

Città Metropolitana di Bologna
UNIONE RENO GALLIERA
COMUNE DI ARGELATO
SETTORE LAVORI PUBBLICI

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)
Missione M5C2 - Inclusione e coesione sociale
Componente C2 - Investimento 2.3
Programma Innovativo Nazionale per la Qualità dell'Abitare - PINQUA

LE CORTI DELLA CULTURA A FUNO
Riconversione dell'ex fienile
sito nell'area della Biblioteca Comunale
CUP C83D21002380001

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

IL RESPONSABILE DEL SETTORE LAVORI PUBBLICI ing. Marco D'Alesio	PROGETTAZIONE ARCHITET.: geom. Alessandro Cavessi arch. Elena Grimandi	PROGETTAZIONE IMPIANTI: Binar s.r.l. - Ing. Marco Bianco
REDAZIONE DNSH: AESS - Ing. Piergabriele Andreoli	ELABORAZIONE GRAFICA: Ing. Federico Gasperoni	PROGETTAZIONE ACUSTICA: Ing. Enrico Manzi
R.U.P. fase progettuale ing. Antonio Peritore	COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: Underground Studio Progetti Ing. Elisabetta Lanza	PROGETTAZIONE STRUTTURE: ing. Franco Anselmi
R.U.P. fase esecutiva ing. Marco D'Alesio		

OGGETTO:

**VALUTAZIONE PREVISIONALE
DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI**

REV.	DATA	OGGETTO REVISIONE	TAVOLA:
0	DIC 2022	Emissione	PE_AC_01/01
			SCALA:



Comune di Argelato
Via Argelati n. 4 40050 Argelato
Tel. 051 / 6634611 Fax 051 / 897538


**UNIONE
RENO GALLIERA**



Valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi e del comfort acustico nell'ambito del progetto di riconversione dell'Ex Fienile sito nell'area della Biblioteca Comunale in Funo di Argelato (BO)

Comune di Argelato, via Galliera
novembre/dicembre 2022

ID Commessa: **705-2022**

Cliente: **Comune di Argelato**

Doc. ref. **c705_AC01_ex Fienile Funo_RELAZIONE ACUSTICA**

Data: **10/12/2022**

redatto da

Enrico Manzi

Ingegnere Edile

Tecnico Competente in Acustica



0	PREMESSA	4
1	INQUADRAMENTO LEGISLATIVO E NORMATIVO.....	5
1.1	Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 – Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici	5
1.2	Decreto 23/06/2022 – Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici	6
1.3	Riferimenti per lo studio dell'isolamento acustico interno all'edificio	7
1.4	Riferimenti per lo studio del comfort acustico interno all'edificio	8
1.5	Regolamentazione locale in materia del Comune di Argelato	9
1.6	Le norme tecniche	9
2	CONSISTENZA DELL'EDIFICIO IN PROGETTO	10
3	INVOLUCRO ESTERNO	15
3.1	Copertura	15
3.2	Involucro verticale - muratura.....	17
3.3	Involucro verticale – sistemi oscuranti	18
3.4	Involucro verticale – serramenti.....	18
3.5	Elementi utilizzati nel calcolo previsionale della prestazione acustica della facciata	18
3.6	Facciata - Prescrizioni di posa ai fini dell'isolamento acustico	27
4	DIVISORI VERTICALI INTERNI	28
4.1	Analisi previsionale del potere fonoisolante del divisorio interno tra ambienti sensibili	28
4.2	Analisi previsionale dell'isolamento acustico normalizzato per via aerea dei divisori tra ambienti abitativi e ambienti ad uso comune (corridoi/altro) collegati tramite accessi o aperture	29
4.3	Divisori verticali - Prescrizioni generali di posa ai fini dell'isolamento acustico	32
5	DIVISORI ORIZZONTALI.....	35
5.1	Analisi del solaio controterra	36
5.2	Analisi del solaio interpiano	37
5.3	Divisori orizzontali - Prescrizioni generali di posa ai fini dell'isolamento acustico.....	40
6	CONTROLLO DEL RUMORE DEGLI IMPIANTI A FUNZIONAMENTO CONTINUO	41
6.1	Criterio per la valutazione del comfort acustico correlato alla rumorosità degli impianti.....	41
6.2	Consistenza dell'impianto di climatizzazione estiva e invernale.....	43
6.3	Consistenza dell'impianto di ventilazione meccanica.....	44
7	ISOLAMENTO AL RUMORE DEGLI IMPIANTI A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO	47
8	INDAGINE COMFORT ACUSTICO INTERNO	49
8.1	Modellazione acustica degli ambienti	49
8.2	Sala polivalente al piano terra.....	51
8.3	Sale Corsi al primo piano	52



8.4	Risultati previsionali del trattamento acustico degli ambienti	54
9	VERIFICHE DOCUMENTALI AI SENSI DEL DECRETO MTE 23/06/2022.....	56
9.1	'Certificazioni CAM' inerenti al controsoffitto fonoassorbente in sala polivalente	56
9.2	'Certificazioni CAM' inerenti al controsoffitto fonoassorbente in sala polivalente	56
10	CONCLUSIONI.....	57
	ALLEGATO 1 – SCHEDE TECNICHE	58
	ALLEGATO 2 – CERTIFICAZIONI PROFESSIONALI	67



0 PREMESSA

Il presente documento ha come scopo la verifica previsionale dei requisiti acustici passivi nell'ambito del progetto di riconversione dell'Ex Fienile, sito nell'area della Biblioteca Comunale in via Galliera nel Comune di Argelato, in uno spazio polivalente della cultura, con aule studio, sale per associazioni e corsistica ed una sala polivalente a servizio degli eventi comunali.

La riqualificazione dell'edificio permetterà la creazione di un comparto integrato della cultura, da mettere in diretta relazione con i servizi offerti dalla Biblioteca, attualmente in stato di dismissione, nell'ottica di costituire una corte "smart" di servizi culturali, direttamente connessa all'ambiente urbano circostante.

È inoltre prevista la risistemazione degli spazi aperti, oggi scarsamente utilizzati in adiacenza alla biblioteca e al fienile, che prevede la realizzazione di uno spazio integrato agli ambienti interni che permetterà di ampliare lo spazio a disposizione delle nuove funzioni attraverso la creazione di un'area attrezzata per l'organizzazione di eventi, per lo studio e la socialità.

Il progetto si integra organicamente con quanto già previsto dalla Amministrazione in termini di riqualificazione, in chiave urbana, della via Galliera, andando a favorire una maggiore connessione tra tutte le attività pubbliche e private che gravitano sui due lati della strada.

L'intervento consentirà inoltre di rilocalizzare nel nuovo edificio di progetto le attività delle associazioni attualmente presenti nella biblioteca e le attività svolte nel salone del centro civico permettendo la creazione di una nuova centralità, ove insediare anche funzioni innovative per lo studio e il lavoro a distanza, e di destinare a funzioni sociosanitarie l'attuale centro civico, ampliando l'offerta per la cittadinanza.

Gli obiettivi della presente relazione tecnica fanno riferimento ai seguenti documenti legislativi:

- Legge quadro sull'inquinamento acustico, n.° 447 del 26 ottobre 1995;
- DPCM Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici, del 5 dicembre 1997;
- DM Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici, del 23 giugno 2022.

1 INQUADRAMENTO LEGISLATIVO E NORMATIVO

1.1 Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 – Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

Per l'analisi dei requisiti acustici passivi il riferimento principale è il DPCM 5/12/97, decreto attuativo della Legge Quadro 447/95, che fissa i limiti prestazionali di isolamento acustico all'interno degli edifici. Se ne riportano di seguito gli articoli e le relative tabelle di classificazione degli ambienti abitativi e definizione dei relativi requisiti.

Art. 1.

Campo di applicazione

Il presente decreto, in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.

I requisiti acustici delle sorgenti sonore diverse da quelle di cui al comma 1 sono determinati dai provvedimenti attuativi previsti dalla legge 26 ottobre 1995, n. 447

Art. 2.

Definizioni

Ai fini dell'applicazione del presente decreto, gli ambienti abitativi di cui all'art. 2, comma 1, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono distinti nelle categorie indicate nella tabella A allegata al presente decreto.

Sono componenti degli edifici le partizioni orizzontali e verticali.

Sono servizi a funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria.

Sono servizi a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento,

Le grandezze cui far riferimento per l'applicazione del presente decreto, sono definiti nell'allegato A che ne costituisce parte integrante.

Art. 3.

Valori limite

Al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore, sono riportati in tabella B i valori limite delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne.

Art. 4.

Entrata in vigore

Il presente decreto viene pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana ed entra in vigore dopo sessanta giorni. [...]

TABELLA A

CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (art. 2)

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

TABELLA B

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

Categorie di cui alla Tabella A	Parametri				
	R_w' (*)	D_{2mnTw}	L_{nw}'	$L_{AS\ max}$	L_{Aeq}
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	25
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	25

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

Considerate le finalità dell'intervento richiamate in premessa, il progetto in esame prevede la realizzazione di ambienti inquadrabili nella categoria F 'edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili'.



1.2 Decreto 23/06/2022 – Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici

Considerata la destinazione d'uso pubblica dell'edificio oggetto di intervento, si ritiene opportuno prendere in considerazione anche il dettato legislativo in materia di comfort acustico contenuto nel DM 23/06/2022 (e s.m.i.) sui Criteri Ambientali Minimi, il quale ha introdotto, per le gare di appalto degli edifici pubblici, importanti novità e obiettivi differenziati in materia di comfort acustico degli ambienti interni.

Art. 1.

Oggetto e ambito di applicazione

1. Ai sensi e per gli effetti dell'art. 34 del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, sono adottati i criteri ambientali minimi di cui all'allegato al presente decreto:
 - a) per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi;
 - b) per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi;
 - c) per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi.
2. Per gli interventi di ristrutturazione edilizia, comprensiva degli interventi di demolizione e ricostruzione di edifici effettuati nelle zone territoriali omogenee (ZTO) «A» e «B», di cui al decreto del Ministro dei lavori pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - n. 97 del 16 aprile 1968, le stazioni appaltanti possono applicare in misura diversa, motivandone le ragioni, le prescrizioni previste dai criteri «2.3.2 - Permeabilità della superficie territoriale» e «2.4.7 Illuminazione naturale» di cui all'allegato al presente decreto.

Allegato

Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della Pubblica Amministrazione ovvero Piano d'Azione Nazionale sul Green Public Procurement (PANGPP)

CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER L'AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI INTERVENTI EDILIZI

1.1 AMBITO DI APPLICAZIONE DEI CAM ED ESCLUSIONI

Le disposizioni del presente provvedimento si applicano a tutti gli interventi edilizi di lavori disciplinati dal Codice dei Contratti pubblici, ai sensi dell'art. 3 comma 1 lettera nn), oo quater) e oo quinquies). [...] Qualora uno o più criteri ambientali minimi siano in contrasto con normative tecniche di settore, il progettista, nella relazione tecnica di progetto, fornisce la motivazione della non applicabilità del criterio ambientale minimo indicando i riferimenti normativi che determinano la non applicabilità dello stesso. Nell'applicazione dei criteri si intendono fatti salvi i vincoli e le tutele, i piani, le norme e i regolamenti, qualora più restrittivi. [...] I presenti CAM si intendono applicabili in toto agli edifici ricadenti nell'ambito della disciplina recante il codice dei beni culturali e del paesaggio, nonché a quelli di valore storico-culturale e testimoniale individuati dalla pianificazione urbanistica, ad esclusione dei singoli criteri ambientali (minimi o premianti) che non siano compatibili con gli interventi di conservazione da realizzare, a fronte di specifiche a sostegno della non applicabilità nella relazione tecnica di progetto, riportando i riferimenti normativi dai quali si deduca la non applicabilità degli stessi.

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.



1.3 Riferimenti per lo studio dell'isolamento acustico interno all'edificio

L'applicazione congiunta del DPCM 5/12/97 e del DM 23/06/22 comporta la necessità di stabilire un apparato ibrido di valori limite al quale trapiantare la progettazione acustica dell'edificio oggetto del presente documento.

Nella tabella 1 si riportano i valori dei parametri descrittivi delle caratteristiche prestazionali degli elementi edilizi da utilizzare ai fini della classificazione acustica di unità immobiliari, secondo quanto previsto dalla norma UNI 11367 richiamata dal DM 23/06/22.

Tabella 1 - classi acustiche definite dalla UNI 11367

Classe	Indici di valutazione				
	a) Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ 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 immesso da impianti a funzionamento continuo L_{ic} dB(A)	e) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo L_{id} dB(A)
I	≥ 43	≥ 56	≤ 53	≤ 25	≤ 30
II	≥ 40	≥ 53	≤ 58	≤ 28	≤ 33
III	≥ 37	≥ 50	≤ 63	≤ 32	≤ 37
IV	≥ 32	≥ 45	≤ 68	≤ 37	≤ 42

Per la categoria F interessata dal progetto ai sensi del DPCM 5/12/97, nella tabella 2 viene fatto il confronto fra i valori limite del DPCM stesso e i valori della classe II definiti dalla norma UNI 11367 e sollecitati dal DM 23/06/22.

Tabella 2 - confronto fra i valori limite di cui al DPCM 5/12/97 e al DM 23/06/22

categoria	Grandezza di riferimento	DPCM 12/97	UNI11367
B Uffici	Isolamento di Facciata	42	40
	Isolamento al Calpestio	55	58
	Livello Impianti in discontinuo	35	33
	Livello Impianti in continuo	25	28

Nella scelta dei valori limite fra quelli elencati nelle due colonne della tabella 2, si adottano come obiettivi prestazionali i valori più restrittivi fra quelli previsti dai due documenti di legge per ogni grandezza.

La tabella 2 non comprende l'indice R'_{w} in quanto tale requisito è riferito a 'distinte unità immobiliari', che non si ravvedono in questo progetto. Nonostante ciò, si è ritenuto comunque di orientare la progettazione acustica dei divisori fra ambienti sensibili al conseguimento del valore minimo di 50dB previsto dal DPCM 5/12/97, tutelando così la differenza di funzione fra i vari ambienti, seppure tutti compresi nella stessa unità immobiliare.

Inoltre, occorre aggiungere la grandezza che il DM 23/06/2022 richiama dal prospetto B.1 dell'appendice B della norma UNI 11367, e corrispondente all'indice D_{nTw} dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti comuni collegati tramite accessi o aperture ad ambienti abitativi.

Quindi, l'apparato di limiti di riferimento diventa qui quello riportato in tabella 3.

Tabella 3- valori limite di riferimento dei requisiti acustici passivi per il presente progetto

Grandezza di riferimento	Limite assunto
Potere fonoisolante (R'_{w})	50
Isolamento di Facciata (D_{2mntw})	42
Isolamento al calpestio fra uffici (L'_{nw})	55
Livello Impianti in discontinuo (L_{ASmax})	33
Livello Impianti in continuo (L_{Aeq})	25
Isolamento acustico per via aerea (D_{ntw})	36

1.4 Riferimenti per lo studio del comfort acustico interno all'edificio

Per quanto riguarda le grandezze di riferimento, e cioè il tempo di riverberazione, lo speech transmission index (STI) e la chiarezza (C50), il Decreto 23/06/2022 prevede di fare riferimento per gli edifici non scolastici alla norma UNI 11367, della quale si riporta in figura 1 un estratto.

Figura 1 – estratto dalla norma UNI 11367 relativo ai parametri di comfort acustico

C.2 I descrittori acustici C_{50} e STI

Le caratteristiche interne di un ambiente, soprattutto quando sia essenziale garantire una buona intelligibilità del parlato, possono essere ben descritte attraverso i parametri C_{50} (chiarezza) e STI (speech transmission index). Nel prospetto C.1 sono riportati i valori consigliati per ognuna delle due grandezze citate, in relazione ad ambienti in cui la comprensione del parlato sia il requisito principale, e ad ambienti dedicati ad attività per le quali è sufficiente il controllo della riverberazione acustica (per esempio attività sportive).

prospetto C.1

Valori consigliati dei parametri C_{50} e STI

	C_{50} dB	STI dB
Ambienti adibiti al parlato	≥ 0	$\geq 0,6$
Ambienti adibiti ad attività sportive	≥ -2	$\geq 0,5$

Le modalità di misurazione e di valutazione sono descritte nella serie UNI EN ISO 3382 e nella CEI EN 60268-16.

C.3 Il tempo di riverberazione

Nella pratica corrente è molto diffuso, per quanto generalmente meno affidabile, l'utilizzo del tempo di riverberazione T per valutare le caratteristiche acustiche interne di un ambiente.

I valori ottimali del tempo di riverberazione medio fra 500 Hz e 1 000 Hz sono ricavabili dalle espressioni seguenti:

$$T_{ott} = 0,32 \lg (V) + 0,03 \text{ [s]} \text{ (ambiente non occupato adibito al parlato)} \quad (C.1)$$

$$T_{ott} = 1,27 \lg (V) - 2,49 \text{ [s]} \text{ (ambiente non occupato adibito ad attività sportive)} \quad (C.2)$$

dove:

V è il volume dell'ambiente, in metri cubi.

Nella UNI 11367 (per ambienti adibiti al parlato) il valore ottimale del tempo di riverberazione medio fra 500 e 1000 Hertz è relazionato al volume dell'ambiente attraverso la formula:

$$T_{ott} = 0,32 \lg (V) + 0,03 \text{ [s]},$$

mentre il valore dello STI consigliato è assunto come non inferiore a 0,6.

In alternativa ad esso, il riferimento minimo corrisponde ad un valore maggiore o uguale a 0 dB della chiarezza C50. Tale grandezza è determinabile, come da UNI 11532-1, in relazione al volume dell'ambiente e al tempo di riverbero.

1.5 Regolamentazione locale in materia del Comune di Argelato

In materia di acustica edilizia, il RUE Comunale (TOMO II, Parte I) rimanda al sopra descritto documento di legge nazionale DPCM 05/12/1997 sui requisiti acustici passivi, annoverando questi ultimi fra i requisiti cogenti.

1.6 Le norme tecniche

Nell'applicazione dei metodi di calcolo si sono seguiti le procedure ed i riferimenti tecnici indicati nelle seguenti norme tecniche:

- UNI EN 12354-1 – *Acustica in edilizia – valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti; isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.*
- UNI EN 12354-2 – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalla prestazione di prodotti - Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;*
- UNI EN 12354-3 – *Acustica in edilizia – valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti; isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.*
- UNI 11175-1 – *Acustica in edilizia – Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici – Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale.*
- UNI EN 29052-1 – *Acustica. Determinazione della rigidità dinamica: materiali utilizzati sotto i pavimenti galleggianti negli edifici residenziali.*
- UNI EN 12207 – *Finestre e porte – Permeabilità all'aria – Classificazione.*
- EN 14351-1 – *Windows and doors – Product standard, performance characteristics – Part 1: Windows and external pedestrian doorsets without resistance to fire and/or smoke leakage characteristics.*
- UNI EN 15037-1 – *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Solai a travetti e blocchi; travetti.*
- UNI EN ISO 717-1 – *Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea.*
- UNI EN ISO 717-2 – *Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio*
- UNI 11367:2010 – *Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera*

2 CONSISTENZA DELL'EDIFICIO IN PROGETTO

Il progetto riguarda la demolizione e ricostruzione fuori sagoma del vecchio fienile sito nell'area della Biblioteca Comunale in via Galliera. Il nuovo edificio avrà una struttura portante costituita da pilastri e setti di cemento armato, tamponamenti in blocchi di laterizio, solai interpiano in laterocemento e una copertura lignea a due falde inclinate.

L'edificio ospiterà al piano terra una sala polivalente con reception e al piano primo tre sale corsi con i relativi servizi igienici. Dalla volontà di creare uno spazio polivalente aperto ed integrato con l'esterno, sul lato nord e sud dell'edificio, è presente un pergolato in struttura metallica permeabile e presso l'area cortiliva a nord dell'edificio si colloca un'area attrezzata per l'organizzazione di eventi, per lo studio e la socialità, realizzata per mezzo di una cavea gradonata.

A seguire si riportano piante e prospetti dell'edificio estratti dalle tavole dell'originario progetto architettonico presentato in sede di analisi di fattibilità tecnico economica, ma si rimanda alle tavole complete del progetto esecutivo per il raffronto con la descrizione sintetica sopra fornita.

I calcoli previsionali ai fini acustici sono stati svolti ovviamente considerando gli aggiornamenti apportati nella successiva fase di progettazione esecutiva.

Figura 2 – dal progetto di fattibilità tecnico economica: planimetrie dell'edificio – piano terra e primo

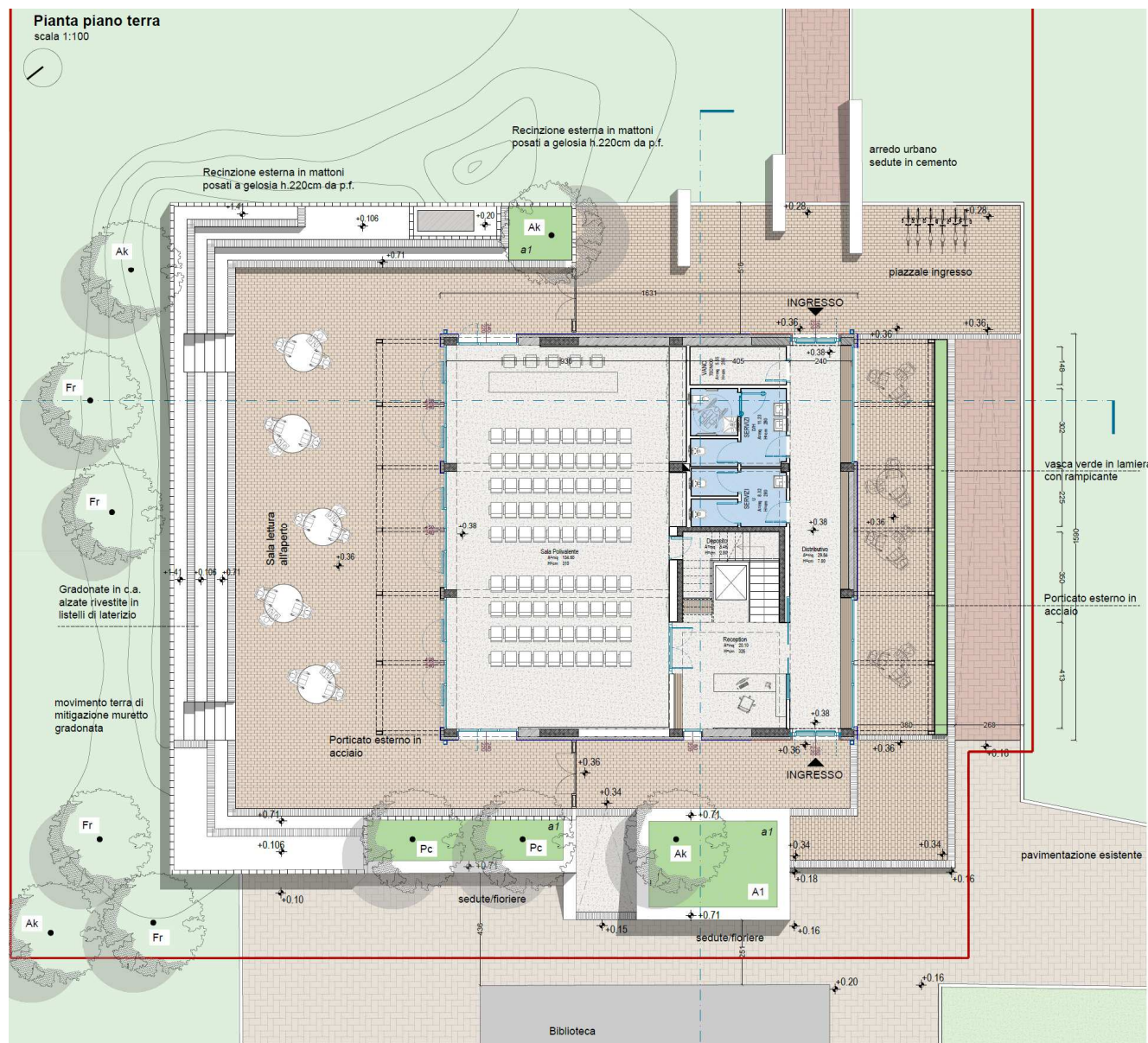


Figura 3 – dal progetto di fattibilità tecnico economica: prospetti dell'edificio



Sezione A-A
scala 1:100

Gradinata esterna realizzata in c.a., sedute in cemento faccia a vista ed alzate rivestite in listelli facciavista di argilla

Recinzione in mattoni con posa a gelosia, integrata alla gradinata in c.a. h. 240cm

Sezione B-B'
scala 1:100

Comune di Argelato (BO), via Galliera
Riconversione dell'Ex Fienile sito nell'area della Biblioteca Comunale - Valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi.

Figura 5 – dal progetto di fattibilità tecnico economica: rendering dell'edificio



Vista dall'ingresso est - lato biblioteca



Vista lato nord ovest - via Galliera



Vista lato nord est - Biblioteca



Vista della corte-aula all'aperto

3 INVOLUCRO ESTERNO

3.1 Copertura

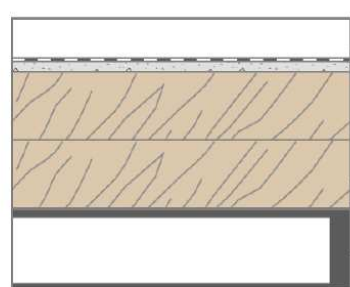
L'edificio nello scenario di progetto presenta una copertura lignea a falde inclinate, con stratigrafia del tipo riprodotto in figura 6.

Figura 6 – dal progetto termotecnico: stratigrafia della copertura piana sulla sala consigliare

Descrizione della struttura: Cop-LEGNO_400:
ST120(XLam)+IS200(FibLeg)+LamVent

Codice: S10

Trasmittanza termica	0,161	W/m ² K
Spessore	400	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-4,9	°C
Permeanza	0,554	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	114	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	114	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,020	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,125	-
Sfasamento onda termica	-16,3	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,060	-	-	-
1	Alluminio	2,00	220,000 0	-	2700	0,88	-
2	Intercapedine fortemente ventilata Av>1500 mm ² /m	57,00	-	-	-	-	-
3	Membrana bituminosa (per THERMO 2G)	5,00	0,1700	0,029	1200	0,92	50000
4	Lastra DIWEM in legnocemento al silicio per esterni sp. 15 mm	15,00	0,2400	0,063	1600	0,88	70
5	Fibra di legno	100,00	0,0380	2,632	120	2,00	5
6	Fibra di legno	100,00	0,0380	2,632	120	2,00	5
7	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,00	0,3300	0,003	920	2,20	100000
8	pannello XLAM BH	120,00	0,1800	0,667	450	1,60	75
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Al fine di simulare la prestazione del pacchetto fonoisolante sopra riprodotto si è utilizzato un software di analisi specifico per la previsione dell'isolamento acustico di partizioni –INSUL® v9.0.23 (www.insul.co.nz)– in grado di analizzare la prestazione acustica di una stratigrafia al variare dei suoi layers componenti.

In figura 7 è il corrispondente output di calcolo, dal quale risulta un valore previsionale dell'indice Rw pari a **46dB**.

Tale valore di Rw è stato utilizzato nei calcoli previsionali dell'isolamento acustico di facciata come prestazione acustica delle singole porzioni di copertura nello scenario di progetto.

Figura 7 – copertura lignea inclinata: simulazione del potere fonoisolante**Sound Insulation Prediction (v9.0.23)**

Program copyright Marshall Day Acoustics 2017

Margin of error is generally within $R_w \pm 3$ dB

- Key No. 2056

Job Name: Ex Fienile Argelato

Job No.: 705 - 2022

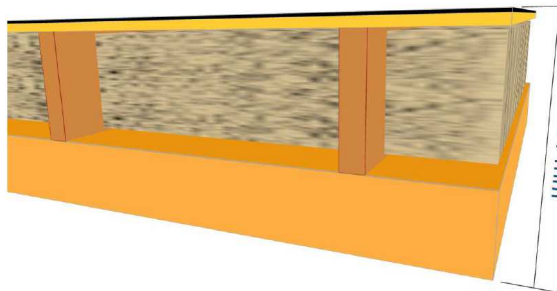
Initials:Elim

Date:22/11/2022

File Name:Insul_copertura_v01.ixl



Notes:

**Rw 46 dB**

C -1 dB

Ctr -3 dB

Mass-air-mass resonant frequency = 27 Hz

Panel Size = 2,7 m x 4,0 m

Partition surface mass = 92,4 kg/m²**System description**

Panel 1 : 1 x 5 mm Masse bitume viscoélastique

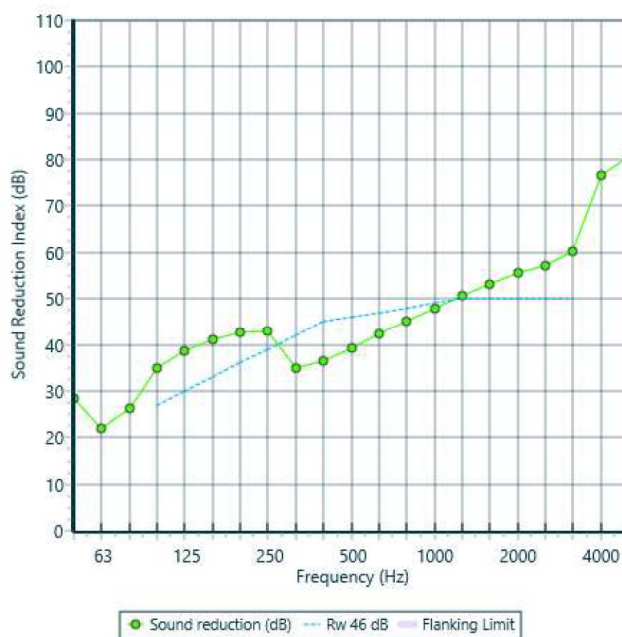
+ 1 x 15 mm MDF (medium density fiberboard)

Frame: Timber stud (2E2 mm x 40 mm), Stud spacing 600 mm; Cavity Width 200 mm; 2 x Steico Top Thickness 100 mm

Panel 2 : 1 x 1 mm Masse synthétique base polymère

+ 1 x 120 mm Cross Laminated Timber 120mm 5s (Stora Enso)

freq.(Hz)	R(dB)	R(dB)
50	28	
63	22	25
80	26	
100	35	
125	39	37
160	41	
200	43	
250	43	38
315	35	
400	36	
500	39	39
630	42	
800	45	
1000	48	47
1250	51	
1600	53	
2000	56	55
2500	57	
3150	60	
4000	77	65
5000	81	



3.2 Involucro verticale - muratura

Il progetto prevede un involucro opaco realizzato in blocchi in laterizio ad incastro come si evince dal dettaglio di progetto riprodotto in figura 8.

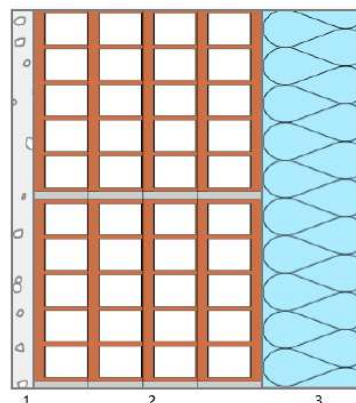
Figura 8 – dal progetto termotecnico: stratigrafia del muro esterno in laterizio

Descrizione della struttura:

MT470:ST300(BP)+IS120(EPS)+R20Arg_Tamp. Esterni

Codice: M100

Trasmittanza termica	0,178	W/m ² K
Spessore	470	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-4,9	°C
Permeanza	17,241	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	307	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	253	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,004	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,023	-
Sfasamento onda termica	-22,3	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di cemento e sabbia	30,00	1,0000	0,030	1800	1,00	10
2	Porotherm Bio Modulare Tamponamento 30-25/19 (60%)	300,00	0,1760	1,705	743	1,00	5
3	Isovista Uniformat 140 (120+20)	140,00	0,0378	3,704	213	1,26	70
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,060	-	-	-

In via previsionale, alla muratura di base contenuta nella stratigrafia, si assegna il valore di **52dB** come indice R_w di valutazione del potere fonoisolante, in forza di quanto pubblicato o certificato a seguito di specifiche indagini di laboratorio su analoghe partizioni (rif. *Certificato Wienerberger per parete monostrato realizzata con blocchi in laterizio Pth BIO MOD 30-25/19 (45%) prodotto dalla ricerca eseguita dall'Università di Padova e da prove eseguite dal consorzio Alveolater presso l'Istituto Giordano di Bellaria – RN*).

Il valore previsionale sopra indicato non tiene cautelativamente conto del beneficio apportato dal rivestimento esterno previsto da progetto ed è stato utilizzato, nei calcoli previsionali dell'isolamento acustico di facciata, come prestazione acustica di tutte le porzioni opache in laterizio di involucro verticale.

A favore di sicurezza, nei calcoli di isolamento dalla facciata, non si è tenuto conto della maggior prestazione isolante offerta da alcuni tratti di involucro edilizio costituiti da setti portanti in calcestruzzo armato.



3.3 Involucro verticale – sistemi oscuranti

Il progetto architettonico prevede la posa in opera di sistemi oscuranti costituiti da brise soleil in facciata sud e tende oscuranti ed ombreggianti altrove, che non necessitano di essere considerati nel calcolo dei contributi fonoisolanti degli elementi di involucro.

3.4 Involucro verticale – serramenti

Ai fini di ottenere un congruo isolamento acustico di facciata in rapporto agli obiettivi illustrati al paragrafo §1.3, si prescrive la posa in opera dei seguenti serramenti:

- Serramenti esterni a battente, con vetrocamera a lastre stratificate non simmetriche, con telaio estruso in alluminio avente classe 4 di permeabilità all'aria e caratterizzati da un indice R_w di valutazione del potere fonoisolante non inferiore a 42dB su serramento campione in configurazione di portafinestra a due ante battenti avente superficie pari a 3.52mq;
- Facciate continue a moduli apribili e fissi, in telaio estruso in alluminio, con:
 - struttura fissa a montanti e traversi;
 - moduli di finestra apribile;
 - moduli di portafinestra apribili;
 nei quali inserire una vetrata termoisolante con indice R_w non inferiore a **45dB**, presumibilmente (ma da verificarsi in sede di qualifica del Fornitore) realizzabile con la seguente stratigrafia:
 - vetro stratificato 44.2 di spessore 8.76 mm, con interposto PVB acustico
 - intercapedine 20 mm
 - vetro stratificato 66.2 di spessore 12.76 mm.

3.5 Elementi utilizzati nel calcolo previsionale della prestazione acustica della facciata

Al fine di consentire l'analisi delle prestazioni acustiche dei sistemi risultanti 'telaio+vetro', per i prodotti tipo identificati si è fatto riferimento ad una serie di prestazioni acustiche certificate in laboratorio per sistemi finestrati con telai in profili estrusi in alluminio, ottenute al variare della vetratura in essi installata; queste sono state assunte come base dati per svolgere l'analisi della performance fonoisolante di tutti i sistemi trasparenti di facciata in funzione del vetrocamera stratificato sopra indicato.

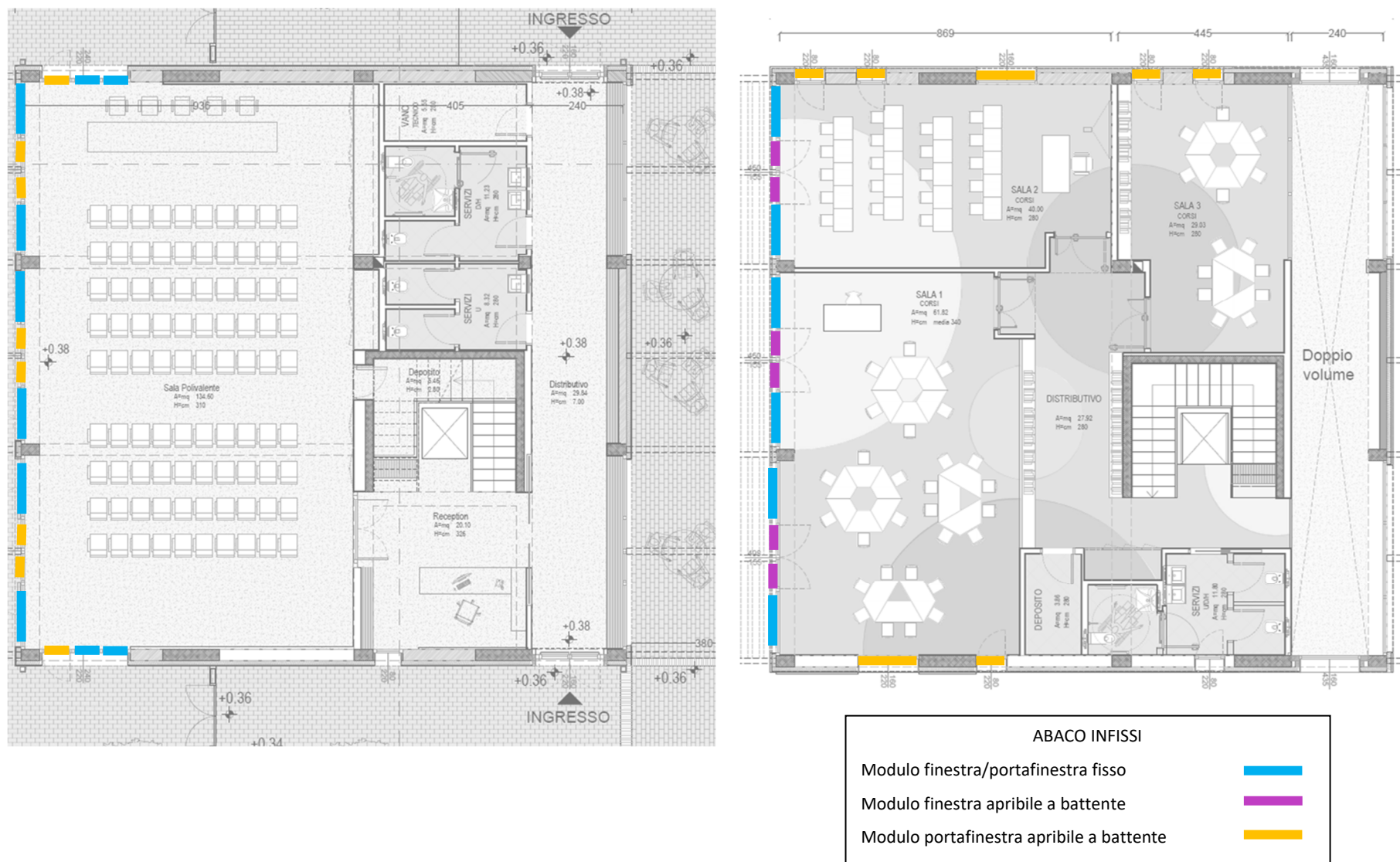
Le prestazioni acustiche dei sistemi 'telaio+vetro' così ottenute per tutti i telai da progetto, insieme alla prestazione calcolata della porzione opaca di involucro, sono stati utilizzati come input nei calcoli di verifica previsionale svolti secondo i metodi della UNI EN 12354-3.

I calcoli sono stati svolti ovviamente anche considerando i correttivi dalla norma di prodotto UNI EN 14351-1, che regolano la variazione della prestazione R_w in rapporto alla superficie del componente specifico.

In figura 9 si riportano le planimetrie dell'edificio, con evidenza delle tipologie di serramenti esaminati in quanto facenti parte di porzioni di involucro a protezione di ambienti confinati destinati alla permanenza e attività di persone.

Nelle pagine seguenti viene fornito un dettaglio dei valori di input assunti; seguono le schede di calcolo, i cui esiti previsionali danno riscontro, in tutti gli ambienti tipo esaminati, di valori dell'isolamento acustico di facciata conformi al limite di legge pari a 42dB.

Figura 9 – tipologie di serramenti previste in facciata dei locali abitabili adibiti al permanere di persone al piano terra e primo



- Per i moduli finestra si riporta di seguito la tabella di sintesi dei valori prestazionali di riferimento (elaborati presso *IFT Rosenheim* su campioni superficie 1230x1480mm, rif. *Zusammenfassender Prüfbericht Nr. N. 175 33378 del 07.05.2007*), utilizzati nei calcoli previsionali delle forometrie di progetto.

Tabella 4 – prestazioni fonoisolanti certificate del telaio finestra in alluminio

Zusammenfassender Prüfbericht & Gutachtliche Stellungnahme

Nr. 175 33378 vom 7. Mai 2007 Blatt 5 von 30
zum Nachweis der Luftschalldämmung von Bauteilen

Auftraggeber SCHÜCO International KG, 33609 Bielefeld



Liste der Prüfnachweise

Ifd. Nr.	Typ	Bauart, Abmessung, Öffnungsart	Verglasung, Gasfüllung: Argon	R _w des Glases in dB	Prüfergebnis in dB		Nachweis
					R _w (C;C _{tr})	STC	
48.	AWS 75.SI	Einfachfenster einflügelig, 1,23 x 1,48, Drehkipp 1 Mitteldichtung 1 Innendichtung	6/16/4	35	37 (-1;-5) ¹	37	161 31740/1.1.0
49.			10/20/4	39	39 (-2;-5)	39	161 31740/1.2.0
50.			8 VSG SI/20/6	43	42 (-2;-5) ¹	42	161 31740/1.3.0
51.			8 VSG SI/24/10	47	44 (-1;-3) ¹	44	161 31740/1.4.0
52.			14 VSG SI/24/8 VSG SI	51	48 (-2;-5) ¹	48	161 31740/1.7.0

¹ Zusätzliche Außendichtung

Per interpolazione delle coppie di valori (R_w vetro, R_w finestra) leggibili in tabella 4, è possibile definire una relazione generale in grado di stimare la prestazione fonoisolante della finestra in funzione della prestazione fonoisolante del vetro inseritovi.

In ragione di questa, si assume in via previsionale che il vetro acustico riferito a pagina 16, una volta inserito nel telaio finestra, vedrà ridursi di 1,5dB la propria prestazione fonoisolante; per il sistema 'finestra + vetro' si assume quindi un indice R_w pari a **43,5dB**.

- Per i moduli fissi di facciata continua si riporta di seguito la tabella di sintesi dei valori prestazionali di riferimento (elaborati presso IFT Rosenheim su campioni superficie 1230x1480mm, rif. Prüfbericht Nr. 15-000241-PR02 (PB-B01-04-de-02)), utilizzati nei calcoli previsionali delle forometrie di progetto.

Tabella 5 – prestazioni fonoisolanti certificate del telaio a moduli fissi in alluminio

Nachweis
Luftschalldämmung von Bauteilen

Blatt 24 von 39

Prüfbericht 15-000241-PR02 (PB-B01-04-de-02) vom 02.11.2015
Auftraggeber SCHÜCO International KG; 33609 Bielefeld (Deutschland)



Tabelle 1 Ergebnis der Schallmessungen

Messblatt Nr. (Protokoll Nr.)	System	Glasfüllung (Typ, R_w , Aufbau)	Deckschale	R_w (C; C_{tr}) in dB	STC	OITC
4 (31)	FWS 50	P2 35 dB 6/16/4	110840	35 (-2;-5)	35	29
6 (29)		P4 39 dB 10/20/4		37 (-1;-5)	37	30
11 (25)		P9 51 dB 15 VSG SF/24/8 VSG SF		48 (-2;-4)	48	41
13 (27)		P10 54 dB 18 VSG SF/27/12 VSG SF	307790	47 (-1;-3)	47	43

Per interpolazione delle coppie di valori (R_w vetro, R_w modulo facciata) leggibili in tabella 5, è possibile definire una relazione generale in grado di stimare la prestazione fonoisolante del modulo di facciata continua in funzione della prestazione fonoisolante del vetro inseritovi.

In ragione di questa, si assume in via previsionale che il vetro riferito a pagina 16, una volta inserito nel modulo fisso di facciata continua, vedrà ridursi di 2,6dB la propria prestazione fonoisolante; per il sistema 'telaio fisso + vetro' si assume quindi un indice R_w pari a **42,4dB**.

- Per i moduli portafinestra si riporta di seguito la tabella di sintesi dei valori prestazionali di riferimento (elaborati presso IFT Rosenheim su campioni superficie 1230x1480mm, rif. Prüfbericht Nr. 175 38049), utilizzati nei calcoli previsionali delle forometrie di progetto.

Tabella 6 – prestazioni fonoisolanti certificate del telaio portafinestra in alluminio

Gutachtliche Stellungnahme

Nr. 175 38049 vom 3. März 2009 Blatt 8 von 24
zum Nachweis der Luftschalldämmung von Bauteilen

Auftraggeber SCHÜCO International KG, 33609 Bielefeld



	Glasaufbau	6/16 Ar/4	8 VSG SI/20 Ar/6	12 VSG SI/24 Ar/8 VSG SI
	Nennglasdicke	26 mm	34 mm	44 mm
	R _w , Glas	35 dB	43 dB	50 dB
System Schüco	R _w (C;C _{tr}) in dB			
ADS 75.SI		36 (-1;-4)	40 (-1;-5)	42 (-1;-4)
ADS 75 RL.SI		36 (-1;-4)	40 (-1;-5)	42 (-1;-4)
ADS 75 HD.HI		36 (-1;-4)	40 (-1;-5)	42 (-1;-4)

Per interpolazione delle coppie di valori (R_w vetro, R_w portafinestra) leggibili in tabella 6, è possibile definire una relazione generale in grado di stimare la prestazione fonoisolante della finestra in funzione della prestazione fonoisolante del vetro inseritovi.

In ragione di questa, si assume in via previsionale che il vetro acustico riferito a pagina 16, una volta inserito nel telaio portafinestra, vedrà ridursi di 4,6dB la propria prestazione fonoisolante; per il sistema 'portafinestra + vetro' si assume quindi un indice R_w pari a **40,4dB**.

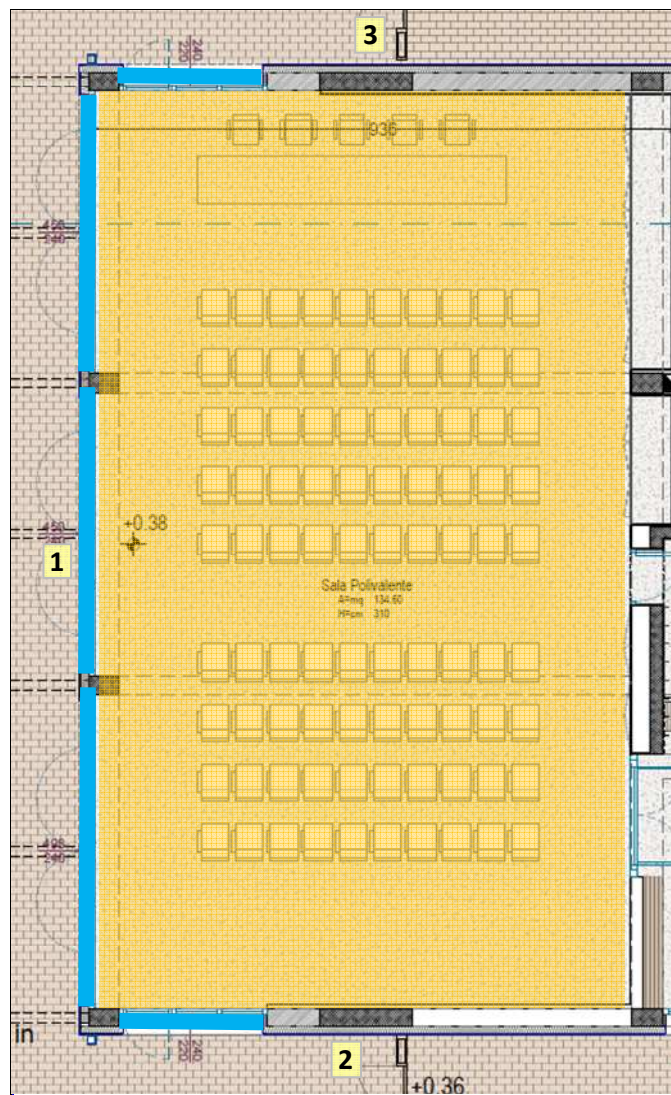
In figura 10 è riportato il prospetto di sintesi degli esiti del calcolo previsionale svolto per ogni singola porzione di facciata verticale dell'edificio e, negli ambienti che lo richiedevano, per ogni facciata verticale multipla cioè composta da più porzioni con affacci di diversa orientazione.

Figura 10 – calcolo previsionale dell'isolamento acustico di facciata dell'edificio – prospetti di sintesi

scheda	vano	componente	componente	componente	componente	previsione D _{2mntw}	delta previs/limite	vani identici
A	Sala polivalente	PF 4.5x2.4	PF 2.2x2.4			42.4	0.4	1
B	Sala3	F 0.8x2.2	Coperto(2)			43.5	1.5	1
C	Sala3	F 0.8x2.2	F 1.6x2.2	PF 4.5x1.55	Coperto (3)	42.1	0.1	1
D	Sala1	F 4.5x1.55	F 4.5x1.55	F 0.8x2.2	F 1.6x2.2	44.6	2.6	1

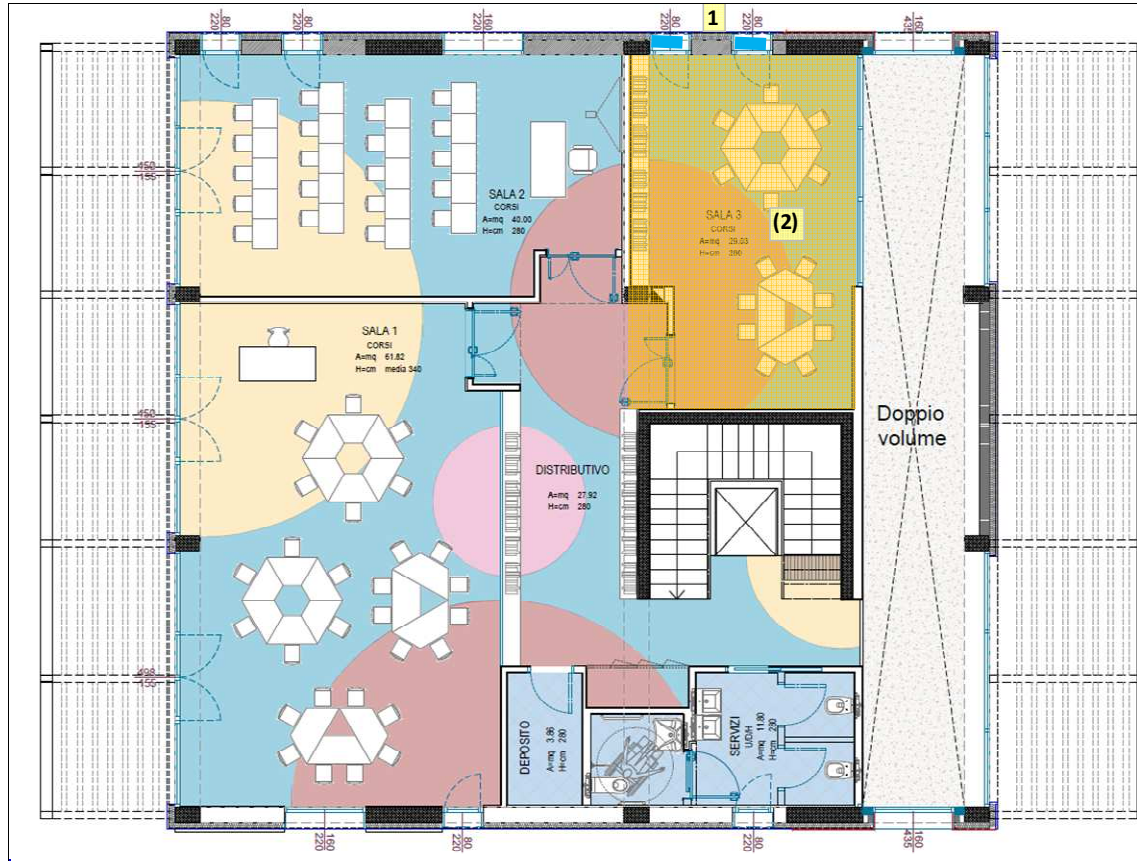
I valori nei prospetti danno tutti riscontro di un valore previsionale conforme (non inferiore) al limite di legge. Alle pagine seguenti, sono le corrispondenti schede di calcolo.

Scheda A



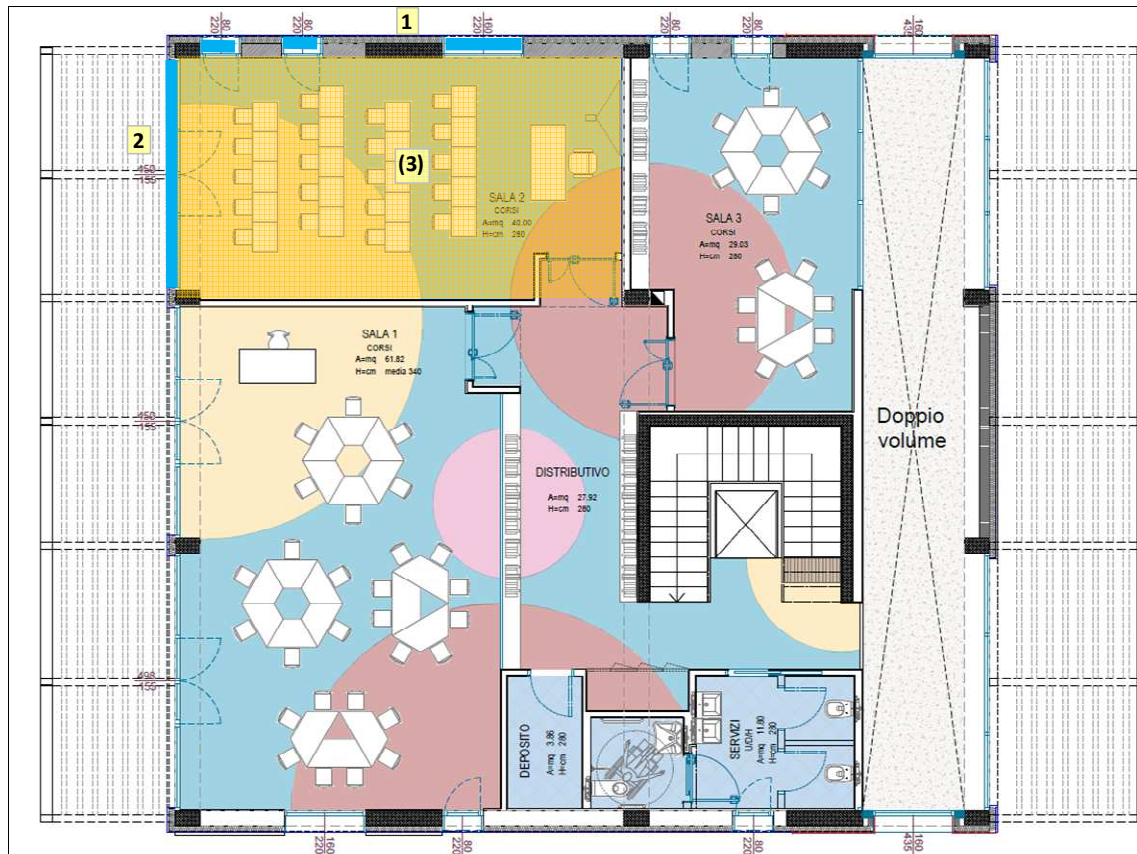
alloggio		piano	PT	vano	Sala polivalente
studio tratti facciata				altezza	3,10
ID tratto	base	ΔL_{fs}		base tot	32,05
1	14,95	0		area tot	99,36
2	8,55	0		tau totale	5,12E-05
3	8,55	0		min ΔL_{fs}	0
				quota vetro	43%
ID	compon.	Rw/Dnew	exp	area	tau
muro esterno	opaca	52,0	6,31E-06	56,40	3,58E-06
PF 4,5x2,4	A1	39,9	1,02E-04	32,40	3,32E-05
PF 2,2x2,4	B	38,7	1,35E-04	10,56	1,44E-05
			1,00E+00		0,00E+00
			1,00E+00		0,00E+00
Rw tot	volume	normalizz.	k	D2mntw	limite DPCM
42,9	417,3	1,5	2,0	42,4	42
VERIFICA PREVISIONALE SODDISFATTA					

Scheda B



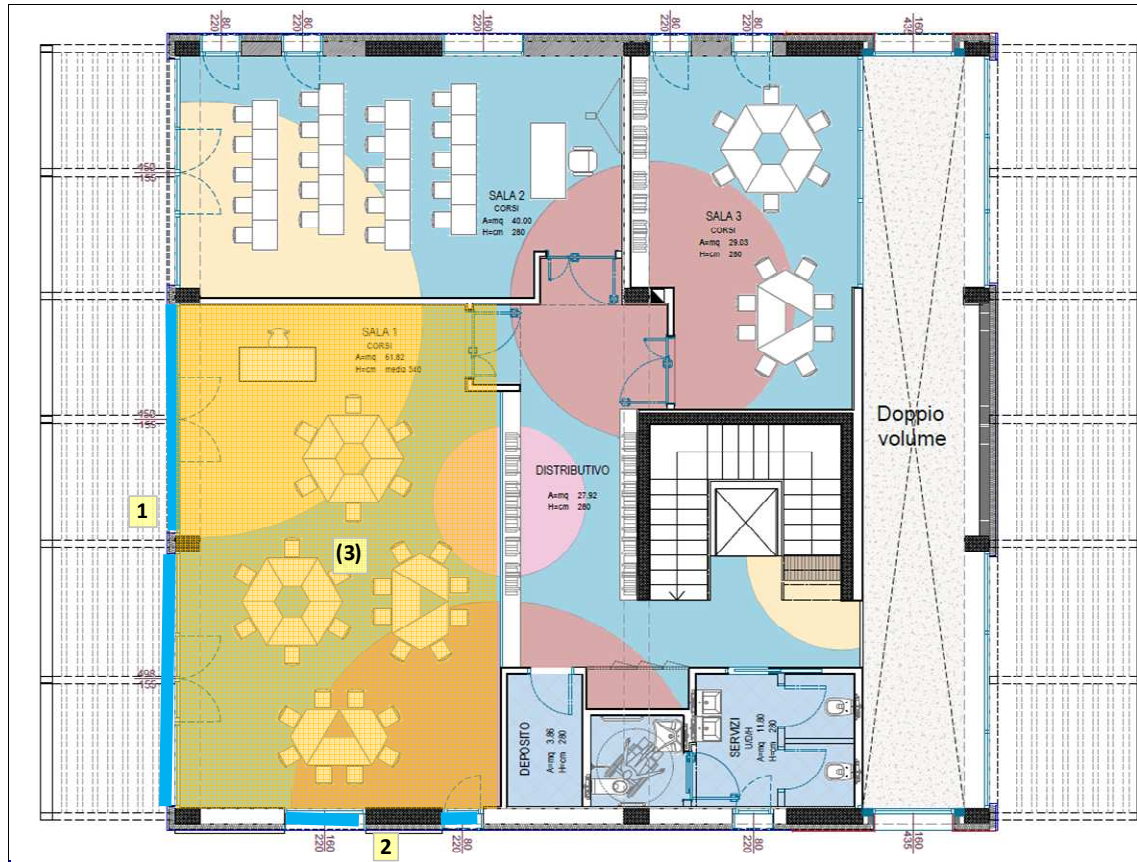
alloggio		piano		P1	vano		Sala3	
studio tratti facciata					altezza			4,03
ID tratto	base	ΔLfs			base tot			4,50
1	4,50	0			area tot			52,81
2	-	0			tau totale			2,09E-05
					min ΔLfs			0
					quota vetro			7%
ID	compon.	Rw/Dnew	exp	area	tau			
muro esterno	opaca	52,0	6,31E-06	14,59	1,74E-06			
F 0,8x2,2	PF	44,0	3,98E-05	3,52	2,65E-06			
Coperto(2)	opaca	46,0	2,51E-05	34,70	1,65E-05			
			1,00E+00		0,00E+00			
			1,00E+00		0,00E+00			
Rw tot	volume	normalizz.	k	D2mntw	limite DPCM			
46,8	116,8	-1,3	2,0	43,5	42			
VERIFICA PREVISIONALE SODDISFATTA								

Scheda C



alloggio		piano		P1	vano		Sala3
studio tratti facciata						altezza	2,65
ID tratto	base	ΔLfs				base tot	13,50
1	8,50	0				area tot	89,30
2	5,00	0				tau totale	2,21E-05
3	-	0				min ΔLfs	0
						quota vetro	16%
ID	compon.	Rw/Dnew	exp	area	tau		
muro esterno	opaca	52,0	6,31E-06	31,32	2,21E-06		
F 0,8x2,2	PF	44,0	3,98E-05	3,52	1,57E-06		
F 1,6x2,2	PF	43,0	5,01E-05	3,52	1,98E-06		
PF 4,5x1,55	A2	43,0	5,06E-05	6,98	3,96E-06		
Coperto (3)	opaca	46,0	2,51E-05	43,96	1,24E-05		
Rw tot	volume	normalizz.	k	D2mntw	limite DPCM		
46,6	151,2	-2,5	2,0	42,1	42		
VERIFICA PREVISIONALE SODDISFATTA							
hmin		2,65 m					
hmax		4,9 m					
h media		3,78 m					
Scopertura		44,0 mq					

Scheda D



alloggio		piano		P1	vano		Sala1
studio tratti facciata							
ID tratto	base	ΔLfs			altezza	2,65	
1	9,80	0			base tot	15,85	
2	6,05	0			area tot	108,93	
3	-	0			tau totale	1,39E-05	
					min ΔLfs	0	
					quota vetro	18%	
ID	compon.	Rw/Dnew	exp	area	tau		
muro esterno	opaca	52,0	6,31E-06	89,70	5,20E-06		
F 4,5x1,55	A2	43,0	5,06E-05	6,98	3,24E-06		
F 4,5x1,55	A2	43,0	5,06E-05	6,98	3,24E-06		
F 0,8x2,2	PF	44,0	3,98E-05	1,76	6,43E-07		
F 1,6x2,2	PF	43,0	5,01E-05	3,52	1,62E-06		
Coperto (3)	opaca	46,00	2,51E-05	61,33	1,41E-05		
Rw tot	volume	normalizz.	k	D2mntw	limite DPCM		
48,6	210,2	-1,9	2,0	44,6	42		
VERIFICA PREVISIONALE SODDISFATTA							
hmin	2,65	m					
hmax	4,25	m					
h media	3,45	m					
Scopertura	61,3	mq					

3.6 Facciata - Prescrizioni di posa ai fini dell'isolamento acustico

- ☑ Vale innanzitutto la serie di prescrizioni di installazione previste dal Fornitore dei serramenti e degli altri componenti di involucro.
- ☑ **Ove possibile, si suggerisce di progettare la posa del serramento in modo che esso si trovi 'in battuta' su una spalletta sagomata nello spessore della muratura, e non 'in luce'.**
- ☑ L'efficacia acustica di un serramento è fortemente condizionata dall'accuratezza della sua posa in opera: è fondamentale sigillare senza soluzione di continuità l'intero perimetro dell'incasso, da ambo i suoi lati (interno/esterno). **Allo scopo si suggerisce l'utilizzo di nastri autoespandenti e schiume poliuretatiche con indice Rw certificato come non inferiore a 58dB.**
- ☑ In corrispondenza di ogni interfaccia di contatto dovrà essere garantita una sigillatura adeguata e continua, da realizzarsi in modo tale da poter saturare l'asola ivi presente ed eliminare ogni possibile fessura, cioè ogni possibile linea preferenziale di passaggio del rumore dall'esterno verso l'interno.
- ☑ Fondamentale è anche la tenacia delle giunzioni del serramento nel foro di parete (in forza di un idoneo numero di punti di attacco secondo le prescrizioni del Produttore, e di un completo ripristino della muratura).
- ☑ Analoga cura va usata nella stesura dell'intonaco (nei confronti del suo comportamento di composto a ridotto ritiro) a completamento del giunto fra controtelaio e parete.
- ☑ Ciascun paramento murario esterno deve essere realizzato sigillando accuratamente le fughe orizzontali e verticali tra mattone e mattone per l'intero spessore di parete; ulteriormente, dovranno essere accuratamente sigillate tutte le linee di discontinuità fra materiali diversi, come nel caso di murature e eventuali pilastri.

4 DIVISORI VERTICALI INTERNI

4.1 Analisi previsionale del potere fonoisolante del divisorio interno tra ambienti sensibili

Con riferimento alla distribuzione planimetrica definita nel progetto architettonico, a seguire si forniscono indicazioni relative alle soluzioni costruttive da adottarsi per i divisori verticali fra gli ambienti al primo piano, adibiti ad uso sala corsistica, e fra questi e parti comuni adibite a disimpegno.

In recepimento di quanto previsto dal progetto antincendio, si è studiata dal punto di vista acustico la soluzione di parete divisoria tipo Promat E120, costituita da quattro lastre tipo PROMATECT-100X a base di silicati e solfati con matrice minerale e fibrorinforzate, con intercapedine riempita con lana di vetro, secondo quanto rappresentato in figura 11.

A tale configurazione di stratigrafia a secco è assegnato come indice di valutazione del potere fonoisolante il valore R_w pari a **58dB**, e classe A1 di reazione al fuoco.

Considerato che le pareti a secco qui analizzate sono giuntate a solai/pareti massivi, si ritiene che il valore previsionale sopra fornito per R_w sia in grado, al netto della trasmissione laterale e ferma restando una corretta posa, di rispettare in opera il valore obiettivo pari a 50dB. Tale valore, si ricorda, è stato assunto sulla base di quanto illustrato al paragrafo §1.3, per il requisito acustico passivo R'_w relativo al potere fonoisolante apparente dei divisori verticali fra distinte unità funzionali.

Figura 11 – scheda tecnica del divisorio verticale tipo fra ambienti

EI 120

Soluzione
Parete divisoria a grande altezza con isolamento

Caratteristiche

	Struttura	
	100 mm	150 mm
H_{max}	9,00 m	11,0 m
U	0,30 W/m ² K	$U = 0,23$ W/m ² K
R_w	58 dB	

Documentazione tecnica
Fascicolo tecnico 026/11/2021 (H_{max} 9 m)
In fase di rilascio (H_{max} 11 m)



Dettagli del montaggio

- PROMATECT®-100X sp. 12 mm (2+2)
- Guida a soffitto "U" dim. 100/100/100 o 100/150/100 sp. 1 mm fissata con tasselli ad interasse 500 mm, con giunto telescopico
- Guide a pavimento "U" dim. 40/100/40 o 40/150/40 sp. 0,6 mm fissate con tasselli metallici ad interasse 500 mm
- Montanti verticali "C" dim. 100/50 o 150/50 posti dorso-dorso \parallel ad interasse 600 mm, da dimensionare in funzione dell'altezza
- Viti autofilettanti tipo SNT
- Lana di vetro:
 - 100 mm, d. ≥ 24 kg/m³ (H_{max} 9 m)
 - 70+70 mm, d. ≥ 15 kg/m³ (H_{max} 11 m)
- Stuccatura dei giunti con stucco base gesso tipo Siniat

Plus

- ✓ PROMATECT®-100X marcata CE per la resistenza al fuoco, con durabilità 25 anni per uso interno (tipo Z2) e semi esposto (tipo Y)
- ✓ Classe A1 di reazione al fuoco
- ✓ Prestazioni termiche ed acustiche
- ✓ Rapidità di installazione

4.2 Analisi previsionale dell'isolamento acustico normalizzato per via aerea dei divisori tra ambienti abitativi e ambienti ad uso comune (corridoi/altro) collegati tramite accessi o aperture

Per quanto riguarda i divisori fra ambienti comuni ed ambienti destinati alla permanenza di persone, setti nei quali siano ritagliati accessi o aperture pedonali, si è svolta una verifica previsionale dell'indice $D_{nT,w}$ di isolamento fra ambienti.

Come si è illustrato al paragrafo §1.3, il limite per questo requisito acustico è pari a 36 dB, e la sua consistenza è determinata dalla prestazione delle porzioni opache di parete e delle porte di accesso; una volta fissata la prestazione R_w delle pareti, il suo assolvimento in sede previsionale consente di stimare la prestazione fonoisolante che deve essere fornita dalle porte.

L'indice $D_{nT,w}$ è correlato all'indice R_w del potere fonoisolante tramite la formula seguente, alla quale partecipano anche le dimensioni dell'ambiente ricevente:

$$D_{nT,w} = R'_w - 10 \log (3.125 (S/V)) \text{ [dB]}$$

dove:

R'_w è l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente del divisorio [dB]

S è la superficie del divisorio [m²]

V è il volume dell'ambiente ricevente [m³]

Le situazioni prese in considerazione nei calcoli previsionali, dei quali vengono forniti gli output in figure 12, 13 e 14, riguardano tre casi di divisorio con porta posto a separazione delle tre sale al primo piano ed il corridoio. Si ritiene che tali casi siano rappresentativi per la globalità dell'edificio e tra l'altro consentono di stimare la prestazione fonoisolante dell'unica tipologia di infisso interno di porta ad un battente.

I calcoli svolti consentono infatti, una volta nota la prestazione delle porzioni opache di parete e fissato il valore obiettivo per $D_{nT,w}$, di determinare il valore previsionale della prestazione dell'infisso interno in grado di far raggiungere alla parete il valore obiettivo. Corrispondentemente alle tre situazioni prese in considerazione nei calcoli, si ottiene quindi che la porta a un battente, nei divisori fra corridoio e sale poste al primo piano, deve avere una prestazione minima R_w pari a **31dB**.

Tale prestazione dovrà essere utilizzata nella selezione della fornitura specifica e dovrà essere comprovata da apposito certificato di prova acustica in laboratorio.

Considerati i valori prestazionali sopra indicati, è ragionevole presumere che la porta da selezionarsi in fornitura dovrà essere quindi munita di:

- doppia battuta con guarnizione
- sistema a ghigliottina di chiusura a terra, al fine di limitare l'immissione di rumore sul proprio perimetro
- pannellatura stratificata con lana minerale ad alta densità.

Figura 12 – divisorio a secco fra corridoio e sala 1 al piano primo: simulazione dell'isolamento acustico ai rumori aerei

valore obiettivo	Dntw		
rif DM Criteri Ambientali Minimi	36.0		
ambiente ricevente	profondità	Area	Volume
sala 1	6.0	42.0	187.7
parete esaminata	base	altezza	Superficie
fra sala 1 e distributivo	7.0	4.5	31.3
input elementi	R _w	num.elem.	S (mq)
Parete secco 4 lastre spessore 150mm	58.0	1	28.6
Porta 1 anta 0,9x2,10	31.0	1	2.7
calcolo requisiti acustici passivi	R _w	R' _w	Dntw
isolamento ai rumori aerei	41.5	36.5	39.3



Figura 13 – divisorio a secco fra corridoio e sala 2 al piano primo: simulazione dell'isolamento acustico ai rumori aerei

valore obiettivo	Dntw		
rif DM Criteri Ambientali Minimi	36.0		
ambiente ricevente	profondità	Area	Volume
sala 2	5.0	42.5	190.0
parete esaminata	base	altezza	Superficie
fra sala 1 e sala 2	8.5	4.5	38.0
input elementi	R _w	num.elem.	S (mq)
Parete secco 4 lastre spessore 150mm	58.0	1	35.3
Porta 1 anta 0,9x2,10	31.0	1	2.7
calcolo requisiti acustici passivi	R _w	R' _w	Dntw
isolamento ai rumori aerei	42.3	37.3	39.4

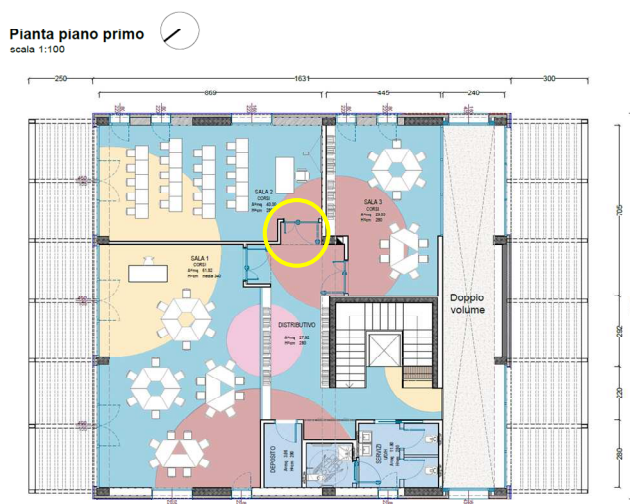
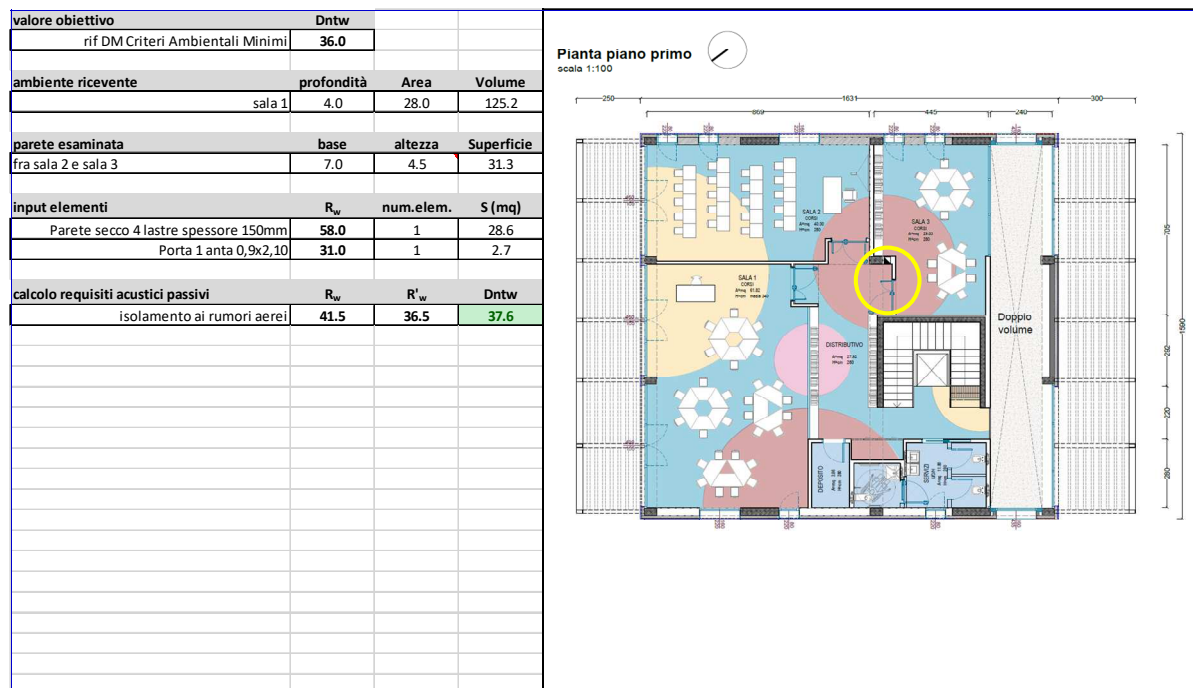


Figura 14 – divisorio a secco fra corridoio e sala 3 al piano primo: simulazione dell'isolamento acustico ai rumori aerei



4.3 Divisori verticali - Prescrizioni generali di posa ai fini dell'isolamento acustico

Le strutture a secco, in generale e per gli spessori comuni, presentano valori prestazionali certificati di fonoisolamento ben superiori rispetto alle classiche strutture in laterizio.

Tuttavia, nelle strutture leggere, il conseguimento in opera di valori prossimi a quelli certificati di laboratorio è ancora più complicato in quanto la prestazione acustica finale in opera dipende non solo dalla stratigrafia, ma anche e soprattutto dalla posa, oltre che dalle soluzioni tecnologiche adottate in merito ai collegamenti con le strutture di intorno, ai giunti interni alle singole partizioni, agli attraversamenti tecnici, ecc.

In questa sede le indicazioni fornite non potranno essere particolarmente dettagliate in quanto la gran parte delle situazioni andrà risolta in fase di messa in opera: quello proposto di seguito è quindi da prendere a riferimento come elencazione di massima delle attenzioni da prestare nella posa dei sistemi edili passivi, senza però potersi considerare una guida esaustiva in merito alla trattazione del problema.

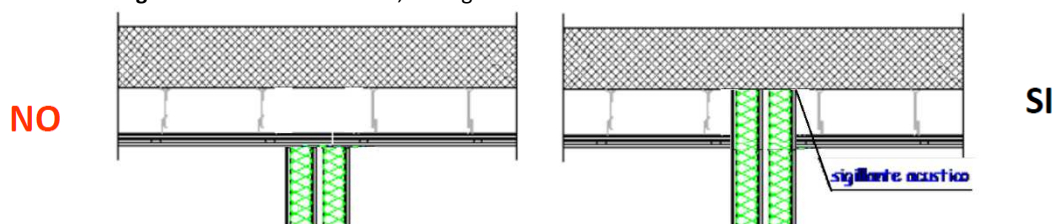
- ☑ Prestare attenzione che le lastre a secco utilizzate come rivestimento aggiuntivo non siano sbrecciate: le irregolarità di massa costituiscono rischiosi ponti acustici anche a parete terminata.
- ☑ Nel caso di giunto a T fra un divisorio leggero ed una struttura massiccia rivestita da una controparete leggera, al fine di evitare che la controparete interna agisca da ponte acustico e di consentire al divisorio innestantesi di lavorare in modo acusticamente efficiente, occorre che quest'ultimo penetri nella controparete, come evidenziato nella figura 15.

Figura 15 – strutture a secco, dettaglio esecutivo dei nodi a T



- ☑ Analogamente, nel giunto a soffitto fra un divisorio a secco ed un controsoffitto, è fondamentale che la parete interrompa l'intercapedine del controsoffitto, al fine di impedire che questo si trasformi in un ponte acustico fra gli ambienti separati e di limitare il comportamento risonante dell'intercapedine.

Figura 16 – strutture a secco, dettaglio esecutivo del nodo fra divisorio e controsoffitto



All'interno dell'intercapedine, sul setto divisorio passante, i fori per gli attraversamenti impiantistici dovranno essere minimizzati alle effettive sezioni di canalizzazione in attraversamento; nella sezione di attraversamento il canale dovrà essere rivestito esternamente con una guaina elastica vibroimpedente ed eventuali tolleranze/giochi potranno essere riprese con stuccatura in gesso fra guaina e spessore del setto forato.

- ☑ Ancora, nel giunto a terra fra un divisorio a secco ed un pavimento galleggiante, è altrettanto utile che la parete interrompa la stratigrafia orizzontale a pavimento, al fine di non realizzare un ponte acustico attraverso la soletta fra i due ambienti separati, sia per i rumori aerei sia per i rumori di calpestio laterale.

Figura 17 – strutture a secco, dettaglio esecutivo del nodo fra parete e pavimento

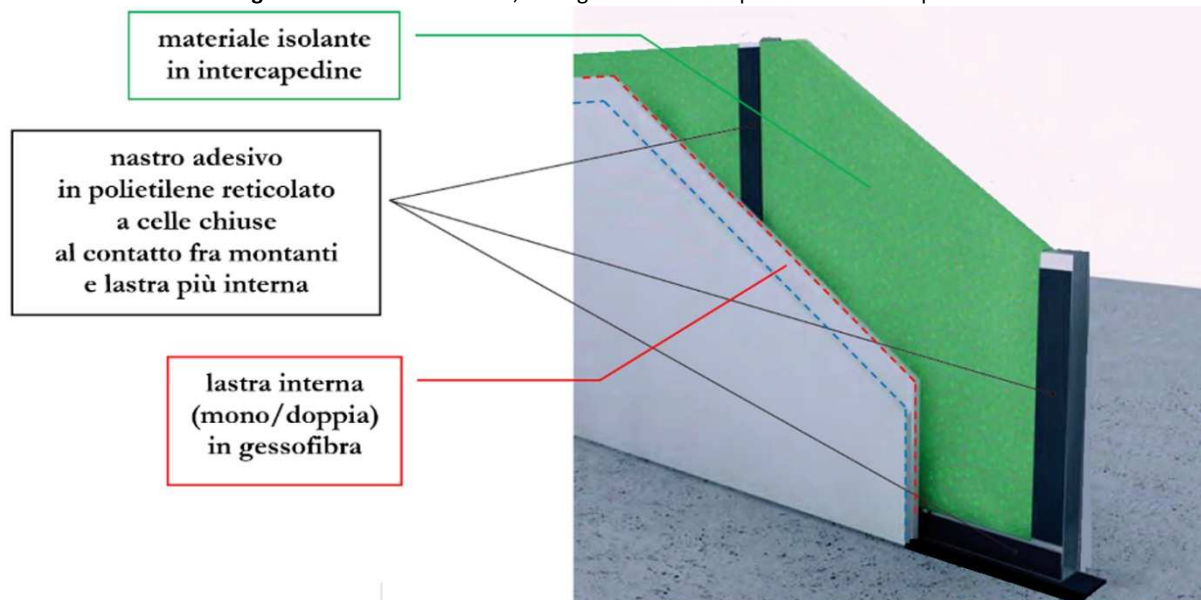


Si noti come la soluzione a destra in figura 17 consenta la totale indipendenza dei pavimenti galleggianti nei due ambienti, e massimizzi quindi l'efficienza dell'isolamento laterale.

Per quanto visto ai due punti precedenti, se ne ricava quindi che le pareti divisorie dovrebbero essere le prime a essere posate, e successivamente si procederà con la posa dei rivestimenti orizzontali superiore e inferiore.

- ☑ Le superfici di contatto dei profilati metallici e delle lastre con intradosso/estradosso solai e pareti laterali (anche se esse stesse a secco) dovranno essere attentamente vibroisolate tramite interposizione di nastro adesivo in polietilene reticolato a celle chiuse; si sconsigliano allo scopo nastri in poliuretano o in materiali espansi a celle aperte in quanto non possono costituire molle efficienti del sistema.

Figura 18 – strutture a secco, dettaglio esecutivo di posa delle lastre a parete



Le lastre accoppiate a costituire il paramento verso un ambiente devono essere allestite in posa sfalsata sui due livelli. Anche i punti di contatto fra lastre, interni alla parete ed a vista, devono essere gestiti con l'accortezza di vibroisolare le interfacce di adesione.

- ☑ Nella realizzazione dei tracciati elettrici e nella collocazione delle prese elettriche, occorre prestare particolare attenzione in quanto gli attraversamenti e i fori per la loro posa possono costituire elemento fortemente penalizzante per la resa acustica dei sistemi edilizi in progetto.

La realizzazione di quadri e scatole elettriche deve quindi essere orientata al mantenimento della prestazione fonoisolante globale di parete, minimizzando gli scassi e i fori di transito dei cavi elettrici ed eventualmente predisponendo sul fondale delle scatole elettriche un ritaglio di lastra in cartongesso al fine di ridurre la trasmissione per via aerea dentro parete nella zona ove sono posizionate le scatole stesse.

- ☑ Si suggerisce di evitare la realizzazione di scatole elettriche coassiali sui due lati della stessa partizione verticale, come schematizzato in figura seguente: si suggerisce cioè di utilizzare una opportuna distanza nel posizionamento di cassette/quadri elettrici sui due lati di una stessa parete, avendo cura di evitare il posizionamento delle scatole in contrapposizione diretta.

Figura 19 – prescrizione di posa per scatole elettriche



5 DIVISORI ORIZZONTALI

Il progetto architettonico identifica due principali tipologie di orizzontamento in laterocemento poste al piano terra e primo. Ciascuna di queste stratigrafie è riportata nei paragrafi a seguire.

Al fine di ridurre la trasmissione del rumore di calpestio in ambo le direzioni verticale e laterale, si prescrive l'inserimento di un materassino anticalpestio nella posizione evidenziata con tratteggio rosso nelle successive stratigrafie. Il materassino dovrà essere coordinato alla propria fascia desolidarizzante perimetrale.

Si segnala come prodotto idoneo il materassino tipo citato nel paragrafo A10.028: ISOLAMENTO ACUSTICO DI SUPERFICI ORIZZONTALI sotto alla voce "A10.028.050" del *Prezzario ER 2022- Aggiornamento infrannuale*, caratterizzato da una rigidità dinamica centrata intorno al valore di 21MN/m³, con le relative nastrature di giunzione e fasce desolidarizzanti perimetrali.

Il massetto galleggiante dovrà quindi essere scollegato dalle pareti tramite la posa, su tutto il perimetro degli ambienti, dell'apposita fascia perimetrale, che dovrà restare a vista anche dopo la stesura del rivestimento calpestabile, e quindi successivamente rifilata prima della posa del battiscopa.

5.1 Analisi del solaio controterra

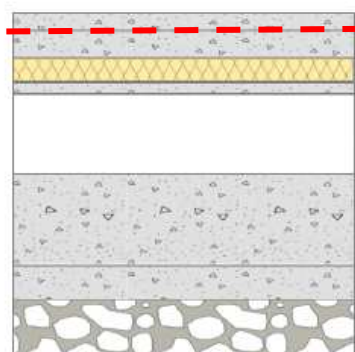
La stratigrafia per questo solaio è realizzata con struttura portante in laterocemento per la quale il progetto architettonico prevede la composizione riportata in figura 20.

Figura 20 – dal progetto termotecnico: stratigrafia del solaio contro terra

Descrizione della struttura: *PG-PT_1500:ST800+IS100+Pavimento Industriale*

Codice: *P2*

Trasmittanza termica	0,221	W/m ² K
Trasmittanza controterra	0,138	W/m ² K
Spessore	1500	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-4,9	°C
Permeanza	0,831	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	1937	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	1937	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,000	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,000	-
Sfasamento onda termica	-12,6	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	C.I.s. armato (1% acciaio)	80,00	2,3000	0,035	2300	1,00	130
2	C.I.s. in genere	120,00	0,3000	0,400	800	1,00	96
3	Polistirene espanso sinterizzato (EPS 150)	100,00	0,0350	2,857	24	1,45	60
4	Barriera vapore in fogli di P.V.C.	3,00	0,1600	0,019	1390	0,90	50000
5	C.I.s. armato (1% acciaio)	50,00	2,3000	0,022	2300	1,00	130
6	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	347,00	1,4934	0,232	-	-	-
7	C.I.s. armato (1% acciaio)	400,00	2,3000	0,174	2300	1,00	130
8	Sottofondo di cemento magro	150,00	0,7000	0,214	1600	0,88	20
9	Ciotoli e pietre frantumati (um. 2%)	250,00	0,7000	0,357	1500	1,00	5
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

Al fine di ridurre la trasmissione del rumore di calpestio in ambo le direzioni verticale e laterale, è previsto l'inserimento di un materassino anticalpestio, che potrà corrispondere al medesimo tipo suggerito all'inizio del paragrafo §5, nella posizione evidenziata dal tratteggio rosso in figura, cioè fra i due massetti in calcestruzzo. Il materassino dovrà essere coordinato alla propria fascia desolidarizzante perimetrale.

5.2 Analisi del solaio interpiano

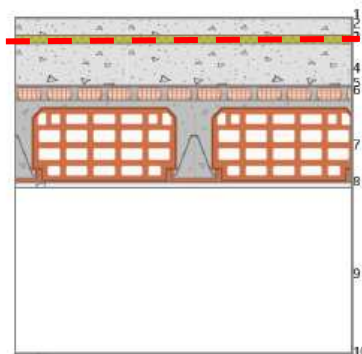
La stratigrafia per questo solaio è realizzata con struttura portante in laterocemento per la quale il progetto architettonico prevede la composizione riportata in figura 21.

Figura 21 – dal progetto termotecnico: stratigrafia del solaio interpiano

Descrizione della struttura: PN-P1_0990:(510)+ST280+(200)_Sala1+2

Codice: P6

Trasmittanza termica	0,425	W/m ² K
Spessore	990	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	20,0	°C
Permeanza	1,560	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	775	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	742	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,006	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,014	-
Sfasamento onda termica	-20,1	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Linoleum	5,00	0,1700	0,029	1200	1,40	1000
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00	1,4900	0,034	2200	0,88	70
3	Pannello fonoassorbente isolante accoppiato	25,00	0,0278	0,900	35	1,25	70
4	C.I.s. in genere	120,00	0,3000	0,400	800	1,00	96
5	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,00	0,3300	0,003	920	2,20	100000
6	Soletta in c.l.s. armato (interno)	40,00	2,1500	0,019	2400	0,88	100
7	Soletta in laterizio	240,00	0,7200	0,333	1800	0,84	9
8	Intonaco di cemento e sabbia	15,00	1,0000	0,015	1800	1,00	10
9	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	485,00	2,0272	0,239	-	-	-
10	Cartongesso in lastre	9,00	0,2100	0,043	700	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

Al fine di ridurre la trasmissione del rumore di calpestio in ambo le direzioni verticale e laterale, è previsto l'inserimento di un materassino anticalpestio, che potrà corrispondere al medesimo tipo suggerito all'inizio del paragrafo §5, posizione corrispondente allo strato 3 ed evidenziata dal tratteggio rosso in figura, cioè fra i due massetti in calcestruzzo. Anche in questo caso, il materassino dovrà essere coordinato alla propria fascia desolidarizzante perimetrale.

Si riporta di seguito un prospetto dell'output di calcolo svolto sulla stratigrafia del solaio interpiano al netto del controsoffitto, attraverso il quale è possibile leggere i valori previsionali degli indici L'_{nw} e R'_{w} .

Figura 22 – solaio interpiano: simulazione delle prestazioni fonoisolanti

ID ORIZZONTAMENTO solaio interpiano									
dettaglio stratigrafia orizzontale	spessore [cm]	massa [kg/m ³]	massa [kg/m ²]						
linoleum	0.5	1200	6						
massetto pavimento	5	2000	100						
			0						
massetto alleggerito	12	500	60						
soletta strutturale	4	2400	96						
blocchi laterizio	24	800	192						
intonaco	1.5	1600	24						
pareti laterali	massa [kg/m ²]	combinazioni							
M100 parete esterna	352	2							
Parete interna leggera	44.4	2							
massa solaio	312	kg/mq							
(min) massa media pareti	198	kg/mq				(max m')	198.2	kg/mq	
(max) coefficiente trasmissione laterale	1.7	dB				(min K)	1.7	dB	
formula UNI EN 15037-1									
L_{nw} solaio grezzo	86.3	dB							
rigidità dinamica (+/- 10%) richiesta	21	MN/m ³							
massa galleggiante	106	kg/mq							
frequenza di risonanza massa	71	Hz							
delta L_{nw} (calcolo rif12354-1)	28.4	dB							
delta L_{nw} (calcolo rif11175)	28.4	dB							
delta L_{nw} (certificato) richiesto	28	dB							
VALORI PREVISIONALI DI ISOLAMENTO AI RUMORI DI CALPESTIO									
indice di valutazione L'_{nw}		59.6	dB						
VALORI PREVISIONALI DI ISOLAMENTO AI RUMORI AEREI									
indice di valutazione R'_{w}		53.5	dB						

Rispetto alla stratigrafia di solaio sopra analizzata, a miglioria dell'isolamento acustico, il progetto prevede per la stratigrafia di solaio interpiano la messa in opera al suo intradosso di un controsoffitto tipo Rockfon Blanka A (rif. figura 23), costituito da intercapedine vuota di spessore variabile (valore minimo in opera 30 cm) e da una lastra di chiusura in lana di roccia ad alta densità.

Tramite la formula fornita dalla UNI 12354-1 per il calcolo dell'incremento fonoisolante dovuto a strati addizionali separati da intercapedine, il contributo migliorativo dovuto a tale controsoffitto è stimato a circa **9dB** sia in termini di ΔR_w che ΔL_{nw} , in questo caso tra loro assimilabili data la natura massiva del solaio.

Riducendo di circa 9 dB il valore previsionale L'_{nw} sopra calcolato, e incrementando di circa 9 dB il valore R'_{w} sopra calcolato, ne risulta che il controsoffitto a progetto comporta che **la prestazione di base del solaio interpiano risulta quindi conforme in via previsionale ai valori obiettivo illustrati al paragrafo §1.3.**

Figura 23 – isolamento acustico dei solai: scheda tecnica di riferimento per il controsoffitto all'interpiano

Rockfon Blanka®

- Superficie bianchissima, liscia e matt per una riflessione e una diffusione della luce ottimali
- Ottimo assorbimento acustico
- Pannelli multidirezionali per una messa in opera facile e veloce
- Resistenza alla polvere e alle manipolazioni per una perfetta tenuta nel tempo dell'aspetto estetico

Descrizione prodotto

- Pannello in lana di roccia (20, 22 o 25 mm)
- Faccia a vista: velo verniciato extra bianco con finitura liscia e matt
- Faccia superiore: controvelo
- Bordi verniciati (eccetto il bordo A)

Aree di applicazione

- Uffici
- Scuole
- Commercio
- Sport & Divertimento
- Strutture Sanitarie

Bordi	Dimensioni modulari (mm)	Peso (kg/m²)	Sistema di installazione raccomandato
A15	600 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System T15 A™
	1200 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System T15 A™
A24	600 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System XL T24 A™
		2,3	Rockfon® System T24 A, E ECR™
		2,3	Rockfon® System Maxispan T24 A, E™
		2,3	Rockfon® System T24 A Anti-seismic™
	1200 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System T24 A, E ECR™
		2,3	Rockfon® System Maxispan T24 A, E™
	1500 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System T24 A™
	1800 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System XL T24 A™
	2100 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System T24 A™
	2400 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System Maxispan T24 A, E™
	1200 x 1200 x 25	2,7	Rockfon® System T24 A™

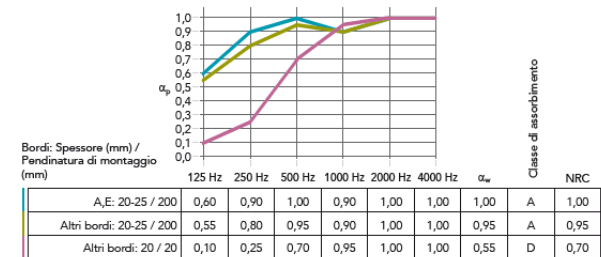
Prestazioni



Assorbimento acustico
 α_w : fino a 1,00 (Classe A)



Isolamento acustico laterale
 $D_{n,f,w}$ = 26 dB
 $D_{n,f,w}$ con Acoustimass = 40 dB
Le proprietà di isolamento acustico ($D_{n,f,w}$) presenti nella scheda tecnica si riferiscono a pannelli con bordo A.
*Valori ottenuti sulla base di analisi teoriche



Reazione al fuoco
A1



Riflessione e diffusione della luce
Riflessione della luce: 87%
Diffusione della luce: superiore al 99%



Resistenza all'umidità e alla flessione
Fino a 100% UR (umidità relativa).
Nessuna flessione visibile con alti livelli di umidità.
C/0N



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 1
La resistenza all'abrasione umida è stata misurata secondo la norma EN ISO 11998:2007 da cui deriva una classificazione tra 1 e 5 (1 essendo il risultato ottimale).



Impatto ambientale
2,43 - 4,14 kg. of CO2 eq.
(cradle to gate basato sulle EPD)



Resistenza al fuoco



Ambiente
Lana di roccia completamente riciclabile
Il contenuto di riciclato dei prodotti Rockfon è compreso tra il 29% ed il 64%, in accordo alla ISO 14021
Le soluzioni Rockfon sono Cradle Certified® Silver e Bronze (dipende dal prodotto)



Ambiente interno
Una selezione di prodotti Rockfon possiede la classificazione finlandese M1 e l'etichetta danese sulla qualità dell'aria interna per i prodotti a basse emissioni



La classe A+, secondo l'etichetta COV francese, è valida per la maggior parte dei prodotti in gamma. In funzione del bordo, alcuni prodotti sono classificati A. Per maggiori dettagli consultare la Dichiarazione di sostenibilità del prodotto.



Resistenza agli urti
Class 3A
Rockfon Blanka con bordo Z o M è stato testato per la resistenza agli urti secondo la norma EN13964 – Annex D e approvato in Classe 3A.



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.

Risultato	Dimensioni modulari (mm)	Bordi	Con isolamento possibile Rocklux	Rapporto di prova
REI 180	600 x 600 x 20	A24, E24, M, X & Z	Sì	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.



5.3 Divisori orizzontali - Prescrizioni generali di posa ai fini dell'isolamento acustico

In merito ai controsoffitti previsti all'intradosso dei solai interpiano, è previsto l'utilizzo di un sistema pendinato. Tutte le interfacce di contatto fra ordito e intradosso del solaio, ordito e pareti perimetrali, lastre in cartongesso e pareti perimetrali dovranno essere desolidarizzate utilizzando nastro vibroimpedente adesivo in polietilene reticolato a celle chiuse.

L'esecuzione del cosiddetto pavimento galleggiante, a prescindere dai componenti utilizzati, richiede notevole cura nella posa, e l'adozione di particolari contromisure. È dimostrato che la sola presenza di brevi contatti rigidi fra orizzontamento e pareti riesce a compromettere gravemente l'efficacia isolante del sistema.

- ☑ Il materiale resiliente anticalpestio va posato in modo da ricoprire l'intera superficie del massetto di alleggerimento, con uno spessore uniforme sull'intero orizzontamento.
- ☑ Il materiale resiliente anticalpestio scelto deve essere immune alla penetrazione del cemento, o reso tale: se fornito in fogli flessibili, il contatto per adiacenza fra questi va effettuato per adeguato sormonto. Altrimenti, se fornito in pannelli rigidi, il loro giunto di accostamento non deve consentire di intravedere la superficie sottostante di supporto e va debitamente protetto con pellicola, in genere fornita come accessorio dal produttore.
 - Gli strati di materiale nei punti di giunzione devono essere sovrapposti di alcuni centimetri ed uniti tra loro con nastro isolante, utilizzando eventuali fasce di sormonto.
 - Se lo strato resiliente è conformato in pannelli, questi vanno posati accostandoli l'uno all'altro in modo continuo, a giunti sfalsati da proteggersi con fogli di polietilene onde evitare la penetrazione della malta cementizia nel materiale fibroso.
- ☑ Lungo le pareti di ogni vano deve essere posizionata una fascia di materiale elastico di spessore tale da assicurare la disgiunzione della massa galleggiante (fino al piano di calpestio) anche dai muri perimetrali. La fascia è in genere fornita come accessorio dal produttore del materiale resiliente.
- ☑ Prima del getto del massetto è importante ricoprire la superficie a vista del materassino acustico con pellicola protettiva (se non già accoppiata al materiale) onde evitare possibili infiltrazioni di altri materiali a getto fra le giunzioni del materiale elastico.
- ☑ Negli eventuali punti di attraversamento della fascia perimetrale ad opera della rete impiantistica, sarà opportuno predisporre dei manicotti vibroisolanti; questi possono essere realizzati anche utilizzando materiali di sfrido derivati dal materassino vibroresiliente.
- ☑ Il getto del massetto galleggiante e la pavimentazione costituente piano di calpestio non devono ricoprire il bordo della fascia perimetrale. Deve essere verificata l'assenza di qualsiasi contatto rigido, come p.e. fra parete e malta nelle fughe.
- ☑ La fascia perimetrale resiliente deve essere rifilata solo dopo aver posato il rivestimento in piastrelle e completato il pavimento, la cui quota al finito deve restare ad una quota inferiore di quella del bordo a vista della fascia perimetrale.
- ☑ All'atto di posa dei battiscopa, la fascia perimetrale resiliente deve quindi risultare ancora chiaramente visibile ai bordi; gli elementi di finitura aderenti all'intonaco di finitura dei muri perimetrali possono e devono essere disgiunti dal piano di calpestio delle piastrelle e dalla malta delle relative fughe tramite giunti/cordoni elastici, o sospesi da spessori poi removibili a lavoro finito.

6 CONTROLLO DEL RUMORE DEGLI IMPIANTI A FUNZIONAMENTO CONTINUO

In questo ambito di esame, che riguarda anche il comfort acustico legato al rumore impiantistico negli ambienti ove si trovano i terminali di impianto, l'immissione di rumore viene valutata:

- sia in rapporto al requisito corrispondente illustrato ($L_{Aeq} < 25\text{dBA}$) al paragrafo §1.3
- sia in rapporto alle curve NC – Noise Criteria definite nella normativa ANSI S12.2-2008.

6.1 Criterio per la valutazione del comfort acustico correlato alla rumorosità degli impianti

Le curve NC sopra citate furono definite originariamente proprio per controllare la rumorosità degli impianti HVAC negli uffici, e poi nel tempo adottate a riferimento per la generalità degli spazi pubblici confinati.

Il rispetto delle curve NC è accompagnato dall'indicazione dei preferibili livelli sonori ponderati A correlati; ad ogni curva NC corrisponde quindi una serie di valori in frequenza ed un range di livello globale di pressione sonora che, a seconda della destinazione d'uso, possono essere ritenuti 'valori massimi raccomandati'.

Figura 24 – Curve Noise Criteria

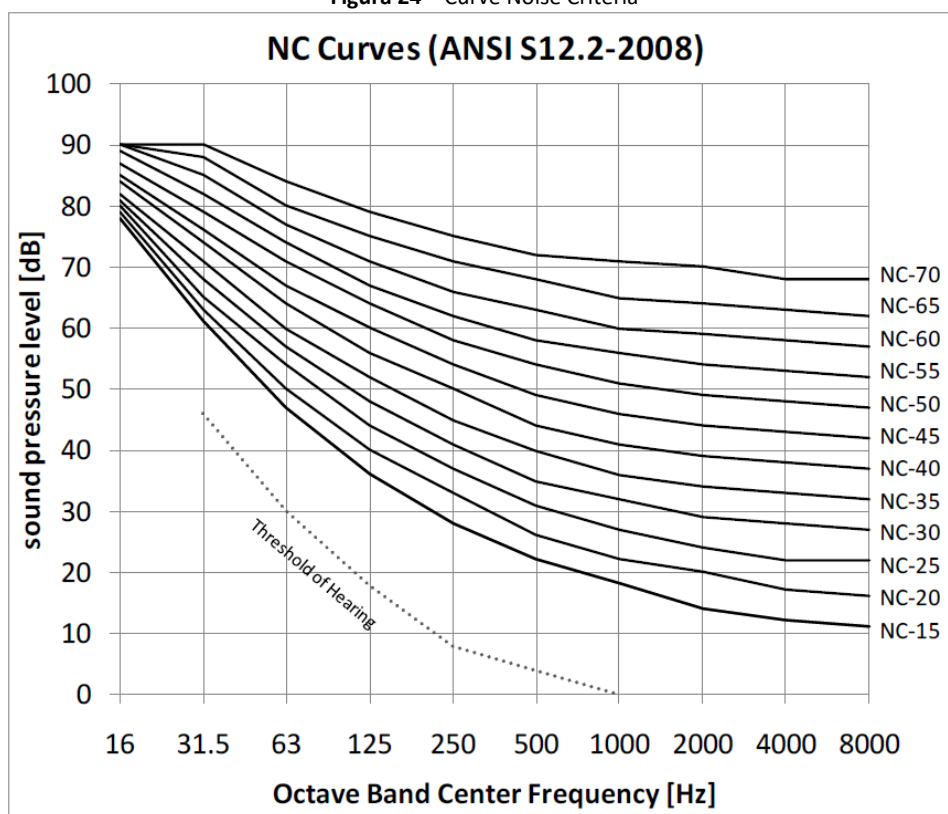


Figura 25 – Curve NC e livelli sonori raccomandati in funzione delle destinazioni d'uso degli ambienti

NC rated noise should not exceed the limits listed below:

Type of Room - Space Type	Recommended NC Level NC Curve	Equivalent Sound Level dB _A
Residences		
Apartment Houses	25-35	35-45
Assembly Halls	25-30	35-40
Churches, Synagogues, Mosques	30-35	40-45
Courtrooms	30-40	40-50
Factories	40-65	50-75
Private Homes, rural and suburban	20-30	30-38
Private Homes, urban	25-30	34-42
Hotels/Motels		
- Individual rooms or suites	25-35	35-45
- Meeting or banquet rooms	25-35	35-45
- Service and Support Areas	40-45	45-50
- Halls, corridors, lobbies	35-40	50-55
Offices		
- Conference rooms	25-30	35-40
- Private	30-35	40-45
- Open-plan areas	35-40	45-50
- Business machines/computers	40-45	50-55
Hospitals and Clinics		
- Private rooms	25-30	35-40
- Operating rooms	25-30	35-40
- Wards	30-35	40-45
- Laboratories	35-40	45-50
- Corridors	30-35	40-45
- Public areas	35-40	45-50
Schools		
- Lecture and classrooms	25-30	35-40
- Open-plan classrooms	35-40	45-50
Movie motion picture theaters	30-35	40-45
Libraries	35-40	40-50
Legitimate theaters	20-25	30-65
Private Residences	25-35	35-45
Restaurants	40-45	50-55
TV Broadcast studios	15-25	25-35
Recording Studios	15-20	25-30
Concert and recital halls	15-20	25-30
Sport Coliseums	45-55	55-65
Sound broadcasting	15-20	25-30

In figura 25 si sono evidenziate le destinazioni d'uso in tabella che risultano meglio assimilabili a quella coinvolta nel progetto. Corrispondentemente, il criterio è trasferibile sul progetto in esame con i seguenti valori di riferimento:

– Conference rooms/Lecture and Classrooms NC 25-30 35-40 dBA

6.2 Consistenza dell'impianto di climatizzazione estiva e invernale

Il progetto impiantistico prevede l'installazione a vista di unità interne, rispettivamente così dislocate:

- Al piano terra n.9 ventilconvettori quadrati installati a controsoffitto, tipo LG mod. ARNU12GTRB4 (8 nella sala polivalente e 1 nella reception al piano terra)
- Al piano primo n. 7 ventilconvettori installati a parete, tipo LG mod. ARNU15GQAA4 (3 nella sala 1, 2 nella sala 2 e 2 nella sala 3)

In figura 26 si riporta un'immagine rappresentativa delle unità interne.

Figura 26 – Impianto VMC: dati tecnici unità interne a controsoffitto e a parete



Ogni singolo ventilconvettore a soffitto tipo LG mod. ARNU12GTRB4, come da scheda tecnica di prodotto, risulta caratterizzato da un Livello di pressione sonora (Max/Med/Min) pari a 32/30/27 dB(A), a 1 metro di distanza di riferimento.

Il livello di pressione sonora della macchina, opportunamente propagato per divergenza geometrica puntiforme ad un ipotetico ricettore posizionato a una distanza pari a 2m dalla sorgente, operazione che si traduce in un'attenuazione di 3dB(A) del livello sonoro, risulta conforme al livello massimo equivalente di 40 dB(A) ammesso secondo la curva NC 25 – 30 di riferimento.

Ogni singolo ventilconvettore a parete tipo LG mod. ARNU15GQAA4, come da scheda tecnica di prodotto, risulta caratterizzato da un Livello di pressione sonora (Max/Med/Min) pari a 42/37/31 dB(A), a 1 metro di distanza di riferimento.

Il livello di pressione sonora della macchina, opportunamente propagato per divergenza geometrica puntiforme ad un ipotetico ricettore posizionato a una distanza pari a 2m dalla sorgente, operazione che si traduce in un'attenuazione di 3dB(A) del livello sonoro, risulta conforme al livello massimo equivalente di 40 dB(A) ammesso secondo la curva NC 25 – 30 di riferimento.

Dai risultati ottenuti è possibile verificare che, in ogni stanza destinata alla permanenza di persone, **il livello globale immessovi dagli impianti di climatizzazione e ventilazione risulta conforme in via previsionale alla curva NC 25-30 qualificante il comfort acustico per la specifica destinazione d'uso.**

Dai dati tecnici riportati nelle schede di prodotto fornite dalla ditta costruttrice LG, i livelli globali degli impianti analizzati, risultano contenuti entro i 42dBA: tale valore, una volta proiettato negli ambienti adiacenti, riceve l'attenuazione fornita dai sistemi edilizi (pareti e solai) dei quali si sono studiate e riscontrate, nei paragrafi precedenti, le buone caratteristiche acustiche. È ragionevole dunque affermare che il livello globale di targa delle macchine risulta certamente trascurabile negli ambienti adiacenti in rapporto al valore obiettivo di 25dBA, in ragione della performance acustica dei setti verticali/orizzontali che dividono i vari ambienti fra loro.

6.3 Consistenza dell'impianto di ventilazione meccanica

Il progetto impiantistico prevede che la ventilazione ed aerazione della Sala Polivalente sia di tipo meccanico forzato, e contempla l'installazione, all'interno del suo controsoffitto, di quattro unità di rinnovo aria Tipo LG mod. LZ-H100 GXH4 (portata aria: 1000 m³/h).

Figura 27 – Impianto ventilazione: modello macchina da installarsi nel controsoffitto della Sala polivalente



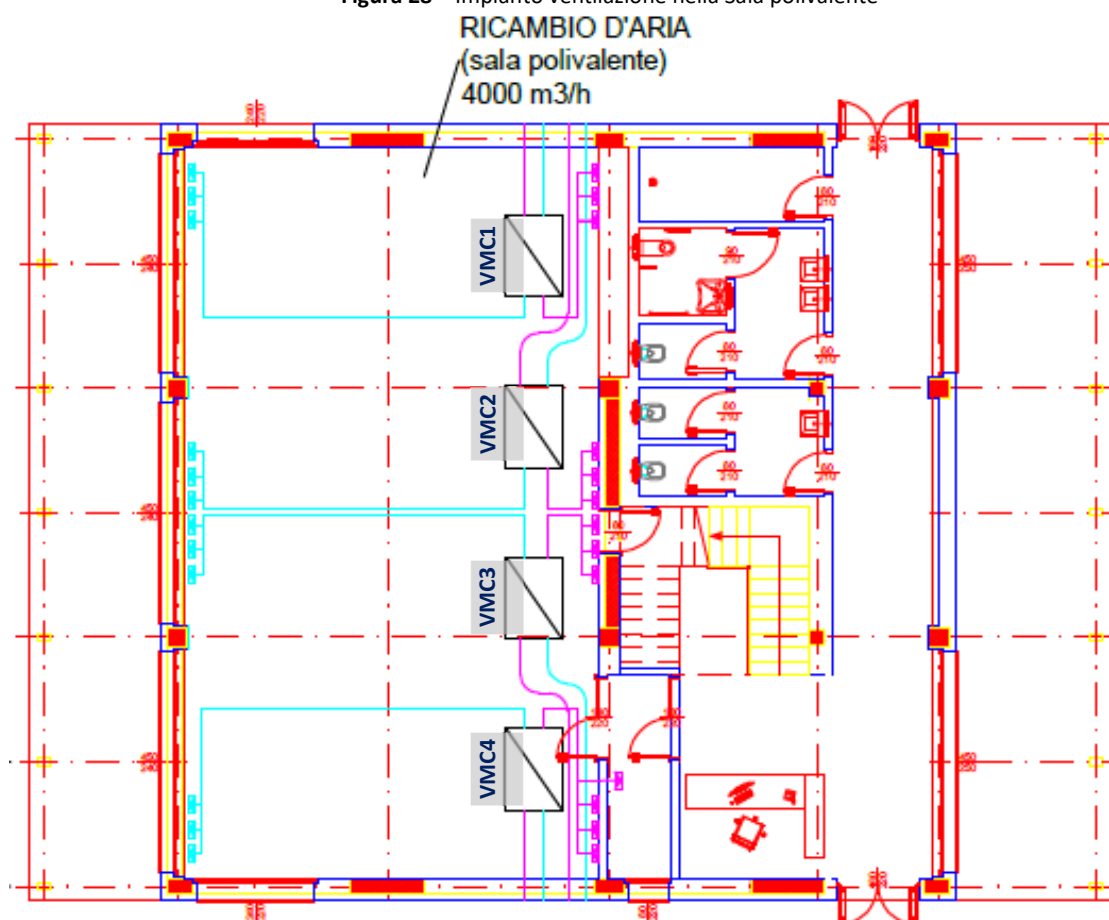
Come riportato in descrizione di capitolato, tale macchina è caratterizzata da una

- Pressione sonora mod.scambio (SH/H/L): 40/38/35 dB(A)
- Pressione sonora mod. bypass (SH/H/L): 40/38/35 dB(A)

In figura 28 è riprodotta la pianta del controsoffitto, con dislocazione delle macchine.

Per ridurre l'immissione sonora ad opera dei condotti di mandata/ripresa verso l'interno, il progetto impiantistico (al quale si rimanda a riguardo) ha previsto l'utilizzo di condotti aeraulici silenziati.

Figura 28 – Impianto ventilazione nella Sala polivalente



Ai fini di stabilire se il livello di pressione sonora dell'impianto rientra nei parametri di confort interno decisi dalle curve NC, al livello di pressione caratterizzante ogni singola macchina VMC installata a controsoffitto andrà sottratto il potere fonoisolante della lastra di chiusura del controsoffitto 'Rockfon Blanka A' prevista a progetto.

Al fine di simulare la prestazione della lastra costituente il controsoffitto si è ancora utilizzato il software *INSUL*® v9.0.23 (www.insul.co.nz)– in grado di analizzare la prestazione acustica di una stratigrafia al variare dei suoi layers componenti.

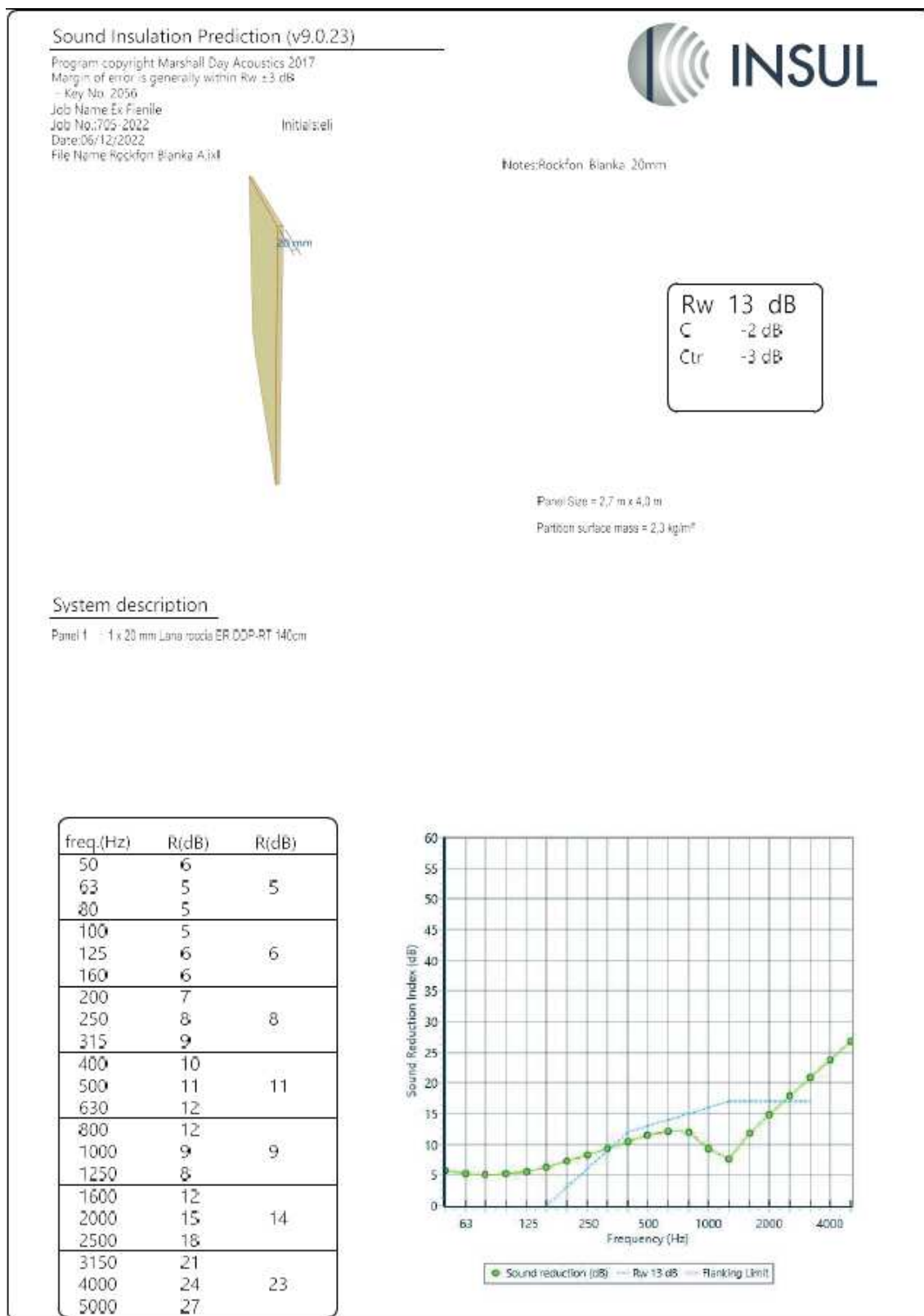
In figura 29 a seguire è il corrispondente output di calcolo, dal quale risulta un valore previsionale dell'indice R_w della lastra pari a **13dB**.

Alla luce dei risultati ottenuti, dalla sottrazione tra il livello di rumore generato dalla macchina e potere fonoisolante del controsoffitto, opportunamente corretto del termine di adattamento spettrale Ctr, si ottiene un livello pari a 30 dB(A) come si evince dalla formula:

$$L_p \text{ macchina} - (R_w \text{ lastra controsoffitto} - Ctr) = 40 - (13 - 3) = 30 \text{ dB(A)}$$

Tale valore risulta conforme con il livello massimo ammesso dalla curva NC 25 -30 a cui corrisponde un livello equivalente di 35 – 40 dB(A).

Figura 29 – lastra di controsoffitto: simulazione del potere fonoisolante



7 ISOLAMENTO AL RUMORE DEGLI IMPIANTI A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO

Si riportano di seguito una serie di indicazioni di massima relative alla posa dell'impiantistica a funzionamento discontinuo, corrispondente alla rete di scarico idrico-sanitario, utili al conseguimento di un buon livello di comfort acustico interno.

Le indicazioni che seguono non possono essere particolarmente dettagliate in quanto la gran parte delle situazioni andrà risolta in fase di messa in opera: quanto proposto è quindi da prendere a riferimento come elencazione di massima delle attenzioni da prestare nella posa dei componenti impiantistici, senza per questo poter essere una guida completamente esaustiva in merito alla trattazione del problema.

Il rumore degli impianti idraulici si trasmette per via aerea e strutturale a causa delle vibrazioni indotte dal passaggio dei fluidi e trasmesse dalle tubazioni alle murature alle quali sono ancorate.

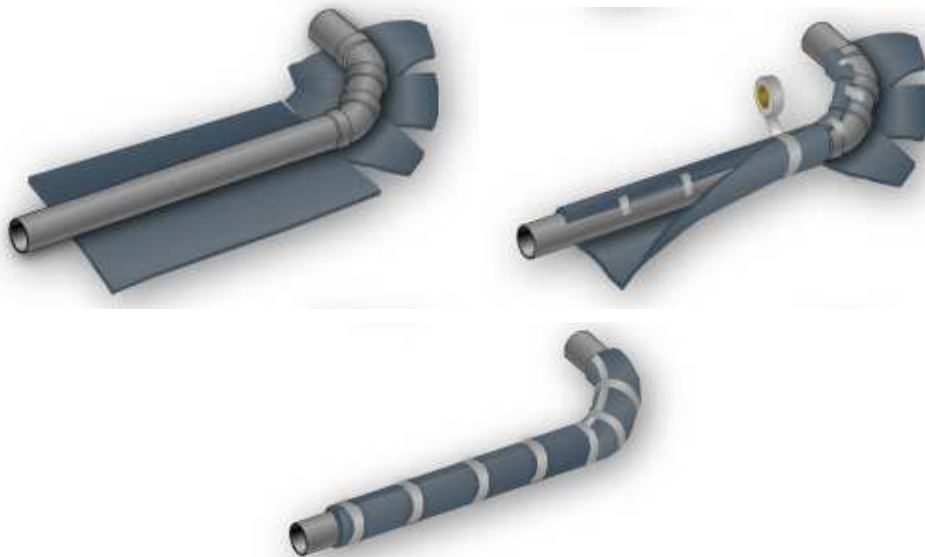
La riduzione del rumore trasmesso è demandata all'utilizzo di componenti certificati ai fini acustici ed all'applicazione di alcune attenzioni di posa.

- ☑ Al fine di conseguire un buon isolamento degli impianti di scarico, si suggerisce innanzitutto l'uso di sistemi (tubazioni e accessori) con prestazioni acustiche certificate in laboratorio: in particolare si segnala la fondamentale importanza di procedere, a corredo del tubo silenziato, tramite ancoraggi a muro con **collari antivibranti** e **fasciatura con guaina resiliente** per tutto lo sviluppo delle condotte.

Occorre sempre ricordare che le tubazioni silenziato riducono il rumore generato dallo scarico, ma non lo eliminano: dove necessario occorre comunque prevedere degli opportuni accorgimenti per limitare ulteriormente la propagazione di rumore, quali ad esempio avvolgere le tubazioni con una guaina resiliente (fonoimpedente all'occorrenza) quando devono passare a contatto con le strutture murarie, siano esse verticali o orizzontali.

Il progetto impiantistico ha individuato specifici presidi orientati allo scopo.

Figura 30 – Avvolgimento delle tubazioni di scarico con guaina resiliente e successiva nastratura



- ☑ L'uso di tubazioni insonorizzate è necessario ma non sufficiente a contenere la rumorosità del flusso dentro la condotta: quindi, fra ambiente abitativo e scarico sanitario deve essere sempre interposto un paramento idoneo a non trasmettere il rumore corrente nella tubazione.
Il progetto architettonico ha tenuto in considerazione questo aspetto.
- ☑ Attorno alle tubazioni di scarico, siano esse all'interno di cavedi o in scassi murari appositi o ancora nell'attraversamento di solai, si suggerisce di riempire almeno parzialmente lo spazio residuo con lana di roccia o analogo materiale fibroso fonoimpedente a bassa densità.

Figura 31 – contatti rigidi fra tubazioni e murature da evitare



Altre attenzioni 'generiche' volte al controllo dei rumori dell'impiantistica di scarico sono anche le seguenti:

- ✓ desolidarizzare gli apparecchi sanitari dalle murature e dai piani di appoggio, tramite l'interposizione di materiale resiliente;
- ✓ limitare la velocità dell'acqua a 2m/s e prevedere il massimo diametro possibile delle tubazioni, in rapporto agli spessori architettonici disponibili;
- ✓ scegliere pendenze modeste per il tubo di collegamento fra sifone e colonna di scarico, al fine di ridurre il tipico "gorgoglio" degli impianti;
- ✓ predisporre cambi di pendenza dello scarico a 45°, secondo lunghezze minime del raccordo pari a 25cm o comunque 2 volte il diametro del tubo;
- ✓ organizzare colonne di ventilazione dello scarico, che ne favoriscano lo scorrimento.

8 INDAGINE COMFORT ACUSTICO INTERNO

8.1 Modellazione acustica degli ambienti

Il presente capitolo ha come scopo lo studio del comfort acustico interno di ambienti (come quelli qui in progetto), dove il comfort acustico e l'intelligibilità del parlato rivestono un'importanza e/o dove il controllo dell'assorbimento acustico risulta essere un obiettivo di progetto di rilievo.

Allo scopo, sulla base degli elaborati del progetto architettonico sono stati sviluppati dei modelli tridimensionali, uno per ogni ambiente oggetto di analisi, per studiare la disposizione volumetrica e i rapporti tra le superfici presenti a progetto e le loro caratteristiche acustiche.

I volumi di progetto corrispondenti ai quattro ambienti considerati sono rappresentati nelle figure 32 e 33.

Figura 32 – Sala conferenze piano terra

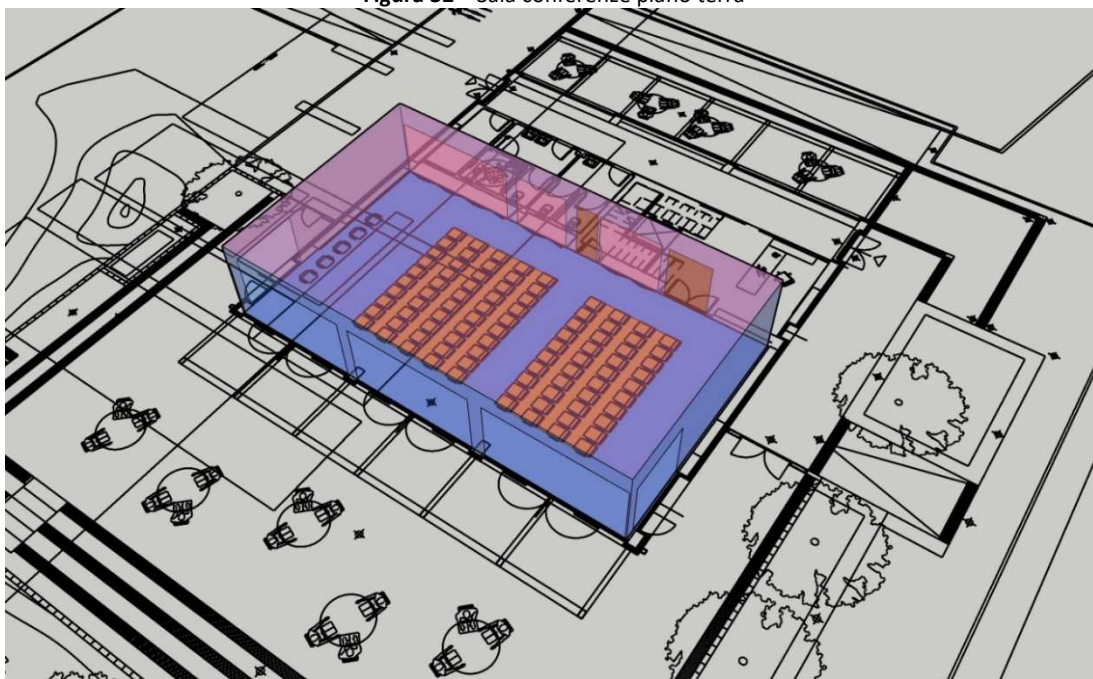
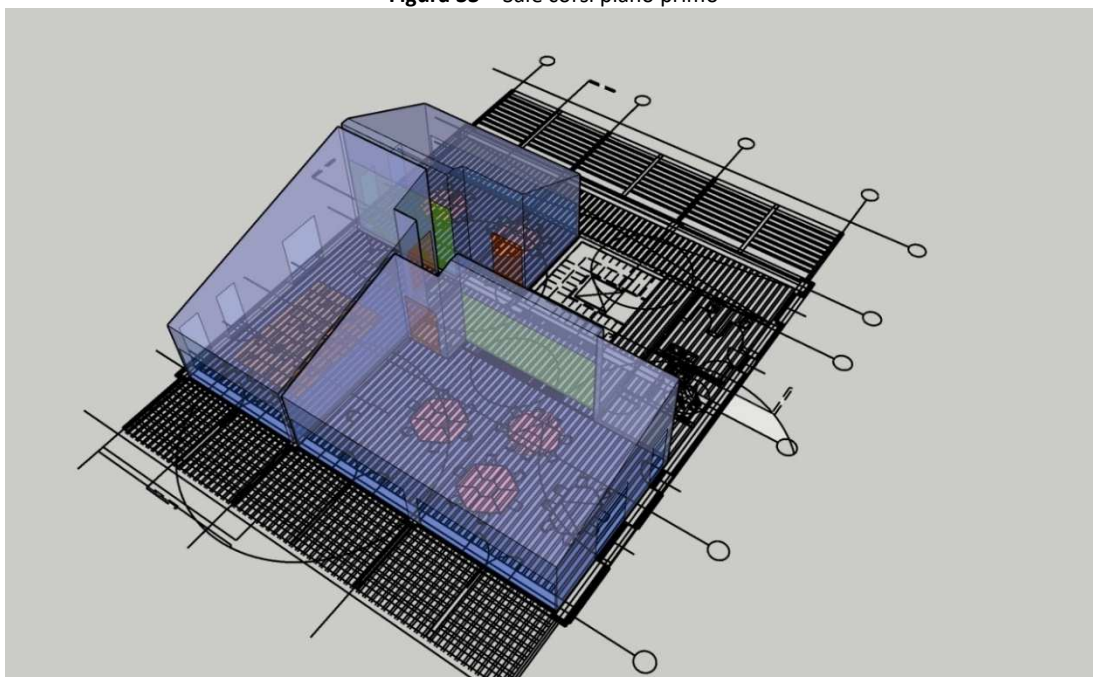


Figura 33 – Sale corsi piano primo



Gli ambienti sono stati disegnati in modelli geometrici 3D dai quali sono state tratte le superfici visibili dall'interno, ed alle quali associare i coefficienti di assorbimento acustici per determinare analiticamente il tempo di riverbero.

Sulla base degli elaborati architettonici, dal database materiali si sono selezionate le *textures* più congrue e idonee a rappresentare il coefficiente di assorbimento acustico dei materiali decisi dal progetto architettonico. Fra queste si citano, in particolare:

- vetri camera, per tutte le superfici finestrate
- intonaco, per tutte le porzioni opache di parete o soffitto non ricoperte da altri pannelli
- piastrelle o linoleum, per le superfici di calpestio
- legno impiallacciato o tamburato, per le porte e i tavoli
- imbottitura moderata, per le sedie

Sulla base delle risultanze dell'analisi sui volumi architettonici come da progetto iniziale, si sono selezionati i sistemi di posa specifici per il condizionamento acustico passivo, al fine di migliorare il comfort acustico all'interno degli ambienti studiati.

8.2 Sala polivalente al piano terra

Per la sala polivalente al piano terra il trattamento acustico interno risultante dall'analisi prevede che il controsoffitto a quadrotti già a progetto venga realizzato con un analogo sistema in pannelli tipo ROCKFON modello BLANKA di spessore pari a 20 mm, da montarsi con pendinatura e intercapedine non inferiore a 200 mm, compatibile con gli spazi definiti a progetto.

In figura 34 si riportano le caratteristiche di fonoassorbimento del componente ed alcune immagini rappresentative; in allegato 1 sono raccolti alcuni elementi della scheda tecnica.

Figura 34 – sala polivalente, controsoffitto acustico: coefficienti di assorbimento acustico e immagini rappresentative

Materiale	Coefficienti di assorbimento					
	α (125Hz)	α (250Hz)	α (500Hz)	α (1000Hz)	α (2000Hz)	α (4000Hz)
ROCKFON BLANKA A/E 60x60 - 20-25 mm/200	0,6	0,9	1	0,9	1	1

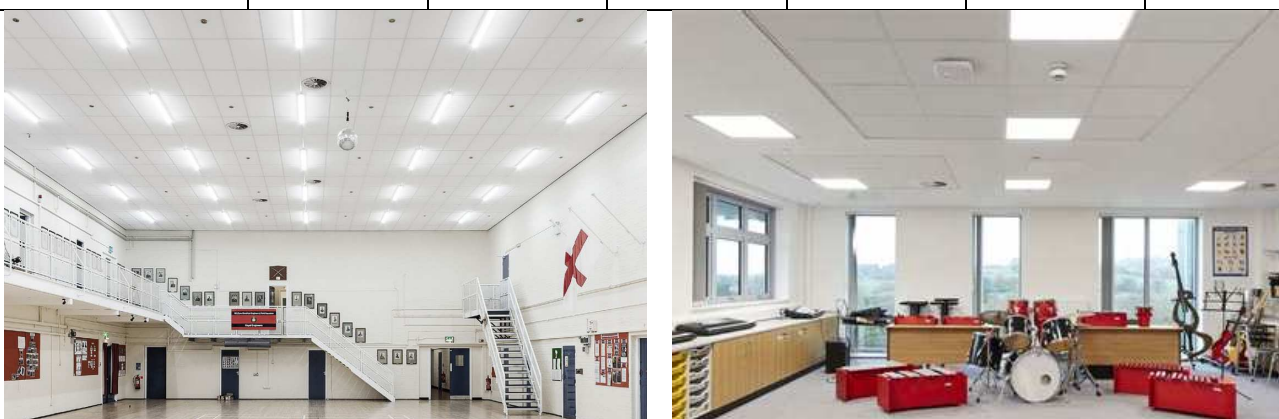
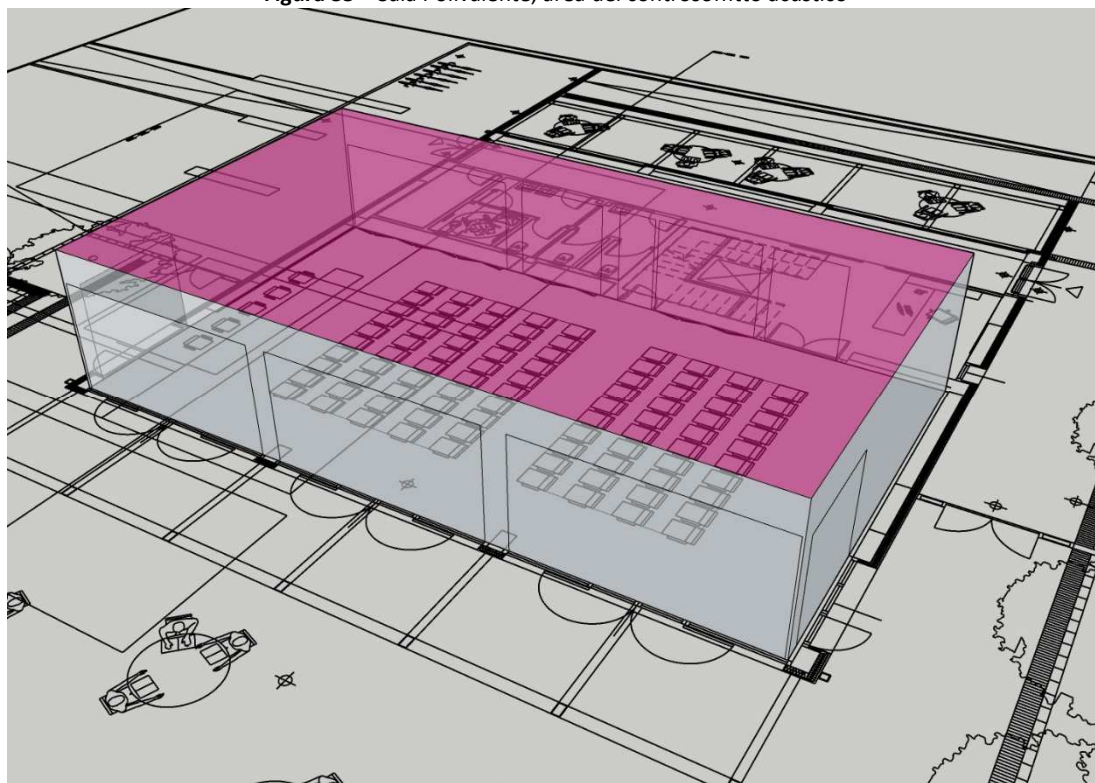


Figura 35 – Sala Polivalente, area del controsoffitto acustico



8.3 Sale Corsi al primo piano

Per le sale corsi al piano primo il trattamento acustico interno risultante dall'analisi prevede, seguendo un criterio di omogeneità del trattamento, un unico prodotto in pannelli d'arredo da applicare alle pareti per migliorare gli indici di qualità acustica interna; in realtà esso risulterà piuttosto versatile nel personalizzare i diversi ambienti, perché può essere fornito nelle seguenti versioni:

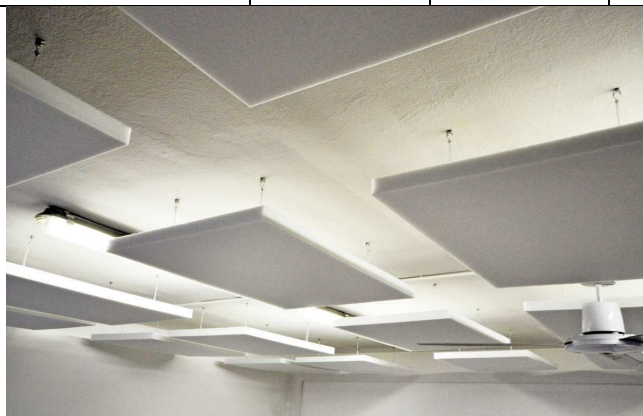
- bianco non stampato
- bianco stampato in tinta unita Pantone

Le pannellature fonoassorbenti fanno dunque riferimento al prodotto tipo TECNASFALTI ISOLSPACE STYLE, in fibra tessile tecnico di poliestere ad elevato potere fonoassorbente e densità variabile.

In figura 36 si riportano le caratteristiche di fonoassorbimento del componente ed alcune immagini rappresentative; in allegato 1 sono raccolti alcuni elementi della scheda tecnica e un estratto della certificazione dei coefficienti di assorbimento acustico.

Figura 36 – sale corsi, rivestimenti acustici a parete: coefficienti di assorbimento acustico e immagini rappresentative

Materiale	Coefficienti di assorbimento					
	α (125Hz)	α (250Hz)	α (500Hz)	α (1000Hz)	α (2000Hz)	α (4000Hz)
ISOLMANT ISOLSPACE STYLE - in aderenza	0,25	0,5	0,85	1	1	0,9



La superficie di ricoprimento fonoassorbente degli ambienti corrisponde a circa il 50% della superficie totale delle porzioni opache dell'involucro interno. I pannelli fonoassorbenti individuati, di dimensioni 100x140cm e spessore 45mm, saranno fissati a parete con supporti in velcro adesivo in numero e area come dettagliato nella tabella in figura 37.

Figura 37 – sale corsi, rivestimenti acustici a parete: numero pannelli e corrispondenti superfici

	Numero Pannelli	m ² superficie pannelli fonoassorbenti
Sala Corsi 1	29	40
Sala Corsi 2	29	40
Sala Corsi 3	20	28

Nelle figure seguenti, per ogni sala vengono identificate le superfici verticali occupabili al 50% dai pannelli fonoassorbenti; le posizioni potranno essere definite dalla Direzione Lavori in corso di realizzazione dell'edificio.

Figura 38 – Sala Corsi 1, area occupata al 50% da pannellature fonoassorbenti

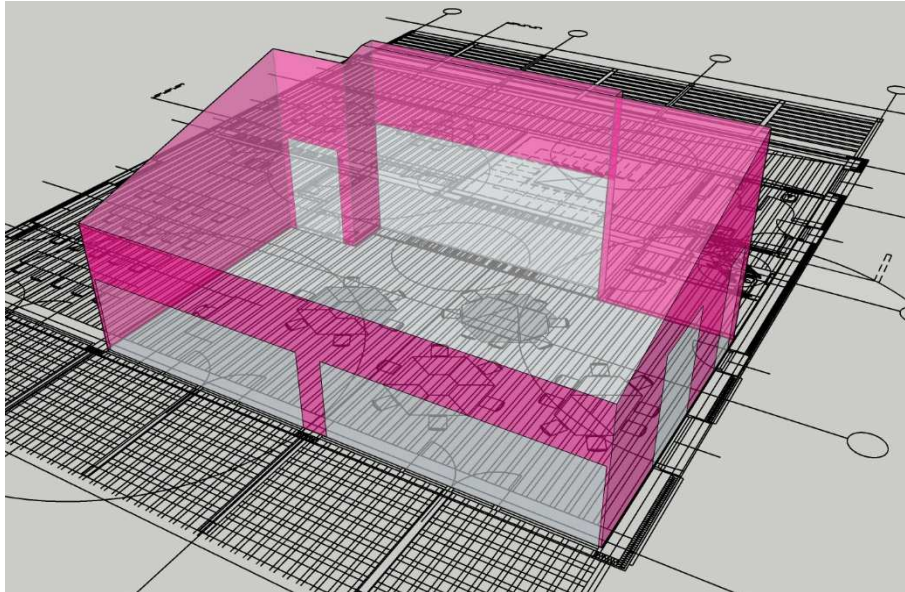


Figura 39 – Sala Corsi 2, area occupata al 50% da pannellature fonoassorbenti

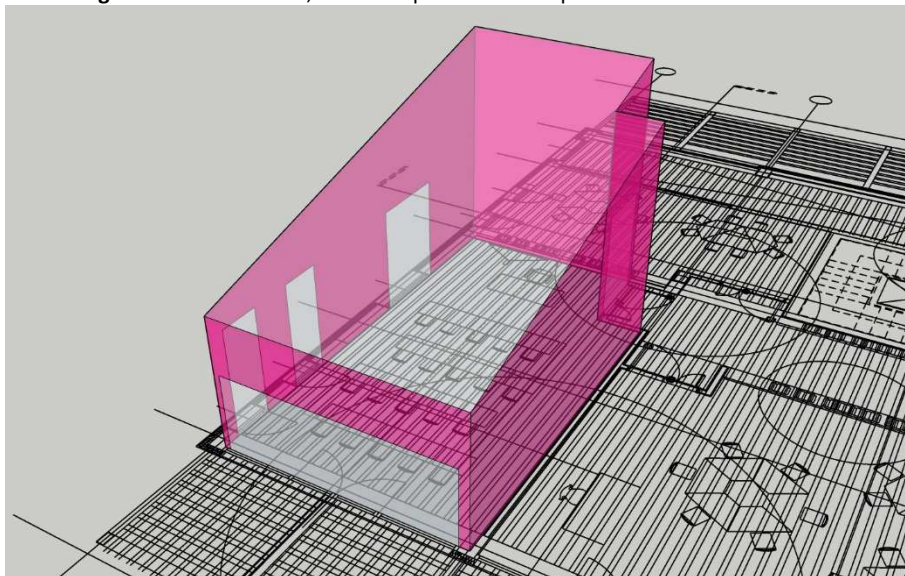
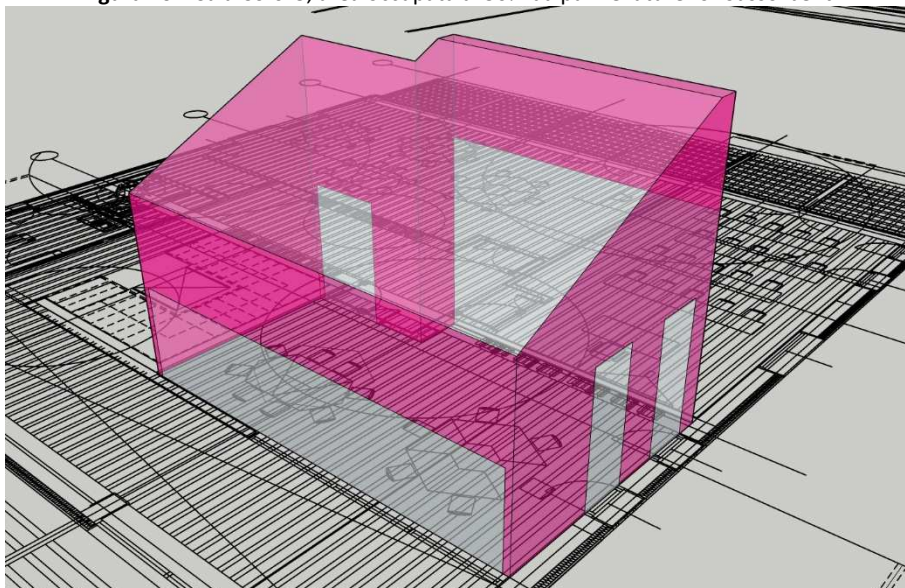


Figura 40 – Sala Corsi 3, area occupata al 50% da pannellature fonoassorbenti



8.4 Risultati previsionali del trattamento acustico degli ambienti

Nella tabella in figura 41 possono leggersi i risultati sintetici delle simulazioni acustiche attivate per gli ambienti oggetto di studio. Nei diagrammi alla pagina seguente, gli stessi risultati sono invece dettagliati graficamente.

Il valore previsionale risultante del tempo di riverbero RT, in tutti gli ambienti, è contenuto in modo armonico sulle varie frequenze, in linea con gli obiettivi definiti al paragrafo §1.4. Esso assume un valore medio inferiore a quello indicato dalla normativa UNI11367 per le frequenze comprese fra 500 e 1000 Hz.

Grazie alla riduzione dei tempi di riverberazione e in funzione della volumetria dei locali considerati, si osservano inoltre buoni risultati nei valori della chiarezza C_{50} e conseguentemente un buon livello di intellegibilità del parlato.

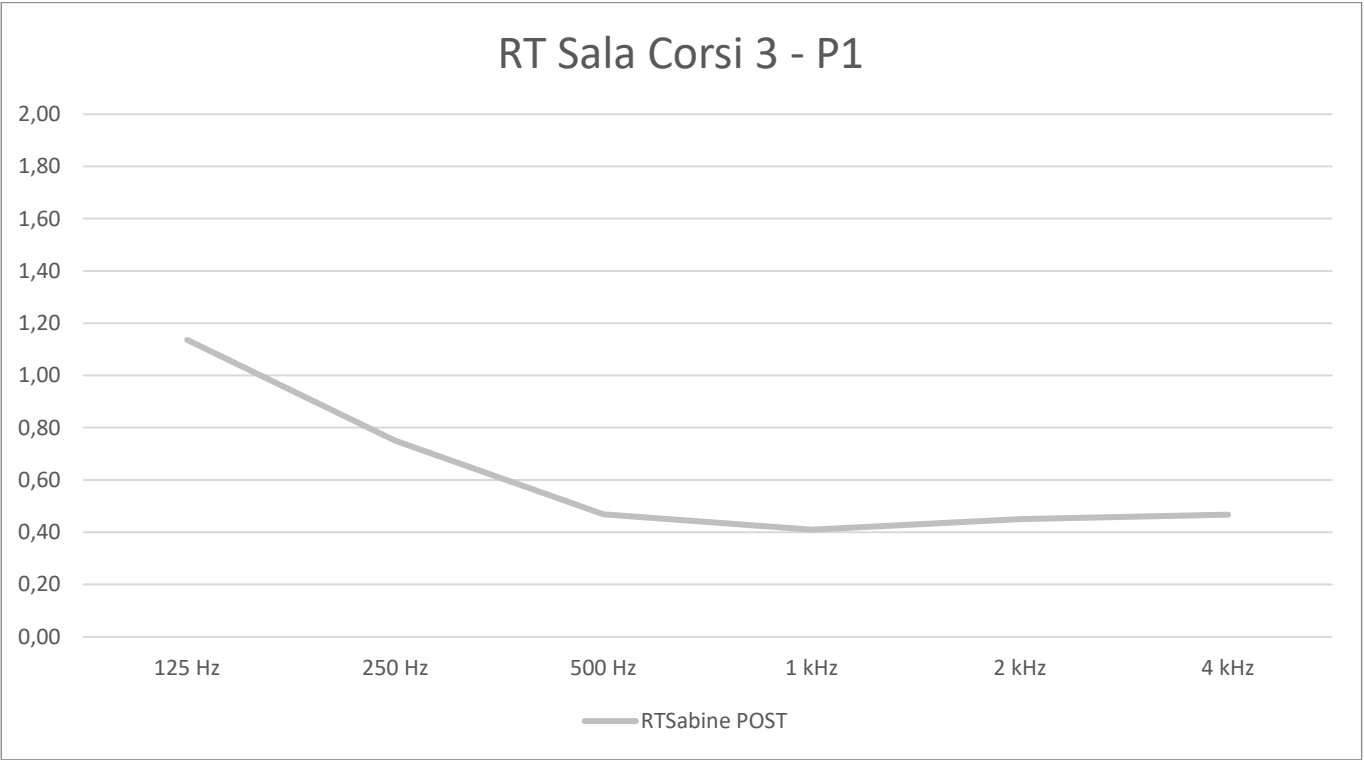
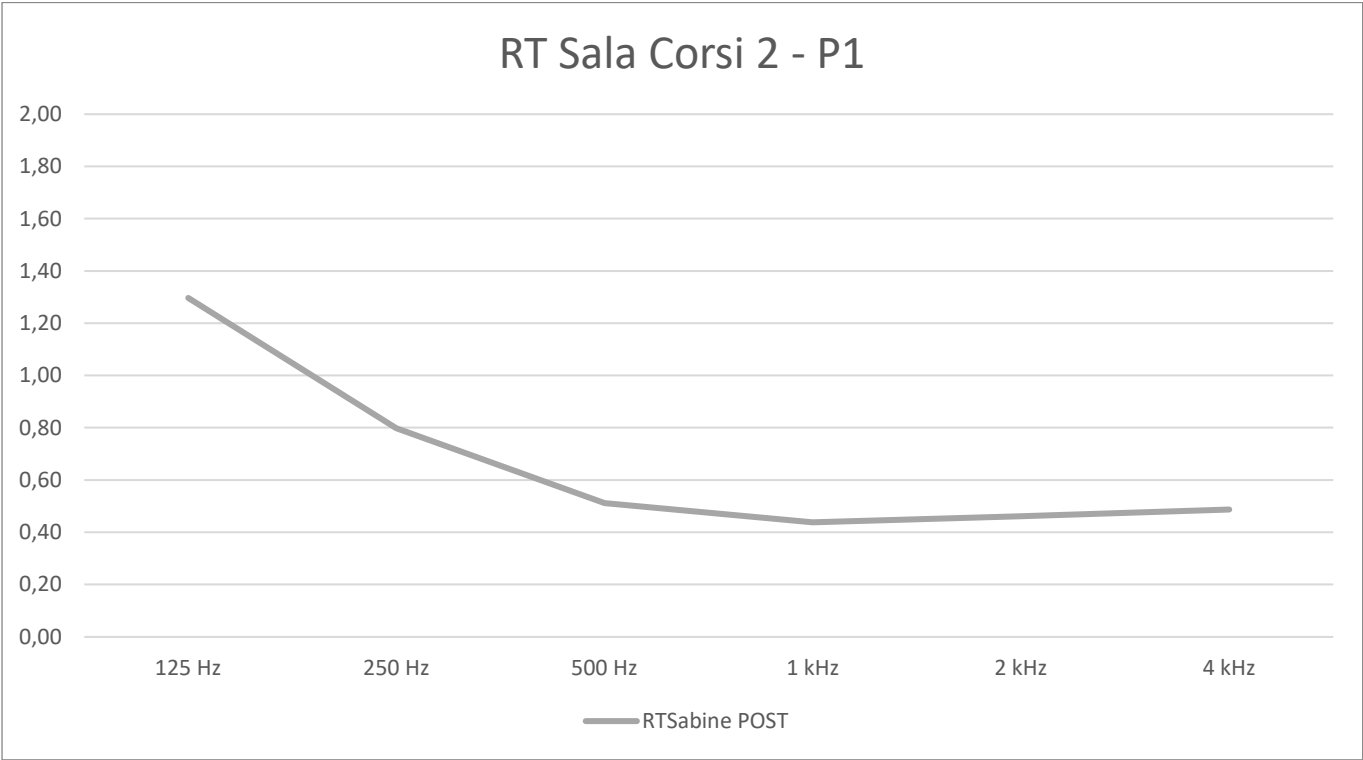
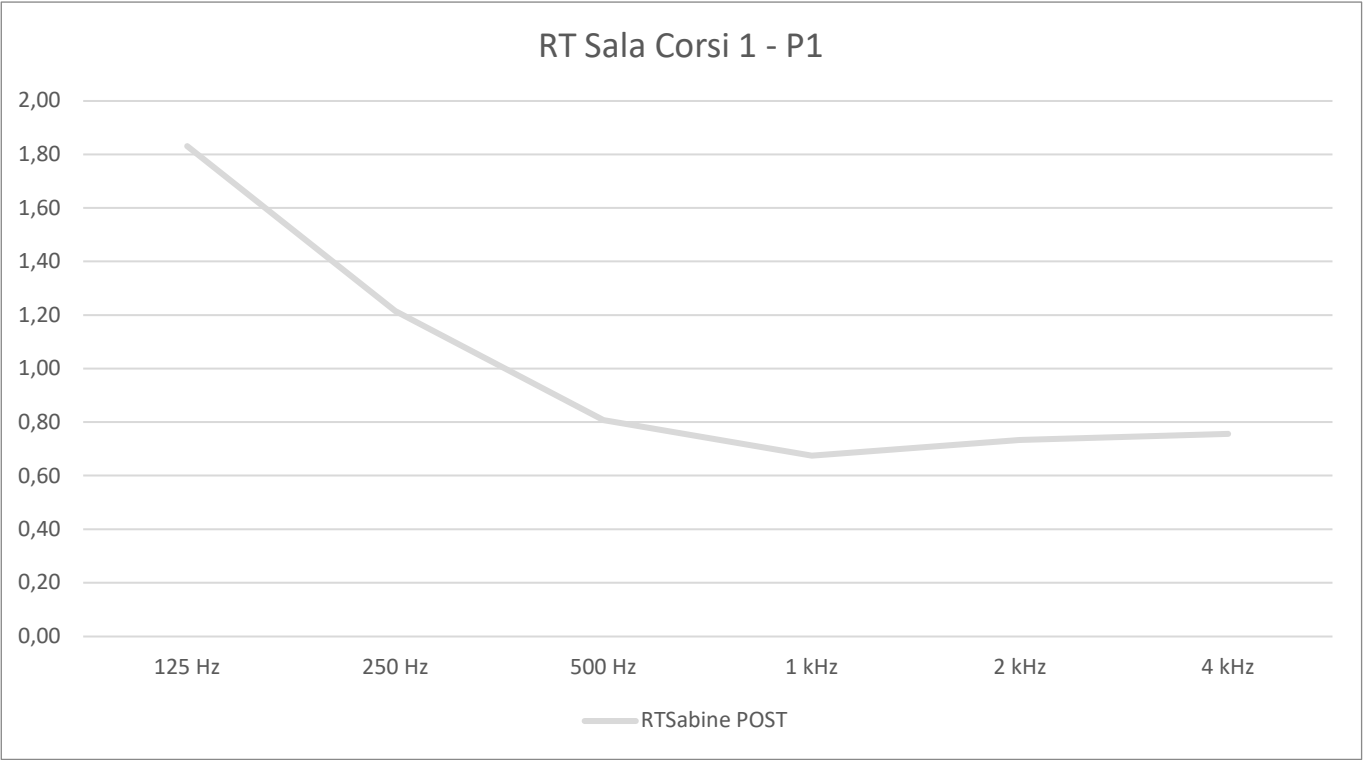
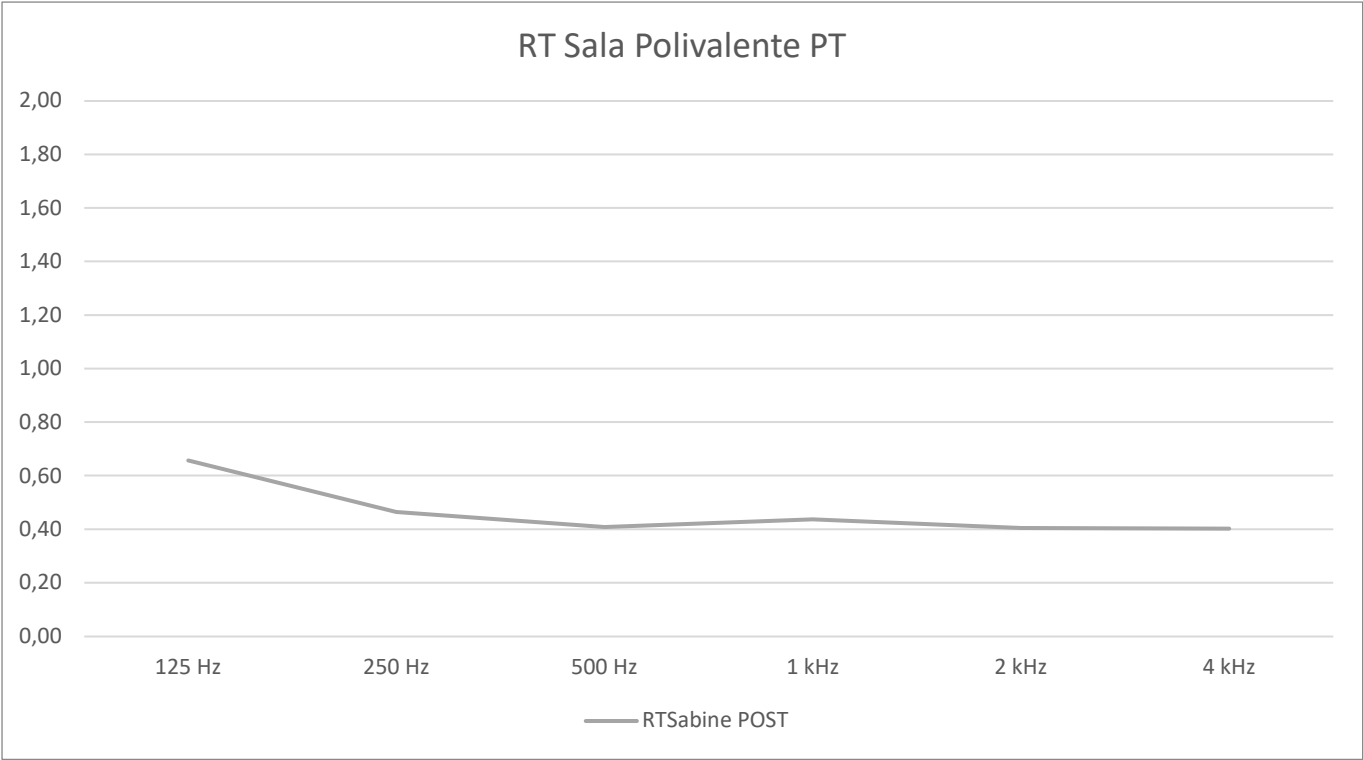
Figura 41 – Sintesi risultati numerici previsionali: Tempo di Riverbero e Chiarezza C_{50}

	Volume [m ³]	Posti	RT 125 Hz	RT 250 Hz	RT 500 Hz	RT 1 kHz	RT 2 kHz	RT 4 kHz	Media RT 500- 1000	RT rif UNI 11367	C_{50}
Sala Polivalente	399	95	0,66	0,46	0,41	0,44	0,40	0,40	0,42	0,86	6,81
Sala Corsi 1	219	29	1,83	1,21	0,81	0,68	0,73	0,76	0,74	0,78	1,20
Sala Corsi 2	148	20	1,30	0,80	0,51	0,44	0,46	0,49	0,47	0,72	3,62
Sala Corsi 3	112	15	1,14	0,75	0,47	0,41	0,45	0,47	0,44	0,69	4,12

Negli ambienti al primo piano, considerati il volume e il trattamento acustico qui definito, sarà possibile per un oratore parlare ad un tono di voce normale.

Nella sala polivalente al piano terra, a prescindere dai buoni risultati del trattamento acustico, come anche la normativa tecnica suggerisce in considerazione della grandezza dell'ambiente, sarà opportuno predisporre un impianto di amplificazione del parlato al fine di ridurre lo sforzo vocale, che altrimenti sarebbe normalmente elevato.

Figura 42 – Sintesi grafica dei valori previsionali del tempo di riverbero nei quattro ambienti studiati



9 VERIFICHE DOCUMENTALI AI SENSI DEL DECRETO MTE 23/06/2022

Al di là dei prodotti da costruzione coinvolti nelle stratigrafie e nei sistemi qui sottoposti a verifica previsionale, e per le cui verifiche di competenza si rimanda alle altre relazioni tecniche di progetto di riferimento (a titolo di esempio non esaustivo, gli elaborati in ambito architettonico, impiantistico e antincendio), nel presente capitolo viene dato riscontro delle documentazioni relative ai prodotti acustici tipo assunti a riferimento per le analisi inerenti il comfort acustico della sala polivalente al piano terra e delle aule corsi al piano primo.

Per tali prodotti tipo, nello specifico il controsoffitto fonoassorbente della sala polivalente e le pannellature a parete delle sale corsi, si è fatta richiesta alle rispettive Aziende di riferimento, affinché fornissero idonea documentazione ai sensi di quanto richiesto dal Decreto MTE 23/06/2022 sui 'Criteri Ambientali Minimi'.

Pur rimandando ai documenti ricevuti nella loro completezza, e che sono allegati alla raccolta di progetto, di seguito si sintetizzano i valori principali emergenti dalla lettura di tali certificati.

9.1 'Certificazioni CAM' inerenti al controsoffitto fonoassorbente in sala polivalente

Con riferimento ai prodotti tipo citati nello specifico paragrafo §8.2, il Produttore allo scopo contattato ha fornito la seguente documentazione:

- ✓ certificazione di contenuto di riciclato, **pari a 42,80% e quindi superiore al limite minimo 15%** come da tabella annessa al punto 2.5.7 del decreto di riferimento, attestato attraverso l'esplicazione del bilancio di massa, conforme alla norma ISO 14021;
- ✓ certificato inerente le emissioni negli ambienti confinati, **classe M1** secondo protocollo finlandese "Emission classification of Building Materials", coerentemente con quanto richiesto al punto 2.5.1 del decreto di riferimento.

9.2 'Certificazioni CAM' inerenti al controsoffitto fonoassorbente in sala polivalente

Con riferimento ai prodotti tipo citati nello specifico paragrafo §8.3, il Produttore allo scopo contattato ha fornito la seguente documentazione:

- ✓ dichiarazione di contenuto di riciclato, **pari a 70-75% e quindi superiore al limite minimo 50%** come da tabella annessa al punto 2.5.7 del decreto di riferimento, attestato attraverso l'esplicazione del bilancio di massa, conforme alla norma ISO 14021;
- ✓ VOC emission test report, inerente le emissioni negli ambienti confinati, dal quale risultano **emissioni compatibili** con i limiti della tabella annessa al punto 2.5.1 del decreto di riferimento.

10 CONCLUSIONI

Il presente documento ha avuto come scopo la verifica previsionale dei requisiti acustici passivi nell'ambito del progetto di riconversione dell'Ex Fienile sito nell'area della Biblioteca Comunale in via Galliera nel Comune di Argelato.

L'analisi è stata orientata alla verifica previsionale del rispetto dei limiti più restrittivi risultanti da un confronto fra i limiti prescritti dai due documenti di legge DPCM 5/12/97 e DM 23/06/2022.

Per l'edificio in progetto, si è svolta l'analisi previsionale dei requisiti acustici passivi coinvolti e del comfort acustico interno, verificando il rispetto dei limiti prestazionali di legge ad opera delle stratigrafie e dei sistemi individuati dal progetto architettonico, oppure fornendo indicazioni in merito ai materiali e componenti idonei allo scopo.

La presente relazione tecnica illustra quindi le suddette stratigrafie e i componenti necessari al conseguimento delle prestazioni fonoisolanti e fonoassorbenti richieste dal suddetto apparato legislativo vigente; ove necessario, si sono suggeriti inoltre miglioramenti delle soluzioni definite dal progetto architettonico al fine di allineare la prestazione acustica dell'edificio ai requisiti di legge.

Per il dettaglio utile alla qualifica delle forniture e per le indicazioni fornite sul progetto architettonico e sulle operazioni di massima delle pose, si rimanda quindi al contenuto integrale del presente documento.

Si ricorda che all'ottenimento in opera dei valori prestazionali in questa sede verificati in via previsionale, collaborano parimenti tanto il rispetto delle stratigrafie e dei componenti qui descritti quanto le attenzioni da porsi durante i lavori al fine di limitare la trasmissione del suono nelle strutture e attraverso i giunti fra componenti.

eseguito e redatto da

Enrico Manzi

Ingegnere Edile

Tecnico Competente in Acustica

Iscrizione Elenco Nazionale **5057**

Iscrizione Elenco Regionale **RER/00009**



ENRICO MANZI
Ingegneria Acustica

Allegato 1

SCHEDE TECNICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI PER IL TRATTAMENTO ACUSTICO



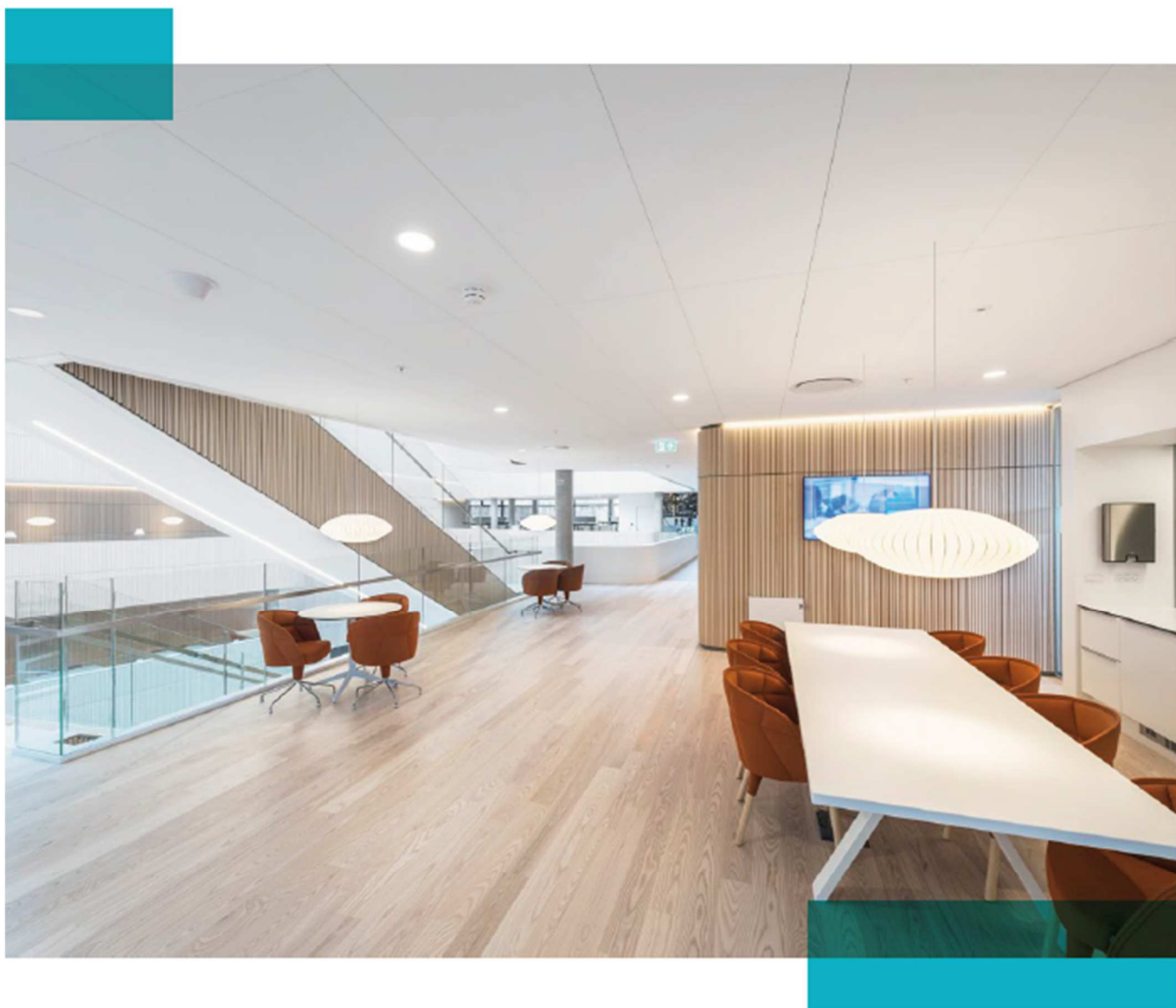
Prodotto tipo individuato per i controsoffitti acustici in sala polivalente



Part of the ROCKWOOL Group

Rockfon Blanka®

Scheda tecnica



Sounds Beautiful

Rockfon Blanka®



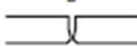
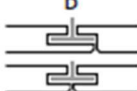




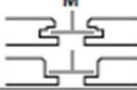
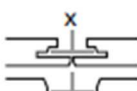
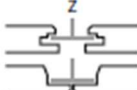
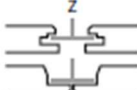
- Superficie bianchissima, liscia e matt per una riflessione e una diffusione della luce ottimali
- Ottimo assorbimento acustico
- Pannelli multidirezionali per una messa in opera facile e veloce
- Resistenza alla polvere e alle manipolazioni per una perfetta tenuta nel tempo dell'aspetto estetico

Descrizione prodotto

- Pannello in lana di roccia (20, 22 o 25 mm)
- Faccia a vista: velo verniciato extra bianco con finitura liscia e matt
- Faccia superiore: controvelo
- Bordi verniciati (eccetto il bordo A)

Aree di applicazione

- Uffici
- Scuole
- Commercio
- Sport & Divertimento
- Strutture Sanitarie

Bordi	Dimensioni modulari (mm)	Peso (kg/m²)	Sistema di installazione raccomandato
	600 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System T15 A™
	1200 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System T15 A™
	600 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System XL T24 A™
		2,3	Rockfon® System T24 A, E ECR™
		2,3	Rockfon® System Maxispan T24 A, E™
		2,3	Rockfon® System T24 A Anti-seismic™
	1200 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System T24 A, E ECR™
		2,3	Rockfon® System Maxispan T24 A, E™
	1500 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System T24 A™
	1800 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System XL T24 A™
	2100 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System Maxispan T24 A, E™
	2400 x 600 x 20	2,3	Rockfon® System Maxispan T24 A, E™
	1200 x 1200 x 25	2,7	Rockfon® System T24 A™
	600 x 600 x 20	3,4	Rockfon® System B Adhesive™
	600 x 600 x 20	3,4	Rockfon® System XL T24 D™
		3,4	Rockfon® System T24 Stepped Z D™
	1200 x 1200 x 25 *	4,1	Rockfon® System T24 D™
		4,1	Rockfon® System T24 Stepped Z D™
	1200 x 300 x 20	3,4	Chicago Metallic™ Bandrafter + Standard Z
	1200 x 600 x 20	3,4	Chicago Metallic™ Bandrafter + Standard Z
	1350 x 300 x 20	3,4	Chicago Metallic™ Bandrafter + Standard Z
	1350 x 600 x 20	3,4	Chicago Metallic™ Bandrafter + Standard Z
	1500 x 300 x 20	3,4	Chicago Metallic™ Bandrafter + Standard Z
	1500 x 600 x 20	3,4	Chicago Metallic™ Bandrafter + Standard Z
	1800 x 300 x 20	3,4	Chicago Metallic™ Bandrafter + Standard Z
	1800 x 600 x 20	3,4	Chicago Metallic™ Bandrafter + Standard Z
	600 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System T15 E™
		2,8	Rockfon® System Ultraline E™
	1200 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System T15 E™
		2,8	Rockfon® System Ultraline E™
	1350 x 300 x 20	2,8	Rockfon® System T15 E™
	600 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System Ultraline E™
		2,8	Rockfon® System XL T24 E™
	1200 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System T24 A, E ECR™
		2,8	Rockfon® System Maxispan T24 A, E™
		2,8	Rockfon® System T24 A, E ECR™
	600 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System Maxispan T24 A, E™
		2,8	Rockfon® System Maxispan T24 A, E™
	600 x 600 x 20	3,4	Rockfon® System G direct™
	1200 x 600 x 20	3,4	Rockfon® System T24 M™
	600 x 600 x 22	3,4	Rockfon® System T24 M™
		3,4	Rockfon® System T24 M™
	1200 x 600 x 22	3,7	Rockfon® System T24 X™
		3,7	Rockfon® System T24 X DLC™
	1800 x 600 x 22	3,7	Rockfon® System T24 X™
		3,7	Rockfon® System T24 X DLC™
	2100 x 600 x 25	4,1	Rockfon® System T24 X™
	600 x 600 x 20	4,1	Rockfon® System T24 X DLC™
		4,1	Rockfon® System T24 X DLC™
	1200 x 600 x 20	3,4	Rockfon® System T24 Z™
		3,4	Rockfon® System T24 Z™
	1800 x 600 x 20	3,4	Rockfon® System T24 Z™
	1800 x 600 x 20	3,4	Rockfon® System T24 Z™

* Si consiglia l'utilizzo del profilo di irrigidimento.



ENRICO MANZI
Ingegneria Acustica



Prestazioni



Assorbimento acustico
 α_w : fino a 1,00 (Classe A)



Isolamento acustico laterale
 D_{nLw} = 26 dB

D_{nLw} con Acoustimass = 40 dB
Le proprietà di isolamento acustico (D_{nLw}) presenti nella scheda tecnica si riferiscono a pannelli con bordo A.
*Valori ottenuti sulla base di analisi teoriche



Reazione al fuoco
A1



Riflessione e diffusione della luce

Riflessione della luce: 87%
Diffusione della luce: superiore al 99%



Resistenza all'umidità e alla flessione

Fino a 100% UR (umidità relativa).
Nessuna flessione visibile con alti livelli di umidità.
C/0N



Manutenzione ordinaria

- Aspiratore
- Panno umido



Igiene

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



Dureabilità della superficie

Resistenza alla polvere e alle manipolazioni

Resistenza all'abrasione umida: Classe 1

La resistenza all'abrasione umida è stata misurata secondo la norma EN ISO 11998:2007 da cui deriva una classificazione tra 1 e 5 (1 essendo il risultato ottimale).



Impatto ambientale

2.43 - 4.14 kg. of CO2 eq.
(cradle to gate basato sulle EPD)



Resistenza al fuoco



Ambiente

Lana di roccia completamente riciclabile
Il contenuto di riciclato dei prodotti Rockfon è compreso tra il 29% ed il 64%, in accordo alla ISO 14021
Le soluzioni Rockfon sono Cradle Certified® Silver e Bronze (dipende dal prodotto)



Ambiente interno

Una selezione di prodotti Rockfon possiede la classificazione finlandese M1 e l'etichetta danese sulla qualità dell'aria interna per i prodotti a basse emissioni



La classe A+, secondo l'etichetta COV francese, è valida per la maggior parte dei prodotti in gamma. In funzione del bordo, alcuni prodotti sono classificati A. Per maggiori dettagli consultare la Dichiarazione di sostenibilità del prodotto.



Resistenza agli urti

Class 3A

Rockfon Blanka con bordo Z o M è stato testato per la resistenza agli urti secondo la norma EN13964 - Annex D e approvato in Classe 3A.



Finiture

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.

Risultato	Dimensioni modulari (mm)	Bordi	Con isolamento possibile Rockdax	Rapporto di prova
REI 180	600 x 600 x 20	A24, E24, M, X & Z	Sì	vedere il fascicolo tecnico su www.rockfon.it



ENRICO MANZI
Ingegneria Acustica

Prodotto tipo individuato per i pannelli verticali nelle sale corsi



SCHEDA TECNICA

IsolSpaceStyle è un pannello fonoassorbente sviluppato per la correzione acustica degli ambienti della vita quotidiana. Applicato a vista, in aderenza a parete o a soffitto, oppure pendinato in sospensione a baffle o a isola, consente di assorbire le onde sonore all'interno di locali particolarmente riverberanti quali ad esempio ristoranti, aule scolastiche, sale conferenze, uffici, palestre, open space, negozi, piscine, chiese, rendendoli quindi maggiormente confortevoli.

- Non contiene sostanze volatili (VOC A+, Certificazione Eurofins Indoor Air Comfort GOLD);
- Ecologico e riciclabile;
- Produzione a basso impatto ambientale;
- Contribuisce a conseguire i crediti per la certificazione ambientale di un edificio secondo i protocolli LEED o ITACA;
- Può essere smaltito secondo CER n. 170604.

Rispetta le prescrizioni definite dai CAM Edilizia per i materiali per l'isolamento acustico e termico relativamente alla richiesta di elevate prestazioni di assorbimento acustico, alla percentuale di riciclato e all'assenza di sostanze pericolose.

Formato rettangolare



50 x 70 cm



70 x 100 cm



100 x 140 cm



140 x 200 cm

Formato circolare



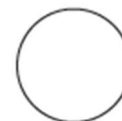
Ø 45 cm



Ø 65 cm



Ø 85 cm



Ø 125 cm

Colori fibra



Bianco



Nero

Spessore



45 mm circa



SOSTENIBILE



SALUBRE



ECOLOGICO



ENRICO MANZI
Ingegneria Acustica

STYLE BLACK&WHITE

È la versione standard di isospace Style, che prevede di utilizzare il pannello nella sua conformazione originale lasciando a vista il colore della fibra bianca o nera. La fibra nera si caratterizza per una particolare eleganza e raffinatezza, il bianco rimane un classico intramontabile che si adatta agli ambienti. Style Black&White è disponibile nei formati standard (rettangolari e circolari) o in formati fuori standard personalizzati.

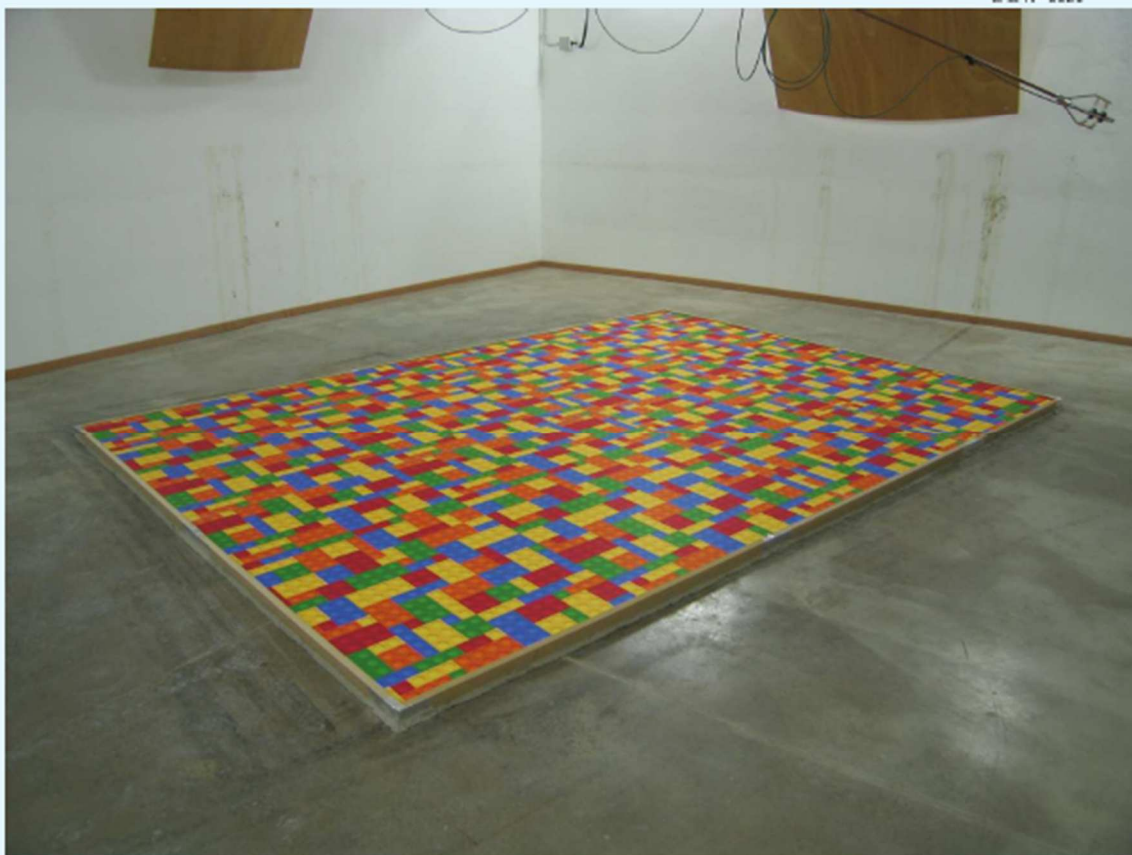


(Rapporto di prova n. / Test report No. 328765 del / dated 30/10/2015)

segue - foglio 3 di 9 / sheet 3 / 9 follows



LAB N° 0021



Fotografia del campione.
Photograph of sample.

Riferimenti normativi.

Normative references.

La prova è stata eseguita secondo le prescrizioni della norma UNI EN ISO 354:2003 del 01/12/2003 "Acustica - Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante".

The test was carried out in accordance with standard UNI EN ISO 354:2003 dated 01/12/2003 "Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room".

Apparecchiatura di prova.

Test apparatus.

Per l'esecuzione della prova è stata utilizzata la seguente apparecchiatura:

- amplificatore di potenza 2000 W modello "EPX2000" della ditta Behringer;
- equalizzatore digitale a terzi d'ottava modello "DEQ2496" della ditta Behringer;
- n. 2 diffusori acustici omnidirezionali;



ENRICO MANZI
Ingegneria Acustica

(Rapporto di prova n. / Test report No. 328765 del / dated 30/10/2015)

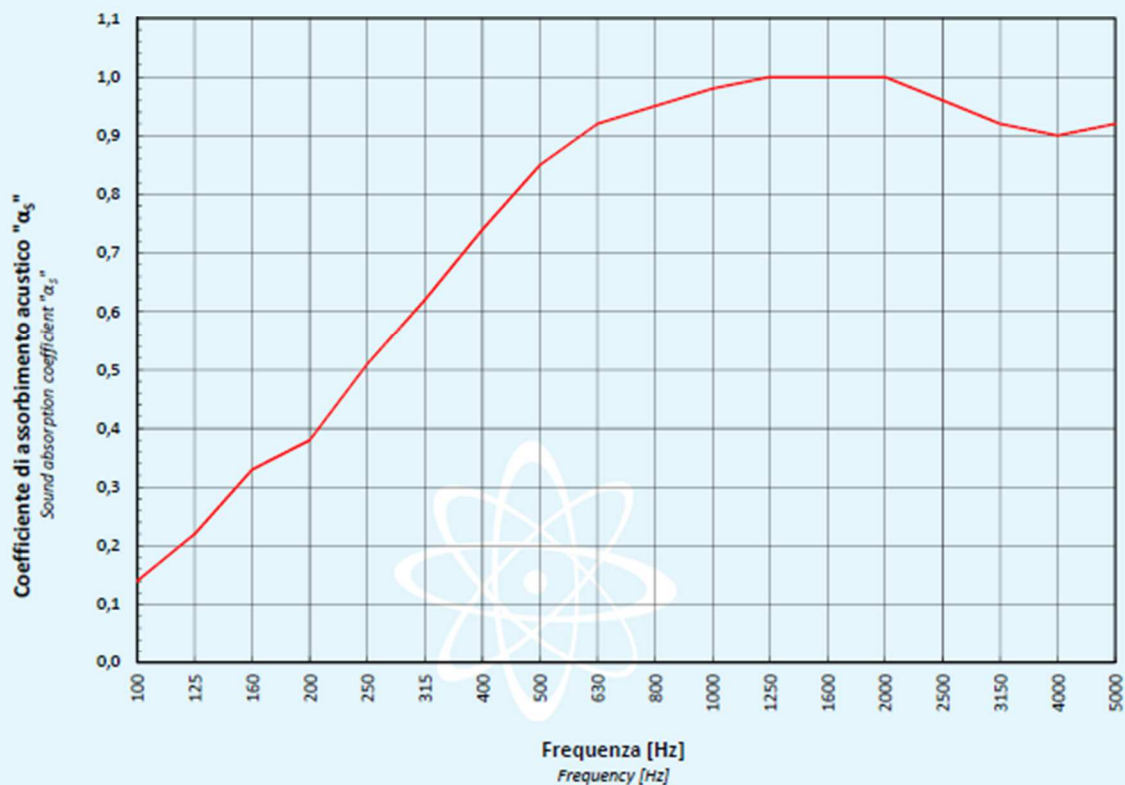
segue - foglio 9 di 9 / sheet 9 / 9 follows



LAB N° 0021

ANDAMENTO DEL COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO ACUSTICO " α_s " PER TERZI D'OTTAVA*

ONE-THIRD OCTAVE SOUND ABSORPTION COEFFICIENT CURVE " α_s "*



(*) valutazione basata su risultati di misurazioni di laboratorio ottenuti mediante un metodo tecnico.
evaluation based on laboratory measurement results obtained by an engineering method.

Il Responsabile Tecnico di Prova
Test Technician
(Geom. Omar Nanni)

[Signature]

Il Responsabile del Laboratorio
di Acustica e Vibrazioni
Head of Acoustics and Vibrations Laboratory
(Dott. Ing. Roberto Baruffa)

[Signature]

L'Amministratore Delegato
Chief Executive Officer
(Dott. Arch. Sara Lorenza Giordano)

[Signature]



ENRICO MANZI
Ingegneria Acustica

ALLEGATO "A" AL RAPPORTO DI PROVA N. 328765

ANNEX "A" TO TEST REPORT No. 328765

Luogo e data di emissione: Bellaria-Igea Marina - Italia, 30/10/2015

Place and date of issue:

Committente: TECNASFALTI S.r.l. - Via dell'Industria, 12 - Località Francolino - 20080 CARPIANO

Customer: (MI) - Italia

Oggetto: calcolo del coefficiente di assorbimento acustico pesato " α_w " secondo la norma UNI EN

Purpose: ISO 11654:1998 del 31/10/1998 "Acustica - Assorbitori acustici per l'edilizia - Valutazione dell'assorbimento acustico" / calculation of the weighted sound absorption coefficient " α_w " in accordance with standard UNI EN ISO 11654:1998 dated 31/10/1998 "Acoustics - Sound absorbers for use in buildings - Rating of sound absorption"

Frequenza [Hz] <i>Frequency [Hz]</i>	α_p in bande d'ottava (valore approssimato a 0,05 con valore massimo pari a 1,00) <i>α_p in octave bands (approximate value at 0,05 with maximum value of 1,00)</i>
125	0,25
250	0,50
500	0,85
1000	1,00
2000	1,00
4000	0,90

Coefficiente di assorbimento acustico pesato "α_w" (valore a 500 Hz della curva di riferimento arrotondato per passi di 0,05) / Weighted sound absorption coefficient "α_w" (value of the reference curve at 500 Hz)	0,80
Incertezza di misura "$U(\alpha_w)$" / Uncertainty of measurement "$U(\alpha_w)$"	0,04
Indicatore di forma* (intervallo di frequenze nel quale la curva " α_p " è superiore di 0,25 rispetto a quella di riferimento) / Shape indicator* (frequency range in which the " α_p " curve exceeds the shifted reference curve by 0,25 or more)	//
Classe di assorbimento acustico** / Sound absorption class**	B

(*) L = Low / M = Medium / H = High.

(**) A: $\alpha_w = 0,90, 0,95$ o/or $1,00$ / B: $\alpha_w = 0,80$ o/or $0,85$ / C: $\alpha_w = 0,60, 0,65, 0,70$ o/or $0,75$;

D: $\alpha_w = 0,30, 0,35, 0,40, 0,45, 0,50$ o/or $0,55$ / E: $\alpha_w = 0,15, 0,20$ o/or $0,25$;

Non Classificato/Not classified: $\alpha_w = 0,00, 0,05$ o/or $0,10$.

Note: valutazione basata su risultati di misurazioni di laboratorio ottenuti mediante un metodo tecnico; per i criteri di classificazione si veda il paragrafo "Incertezza di misura".

Notes: evaluation based on laboratory measurement results obtained by an engineering method; for the classification criteria see the section "Uncertainty of measurement".



LAB N° 0021

Il Responsabile Tecnico di Prova

Test Technician

(Geom. Omar Nanni)

[Signature]

Il Responsabile del Laboratorio di Acustica e Vibrazioni

Head of Acoustics and Vibrations Laboratory

(Dott. Ing. Roberto Baruffa)

[Signature]

L'Amministratore Delegato

Chief Executive Officer

(Dott. Arch. Sara Lorenza Giordano)

Firmato digitalmente da GIORDANO SARA LORENZA

[Signature]

Comp. AV
Revis. ON

Il presente allegato è composto da n. 1 fogli.
This annex consists of 1 sheet.

Foglio / Sheet
1 / 1




ENRICO MANZI
Ingegneria Acustica

Allegato 2

CERTIFICAZIONI PROFESSIONALI

16/12/2002 13:05 PG N. 0206/56 DEL 16/12/2002 FASC. 11.3.3/26/2002 PROV BO



Provincia di Bologna

SERVIZIO AMMINISTRATIVO AMBIENTE

ATTESTATO DI RICONOSCIMENTO DI TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA, DI CUI ALLA LEGGE 26 OTTOBRE 1995, N. 447.

Esaminata la domanda del Sig. **Enrico Manzi**,
nato a **BOLOGNA** il **25/11/1973**,
codice fiscale **MNZNRC73S25A944C**;

Verificato il possesso documentale dei requisiti di legge;

Visto l'art. 2 della Legge 447/95;
Visto il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 31 marzo 1998;
Visto l'art. 124 della L.R. Emilia Romagna n. 3/99;
Vista la deliberazione della Giunta Provinciale n. 404 del 19/9/1999, esecutiva ai sensi di legge;
Vista la deliberazione della Giunta Regionale n° 1203 del 8/7/2002 e la successiva nota del 14/10/2002 Prot. n° AMB/AMB/02/28914 del Responsabile del Servizio risanamento atmosferico, acustico, elettromagnetico della Regione Emilia Romagna;

SI RICONOSCE

al Sig. **Enrico Manzi** il possesso dei requisiti di legge per lo svolgimento dell'attività di tecnico competente in acustica, di cui alla legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Bologna, li **09/12/2002**



Il Dirigente
dr L. R. Mungari

ENTECA

Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica

[Home](#)
[Tecnici Competenti in Acustica](#)
[Corsi](#)
[Login](#)

[Tecnici Competenti in Acustica](#) / Vista

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	5057
Regione	EMILIA-ROMAGNA
Numero Iscrizione Elenco Regionale	RER/00009
Cognome	MANZI
Nome	ENRICO
Titolo studio	LAUREA IN INGEGNERIA EDILE
Estremi provvedimento	PROVINCIA (BOLOGNA) DETERMINA (n. 206756) del 09/12/2002
Luogo nascita	BOLOGNA
Data nascita	25/11/1973
Codice fiscale	MNZNRC73S25A944C
Nazionalità	Italia
Email	info@enricomanzi.it
Telefono	
Cellulare	3463114798
Data pubblicazione in elenco	10/12/2018