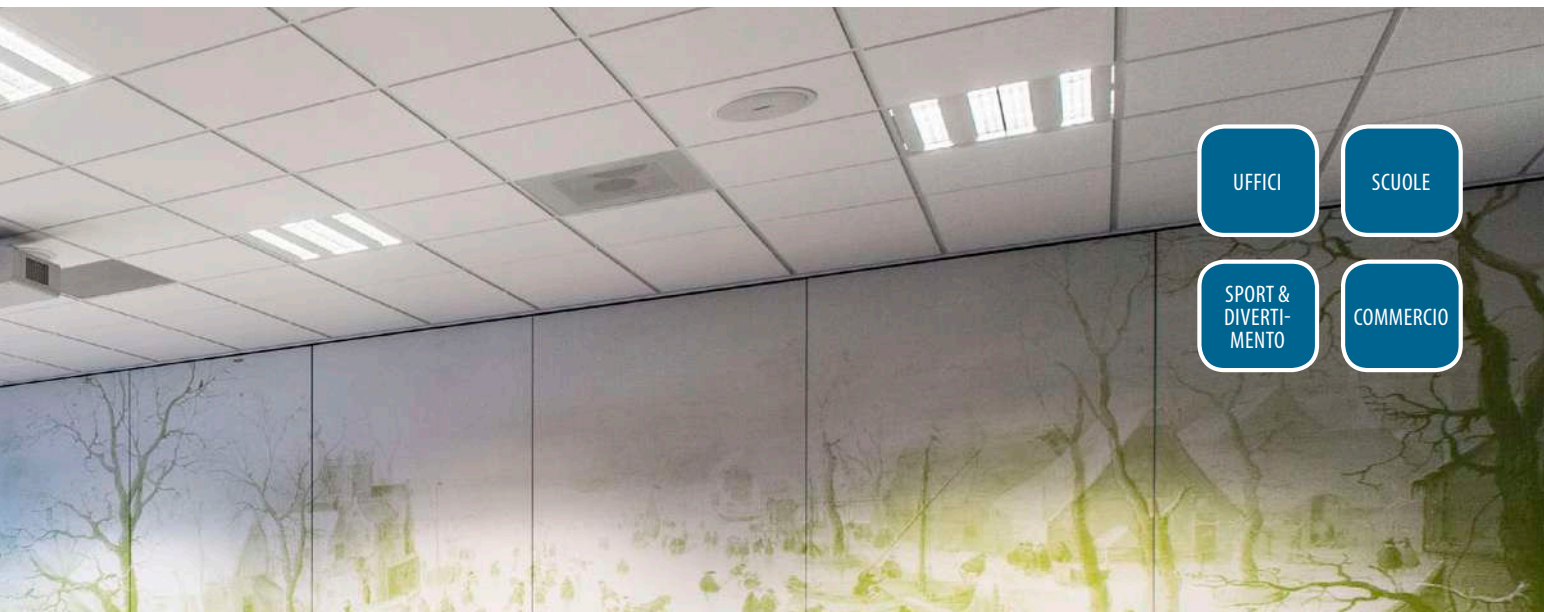
- Superficie bianca e liscia ideale per le più comuni applicazioni
- Assorbimento acustico eccezionale / Classe A
- Gamma completa di formati e opzione di struttura a vista o semi nascosta
- Facile da pulire, con un'aspirapolvere

DESCRIZIONE PRODOTTO

- Pannello in lana di roccia
- Faccia a vista: velo verniciato in bianco con finitura liscia
- Faccia superiore: controvelo
- Bordi verniciati

GAMMA

Bordi	Dimensioni modulari (mm)	Peso (kg/m²)	Sistema di installazione raccomandato
 A15	600 x 600 x 20	2,4	T15
	675 x 675 x 20	2,4	
	1200 x 600 x 20	2,4	
 A24	600 x 600 x 20	2,4	T24
	675 x 675 x 20	2,4	
	1200 x 600 x 20	2,4	
	1500 x 600 x 20	2,4	
	1800 x 600 x 20	2,4	
	2100 x 600 x 20	2,4	
 E15	2400 x 600 x 20	2,4	T24
	600 x 600 x 20	2,8	T15
	600 x 600 x 20	2,8	Giunti cavi
	675 x 675 x 20	2,8	T15
	675 x 675 x 20	2,8	Giunti cavi
	1200 x 600 x 20	2,8	T15
 E24	1200 x 600 x 20	2,8	T24
	600 x 600 x 20	2,8	
	1200 x 600 x 20	2,8	



UFFICI

SCUOLE

SPORT &
DIVERTIMENTO

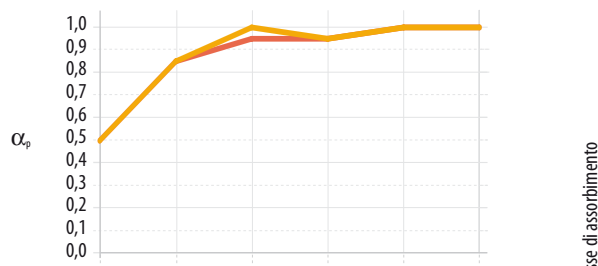
COMMERCIO

PRESTAZIONI



Assorbimento acustico

α_w : fino a 1,00 (Classe A)



Isolamento acustico laterale

$D_{n,f,w}$ (C;C_{tr}) = 21 (0;-2)* dB

$D_{n,f,w}$ (C;C_{tr}) con Acoustimass = 37 (-1;-5)* dB

$D_{n,f,w}$ (C;C_{tr}) con Soundstop 30 dB = 41 (-2;-7)* dB

Bordi: Spessore (mm) /
Pendinatura di montaggio (mm)

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	α_w	Classe di assorbimento	NRC
A: 20 / 200	0,50	0,85	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	A	0,95
E: 20 / 200	0,50	0,85	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	A	1,00

*Valori ottenuti sulla base di analisi teoriche



Reazione al fuoco

A1



Riflessione della luce

86%



Resistenza all'umidità e alla flessione

Fino al 100% di UR
1/C/0N



Manutenzione ordinaria

- Aspiratore



Igiene

La lana di roccia non contiene alcun elemento nutritivo e non favorisce lo sviluppo di microrganismi



Ambiente

Totalmente riciclabile



Ambiente interno

Una selezione rappresentativa di prodotti Rockfon si pregia delle marcature:



Resistenza al fuoco

Risultato	Dimensioni modulari (mm)	Bordi	Con isolamento possibile Rocklux	Rapporto di prova
REI 120	600 x 600 x 20	A15 & E15	Si	vedere il fascicolo tecnico su www.rockfon.it
REI 180	600 x 600 x 20	A24 & E24	Si	vedere il fascicolo tecnico su www.rockfon.it

I metodi di prova utilizzati sono: UNI EN 1363-1:2012 e UNI EN 1365-2:2014, la classificazione di Resistenza al Fuoco è eseguita seguendo la UNI EN 13501-2:2009, in accordo con le linee guida del D.M. 16/02/2007.

PRESTAZIONI DEI PANNELLI Rockfon

Qui di seguito c'è la spiegazione di tutte le icone riguardanti le performance e le certificazioni di tutta la gamma dei prodotti in lana di roccia Rockfon. Per le specifiche performance del prodotto, si prega di far riferimento alle informazioni contenute all'interno delle singole schede tecniche.



Assorbimento acustico

L'assorbimento acustico viene misurato in base alla norma ISO 354. I dati sull'assorbimento acustico α_p , α_w e la classe di assorbimento sono calcolati in base alla norma ISO 11654. Le proprietà di assorbimento acustico di isole e baffles vengono quantificate tramite l'area di assorbimento acustico equivalente AT espressa in m^2 per oggetto.



Isolamento acustico da un ambiente all'altro

Il valore $D_{n,f,w}$ ($C;C_{tr}$) dell'isolamento acustico da un ambiente all'altro viene misurato in base alla norma ISO 10848-2.



Isolamento acustico diretto

L'indice di riduzione acustica R_w ($C;C_{tr}$) viene misurato in base alla norma ISO 140-3.



Reazione al fuoco

La reazione al fuoco è classificata in base alla norma EN 13501-1.



Resistenza al fuoco

La lana di roccia, base dei prodotti Rockfon, è un materiale incombustibile con un punto di fusione superiore a $1000^\circ C$ e offre caratteristiche di protezione antincendio. Alcuni controsoffitti Rockfon sono stati testati e classificati in base alla normativa europea EN 13501-2 e/o secondo normative nazionali.



Riflessione della luce

La riflessione della luce, espressa in valore percentuale, viene misurata in base alla norma ISO 7724-2.



Resistenza all'umidità e al cedimento

I pannelli per controsoffitti Rockfon sono dimensionalmente stabili anche a livelli di umidità relativa fino al 100% e possono essere installati a temperature comprese tra 0 e $40^\circ C$. Possono essere installati nelle fasi iniziali della costruzione (quando le finestre non sono completamente sigillate). La loro leggerezza, combinata con la stabilità e le caratteristiche non igroscopiche, riduce il peso finale del controsoffitto installato. La maggior parte dei pannelli per controsoffitti Rockfon è classificata come Classe 1/C/0N secondo la normativa EN 13964. I moduli con determinate dimensioni (larghezza superiore a 700 mm) sono Classe 2/C/0N.



Resistenza della superficie

La superficie di alcuni prodotti Rockfon è sottoposta a un trattamento particolare che ne garantisce una maggiore durata e una superiore resistenza allo sporco.



Pulizia

con aspirapolvere:

La superficie può essere pulita aspirandola con una bocchetta a setole morbide.

Panno umido:

La superficie può essere pulita utilizzando un panno o una spugna umida con un detergente leggermente alcalino (ph compreso tra 7 e 9) senza alcol, ammoniaca né cloro. Questa operazione potrebbe aumentare lievemente la brillantezza della superficie, quindi si consiglia di pulire l'intera superficie in modo uniforme.



Igiene

La lana di roccia non favorisce lo sviluppo dei seguenti microrganismi (test secondo gli standard JIS Z 2801:2000 e ASTM C 1338-96):

- Escherichia coli
- Staphylococcus aureus
- Methicillinresistent staphylococcus aureus (MRSA)
- Stachybotrys chartarum
- Penicillium brevicompactum
- Alternaria tenuissima
- Aspergillus niger
- Sporobolomyces roseum
- Rhodotorula rubra



Camera bianca

La classificazione per camere bianche viene misurata in base alla norma ISO 14644-1.



Isolamento termico

La conduttività termica dei prodotti con spessore ≥ 30 mm viene misurata in base alla norma EN 12667 ed espressa in mW/mK . La resistenza termica è espressa in m^2K/W .

SCHEDA TECNICA

Pannello murale Rockfon® Eclipse



Sounds Beautiful

Pannello murale Rockfon® Eclipse




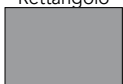





- Pannello acustico murale, estetico e senza cornice, ideale per uffici, reception e spazi comuni, spazi in cui è necessario un maggiore assorbimento acustico, senza compromettere il design
- Una superficie liscia, matt ed extra-bianca che offre elevate proprietà di riflessione della luce, diffusione della luce e antistatiche, oltre a una lunga durata nel tempo
- Disponibile in una varietà di formati sagomati con bordo A minimalista, e in una gamma cromatica personalizzata illimitata, che utilizza i colori NCS (Natural Colour System)
- Veloce e facile da installare con l'apposito kit di fissaggio a parete. Il kit di fissaggio consente di installare il pannello murale a diverse distanze dalla parete, creando sovrapposizioni e motivi interessanti

Descrizione prodotto

- Pannello in lana di roccia
- Faccia a vista: liscio, opaco, verniciato in bianco
- Faccia superiore: velo bianco
- Bordi verniciati

Aree di applicazione

- Uffici
- Sport & Divertimento
- Commercio

Bordi	Forme	Dimensioni modulari (mm)	Peso (kg/unità)	Sistema di installazione raccomandato	Cradle to Cradle Certified®	A1-A3 Impatto ambientale in fase di produzione (kg CO ₂ eq/m ²)*	A1-C4 Impatto ambientale nell'intero ciclo di vita (kg CO ₂ eq/m ²)*
	Quadrato 	1160 x 1160 x 40	9	Rockfon® System Eclipse Wall™		6.46	8.37
	Rettangolo 	1760 x 1160 x 40	13	Rockfon® System Eclipse Wall™			
		2360 x 1160 x 40	17	Rockfon® System Eclipse Wall™			
	Cerchio 	800 x 800 x 40	3	Rockfon® System Eclipse Wall™			
		1160 x 1160 x 40	7	Rockfon® System Eclipse Wall™			
	Triangolo 	1160 x 1005 x 40	4	Rockfon® System Eclipse Wall™			
	Esagono 	1160 x 1006 x 40	6	Rockfon® System Eclipse Wall™			
	Forma ovoidale 	1760 x 1160 x 40	10	Rockfon® System Eclipse Wall™			
	Forma libera 		9	Rockfon® System Eclipse Wall™			

Rockfon Eclipse Rectangle può essere installato solo orizzontalmente (la base corrisponde al lato più lungo) mentre Rockfon Eclipse Triangle va installato con la punta rivolta verso il basso.

Per maggiori dettagli sul fissaggio del pannello murale in forma libera consultare Rockfon.

Le forme libere con lunghezza maggiore di 2400mm o larghezza maggiore di 1200 mm saranno prodotte come due metà.

Per forme particolari, colori, dimensioni, tempi di consegna e quantità minime si prega di consultare Rockfon.

* Per informazioni complete sull'impatto ambientale, si prega di consultare i nostri EPD disponibili su rockfon.link/it-epd. A causa di differenti metodi di calcolo e ipotesi di scenario, i valori di impatto ambientale non sono direttamente paragonabili tra i produttori.



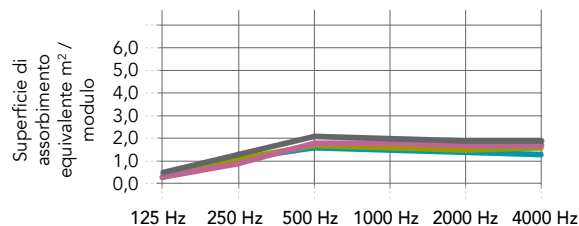
Prestazioni



Assorbimento acustico

A_{eq} (m²/modulo)

Per avere maggiori informazioni sull'acustica, contattate il supporto tecnico Rockfon della vostra zona.



	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Circle/Cerchio 1160mm, Staffa per fissaggio diretto (15 mm)	0,3	1,1	1,6	1,5	1,4	1,3
Circle/Cerchio 1160mm, Staffa per fissaggio distanziato/sfalsato (65 mm)	0,3	1,1	1,7	1,6	1,5	1,6
Square/Quadrato 1160x1160mm, Staffa per fissaggio diretto (15 mm)	0,3	0,9	1,8	1,8	1,7	1,7
Square/Quadrato 1160x1160mm, Staffa per fissaggio distanziato/sfalsato (65 mm)	0,5	1,3	2,1	2,0	1,9	1,9



Reazione al fuoco

A1

Rockfon Eclipse Rectangle 2360: A2-s1,d0



Riflessione e diffusione della luce

Riflessione della luce: 87% (faccia superiore: 79%)

Diffusione della luce: superiore al 99%



Resistenza all'umidità e alla flessione

Fino al 90% di UR (umidità relativa)

Rockfon Eclipse non può essere utilizzato nelle piscine né installato in spazi aperti sull'esterno.

Per maggiori informazioni, si prega di consultare Rockfon



Manutenzione ordinaria

- Aspiratore
- Panno umido



Igiene

La lana di roccia non contiene alcun elemento nutritivo e non favorisce lo sviluppo di microrganismi



Durabilità della superficie

Resistenza alla polvere e alle manipolazioni

Resistenza all'abrasione umida: Classe 4

La resistenza allo strofinamento bagnato è testata in accordo con la norma EN ISO 11998:2006 e valutata secondo la scala EN 12720:2009+A1:2013 che va da 1 a 5, dove 5 è il punteggio migliore.



Riciclabilità

Lana di roccia completamente riciclabile



Finitura

Superficie extra bianca.

Valore L: 94,5

La bianchezza (valore L) del prodotto è stata misurata secondo la norma ISO 7724 da cui deriva una classificazione tra 1 (nero) e 100 (bianco).

Superficie matt, perfetta qualunque sia l'angolo di incidenza della luce.

Brillantezza: 0,8 GU (Gloss Unit, unità di brillantezza) con un angolo di 85°

La brillantezza del prodotto è stata misurata secondo la norma ISO 2813.



Ambiente interno

I prodotti per soffitto Rockfon sono classificati in Classe E1 in accordo alla norma EN 13964 (EN 717-1).

I prodotti Rockfon a soffitto hanno rilascio di VOCs veramente basso.

Una selezione di prodotti Rockfon ha raggiunto i seguenti livelli di performance e le seguenti etichettature per emissione d'aria in ambienti interni.



Salubrità del materiale

Tutti i materiali utilizzati per i prodotti Rockfon vengono sottoposti a screening in accordo all'elenco delle sostanze soggette a restrizioni ai sensi del regolamento REACH, essi non contengono sostanze chimiche pericolose (SVHC). Le fibre in lana di roccia Rockfon sono conformi alle normative Europee in materia di sicurezza delle fibre e possiedono la certificazione EUCEB.

Sounds Beautiful

calcolo previsionale tempi di riverbero

SALA 1

125 Hz

T60 misurato = 0,73

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 264,40 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 264,4) / 0,73 = 57,9$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti a parete Rockfon Eclipse Quadrato (Aeq. mq/modulo=0,3)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti a parete} = n. \times A/\text{modulo} = (N. 30 \times 0,3) = 9$$

$$A \text{ tot.} = 57,9 + 9 = 66,9$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 264,4) / 66,9 = \mathbf{0,63}$$

250 Hz

T60 misurato = 1,06

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 264,4 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 264,4) / 1,06 = 39,9$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti a parete Rockfon Eclipse Quadrato (Aeq. mq/modulo=0,9)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti a parete} = n. \times A/\text{modulo} = (N. 30 \times 0,9) = 27$$

$$A \text{ tot.} = 39,9 + 27 = 66,9$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 264,4) / 66,9 = \mathbf{0,63}$$

500 Hz

T60 misurato = 1,35

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 264,4 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 264,4) / 1,35 = 31,3$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti a parete Rockfon Eclipse Quadrato (Aeq. mq/modulo=1,8)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti a parete} = n. \times A/\text{modulo} = (N. 30 \times 1,8) = 54$$

$$A \text{ tot.} = 31,3 + 54 = 85,3$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 264,4) / 85,3 = \mathbf{0,50}$$

1000 Hz

T60 misurato = 1,31

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 264,4 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 264,4) / 1,31 = 32,2$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti a parete Rockfon Eclipse Quadrato (Aeq. mq/modulo=1,8)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti a parete} = n. \times A/\text{modulo} = (N. 30 \times 1,8) = 54$$

$$A \text{ tot.} = 32,2 + 54 = 86,2$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 264,4) / 86,2 = \mathbf{0,49}$$

2000 Hz

T60 misurato = 1,58

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 264,4 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 264,4) / 1,58 = 26,7$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti a parete Rockfon Eclipse Quadrato (Aeq. mq/modulo=1,7)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti a parete} = n. \times A/\text{modulo} = (N. 30 \times 1,7) = 51$$

$$A \text{ tot.} = 26,7 + 51 = 77,7$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 264,4) / 77,7 = \mathbf{0,54}$$

4000 Hz

T60 misurato = 1,45

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 264,4 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 264,4) / 1,45 = 29,1$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti a parete Rockfon Eclipse Quadrato (Aeq. mq/modulo=1,7)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti a parete} = n. \times A/\text{modulo} = (mq 30 \times 1,7) = 51$$

$$A \text{ tot.} = 29,1 + 51 = 80,1$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 264,4) / 80,1 = \mathbf{0,53}$$

calcolo previsionale tempi di riverbero

SALA 2

125 Hz

T60 misurato = 1,66

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 237 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 237) / 1,66 = 22,8$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti controsoffitto Rockfon EKLA pendinato ($\alpha=0,50$)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti controsoffitto} = \text{Sup.} \times \alpha = (\text{mq } 79 \times 0,50) = 39,5$$

$$A \text{ tot.} = 22,8 + 39,5 = 62,3$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 237) / 62,3 = \mathbf{0,60}$$

250 Hz

T60 misurato = 2,41

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 237 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 237) / 2,41 = 15,7$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti controsoffitto Rockfon EKLA pendinato ($\alpha=0,85$)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti controsoffitto} = \text{Sup.} \times \alpha = (\text{mq } 79 \times 0,85) = 67,1$$

$$A \text{ tot.} = 15,7 + 67,1 = 82,8$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 237) / 82,8 = \mathbf{0,46}$$

500 Hz

T60 misurato = 2,56

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 237 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 237) / 2,56 = 14,8$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti controsoffitto Rockfon EKLA pendinato (a=0,95)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti controsoffitto} = \text{Sup.} \times a = (mq \ 79 \times 0,95) = 75$$

$$A \text{ tot.} = 14,8 + 75 = 89,8$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 237) / 89,8 = \mathbf{0,42}$$

1000 Hz

T60 misurato = 2,65

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 237 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 237) / 2,65 = 14,3$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti controsoffitto Rockfon EKLA pendinato (a=0,95)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti controsoffitto} = \text{Sup.} \times a = (mq \ 79 \times 0,95) = 75$$

$$A \text{ tot.} = 14,3 + 75 = 89,3$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 237) / 89,3 = \mathbf{0,43}$$

2000 Hz

T60 misurato = 2,69

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 237 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 237) / 2,69 = 14$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti controsoffitto Rockfon EKLA pendinato (a=1)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti controsoffitto} = \text{Sup.} \times a = (mq \ 79 \times 1) = 79$$

$$A \text{ tot.} = 14 + 79 = 93$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 237) / 93 = \mathbf{0,41}$$

4000 Hz

T60 misurato = 1,96

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 237 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 237) / 1,96 = 19,3$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti controsoffitto Rockfon EKLA pendinato (a=1)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti controsoffitto} = \text{Sup.} \times a = (mq \ 79 \times 1) = 79$$

$$A \text{ tot.} = 19,3 + 79 = 98,3$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 237) / 98,3 = \mathbf{0,39}$$

calcolo previsionale tempi di riverbero

ATTIVITA' LIBERE

125 Hz

T60 misurato = 1,69

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 474,36 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 474,36) / 1,69 = 44,90$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti controsoffitto Rockfon EKLA pendinato ($a=0,50$)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti controsoffitto} = \text{Sup.} \times \alpha = (\text{mq } 158 \times 0,50) = 79,00$$

$$A \text{ tot.} = 44,90 + 79 = 123,9$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 474,36) / 123,9 = \mathbf{0,60}$$

250 Hz

T60 misurato = 2,25

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 474,36 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 474,36) / 2,25 = 33,7$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti controsoffitto Rockfon EKLA pendinato ($a=0,85$)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti controsoffitto} = \text{Sup.} \times a = (\text{mq } 158 \times 0,85) = 134,3$$

$$A \text{ tot.} = 33,7 + 134,3 = 168$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 474,36) / 168 = \mathbf{0,45}$$

500 Hz

T60 misurato = 2,52

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 474,36 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 474,36) / 2,52 = 30,1$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti controsoffitto Rockfon EKLA pendinato (a=0,95)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti controsoffitto} = \text{Sup.} \times a = (\text{mq } 158 \times 0,95) = 150,1$$

$$A \text{ tot.} = 30,1 + 150,1 = 180,2$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 474,36) / 180,2 = \mathbf{0,45}$$

1000 Hz

T60 misurato = 2,71

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 474,36 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 474,36) / 2,71 = 28$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti controsoffitto Rockfon EKLA pendinato (a=0,95)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti controsoffitto} = \text{Sup.} \times a = (\text{mq } 158 \times 0,95) = 150,1$$

$$A \text{ tot.} = 28 + 150,1 = 178,1$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 474,36) / 178,1 = \mathbf{0,45}$$

2000 Hz

T60 misurato = 2,84

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 474,36 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 474,36) / 2,84 = 26,7$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti controsoffitto Rockfon EKLA pendinato (a=1)

$$A \text{ pannelli fonoassorbenti controsoffitto} = \text{Sup.} \times a = (\text{mq } 158 \times 1) = 158$$

$$A \text{ tot.} = 26,7 + 158 = 184,7$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 474,36) / 184,7 = \mathbf{0,4}$$

4000 Hz

T60 misurato = 2,18

$$T = (0,16 \times V) / A$$

$$A = (0,16 \times V) / T \quad V = 474,36 \text{ mc}$$

$$A \text{ attuale} = (0,16 \times 474,36) / 2,18 = 34,8$$

Correz. acustica: pannelli fonoassorbenti controsoffitto Rockfon EKLA pendinato (a=1)

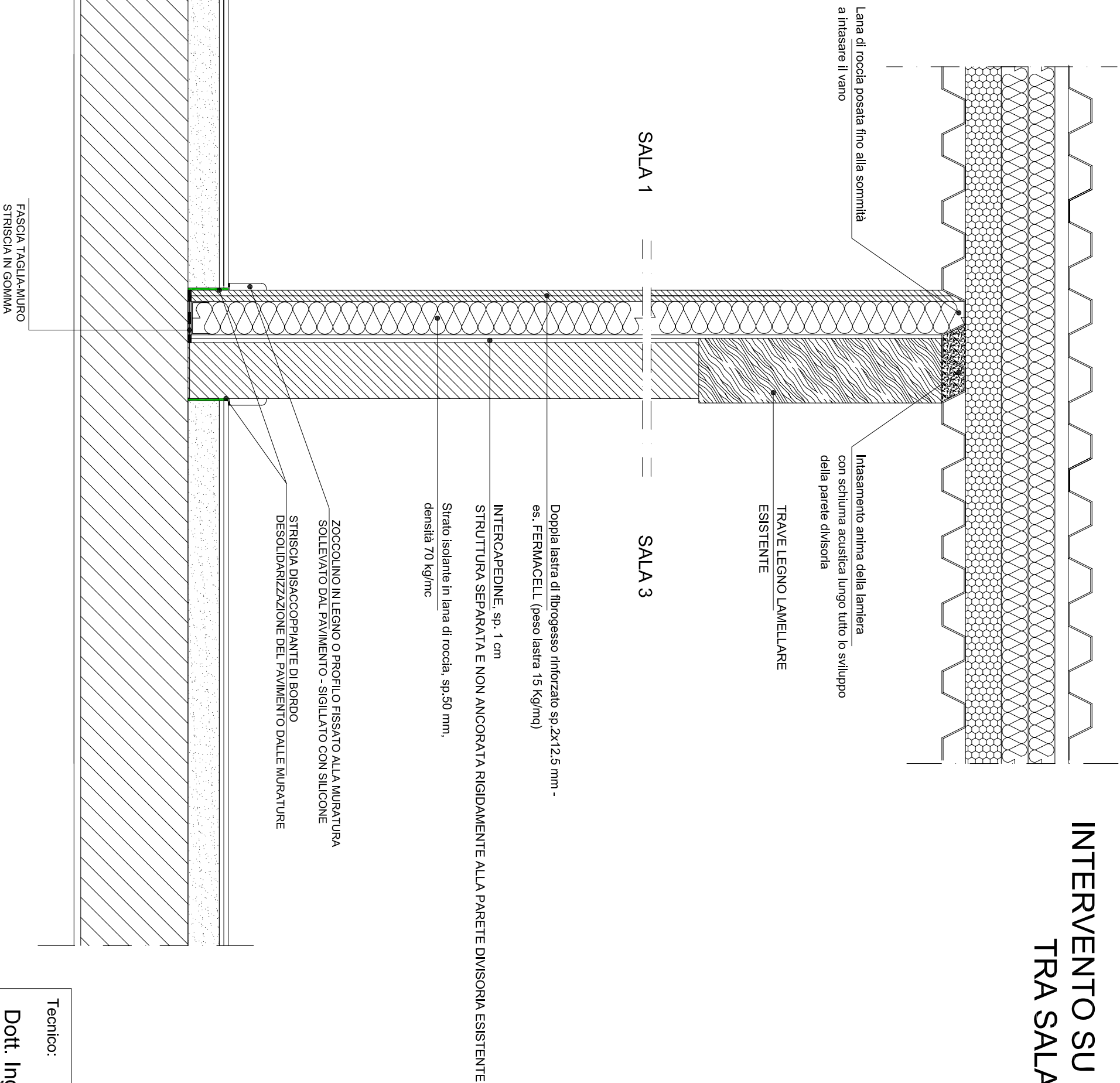
$$A \text{ pannelli fonoassorbenti controsoffitto} = \text{Sup.} \times a = (\text{mq } 158 \times 1) = 158$$

$$A \text{ tot.} = 34,8 + 158 = 192,8$$

$$T60 \text{ previsto} = (0,16 \times 474,36) / 192,8 = \mathbf{0,4}$$

Tav. 1 – intervento su parete divisoria

INTERVENTO SU PARETE DIVISORIA TRA SALA 1 E SALA 3



Tecnico:

Dott. Ing. Ambrogio Bossi

TAVOLA

1

Oggetto:

Asilo nido - via Suor Chiara Tribolo, Dairago
PARETE DIVISORIA TRA SALA 1 E SALA 3

**attestato di “Tecnico Competente in acustica
ambientale”**

[Home](#)

[Tecnici Competenti in Acustica](#)

[Corsi](#)

[Login](#)

[Home](#) / [Tecnici Competenti in Acustica](#) / [Vista](#)

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	1528
Regione	Lombardia
Numero Iscrizione Elenco Regionale	
Cognome	BOSSI
Nome	AMBROGIO
Titolo studio	LAUREA - INGEGNERIA CIVILE
Estremi provvedimento	N. 2814/1999
Luogo nascita	GALLARATE (VA)
Data nascita	01/08/1962
Codice fiscale	BSSMRG62M01D869K
Regione	Lombardia
Provincia	VA
Comune	Samarate
Via	VIA MARCONI
Cap	21017
Civico	30
Nazionalità	ITALIANA
Dati contatto	recapito professionale: studio professionale: Via Cavour, 15 - 21013 GALLARATE (VA)
Data pubblicazione in elenco	10/12/2018



Regione Lombardia

Giunta Regionale
Direzione Generale
Tutela Ambientale
Servizio Protezione Ambientale
e Sicurezza Industriale
Via F. Filzi, 22
20124 Milano
Tel. 6765.3

Milano, 18 MAG. 1999

Egr. Sig.
BOSSI AMBROGIO
Via Marconi, 30

21017-SAMARATE

25542

Oggetto: D.P.G.R. del 13 maggio 1999, n. 2814 avente per oggetto: Domanda presentata dal Sig. BOSSI AMBROGIO per ottenere il riconoscimento della figura professionale di "tecnico competente" nel campo dell'acustica ambientale ai sensi dell'articolo 2, commi 6, 7 e 8 della legge n. 447/95.

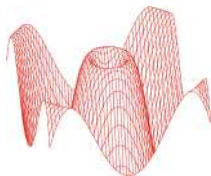
Si consegna copia conforme all'originale del decreto indicato in oggetto, col quale Lei è stato riconosciuto "tecnico competente" in acustica ambientale.

Distinti saluti.

Il Dirigente del Servizio
(Dott. Vincenzo Azzimonti)

Ricevo in data 18 maggio 1999 il
decreto in oggetto.

certificato taratura fonometro



L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 068

Pagina 1 di 9
Page 1 of 9

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 52665-A
Certificate of Calibration LAT 068 52665-A

- data di emissione <i>date of issue</i>	2024-05-02
- cliente <i>customer</i>	BOSSI ING. AMBROGIO
- destinatario <i>receiver</i>	BOSSI ING. AMBROGIO
	21013 - GALLARATE (VA)

Si riferisce a

Referring to

- oggetto <i>item</i>	Fonometro
- costruttore <i>manufacturer</i>	Larson & Davis
- modello <i>model</i>	824
- matricola <i>serial number</i>	3664
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2024-04-30
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2024-05-02
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 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° 068 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.

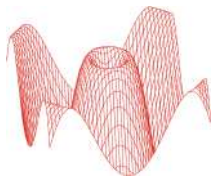
I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di 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.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 068

Pagina 2 di 9
Page 2 of 9

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 52665-A
Certificate of Calibration LAT 068 52665-A

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- gli strumenti/campioni che garantiscono la riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
- le condizioni ambientali e di taratura;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.

In the following, information is reported about:

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre;
- relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body;
- site of calibration (if different from Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

Strumenti sottoposti a verifica
Instrumentation under test

Strumento	Costruttore	Modello	Matricola
Fonometro	Larson & Davis	824	3664
Preamplificatore	Larson & Davis	PRM 902	3884
Microfono	Larson & Davis	2541	8322

Procedure tecniche, norme e campioni di riferimento
Technical procedures, Standards and Traceability

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura di taratura N. PTL 10 Rev 1.6.

Le verifiche effettuate sull'oggetto della taratura sono in accordo con il metodo interno di taratura basato sulla norma CEI EN 61672-3:2007.

I limiti riportati sono relativi alla classe di appartenenza dello strumento come definito nella norma CEI EN 61672-1:2003.

Nella tabella sottostante vengono riportati gli estremi dei campioni di riferimento dai quali ha inizio la catena della riferibilità del Centro.

Strumento	Matricola	Certificato	Data taratura	Data scadenza
Stazione meteo Ahlborn Almemo 2590+FHAD46-C2L00	H17121184+17110098	01L680_2024_ACCR_MC	2024-01-16	2025-01-16
Multimetro Hewlett Packard 3458A	2823A24857	LAT 019 72490	2023-07-25	2024-07-25
Barometro digitale DRUCK DPI 150	3268333	LAT 150 1724/MP/2023	2023-11-14	2024-11-14
Pistonofono Brüel & Kjaer 4228	1908514	I.N.R.I.M. 24-0121-03	2024-02-14	2025-02-14
Microfono Brüel & Kjaer 4192	2410011	I.N.R.I.M. 24-0121-02	2024-02-14	2025-02-14

Condizioni ambientali durante le misure
Environmental parameters during measurements

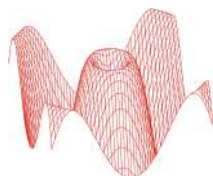
Parametro	Di riferimento	Intervallo di validità	All'inizio delle misure	Alla fine delle misure
Temperatura / °C	23,0	da 20 a 26	24,7	25,2
Umidità / %	50,0	da 25 a 70	56,9	57,0
Pressione / hPa	1013,3	da 800 a 1050	992,8	992,9

Nella determinazione dell'incertezza non è stata presa in considerazione la stabilità nel tempo dell'oggetto in taratura.

Sullo strumento in esame sono state eseguite misure sia per via elettrica che per via acustica. Le misure per via elettrica sono state effettuate sostituendo alla capsula microfonica un adattatore capacitivo con impedenza elettrica equivalente a quella del microfono.

Tutti i dati riportati nel presente Certificato sono espressi in Decibel (dB). I valori di pressione sonora assoluta sono riferiti a 20 uPa.

Il numero di decimali riportato in alcune prove può differire dal numero di decimali visualizzati sullo strumento in taratura in quanto i valori riportati nel presente Certificato possono essere ottenuti dalla media di più letture.



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 52665-A
Certificate of Calibration LAT 068 52665-A

Capacità metrologiche del Centro
Metrological capabilities of the Laboratory

Nella tabella vengono riportate le capacità metrologiche del Centro per le grandezze acustiche e le relative incertezze ad esse associate.

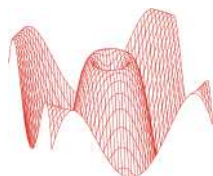
Grandezza	Strumento in taratura	Campo di misura	Condizioni di misura	Incertezza (*)
Livello di pressione acustica	Pistonofoni IEC 60942:2003 Livello di pressione acustica Frequenza	da 114 dB a 140 dB da 160 Hz a 315 Hz	da 160 Hz a 315 Hz da 114 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Pistonofoni IEC 60942:2017 Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori acustici IEC 60942:2003 Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 114 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 114 dB	0,10 dB 0,05 %
	Calibratori acustici IEC 60942:2017 Livello di pressione acustica Frequenza	da 90 dB a 125 dB da 160 Hz a 1,25 kHz	da 160 Hz a 1,25 kHz da 94 dB a 140 dB	0,10 dB 0,04 %
	Calibratori multifrequenza ⁽¹⁾ Livello di pressione acustica Frequenza	da 94 dB a 140 dB da 31,5 Hz a 16 kHz	da 31,5 Hz a 16 kHz da 94 dB a 140 dB	da 0,10 dB a 0,49 dB 0,04 %
	Ponderazione "inversa A" Correzioni pressione/campo libero microfoni	da 94 dB a 114 dB da 94 dB a 114 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz da 31,5 Hz a 16 kHz	0,15 dB 0,12 dB
	Fonometri ⁽²⁾	da 20 dB a 155 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,14 dB a 0,84 dB
	Fonometri ⁽³⁾	da 20 dB a 150 dB	da 63 Hz a 16 kHz	da 0,07 dB a 0,45 dB
	Filtri a bande di terzi di ottava IEC 61260:1995 Filtri a bande di ottava IEC 61260:1995	da 20 dB a 150 dB da 20 dB a 150 dB	da 20 Hz a 20 kHz da 31,5 Hz a 8 kHz	da 0,1 dB a 1,0 dB da 0,1 dB a 1,0 dB
	Filtri a bande di terzi di ottava IEC 61260-3:2016 Filtri a bande di ottava IEC 61260-3:2016	da 20 dB a 150 dB da 20 dB a 150 dB	da 20 Hz a 20 kHz da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,19 dB a 0,50 dB da 0,19 dB a 0,50 dB
Sensibilità alla pressione acustica	Microfoni LS1 e LS2	124 dB	250 Hz	0,09 dB
	Microfoni LS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,11 dB a 0,22 dB
	Microfoni WS2 (risposta di frequenza corretta per campo libero)	94 dB	da 31,5 Hz a 16 kHz	da 0,12 dB a 0,83 dB

(*) L'incertezza di misura è dichiarata come incertezza estesa corrispondente al livello di fiducia al 95% ed è ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k specificato.

⁽¹⁾ Calibratori conformi sia alla IEC 60942:2003 che alla IEC 60942:2017.

⁽²⁾ Fonometri conformi solamente alle norme IEC 60651:1979 e IEC 60804:2000.

⁽³⁾ Fonometri conformi alla norma IEC 61672-1:2002 e alla IEC 61672-1:2013.



L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 068

Pagina 4 di 9
Page 4 of 9

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 52665-A
Certificate of Calibration LAT 068 52665-A

1. Documentazione

- La versione del firmware caricato sullo strumento in taratura è: 4.272.
- Manuale di istruzioni I824.01 Rev.O scaricato dal sito del costruttore e aggiornato in data 27 luglio 2006.
- Campo di misura di riferimento (nominale): 23,0 - 128,0 dB - Livello di pressione sonora di riferimento: 114,0 dB - Frequenza di verifica 1000 Hz.
- I dati di correzione del microfono 2541 per campo libero a 0 gradi sono forniti dal costruttore dello strumento.
- Lo strumento non è stato sottoposto alle prove di valutazione del modello applicabili della IEC 61672-2:2002.
- Lo strumento sottoposto alle prove ha superato con esito positivo le prove periodiche della classe 1 della IEC 61672-3:2006, per le condizioni ambientali nelle quali esse sono state eseguite. Tuttavia, nessuna dichiarazione o conclusione generale può essere fatta sulla conformità del fonometro a tutte le prescrizioni della IEC 61672-1:2002 poichè non è pubblicamente disponibile la prova, da parte di un'organizzazione di prova indipendente responsabile dell'approvazione dei modelli, per dimostrare che il modello di fonometro è risultato completamente conforme alle prescrizioni della IEC 61672-1:2002 e perchè le prove periodiche della IEC 61672-3:2006 coprono solo una parte limitata delle specifiche della IEC 61672-1:2002.

2. Ispezione preliminare ed elenco prove effettuate

Descrizione: Nelle tabelle sottostanti vengono riportati i risultati dei controlli preliminari e l'elenco delle prove effettuate sulla strumentazione in taratura.

Controllo	Esito
Ispezione visiva iniziale	OK
Integrità meccanica	OK
Integrità funzionale	OK
Equilibrio termico	OK
Alimentazione	OK

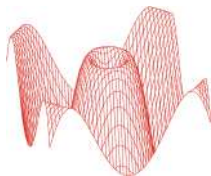
Prova	Esito
Rumore autogenerato	Positivo
Ponderazioni di frequenza con segnali acustici	Positivo
Ponderazioni di frequenza con segnali elettrici	Positivo
Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz	Positivo
Selettore campo misura	Positivo
Linearità livello campo misura riferimento	Positivo
Treni d'onda	Positivo
Livello sonoro di picco C	Positivo
Indicazione di sovraccarico	Positivo

3. Indicazione alla frequenza di verifica della taratura (Calibrazione)

Descrizione: Prima di avviare la procedura di taratura dello strumento in esame si provvede alla verifica della calibrazione mediante l'applicazione di un idoneo calibratore acustico. Se necessario viene effettuata una nuova calibrazione come specificato dal costruttore.

Impostazioni: Campo di misura di riferimento, funzione calibrazione, se disponibile, altrimenti pesatura di frequenza C e ponderazione temporale Fast o Slow o in alternativa media temporale.

Calibrazione	
Calibratore acustico utilizzato	Quest QC-20 sn. QF2110036
Certificato del calibratore utilizzato	LAT 068 51396-A del 2023-08-29
Frequenza nominale del calibratore	1000,0 Hz
Livello atteso	114,1 dB
Livello indicato dallo strumento prima della calibrazione	114,3 dB
Livello indicato dallo strumento dopo la calibrazione	114,1 dB
E' stata effettuata una nuova calibrazione	SI



L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 068

Pagina 5 di 9
Page 5 of 9

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 52665-A
Certificate of Calibration LAT 068 52665-A

4. Rumore autogenerato

Descrizione: Viene verificato il rumore autogenerato dallo strumento. Per la verifica del rumore elettrico, la capacità equivalente di ingresso viene cortocircuitata tramite un apposito adattatore capacitivo di capacità paragonabile a quella del microfono. Per la verifica del rumore acustico devono essere montati anche eventuali accessori.

Impostazioni: Media temporale, campo di misura più sensibile. La verifica del rumore autogenerato con microfono installato viene invece effettuata installando il microfono ed eventuali accessori con lo strumento impostato nel campo di misura più sensibile, media temporale e ponderazione di frequenza A.

Lecture: Per ciascuna ponderazione di frequenza di cui è dotato lo strumento, viene rilevato il livello sonoro con media temporale mediato per 30 s, o per un periodo superiore se così richiesto dal manuale di istruzioni.

Ponderazione di frequenza	Tipo di rumore	Rumore dB	Incertezza dB
A	Elettrico	8,3	1,0
C	Elettrico	13,2	1,0
Z	Elettrico	19,8	1,0
A	Acustico	16,1	1,0

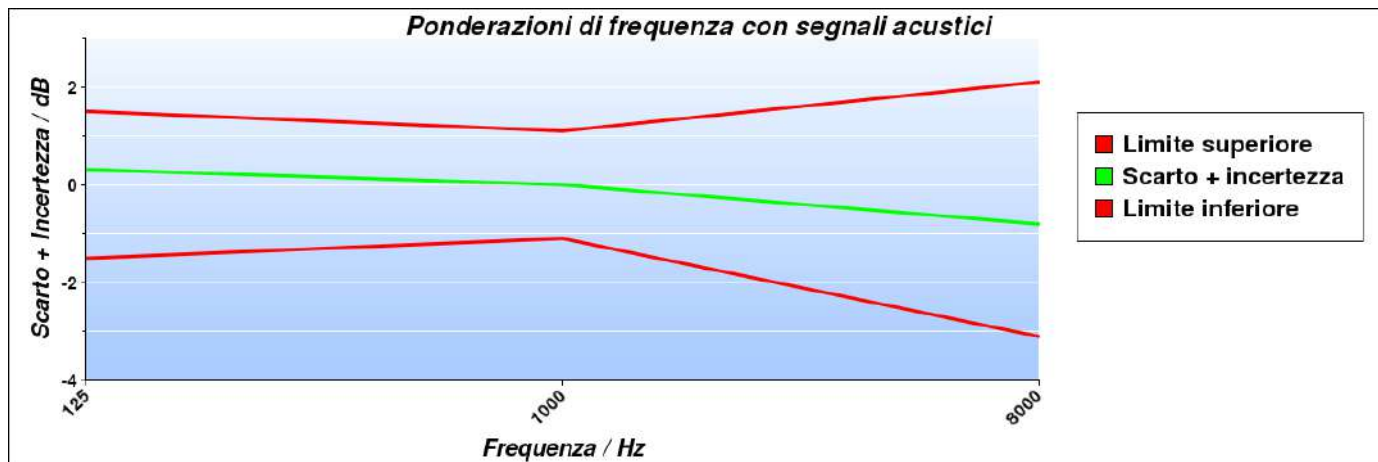
5. Prove di ponderazione di frequenza con segnali acustici

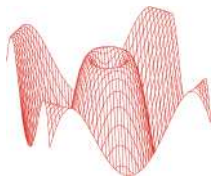
Descrizione: Tramite un attuatore elettrostatico opportunamente accoppiato al microfono, si inviano allo strumento dei segnali acustici sinusoidali con un livello nominale compreso tra 70 dB e 125 dB alle frequenze di 125 Hz, 1000 Hz e 8000 Hz al fine di verificare la risposta acustica dell'intera catena di misura. Gli scarti riportati nella tabella successiva sono riferiti al valore a 1000 Hz. L'origine delle eventuali correzioni applicate è riportata nel paragrafo "Documentazione".

Impostazioni: Ponderazione di frequenza C, ponderazione temporale Fast, campo di misura di riferimento e indicazione Lp.

Lecture: Per ciascuna frequenza di prova, vengono riportati i livelli letti sullo strumento in taratura.

Frequenza nominale Hz	Correzione livello dB	Correzione microfono dB	Correzione accessorio dB	Lettura corretta dB	Ponderazione C rilevata dB	Ponderazione C teorica dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
125	0,00	0,00	0,00	94,80	-0,17	-0,20	0,28	0,31	±1,5
1000	0,00	0,07	0,00	94,97	0,00	0,00	0,28	Riferimento	±1,1
8000	0,00	2,56	0,00	91,56	-3,41	-3,00	0,39	-0,80	+2,1/-3,1





CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 52665-A
Certificate of Calibration LAT 068 52665-A

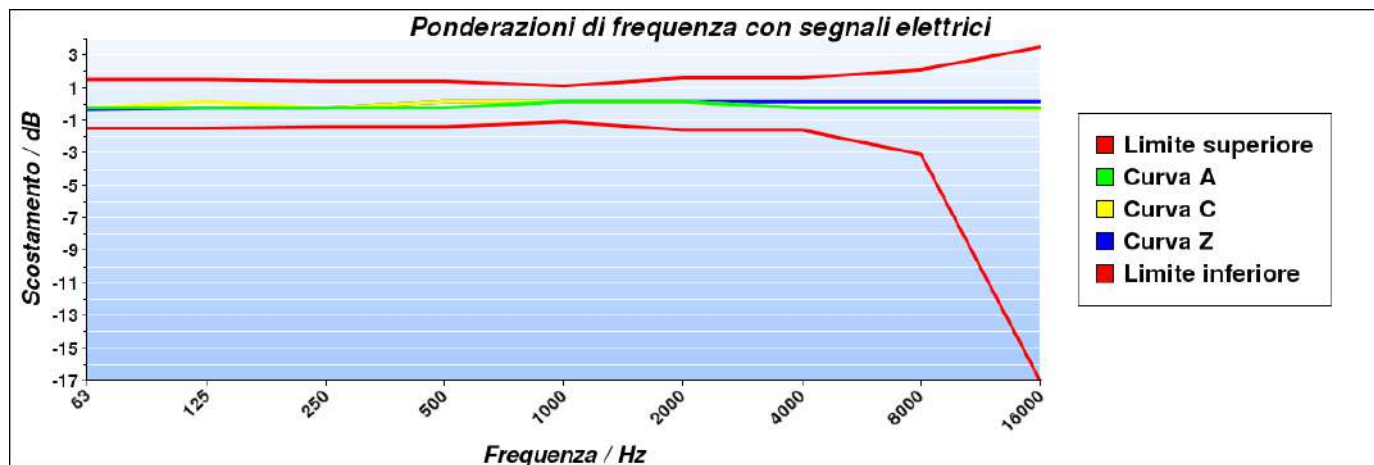
6. Prove delle ponderazioni di frequenza con segnali elettrici

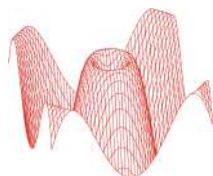
Descrizione: Le ponderazioni di frequenza devono essere determinate in rapporto alla risposta ad 1 kHz utilizzando segnali di ingresso elettrici sinusoidali regolati per fornire una indicazione che sia 45 dB inferiore al limite superiore del campo di misura di riferimento, e per tutte le tre ponderazioni di frequenza tra A, C, Z e Piatta delle quali lo strumento è dotato.

Impostazioni: Ponderazione temporale Fast, campo di misura di riferimento, tutte le ponderazioni di frequenza disponibili tra A, C, Z e Piatta

Lecture: Per ciascuna ponderazione di frequenza da verificare, viene rilevata la differenza tra il livello di prova a ciascuna frequenza e il riferimento ad 1 kHz. Eventuali correzioni specificate dal costruttore devono essere considerate.

Frequenza Hz	Curva A		Curva C		Curva Z		Incertezza dB	Limite Classe 1 dB
	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB		
63	-0,10	-0,24	-0,10	-0,24	-0,20	-0,34	0,14	±1,5
125	-0,10	-0,24	0,00	0,14	-0,10	-0,24	0,14	±1,5
250	-0,10	-0,24	-0,10	-0,24	-0,10	-0,24	0,14	±1,4
500	-0,10	-0,24	0,00	0,14	0,00	0,14	0,14	±1,4
1000	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,14	±1,1
2000	0,00	0,14	0,00	0,14	0,00	0,14	0,14	±1,6
4000	-0,10	-0,24	-0,10	-0,24	0,00	0,14	0,14	±1,6
8000	-0,10	-0,24	-0,10	-0,24	0,00	0,14	0,14	+2,1/-3,1
16000	-0,10	-0,24	-0,20	-0,34	0,00	0,14	0,14	+3,5/-17,0





CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 52665-A
Certificate of Calibration LAT 068 52665-A

7. Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz

Descrizione: La prova consiste nella verifica delle differenze tra il livello di calibrazione ad 1 kHz con ponderazione di frequenza A e le ponderazioni di frequenza C, Z e Piatta misurate con ponderazione temporale Fast o media temporale. Inoltre, le indicazioni con la ponderazione di frequenza A devono essere registrate con lo strumento regolato per indicare il livello con ponderazione temporale F, il livello sonoro con ponderazione temporale S e il livello sonoro con media temporale, se disponibili.

Impostazioni: Campo di misura di riferimento, regolazione al livello di 114,0 dB ad 1 kHz con pesatura di frequenza A e temporale Fast; in successione, tutte le pesature di frequenza disponibili tra C, Z e Piatta e le ponderazioni temporali Slow e media temporale con pesatura di frequenza A.

Lecture: Per ciascuna ponderazione di frequenza e temporale da verificare viene letta l'indicazione dello strumento.

Ponderazione	Riferimento dB	Scarto dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza / dB	Limite Classe 1 / dB
C	114,00	0,00	0,07	0,07	±0,4
Z	114,00	0,00	0,07	0,07	±0,4
Slow	114,00	0,00	0,07	0,07	±0,3
Leq	114,00	0,00	0,07	0,07	±0,3

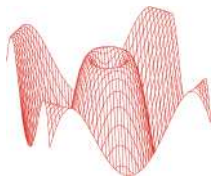
8. Linearità di livello comprendente il selettore (comando) del campo di misura

Descrizione: Tramite questa prova vengono verificati gli errori di linearità dei campi di misura non di riferimento e gli errori introdotti dal selettore del campo di misura. La verifica dell'errore introdotto dal selettore viene effettuata con un segnale elettrico sinusoidale ad una frequenza di 1 kHz regolato per fornire l'indicazione del livello di pressione sonora di riferimento, pari a 114,0 dB, nel campo di misura di riferimento. Per la verifica degli errori di linearità si utilizza un segnale elettrico sinusoidale, calcolato a partire dal segnale che produce il livello di riferimento nel campo di misura principale, che dia un'indicazione di 5 dB inferiore al limite superiore, specificato nel manuale di istruzioni, per quel campo di misura ad 1 kHz.

Impostazioni: Ponderazione temporale Fast, ponderazione di frequenza A e tutti i campi di misura non di riferimento.

Lecture: Per ciascun campo di misura da verificare, si legge sullo strumento l'indicazione con ponderazione temporale Fast o media temporale.

Campo di misura dB	Livello atteso dB	Lettura media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
20-108 (Max-5)	103,00	103,00	0,00	0,14	0,14	±1,1



L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 068

Pagina 8 di 9
Page 8 of 9

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 52665-A
Certificate of Calibration LAT 068 52665-A

9. Linearità di livello nel campo di misura di riferimento

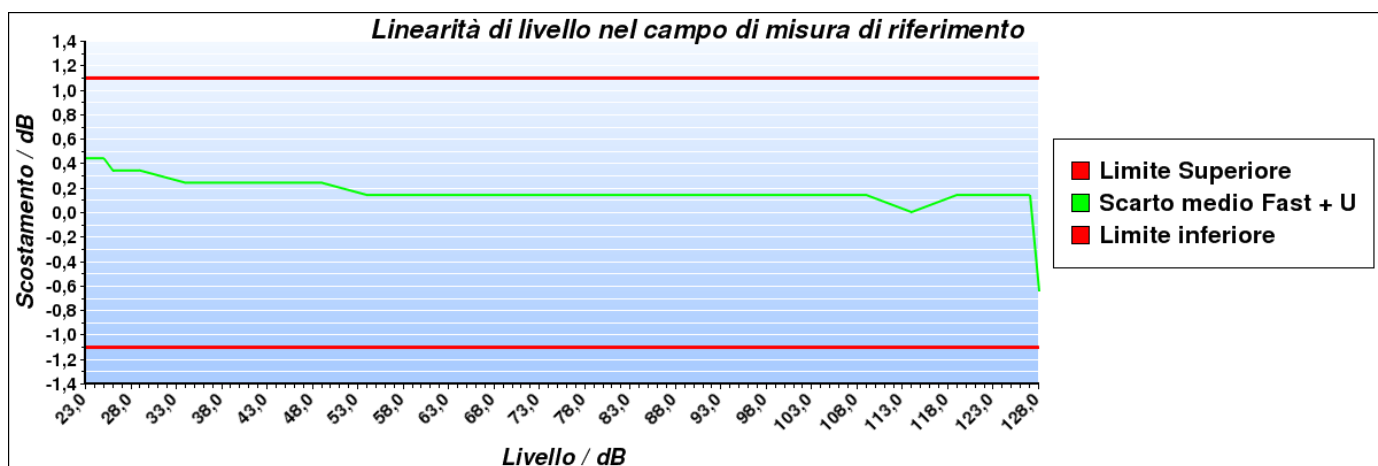
Descrizione: La linearità di livello viene verificata con segnali elettrici sinusoidali stazionari ad una frequenza di 8 kHz. La prova inizia con il segnale di ingresso regolato per indicare 114,0 dB e aumentando il livello del segnale di ingresso di gradini di 5 dB fino a 5 dB dal limite superiore per il campo di funzionamento lineare a 8 kHz, poi aumentando il livello di gradini di 1 dB fino alla prima indicazione di sovraccarico, non inclusa. Successivamente, sempre partendo dal punto di inizio, si diminuisce il livello del segnale di ingresso a gradini di 5 dB fino a 5 dB dal limite inferiore del campo di misura di riferimento, poi diminuendo il livello del segnale di gradini di 1 dB fino alla prima indicazione di livello insufficiente o, se non disponibile, fino al limite inferiore del campo di funzionamento lineare.

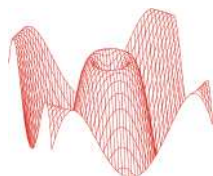
Impostazioni: Ponderazione temporale Fast, campo di misura di riferimento e ponderazione di frequenza A.

Lecture: Per ciascun livello da verificare, viene rilevata la differenza tra il livello visualizzato sullo strumento e il corrispondente livello sonoro atteso.

Note: Partendo dal livello 127,5 dB, sul display dello strumento è comparsa l'indicazione di sovraccarico. Per livelli minori o uguali a 24,3 dB, sul display dello strumento è comparsa l'indicazione di condizione di livello insufficiente.

Livello generato dB	Incertezza dB	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB	Livello generato dB	Incertezza dB	Scarto medio dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
114,0	0,14	Riferimento	--	±1,1	69,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
119,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	64,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
124,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	59,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
125,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	54,0	0,14	0,00	0,14	±1,1
126,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	49,0	0,14	0,10	0,24	±1,1
127,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	44,0	0,14	0,10	0,24	±1,1
128,0	0,14	-0,50	-0,64	±1,1	39,0	0,14	0,10	0,24	±1,1
114,0	0,14	Riferimento	--	±1,1	34,0	0,14	0,10	0,24	±1,1
109,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	29,0	0,14	0,20	0,34	±1,1
104,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	28,0	0,14	0,20	0,34	±1,1
99,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	27,0	0,14	0,20	0,34	±1,1
94,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	26,0	0,14	0,20	0,34	±1,1
89,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	25,0	0,14	0,30	0,44	±1,1
84,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	24,0	0,14	0,30	0,44	±1,1
79,0	0,14	0,00	0,14	±1,1	23,0	0,14	0,30	0,44	±1,1
74,0	0,14	0,00	0,14	±1,1					





CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 52665-A
Certificate of Calibration LAT 068 52665-A

10. Risposta a treni d'onda

Descrizione: La risposta dello strumento a segnali di breve durata viene verificata attraverso dei treni d'onda di 4 kHz, con durate di 200 ms, 2 ms e 0,25 ms, che iniziano e finiscono sul passaggio per lo zero e sono estratti da segnali di ingresso elettrici sinusoidali di 4 kHz. Il livello di riferimento del segnale sinusoidale continuo è pari a 125,0 dB.

Impostazioni: Campo di misura di riferimento, ponderazione di frequenza A, ponderazioni temporali FAST e SLOW e livello di esposizione sonora (SEL) o, nel caso quest'ultimo non sia disponibile, il livello sonoro con media temporale.

Lecture: Per ciascuna pesatura da verificare, viene calcolata la differenza tra il livello sonoro massimo visualizzato sullo strumento e il corrispondente livello sonoro atteso. Per le misure del livello di esposizione sonora viene calcolata la differenza tra il livello di esposizione sonora letto sullo strumento e il corrispondente livello di esposizione sonora atteso.

Ponderazione di frequenza	Durata Burst ms	Livello atteso dB	Lettura media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
Fast	200	124,00	124,00	0,00	0,17	0,17	±0,8
Slow	200	117,60	117,50	-0,10	0,17	-0,27	±0,8
SEL	200	118,00	118,00	0,00	0,17	0,17	±0,8
Fast	2	107,00	106,90	-0,10	0,17	-0,27	+1,3/-1,8
Slow	2	98,00	97,90	-0,10	0,17	-0,27	+1,3/-3,3
SEL	2	98,00	97,90	-0,10	0,17	-0,27	+1,3/-1,8
Fast	0,25	98,00	97,90	-0,10	0,17	-0,27	+1,3/-3,3
SEL	0,25	89,00	88,70	-0,30	0,17	-0,47	+1,3/-3,3

11. Livello sonoro di picco C

Descrizione: Questa prova permette di verificare il funzionamento del rilevatore di picco. Vengono utilizzati tre diversi tipi di segnali: una forma d'onda a 8 kHz, una mezza forma d'onda positiva a 500 Hz e una mezza forma d'onda negativa a 500 Hz. Questi segnali di test vengono estratti rispettivamente da un segnale sinusoidale stazionario alla frequenza di 8 kHz che fornisca sullo strumento un'indicazione pari a 120,0 dB e da un segnale sinusoidale stazionario alla frequenza di 500 Hz che fornisca un'indicazione pari a 120,0 dB.

Impostazioni: Campo di misura meno sensibile, ponderazione di frequenza C, ponderazione temporale Fast e picco.

Lecture: Per ciascun tipo di segnale da verificare, viene calcolata la differenza tra il livello sonoro di picco C visualizzato sullo strumento e il corrispondente livello sonoro di picco atteso.

Tipo di segnale	Livello di riferimento dB	Livello atteso dB	Lettura media dB	Scarto medio dB	Incertezza dB	Scarto + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
1 ciclo 8 kHz	120,00	123,40	121,20	-2,20	0,19	-2,39	±2,4
½ ciclo 500 Hz +	120,00	122,40	122,20	-0,20	0,19	-0,39	±1,4
½ ciclo 500 Hz -	120,00	122,40	122,20	-0,20	0,19	-0,39	±1,4

12. Indicazione di sovraccarico

Descrizione: Questa prova permette di verificare il funzionamento dell'indicatore di sovraccarico. Dopo aver regolato il livello del segnale elettrico stazionario di ingresso in modo da visualizzare sullo strumento un'indicazione pari a 128,0 dB, vengono inviati segnali elettrici sinusoidali di mezzo ciclo positivo ad una frequenza di 4 kHz incrementando di volta in volta il livello fino alla prima indicazione di sovraccarico. L'operazione viene poi ripetuta con segnali di mezzo ciclo negativo.

Impostazioni: Campo di misura meno sensibile, ponderazione di frequenza A e media temporale.

Lecture: Viene calcolata la differenza tra i livelli positivo e negativo che hanno portato all'indicazione di sovraccarico sullo strumento.

Livello di riferimento dB	½ ciclo positivo dB	½ ciclo negativo dB	Differenza dB	Incertezza dB	Differenza + incertezza dB	Limite Classe 1 dB
128,0	127,0	127,1	-0,1	0,17	-0,27	±1,8

L'indicatore di sovraccarico è rimasto correttamente memorizzato dopo che si è prodotta una condizione di sovraccarico sullo strumento.