

CAPOGRUPPO MANDATARIO

TECO + Partners

studio tecnico associato con sede in via Tiarini 20/2b,
40129 Bologna, tel / fax: 051352493 / 051379161
e-mail: teco@studioteco.it

**Coordinamento fra le parti progettazioni
architettonica, DL generale ed esecutiva**

Ing. Carlo Rotellini



**Progettazione e DLO impianti idro-termo-
sanitari, antincendio, elettrici e speciali**

ing. Massimo Savini

**Coordinamento alla sicurezza in fase di
progettazione ed esecuzione**

arch. Patrizio Chiavarini

MANDANTE

MYND Ingegneria Srl



Via Andrea Costa 144 - 40067
Rastignano (Bo)
tel. +39-051-744362
fax. +39-051-744362
http: www.myndingegneria.it
@: info@myndingegneria.it

Progettazione e DL strutture

ing. Nicola Somà

MANDANTE

Dott. Geol. Luca Tondi

via P.G.Martini, n. 38/F - 40134 Bologna (BO)
tel +39 051 6144617, fax +39 051 6144617;
E-mail: luca@studio-tondi.it, PEC studio-tondi@pec.it.

**Responsabile della Redazione della
Relazione Geologica**

MANDANTE GIOVANE PROFESSIONISTA

Arch. Elena Melegari

Progettazione Opere Architettoniche

COMUNE DI
MARZABOTTO
(BO)



Progetto esecutivo per la ristrutturazione importante della nuova palestra di Marzabotto

responsabile del procedimento

Geom. Maurizio Sonori

COMMITTENTE:

Comune di Marzabotto

DATI GARA:

Committente: Unione dei Comuni dell'Appennino Bolognese
CUP. G69H17000000001, CIG. 7685448851, CPV. 71221000-3

TECO + Partners

Progetto Esecutivo

RELAZIONE SUI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI E ACUSTICA INTERNA DEGLI AMBIENTI

scala:

-

AC1

20/05/2019

data di emissione:

disegnato da:

approvato da:

CR

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO IN MATERIA DI ISOLAMENTO ACUSTICO.....	4
LIMITI DA RISPETTARE PER LA PALESTRA NEL COMUNE DI MARZABOTTO	7
3. ANALISI ACUSTICA DEGLI ELEMENTI EDILIZI COMPONENTI L'EDIFICIO.....	8
4. PARETI PERIMETRALI VERSO AMBIENTE ESTERNO	10
PARTIZIONI VETRATE.....	13
PORTE DI INGRESSO	15
5. FACCIATA SUPERIORE: TETTO DI COPERTURA.....	16
6. SOLUZIONE COSTRUTTIVA ORIZZONTALE.....	18
7. CORREZIONE ACUSTICA DELLA PALESTRA.....	20
8. IMPIANTI TECNICI	26
IMPIANTO IDRICO	26
UTA SPOGLIATOI.....	27
VALUTAZIONE PARAMETRI DI LEGGE E CONCLUSIONI.....	28

1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi dell'intervento di realizzazione di una nuova palestra scolastica nel comune di Marzabotto.

I relatori della presente sono in possesso della qualifica di cui all'art. 2, commi 6 e 7 della Legge 447/95, per lo svolgimento dell'attività di "Tecnico Competente" nel campo dell'acustica ambientale. Si segnala al Committente che le relazioni analitiche di calcolo previsionale contenute nelle norme vigenti (serie EN 12354) non sono relazioni esatte, ma derivate da modelli matematici estrapolati su base empirica. Esse sono caratterizzate da uno scarto tipo compreso tra 1,5 e 2 dB, pertanto a livello statistico si ha il 90% di probabilità che il risultato reale sia compreso in $\pm 3,3$ dB rispetto al dato di progetto. In base all'esperienza acquisita, a seguito anche delle numerose prove di collaudo effettuate in cantiere, in condizione di corretta posa dei materiali lo scarto tra il valore di progetto ed il valore misurato in opera è generalmente contenuto in 2 dB.

N.B. Tutto quanto contenuto nella presente relazione è solo ed esclusivamente inerente agli aspetti acustici dell'edificio. Si raccomandano pertanto le dovute verifiche di compatibilità strutturali, termoigrometriche, igroscopiche e tutti gli altri aspetti annessi alla costruzione.

Il tecnico
Dott. Ing. Alessia Carrettini
Tecnico Competente in Acustica
(D.P.G.R. Lombardia n°6446/09)

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO IN MATERIA DI ISOLAMENTO ACUSTICO

La normativa ha lo scopo di definire i limiti di isolamento acustico per tutti gli edifici con destinazione d'uso diversa da quella produttiva, al fine di prevenire il disturbo percepito all'interno degli ambienti abitativi per rumori provenienti dall'esterno dell'edificio, ma anche da rumori provocati all'interno dello stesso tra diverse unità immobiliari e/o dagli impianti a servizio.

La norma di riferimento in materia di inquinamento acustico è la **Legge 26 ottobre 1995 n° 447** "Legge quadro sull'inquinamento acustico". Tale legge stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

In attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera e) della Legge 447/95, con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 dicembre 1997, sono stati determinati i requisiti delle sorgenti sonore interne agli edifici e i requisiti acustici passivi degli edifici.

La classificazione degli edifici è definita in relazione alla destinazione d'uso dell'immobile e precisamente

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

ove per ciascuna categoria sono definiti i valori minimi di isolamento per le partizioni verticali ed orizzontali, mentre si definiscono i valori massimi di rumore ammissibili per gli impianti ad uso continuo e discontinuo a servizio dell'immobile.

I parametri considerati sono:

- **$R'w$** *Indice del potere fonoisolante apparente*: si riferisce all'isolamento per via aerea di elementi di separazione tra due distinte unità abitative
- **$D_{2m,nT,w}$** *Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata*: si riferisce all'isolamento per via aerea delle facciate degli immobili

- $L'_{n,w}$ *Indice di valutazione del livello apparente normalizzato di rumore da calpestio* di solai: si riferisce all'isolamento al rumore da calpestio di una partizione orizzontale
- L_{ASmax} *Livello massimo di pressione sonora*, ponderata A con costante di tempo "Slow" per la valutazione della rumorosità degli impianti ad uso discontinuo
- L_{Aeq} *Livello continuo equivalente di pressione sonora*, ponderata A per i servizi ad uso continuo

I valori di riferimento, in funzione della classe di destinazione d'uso sono:

Categoria dell'edificio	PARAMETRI				
	R' _w	D _{2m,nT,w}	L' _{n,w}	L _{ASmax}	L _{Aeq}
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35

Essendo la palestra facente parte di un complesso scolastico deve anche rispettare la normativa specifica delle scuole che tratta esplicitamente le palestre. In Italia la normativa di riferimento sull'edilizia scolastica è il D.M. 18/12/1975 che rimanda alla circolare n.3150 del 22.05.1967 recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici degli edifici scolastici.

La circolare indica che la media dei tempi di riverberazione misurate alle frequenze 250 -500 -1000-2000 Hz non deve superare nelle palestre 2,2 s.

Il più recente decreto ministeriale 11 ottobre 2017 “ Criteri minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione d edifici pubblici” nel capitolo dedicato al confort acustico si rimanda per gli edifici scolastici al rispetto del tempo di riverberazione e lo STI degli ambienti indicati nella normativa 11532 che fa riferimento ai valori indicati nella circolare 3150 del 1967.

Il D.M. 18/12/1975 prevede una procedura di calcolo del tempo ottimo di riverberazione in funzione del volume dell'ambiente confinato e della frequenza centrale di banda di ottava.

In figura viene riportato il tempo di riverberazione ottimo a 2000 Hz in funzione della volumetria.

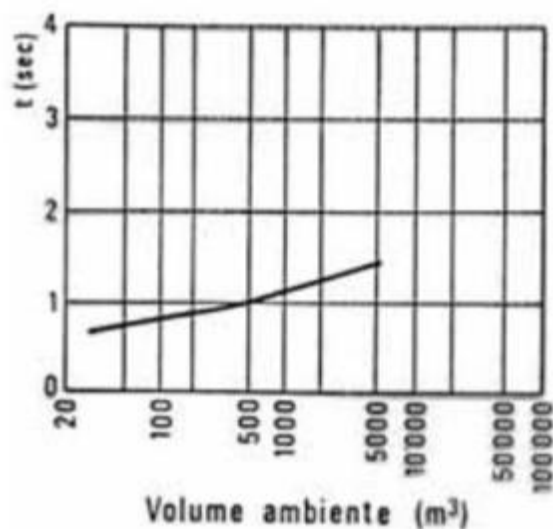


FIGURA 1: TEMPO DI RIVERBERAZIONE OTTIMO ALLA FREQUENZA DI 2000 HZ IN FUNZIONE DEL VOLUME DELL'AMBIENTE, SECONDO IL D.M. 18/12/1975

Tale valore va moltiplicato per i valori del diagramma 2 per ottenere i valori limite alle varie frequenze

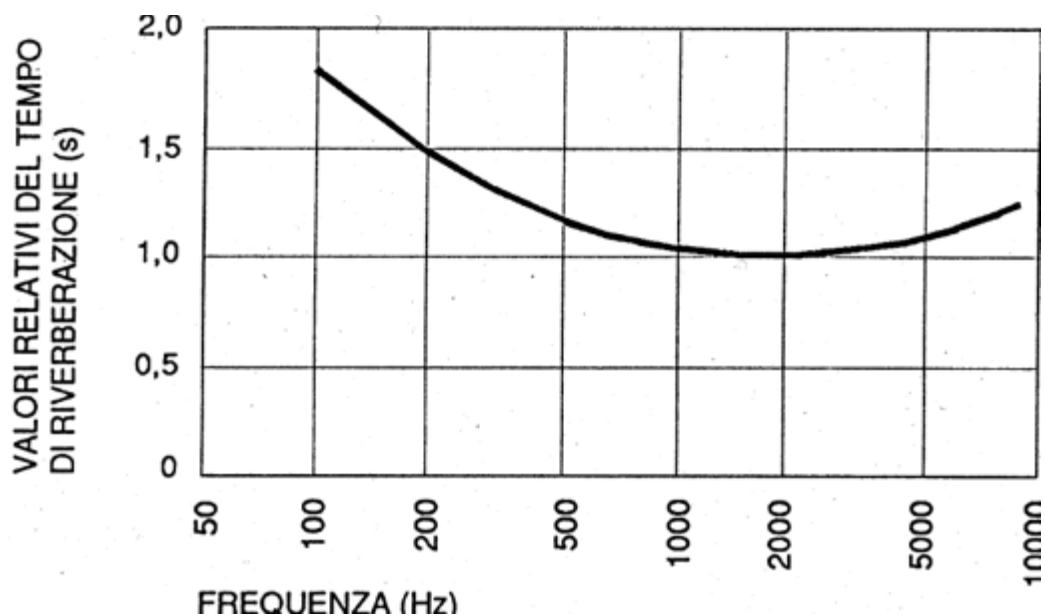


FIGURA 2: DIAGRAMMA 2 FATTORI MOLTIPLICATIVI

Per il parametro STI si può utilizzare l'appendice C della norma UNI 11367 : Indicazione per la valutazione delle caratteristiche acustiche interne degli ambienti.

I valori consigliati dei parametri C50 (chiarezza) e STI (speech transmission index) sono:

	C ₅₀	STI dB
Ambienti adibiti al parlato	≥0	≥0,6
Ambienti adibiti ad attività sportiva	≥-2	≥0,5

**LIMITI DA RISPETTARE PER LA PALESTRA NEL COMUNE DI
MARZABOTTO**

Pertanto i limiti da rispettare obbligatori per la palestra scolastica del comune di Marzabotto sono:

PARAMETRI DA RISPETTARE	DPCM 5.12.1997 – CIRCOLARE 3150 E CAM - obbligatori					Norma volontaria UNI 11367	
	D _{2m,nT,w}	L' _{n,w}	L _A S _{max}	L _A eq	Tr	C ₅₀	STI
	≥42	≤ 55	≤35	≤25	≤2,2	≥-2	≥0,5

3. ANALISI ACUSTICA DEGLI ELEMENTI EDILIZI COMPONENTI L'EDIFICIO

La palestra che si realizzerà nel comune di Marzabotto sostituisce una palestra esistente che sarà demolita e ampliata.



FIGURA 3: DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE PALESTRA

La palestra che si andrà a realizzare e le cui strutture e stratigrafie sono analizzate dal punto di vista acustico in codesta relazione ha una dimensione di circa 33 m nel lato più lungo, 23 metri il lato più corto e una altezza complessiva di 9.6 mt.

Il volume pertanto è di circa 7000 mc.

A seguire si riportano le piante con indicate con colori diversi le stratigrafie che sia andranno a valutare.

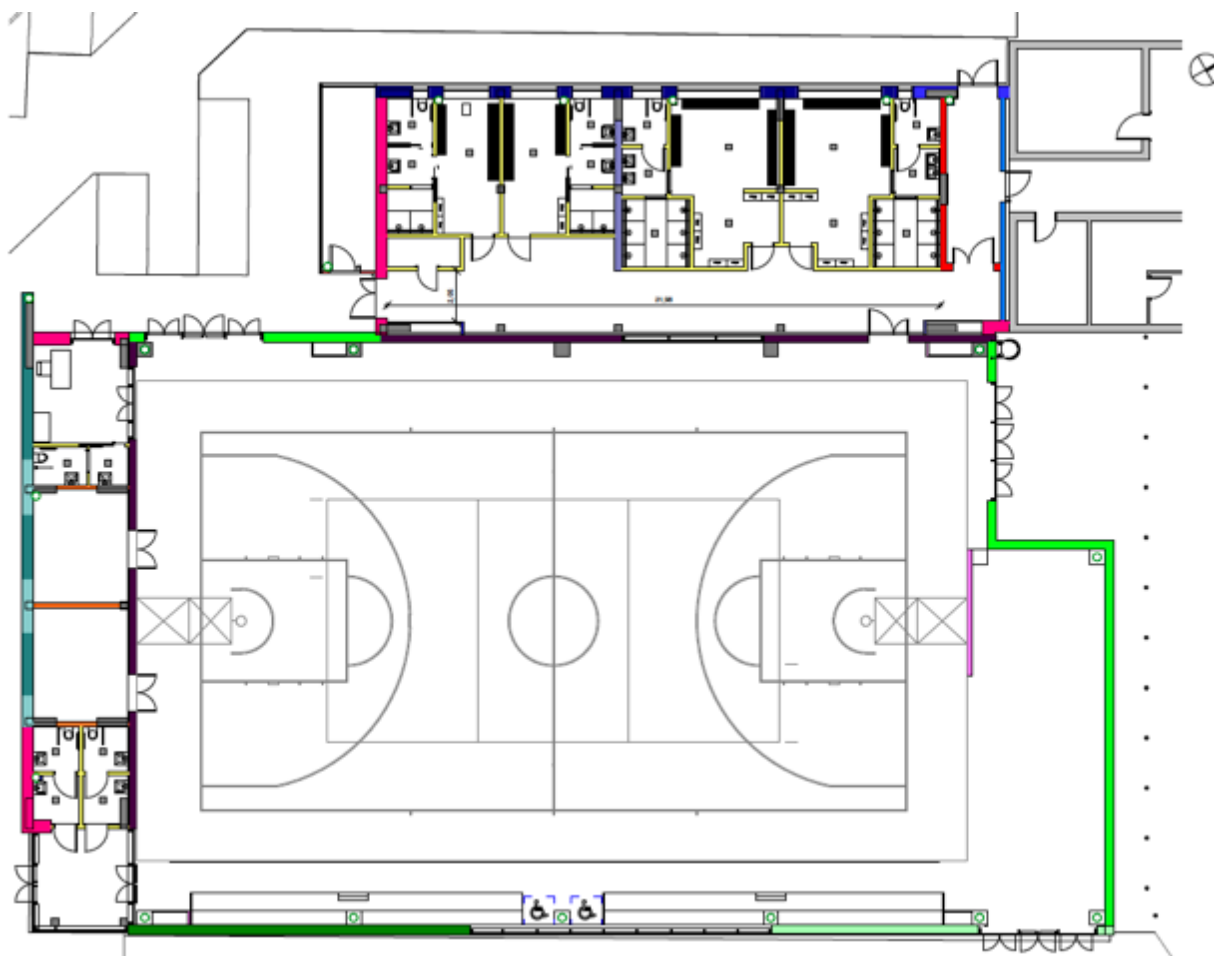


FIGURA: 4: PIANTA PIANO TERRA



FIGURA: 5: PIANTA PIANO COPERTURA

4. PARETI PERIMETRALI VERSO AMBIENTE ESTERNO

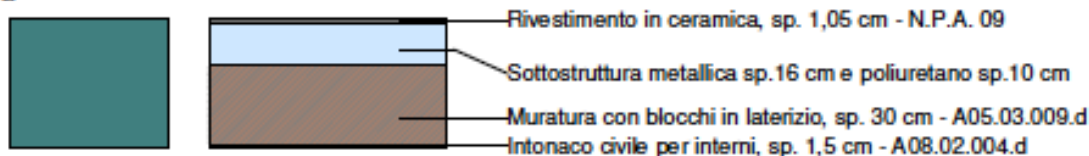
TIPOLOGIA M01A -M01B- M02 -M03A-M03B - Questa soluzione è adottata per i locali accessori .

	Descrizione	Spessore cm	Densità Kg/mc	Peso Kg/mq
1	Intonaco esterno/rivestimento ceramico	1	1400	14
2	EPS /lana di roccia	14	35	4,9
3	Muratura porizzata	30/20	800	240/160
4	Intonaco	1	1400	14

	TOTALE	46/36		272,9/192,9
--	---------------	--------------	--	--------------------

Parete ventilata con finitura ceramica

M01a



NB : Il primo metro sarà realizzato con un isolante XPS

Parete ventilata con finitura ceramica (adiacente locali REI)

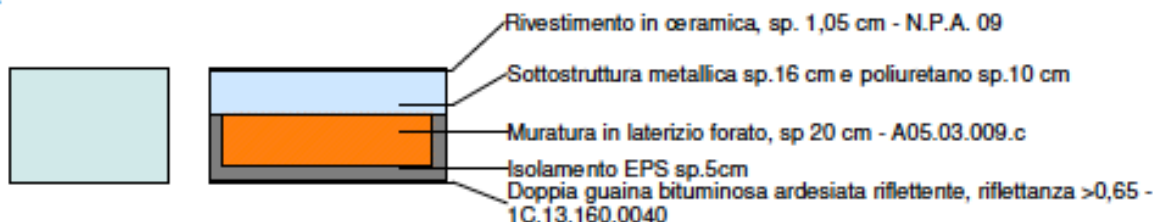
M01b



NB : Il primo metro sarà realizzato con un isolante XPS

Parete ventilata con finitura ceramica - Parapetto

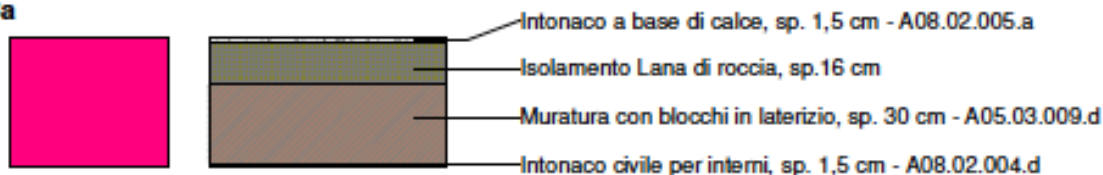
M02



NB : Il primo metro sarà realizzato con un isolante XPS

Parete esterna intonacata

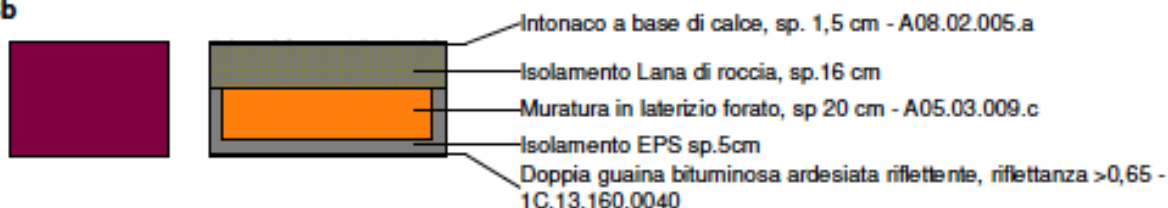
M03a



NB : Il primo metro sarà realizzato con un isolante XPS

Parete esterna intonacata

M03b



Indice del Potere Fonoisolante previsto :**Rw = 45 dB – Poroton 20****Rw = 47 dB – Poroton 30**

TIPOLOGIA M04 -M05 -M06A -M06B - Struttura in pannelli prefabbricati

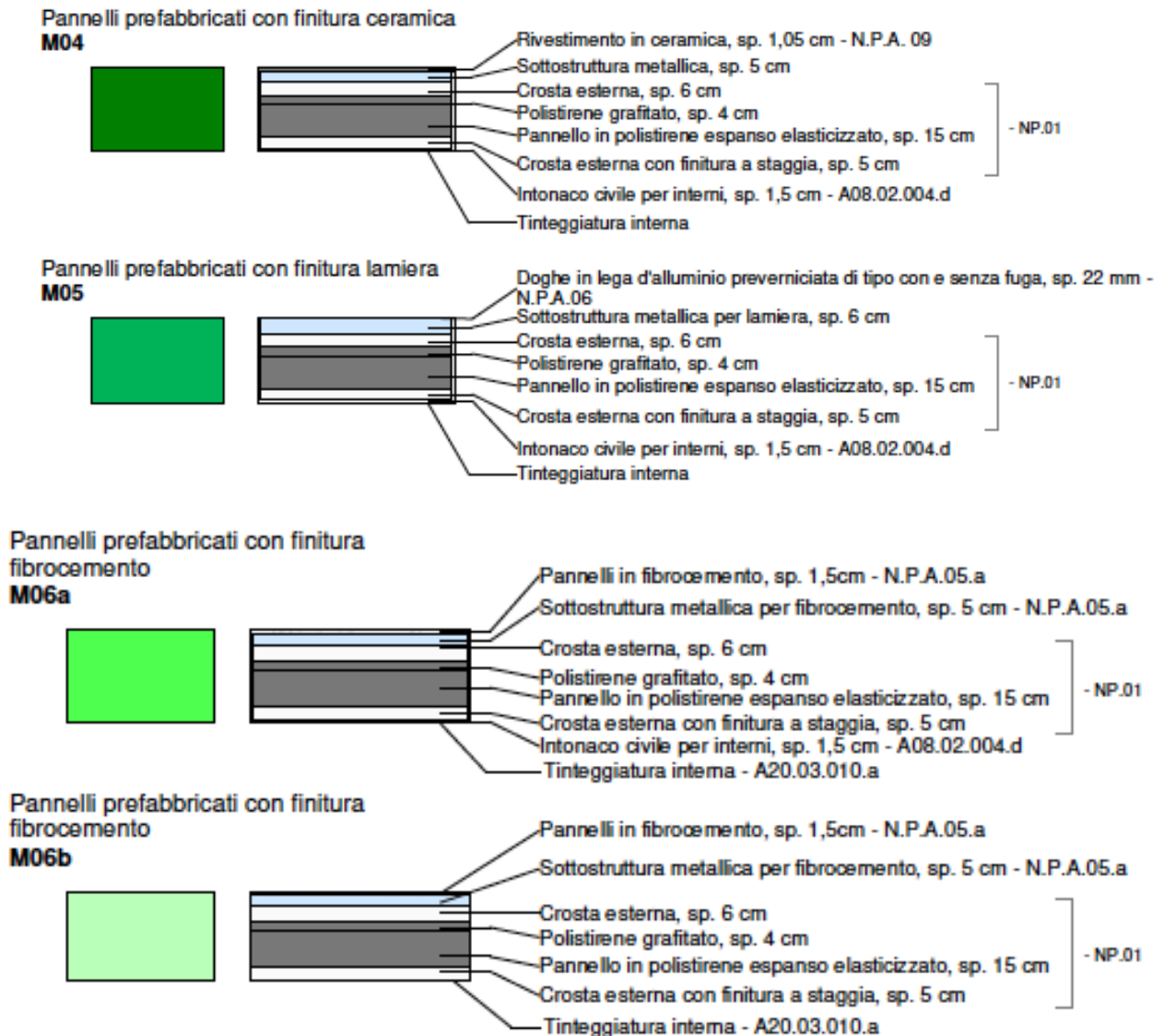
	Descrizione	Spessore cm	Densità Kg/mc	Peso Kg/mq
1	Rivestimento ceramica -doghe in lega d'alluminio - Pannelli in firbocemeto	1	1400	14
2	Crosta esterna	6	2400	144
3	Polistirene espanso	4	35	1,4
4	Polistirene espanso elasticizzato	15	35	5,25
5	Crosta esterna	5	2400	168
6	Intonaco	1	1400	14
	TOTALE			272,9/192,9

Indice del Potere Fonoisolante previsto da calcoli:**Rw = 50 dB**

A seguire si riportano anche valori di potere fonoisolanti certificati da laboratori su strutture simili:

SOLUZIONI CON POROTON: 55 dB 30 cm da certificati laboratorio Poroton

SOLUZIONI PREFABBRICATI: 51 dB - da progetto Isocell Spa in collaborazione con università di Brescia



In allegato studio su pannelli prefabbricati università Brescia e schede tecniche laterizi porizzati

PARTIZIONI VETRATE

L'isolamento acustico di facciata è controllato principalmente dal sistema serramento e dalla geometria dell'ambiente confinato.

Per arrivare al soddisfacimento dell'indice dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione ($D_{2m,nT,w}$), così come prescritto dal D.P.C.M. 5.12.97, è necessario determinare l'isolamento acustico richiesto del serramento.

I calcoli effettuati, tenendo conto anche della rumorosità rilevata con le misure di clima acustico effettuate portano a richiedere serramenti che abbiano un potere fonoisolante di 42 dB.

Solo a titolo informativo, si riporta una tabella con i valori standard di isolamento, lo spessore e la composizione di diverse tipologie di vetri. E' rilevante evidenziare che vi sono altre stratificazioni vetrate che forniscono lo stesso potere fonoisolante.

Rw (dB)	Spessore (mm)	Composizione
41-42	27,76 mm	Vetro monolitico 6 mm /Intercapedine con argon 12 mm/Vetro stratificato (4/0.76/4) cm con PVB acustico tipo STADIP SILINCE SAINT GOBAIN da 0.76 mm (8.76 mm)
43	31,76	Vetro monolitico 10 mm /Intercapedine con argon 12 mm/Vetro stratificato (4/0.76/4) cm con PVB acustico tipo STADIP SILINCE SAINT GOBAIN da 0.76 mm (8.76 mm)

Si ricorda che i valori di **Rw**, ovvero **VALORE MINIMO NECESSARIO DI ISOLAMENTO DELL'INTERO SERRAMENTO**, composto da telaio, tenute ecc., e non alla sola porzione vetrata.

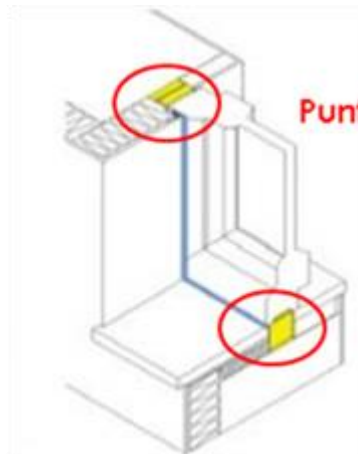
Si raccomanda di chiedere ai fornitori, prima dell'acquisto, i **certificati acustici di prova dei serramenti** scelti che attestino il potere fonoisolante dell'intero serramento, composto da telaio, falso telaio, vetro, guarnizione, e qualsiasi altro elemento che componga il serramento. Il certificato dovrà essere rilasciato da laboratorio riconosciuto e presentato per intero.

Inoltre si richieda alla ditta fornitrice dei serramenti di indicare eventuali accorgimenti necessari al fine di non inficiare il valore **Rw** dichiarato nei certificati acustici; accorgimenti quali velette realizzate in un certo modo, spalle, siliconature...

Indicazioni per la corretta posa in opera

Nel momento della stesura della presente relazione non sono stati ancora definiti nel dettaglio i serramenti previsti, pertanto si daranno delle indicazioni generali e si raccomanda al committente di contattare il tecnico scrivente una volta individuato il serramentista per valutare i nodi critici anche dal punto di vista acustico.

Affinché i **valori prestazionali dell'elemento** quanto più a quelli dell'elemento finestrato che si studino attentamente i due nodi di posa, primario, tra muratura e controtelaio e quello controtelaio e serramento. Solo una cura aspetti sopra descritti porterà il serramento a non debole del sistema.



posato si avvicinino certificato è importante quello secondario, tra meticolosa di tutti gli essere sempre l'elemento

PERTANTO

Oltre a seguire le indicazioni fornite dai produttori di serramenti si raccomanda di prestare particolare attenzione:

- Alla realizzazione del NODO PRIMARIO controtelaio-muratura, il cui vuoto con la muratura va riempito con malta non solo nei punti di zancatura ma ovunque al fine di non creare dei ponti acustici tra esterno ed interno. Se possibile realizzare una spalletta in muratura a copertura del **giunto controtelaio – muratura.**

La **classificazione normalizzata per la tenuta all'aria**, del serramento, espressa in termini di portata d'aria che filtra attraverso 1 m² di serramento ad una pressione statica di 100 Pa, dovrà essere **A3 ovvero portata d'aria inferiore a 7 m³/h secondo la norma UNI 7979:1979, oppure di tipo 4 secondo la norma UNI EN 12207:2000.**

PORTE DI INGRESSO

Si raccomanda particolare attenzione alle porte di ingresso le quali dovranno essere dotate di idonea ghigliottina al piede che permetta una buona tenuta all'aria e quindi al rumore.

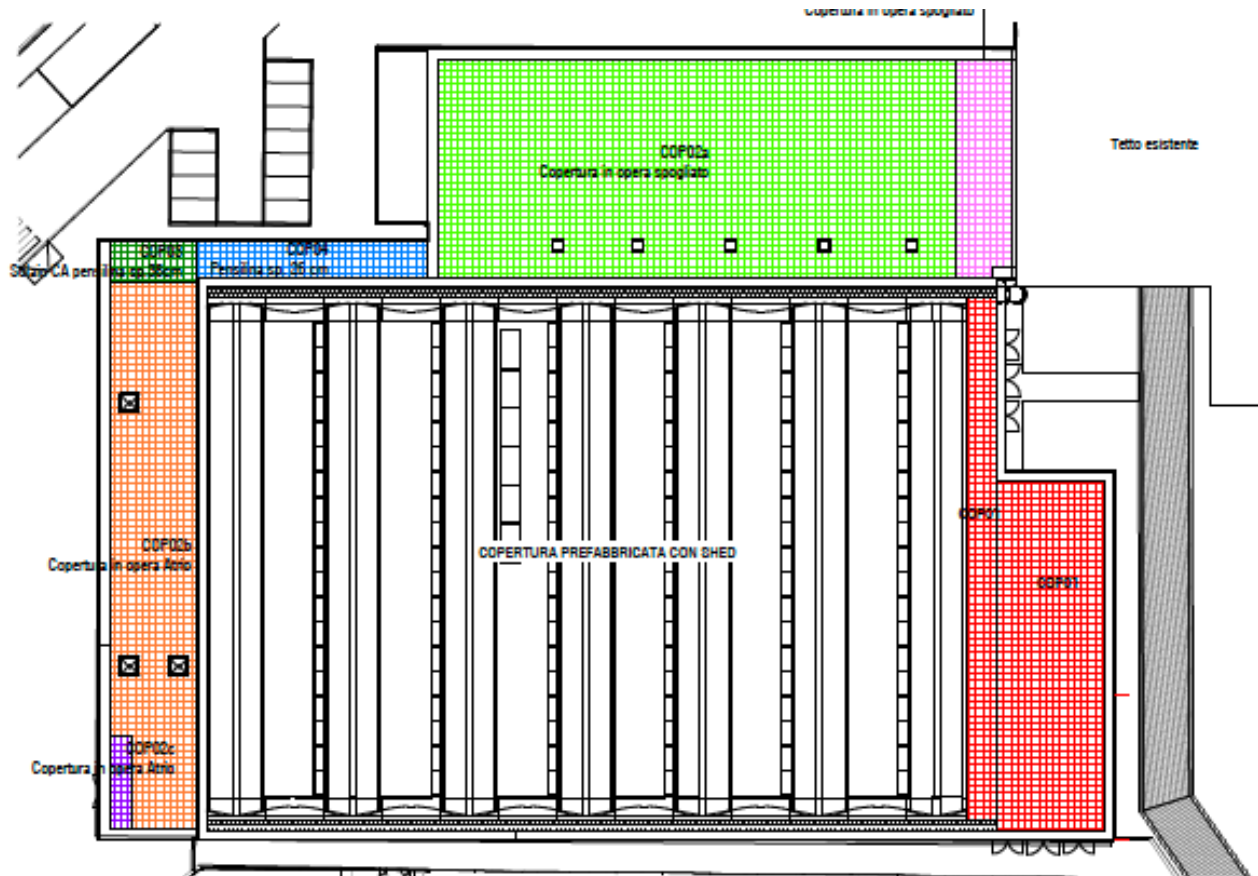
Le porte devono avere anch'esse un R_w certificato di 42 dB.

Pertanto dalle formule di calcolo per l'isolamento standardizzato di facciata utilizzando le tipologie perimetrali sopra riportate e il serramento con potere fonoisolante di 42 dB si ottiene per tutti i lati della palestra, per tutti gli ambienti un $D_{2m,nT,w} \geq 42$.

$$D_{2m,nT,w} \geq 42$$

5. FACCIATA SUPERIORE: TETTO DI COPERTURA

Anche per la soluzione di copertura vi sono differenti tipologie:



Pianta Copertura - Abaco Solai
1 : 200

I solai Predalles hanno un potere fonoisolante R_w pari a 52 dB pertanto garantiscono un isolamento acustico di facciata maggiore, uguale a 42 dB. La copertura della palestra è realizzata in prefabbricato con sched; deve essere richiesta con un isolamento R_w pari a 40 dB in modo da avere un isolamento acustico di facciata maggiore/uguale di 42 dB

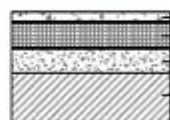
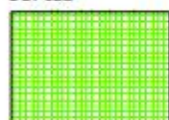
Solaio sp. 30,5 cm (compreso sugli shed)
COP01



Doppia guaina bituminosa ardesiata riflettente, riflettanza >0,65
Pannello in poliuretano, sp. 10 cm
Solaio prefabbricato, sp.20cm

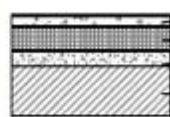
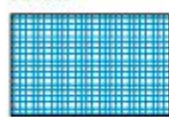
- A06.04.007.a

Copertura in opera spogliatoi sp. 55,5 cm
COP02a



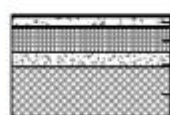
Doppia guaina bituminosa ardesiata riflettente, riflettanza >0,65 -
1C.13.160.0040
Massetto per posa guaina, sp. 5 cm - A11.01.001.b
Telo di protezione in polietilene PE - 1C.08.450.0010.a
Isolamento termico in XPS, sp.12 cm, λ 0,034 W/mqK - A10.02.009.a +
A10.02.009.b
Barriera al vapore in alluminio Sd > 100 mt - A11.02.026.b
Massetto formapendenza, sp. min 5 cm, medio 12 cm - 1C.08.050.0050
Solaio predalles sp. 20+5, sp. 25 cm - A06.04.007.a + A06.04.011

Copertura in opera atrio sp. 50,5 cm
COP02b



Doppia guaina bituminosa ardesiata riflettente, riflettanza >0,65 -
1C.13.160.0040
Massetto per posa guaina, sp. 5 cm - A11.01.001.b
Telo di protezione in polietilene PE - 1C.08.450.0010.a
Isolamento termico in XPS, sp.12 cm, λ 0,034 W/mqK - A10.02.009.a +
A10.02.009.b
Barriera al vapore in alluminio Sd > 100 mt - A11.02.026.b
Massetto formapendenza, sp. min 5 cm, medio 7 cm - 1C.08.050.0050 +
1C.08.050.0060
Solaio predalles sp. 20+5, sp. 25 cm - A06.04.007.a + A06.04.011

Copertura in opera atrio sp. 50,5 cm
COP02c



Doppia guaina bituminosa ardesiata riflettente, riflettanza >0,65 -
1C.13.160.0040
Massetto per posa guaina, sp. 5 cm - A11.01.001.b
Telo di protezione in polietilene PE - 1C.08.450.0010.a
Isolamento termico in XPS, sp.12 cm, λ 0,034 W/mqK - A10.02.009.a +
A10.02.009.b
Barriera al vapore in alluminio Sd > 100 mt - A11.02.026.b
Massetto formapendenza, sp. min 5 cm, medio 7 cm - 1C.08.050.0050 +
1C.08.050.0060
Soletta in cemento armato, sp.25 cm (Vedi elaborati strutturali) - A03.03.031.a

Copertura in opera spogliatoi sp. 55,5 cm
COP02d



Doppia guaina bituminosa ardesiata riflettente, riflettanza >0,65 -
1C.13.160.0040
Massetto per posa guaina, sp. 5 cm - A11.01.001.b
Telo di protezione in polietilene PE - 1C.08.450.0010.a
Isolamento termico in XPS, sp.12 cm, λ 0,034 W/mqK - A10.02.009.a +
A10.02.009.b
Barriera al vapore in alluminio Sd > 100 mt - A11.02.026.b
Massetto formapendenza, sp. min 5 cm, medio 12 cm - 1C.08.050.0050
Soletta in cemento armato, sp.25 cm (Vedi elaborati strutturali) - A03.03.031.a

Solaio pensilina sp. 38 cm
COP03



Schiuma polyiso con guaina bituminosa preaccoppiata - 1C.10.050.0010.a
Massetto formapendenza, sp. min 5 cm, medio 7 cm - 1C.08.050.0050 +
1C.08.050.0060
Massetto formapendenza, sp. min 5 cm, medio 7 cm - 1C.08.050.0050 +
1C.08.050.0060
Soletta in cemento armato, sp. 20 cm (Vedi elaborati strutturali) -
Sottostruttura metallica sp. 5cm+ EPS
Acquapanel, sp. 1,25 cm

- N.P.A.13 + A10.02.009.a + A10.02.009.b

Pensilina a secco sp. 26 cm
COP04

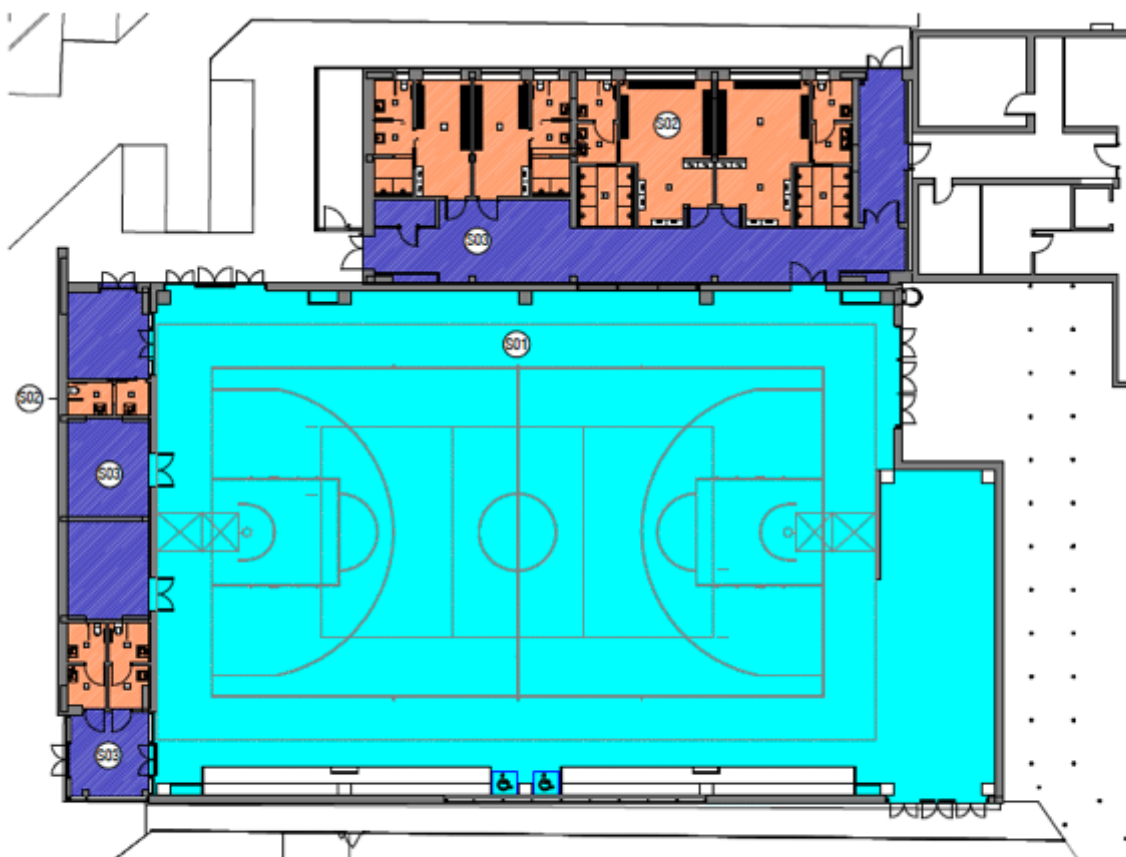


Lastre in acciaio a protezione multistrato a profilo grecato costituite da una lamiera di acciaio zincato strutturale dello spessore di mm 0,60 protetta nella faccia superiore da un rivestimento termoplastico anticorrosivo ed insonorizzante e da una lamina in alluminio naturale. - A07.06.026.a
Sottostruttura metallica HEA200 e IPE180, sp.20 cm - A23.01.001.c +
A23.02.017.b
Sottostruttura metallica sp. 5cm+ EPS
Acquapanel, sp. 1,25 cm - N.P.A.13

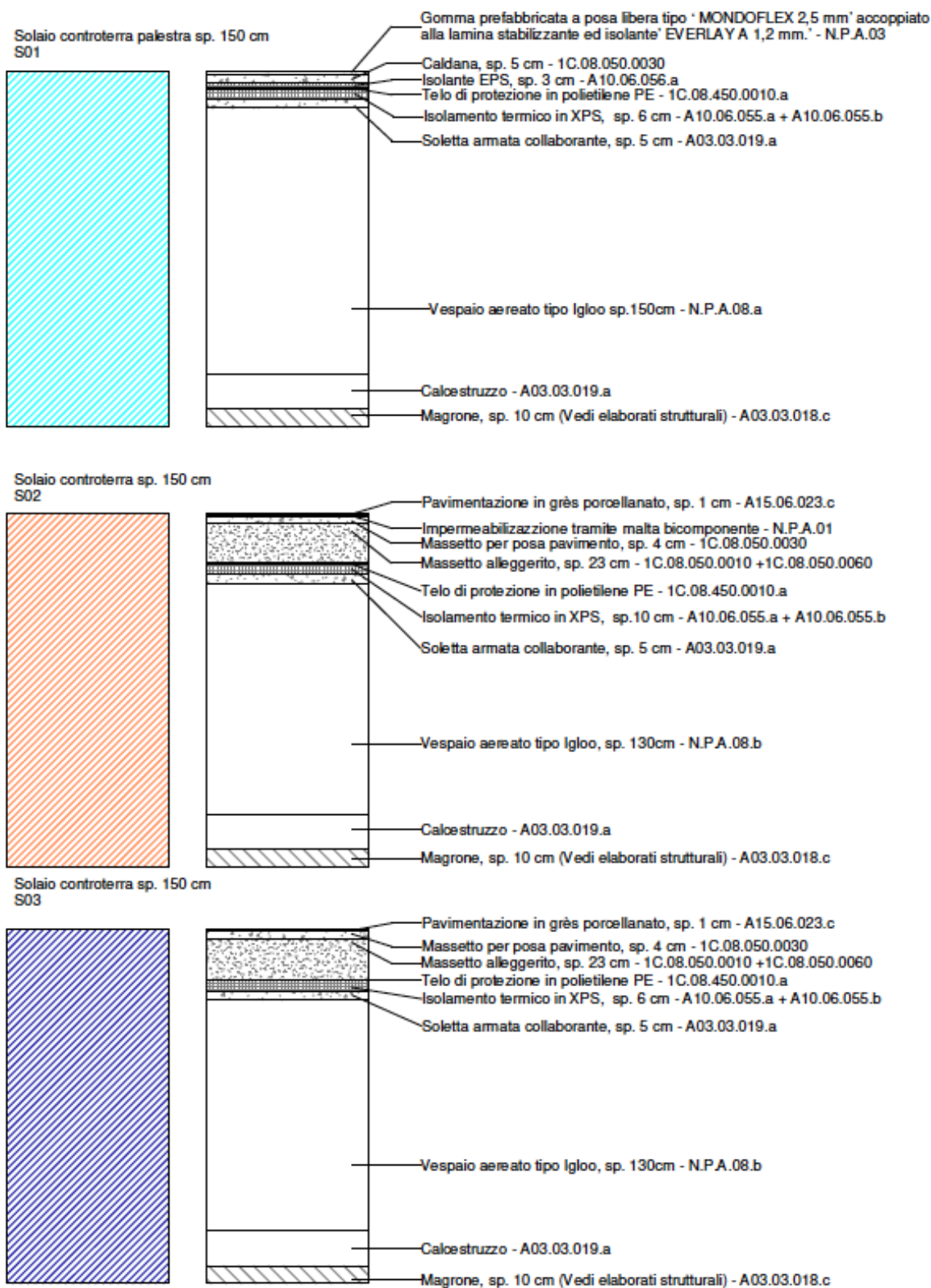
- N.P.A.13 + A10.02.009.a + A10.02.009.b

6. SOLUZIONE COSTRUTTIVA ORIZZONTALE

La nuova struttura sarà strutturalmente disgiunta dagli edifici confinanti e la pavimentazione scelta in gomma prefabbricata Mondoflex 2,5 sarà tale da ammortizzare gli urti e il calpestio.



Pianta Piano Terra - Abaco Solai
1 : 200

**Legenda Solai**

1 : 20

7. CORREZIONE ACUSTICA DELLA PALESTRA

Secondo diversi studi che si basano sia su indagini soggettive (risposte di docenti di Educazione fisica a specifiche domande su problematiche ambientali) sia su indagini oggettive (misure fonometriche per la valutazione dell'esposizione al rumore di allievi e docenti, misure della riverberazione), le palestre scolastiche sono ambienti su cui pende un giudizio fortemente negativo per le prestazioni acustiche. Le lamentele sottolineano quasi sempre una eccessiva difficoltà nella comunicazione agli allievi delle più semplici istruzioni e una eccessiva rumorosità che, a detta degli interessati, si trasforma in “senso di oppressione” e “mal di testa”.

Le fonti principali di rumore all'interno delle palestre scolastiche sono appunto le attività sportive: rimbalzi di palle, richiami, grida, corse, ecc. a cui troppo spesso si accompagna l'uso di fischietti da parte dei docenti. Questa rumorosità è crescente con il numero di persone presenti ed è ulteriormente alimentata dal fatto che, in genere, si tratta di ambienti riverberanti in quanto particolarmente spogli e in cui, per il costante utilizzo, si preferisce sin dall'inizio l'uso di materiali di semplice manutenzione ma nel contempo poco fonoassorbenti (intonaci lisci, linoleum, cemento a faccia vista, ecc.). La correzione acustica di questi ambienti può essere facilmente realizzata con l'utilizzo di materiali rigidi, robusti, resistenti all'umidità e igienici ma nel contempo anche fonoassorbenti specie nel campo delle medio-alte frequenze. Questi materiali possono essere applicati a soffitto e per alle pareti laterali.

Il parametro che meglio descrive questa “sensazione “ e la quantifica è il tempo di riverbero, definito come tempo necessario affinché il livello di pressione sonora si riduca di 60 dB successivamente allo spegnimento della sorgente sonora.

L'espressione che permette il calcolo del tempo di riverbero è data da :

$$T_R = 0.16 \frac{V}{A} = 0.16 \frac{V}{\sum \alpha_i S_i}$$

(0,16 è una costante dimensionata [s m⁻¹])
V = volume ambiente m³
S = superfici ambiente m²
α = coefficienti assorbimento dei materiali

Altri parametri sono:

- La chiarezza del discorso che concerne la qualità del trasferimento di un discorso agli ascoltatori. In una stanza con riverberazione e rumore fastidioso, riuscire a capire le parole può risultare particolarmente difficile. La misurazione della Chiarezza (C50) confronta l'energia sonora nelle riflessioni acustiche iniziali con quelle che arrivano più tardi espressa in decibel.
- Un altro indice di misura del discorso parlato è lo STI (Speech Transmission Index) Indice di trasmissione del discorso. Quando la trasmissione del discorso è perfetta STI =1. In un'aula di dimensioni tradizionali, il parametro STI dovrebbe essere maggiore di 0.75. Nel caso di una

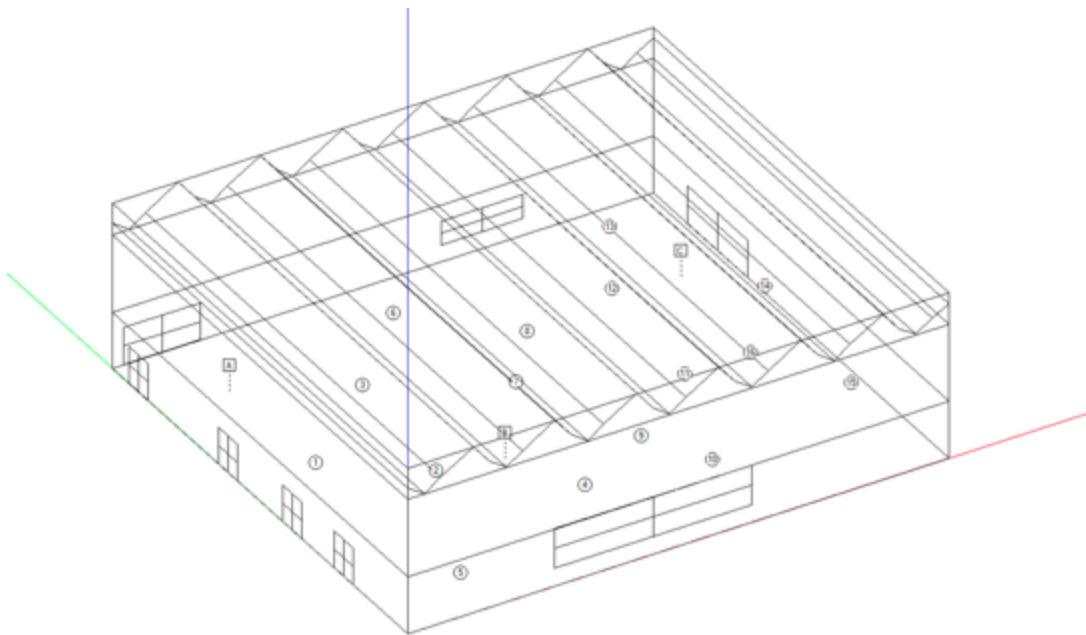
trasmissione del discorso scadente, le variazioni delle parole enunciate vengono percepite meno bene. I fattori che ostacolano la trasmissione delle parole, e così contribuiscono ad un indice STI inferiore, sono per esempio il rumore di sottofondo, un lungo tempo di riverbero e gli eco.

MODELLIZZAZIONE DELLA PALESTRA DI MARZABOTTO

Nella seguenti figure è schematizzato il modello del progetto architettonico della palestra con l'ausilio di Ramsete Cad..

Il progetto acustico ha previsto la sagomatura di contropareti di finitura fonoassorbente .

A seguito del reperimento di tutte le caratteristiche tecniche ed acustiche dei materiali e della scelta della forma definitiva della sala, è stato realizzato il modello geometrico mediante Ramsete Cad in cui sono state definite tutte le superfici di finitura della sala ed attribuite le caratteristiche acustiche delle stesse utilizzando i fattori di assorbimento acustico riportati nella tabella a seguire.



Le pareti sono fino a 3,3 metri con finitura interna intonaco così come la copertura ad eccezione delle parti lucide.

Da 3,3 metri di altezza sino a 7,8 metri di altezza le pareti perimetrali sono finite all'interno con contropareti su struttura metallica con profili da 10 cm con pannelli Celenit AB 25 *600*1200 con 4 cm di lana di roccia e 4 cm di vuoto nei lati lunghi (33 mt) ; mentre nei lati corti si sono previste contropareti su strutture metalliche da 5 o 7,5 cm (non influente dal punto di vista acustico ma da valutare per resistenza agli urti o altro) con pannelli Celenit AB 25 *600*1200 senza lana di roccia da 50 kg/mc.

Le nella seguente tabella sono indicati i materiali impiegati ed i rispettivi fattori di assorbimento per il trattamento acustico della sala.

	125	250	500	1000	2000	4000
Celenit lati corti	0,15	0,3	0,7	0,7	0,65	0,95
Celenit lati lunghi	0,35	0,9	1	1	0,85	0,85

La fase successiva prevede la realizzazione delle simulazioni acustiche con Ramsete Trace.

Il software fornisce i seguenti risultati:

1. mappatura “acustica” del tempo di riverberazione
2. mappatura di altri parametri significativi (STI, C50,).

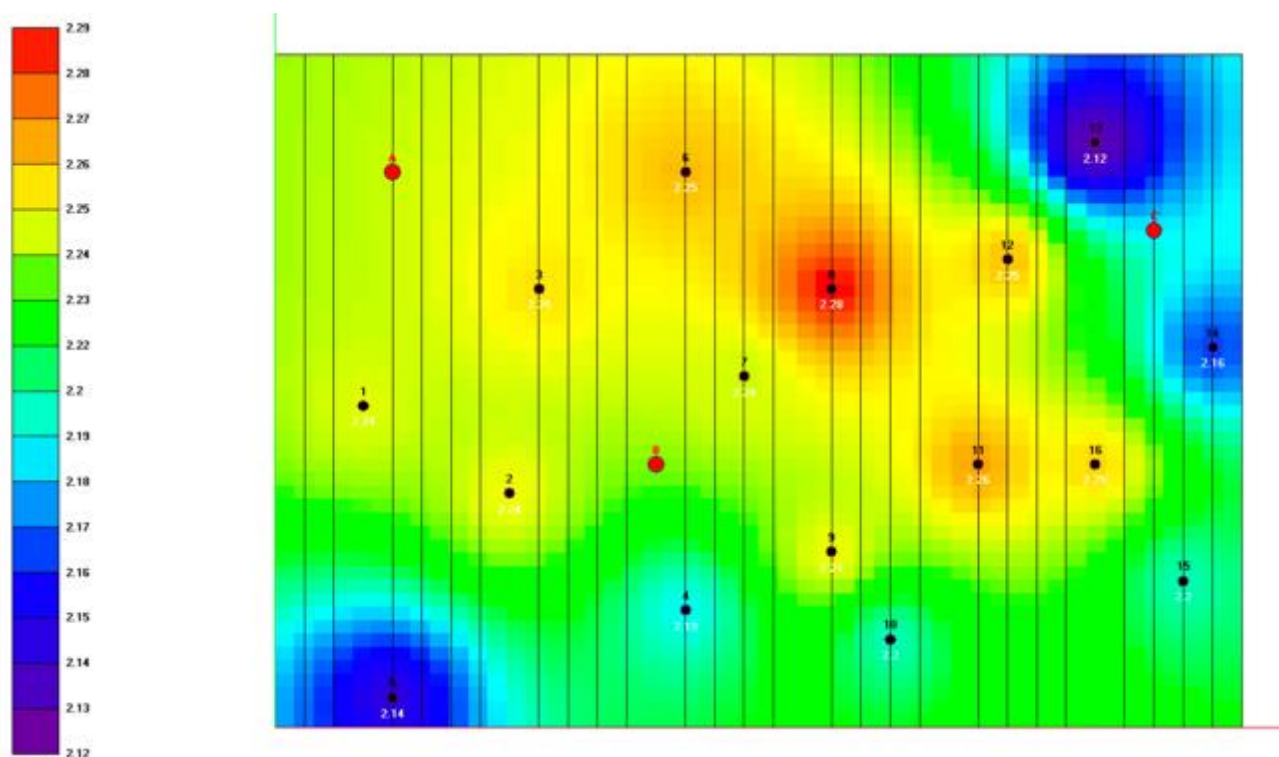


FIGURA 6: MAPPA TEMPO DI RIVERBERAZIONE AD UNA ALTEZZA DI 1,6 MT

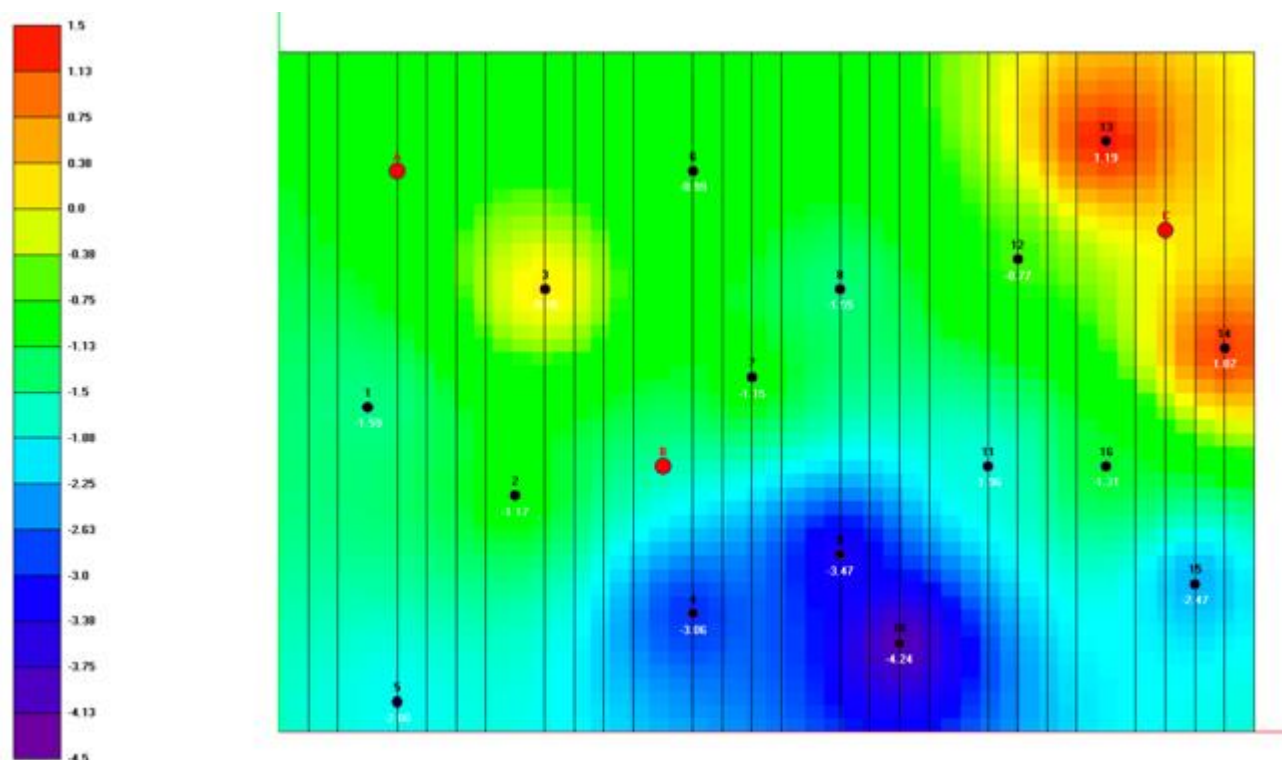


FIGURA 7: MAPPA CHIAREZZA AD UNA ALTEZZA DI 1,6 MT

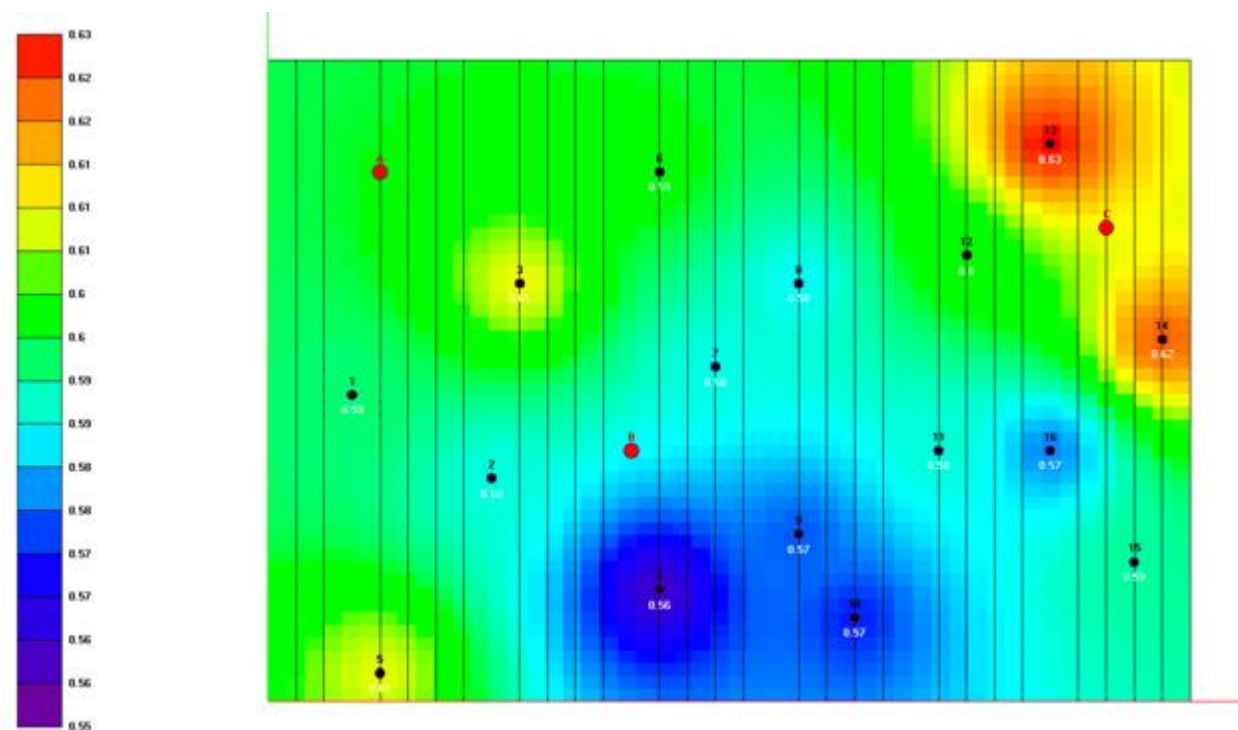


FIGURA 8: MAPPA STI AD UNA ALTEZZA DI 1,6 MT

Nei grafici seguenti sono riportati i valori dei tempi di riverberazione (T30), la chiarezza (C50) e lo Speech Transmission Index (STI) in frequenza mediato fra i vari ricettori.

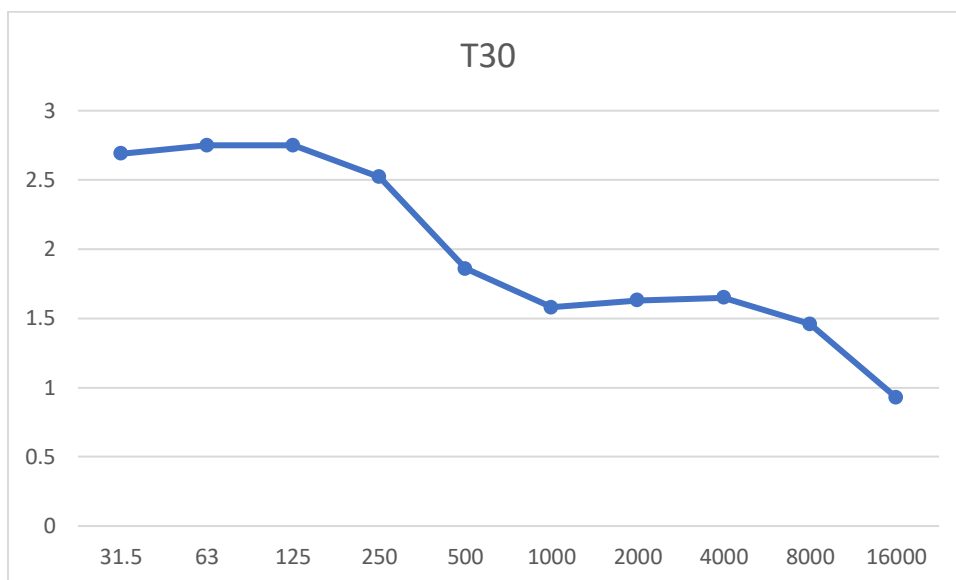


FIGURA 9: GRAFICO ANDAMENTO IN FREQUENZA TEMPO DI RIVERBERO

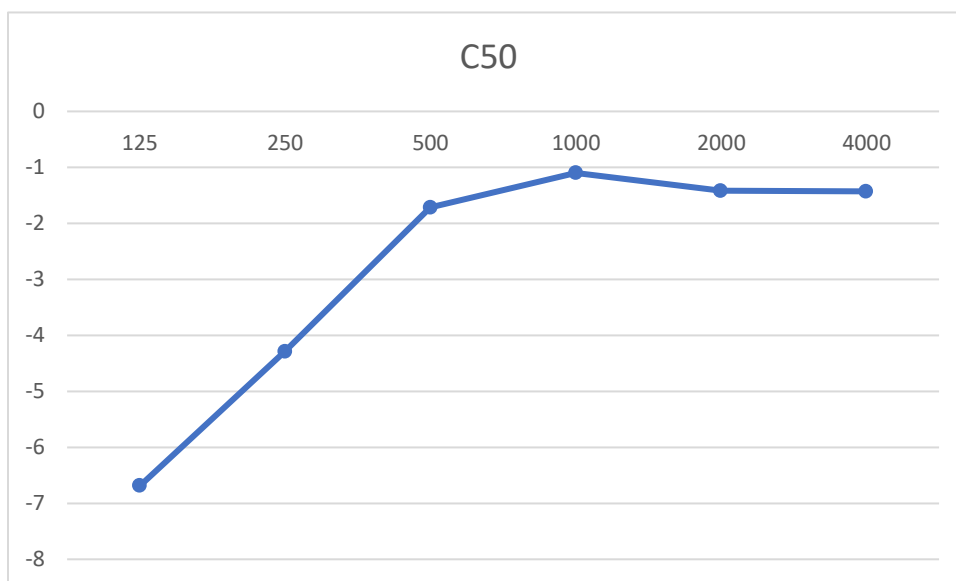


FIGURA 10: GRAFICO ANDAMENTO IN FREQUENZA C₅₀

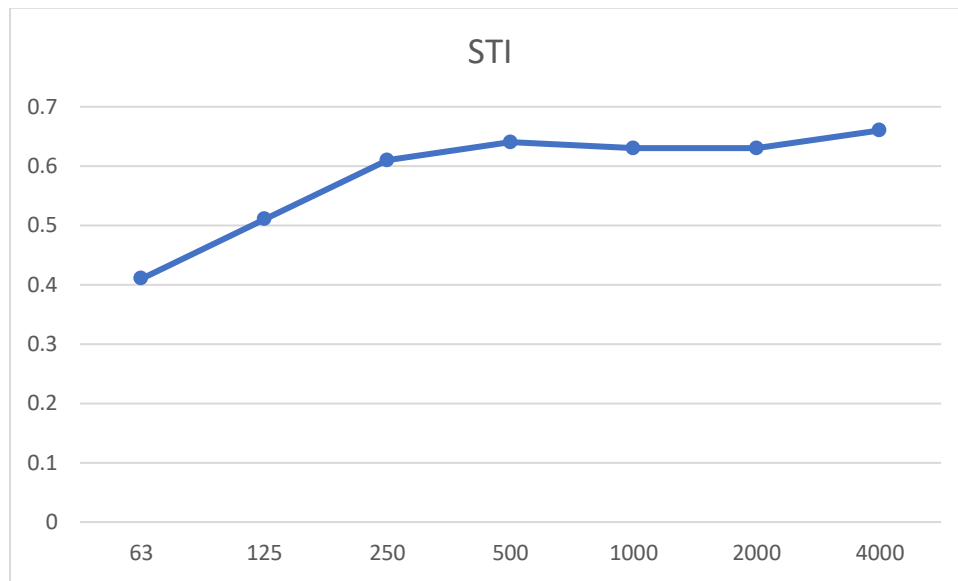


FIGURA 11: GRAFICO ANDAMENTO IN FREQUENZA STI

Nella tabella a seguire si riportano i valori dei parametri ad indice unico per poterli confrontare con i limiti richiesti dalla normativa vigente.

	T60	C50	STI
Room	2	-1,4	0,6

Valori ottimali e confronto con richieste normative

- **Il tempo di riverbero (T60)** per palestre scolastiche è richiesto essere non superiore a 2,2 s come media dei tempi di riverberazione alle frequenze 250 -500 -1000-2000 Hz : richiesta rispettata essendo la media 2 secondi.
- **L'indice di chiarezza (C)** è rispettato. Un unico valore puntuale per C, generalmente vengono mediati i dati ottenuti nelle bande di ottava centrale di 500, 1000 e 2000 Hz, poiché la risposta temporale dell'orecchio alle basse frequenze (125 e 250 Hz) è trascurabile. Il valore simulato è -1,4, quindi maggiore della richiesta normativa che richiede che il C50 nelle palestre scolastiche sia maggiore di -2
- **Lo Speech Transmission Index (STI)** deve essere maggiore di 0,5 e dalle simulazioni risulta essere 0,6, pertanto con questa configurazione risulta rispettato anche questo parametro.

Si può pertanto affermare che con la soluzione proposta i parametri di acustica interna richiesti dalla normativa per le palestre scolastiche sono rispettati.

Si raccomanda di verificare le prestazioni di resistenza agli urti e alle pallonate e altre caratteristiche normative non legate all'aspetto acustico dei pannelli e dei sistemi proposti.

8. IMPIANTI TECNICI

L'impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva non sarà realizzato ex novo in quanto ci si allaccerà alla centrale termica esistente.

IMPIANTO IDRICO

1. Le **tubazioni** che saliranno ad alimentare i collettori dovranno essere ancorate con **O'Ring di gomma**.
2. I **collettori** DOVRANNO ESSERE INSERITI IN APPOSITE CONTROPARETI

✗ **Collettore acqua calda sanitaria:**

- ✓ si deve prevedere una valvola per l'attenuazione del "colpo d'ariete" nella rete di distribuzione, inserendo un dispositivo che permettano l'espansione del liquido come ad esempio VALVOLE LIMITATRICI AL COLLETTORE DI DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA
- ✓ I collettori dovranno essere messi in opera avendo cura di posizionare del polietilene reticolato a completo rivestimento della "scatola" in alluminio del collettore.

✗ **I tubi che si dirameranno dal collettore:** Dovranno essere tutti rivestiti, in particolare si tratterà l'acqua fredda come l'acqua calda con calze in polietilene a celle chiuse

✗ **Le tubazioni che si realizzeranno:**

- ✓ sia gli impianti di scarico che gli impianti idrici (sia acqua calda che acqua fredda) saranno realizzati con tubazioni in materiale plastico pesante
- ✓ tutte le tubazioni di adduzione, dovranno essere rivestite con isolante in polietilene a celle chiuse avente spessore almeno di 5 mm (ad esempio ISOFORM "Sonik" o Di-Bi "Fonoblok") per evitare la trasmissione di eventuali vibrazioni alle strutture edilizie

✗ **Colonne di scarico:**

- ✓ **tubazioni di scarico** di tipo insonorizzato tipo VALSIR MODELLO SILERE, POLO-KAL NG oppure linee quali GEBERIT SILENT, FARAPLAN, BAMPI con le medesime caratteristiche.
- ✓ **Rivestimento tubazioni** con polietilene estruso espanso a celle chiuse spessore 10 mm.
- ✓ realizzando controparete per l'alloggio della cassetta del WC o cassetta esterna:



Figura 12: esempi di contropareti per alloggio cassette wc o cassetta esterna

- ✓ i **rubinetterie** selezionate tenendo in considerazione anche la disponibilità di certificati di bassa emissione acustica (possibilmente tra quelle classificate nel gruppo acustico 1 secondo le norme UNI EN 817 e UNI EN 200); in particolare, le apparecchiature scelte dovranno garantire un valore D_s (differenza di livello normalizzato) ≥ 25 dB
- ✓ Le tubazioni devono essere rivestire anche nei tratti di raccordo orizzontali

UTA SPOGLIATOI

L'unico impianto che sarà realizzato è l'impianto di trattamento aria per i locali spogliatoi. Le indicazioni sulla massima rumorosità ammessa per l'impianto sono riportate nella valutazione previsionale di impatto acustico.

Si raccomanda di posizionare la macchina su specifici antivibranti e di non ancorare rigidamente né tubazioni né parti dell'impianto. SI raccomanda anche di inserire dei silenziatori verso l'interno dell'edificio oltre che verso l'esterno come previsto dalla valutazione previsionale di impatto acustico.

VALUTAZIONE PARAMETRI DI LEGGE E CONCLUSIONI

La descrizione del progetto ivi svolta, consiste nello studio acustico completo dell'edificio in analisi.

Lo studio ha contemplato:

1. L'identificazione delle tipologie costruttive da adottare per il soddisfacimento dei parametri previsti dal D.P.C.M. 5.12.97
2. L'identificazione delle caratteristiche dei serramenti per il soddisfacimento dell'isolamento di facciata
3. L'identificazione delle caratteristiche fonoassorbenti dei materiali da inserire per la correzione acustica dei parametri di acustica interna (Tempo Riverbero, Chiarezza e Specch Transmission Index)
4. L'identificazione di tutti gli accorgimenti da adottare, in relazioni ad ogni impianto previsto a servizio dell'edificio, al fine di rispettare i valori limite dei parametri vigenti

E' rilevante evidenziare che tutto quanto descritto nel progetto deve essere trasmesso agli operatori di cantiere, in quanto la messa in opera di ogni singolo elemento è di fondamentale importanza per la buona riuscita del progetto e la rispondenza a quanto ivi contenuto.

Cremona 20 Maggio 2019

Il tecnico

Dott. Ing. Alessia Carrettini

Tecnico Competente in Acustica

(D.P.G.R. Lombardia n°6446/09)



APPENDICE 1: NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

I riferimenti normativi più importanti per la progettazione acustica degli edifici sono le norme UNI EN 12354, UNI EN ISO 717 e UNI EN ISO 140. Le suddette norme si riferiscono sia a valutazioni in situ, sia a valutazioni di laboratorio. Di seguito si riportano alcune norme di riferimento.

- UNI EN ISO 10140-4: 2010 Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti
- UNI EN ISO 717-1: 1997 Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Isolamento acustico per via aerea
- UNI EN 12354-1: 2002 Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotto – Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti
- UNI EN ISO 10140-5: 2010 Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate
- UNI EN 12354-3: 2002 Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotto – Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea
- UNI EN ISO 10140-7: 2015 Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio
- UNI EN ISO 717-2: 1997 Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Isolamento del rumore di calpestio
- UNI EN 12354-2: 2002 Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotto – Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
- UNI EN ISO 10140-1: 2010 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Requisiti per le attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale
- UNI EN ISO 10140-3: 2010 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio
- UNI EN ISO 10140-6: 2010 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edifici – Misurazioni in laboratorio dell'isolamento dal rumore di calpestio di solaio
- UNI EN ISO 10140-8: 2010 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio pesante normalizzato

APPENDICE 2: MODELLO SIMULAZIONE PROGRAMMA RAMSETE

L'analisi della modalità di propagazione delle onde sonore all'interno degli spazi chiusi e la previsione dell'impatto prodotto dal rumore in ambiente esterno, oltre a basarsi sull'applicazione di tecniche sperimentali, comprese la realizzazione di modelli in scala, trovano un potente ausilio progettuale in modelli di simulazione informatici.

Un impulso, in questa direzione, è offerto dallo sviluppo delle tecnologie informatiche che rendono possibile l'acquisizione di strumenti di simulazione al computer nel campo acustico, non solamente per un ristretto ambito di sperimentatori, ma anche per il progettista edile, dal momento che sono presenti sul mercato programmi semplici da utilizzare ed economicamente accessibili. Le caratteristiche del software utilizzato Ramsete ne fanno uno strumento adatto allo studio di ambienti che necessitano una correzione acustica.

L'applicazione è stata progettata in ambiente Windows; ciò permette l'utilizzo di un'interfaccia utente di alto livello, un rapido apprendimento, un facile utilizzo e una completa integrazione con l'ambiente di lavoro più diffuso su PC. L'intero sistema di previsione del campo sonoro Ramsete risulta composto di diversi moduli, resi interdipendenti dall'ambiente multitasking di Microsoft Windows.

L'architettura del sistema è costituita da moduli aventi una specifica funzione, come di seguito specificato. In primo luogo, un CAD tridimensionale, denominato Ramsete Cad, permette la costruzione di geometrie tridimensionali; Ramsete Cad offre anche la possibilità, attraverso Ramsete View, di importare e salvare i file anche in formato .DXF (il formato di autocad).

Il pacchetto è dotato di due programmi, Material Menager e Source Menager, entrambi forniti di un data base interno modificabile dall'utente, uno contenente i coefficienti di assorbimento (α) e il potere fonoisolante (R) di numerosi materiali edilizi per la bande di frequenza comprese tra 31.5 e 16000 Hz, l'altro contenente le caratteristiche delle casse acustiche eventualmente utilizzabili come sorgenti.

Entrambi i programmi permettono di creare nuove entità: il primo permette di immettere nuovi materiali definiti dai loro coefficienti acustici, mentre il secondo permette di creare nuovi altoparlanti (sia acquisendo i dati da misure sperimentali sia creandoli automaticamente in modo sintetico, partendo dai dati analitici ed elettrici) o nuove sorgenti di rumore (anche in questo caso in due modi: sia acquisendo i dati da misure sperimentali secondo le norme ISO 3744, sia in modo automatico fornendo dati sulla potenza e sulla direttività banda per banda).

Inoltre, permette di visualizzare i diagrammi polari (rappresentazione 2D) ed i ballon di direttività (rappresentazione 3D) delle sorgenti sonore usate per ogni banda.

Il cuore del pacchetto è il modulo di calcolo; Ramsete Trace, che partendo da un file creato con Ramsete Cad fornisce, in uscita, i dati delle risposte all'impulso che potranno essere elaborati dai programmi appositi; il programma è basato sulla tecnica del pyramid trace e dell'acustica geometrica.

Sulla base dei file elaborati da Ramsete Trace, il modulo Ramsete Graph visualizza in forma grafica una serie di parametri determinanti per la progettazione acustica di un ambiente; i parametri più significativi

sono i seguenti: i livelli SPL (sound pressure level), la curva di decadimento di Schroeder e il tempo di riverberazione EDT, T15, T20 etc.

L'ultimo programma del pacchetto è Ramsete View che permette di visualizzare prospetticamente una geometria introdotta con Ramsete Cad o con Autocad e di farne il rendering, di mappare i risultati ottenuti con Ramsete Graph (in due o tre dimensioni) e di calcolare e mappare (ancora in due o tre dimensioni) i seguenti parametri:

SPL Livello di pressione sonora; Ldir Livello dell'onda diretta; Lriv Livello dell'onda riverberata; 4. C80 Indice di chiarezza; . STI Speech transmission index ITDG Initial time decay gap.

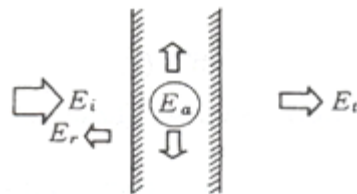
APPENDICE 3: MODELLI DI CALCOLO PER LA VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE

RUMORE PER VIA AEREA: POTERE FONOISOLANTE R_w

Come definito anche dalle vigenti norme in materia di acustica, il parametro che descrive l'isolamento acustico per via aerea tra due ambienti adiacenti è il **Potere Fonoisolante** definito come:

$$R = 10 \log \left(\frac{1}{\tau} \right)$$

ove τ , coefficiente di trasmissione, è definito dal rapporto energetico tra l'energia trasmessa (E_t) e l'energia incidente (E_i):



Nella realtà, oltre alla trasmissione diretta, all'interno degli edifici avvengono anche altre trasmissioni per via solida dovute agli elementi strutturali che compongono l'edificio stesso.

Pertanto il suono all'interno degli edifici si propaga:

- per *Trasmissione diretta*: la trasmissione del rumore avviene attraverso il solo elemento considerato
- per *Trasmissioni laterali*: trasmissione del rumore attraverso gli elementi strutturali adiacenti l'elemento in analisi

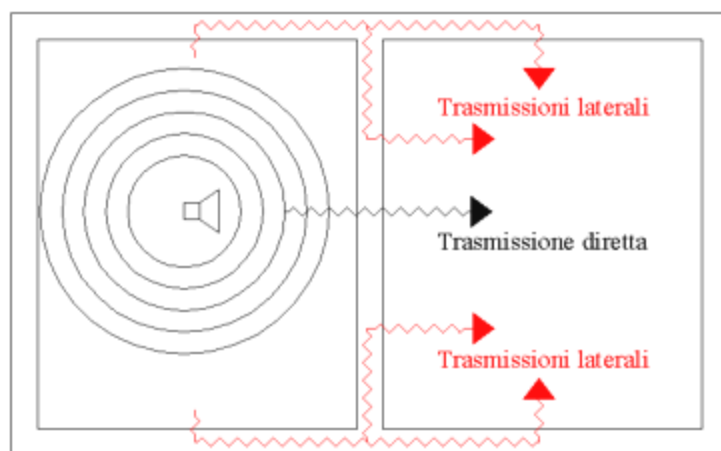


FIGURA 13: PROPAGAZIONE DEL RUMORE TRA DUE AMBIENTI

Per tenere conto anche delle perdite di isolamento dovute alle trasmissioni laterali, si definisce un ulteriore parametro, che è il **Potere Fonoisolante Apparente**.

Ai fini del calcolo del potere fonoisolante apparente tra due ambienti adiacenti, si deve quindi determinare il valore del potere fonoisolante per ogni singolo percorso di trasmissione laterale, mediante la relazione:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w} + R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \log \frac{S_s}{l_0 l_f}$$

dove:

$R_{i,w}$ è il potere fonoisolante della struttura i (dB)

$\Delta R_{ij,w}$ è l'incremento del potere fonoisolante dovuto all'apposizione di strati di rivestimento lungo il percorso i-j (dB)

K_{ij} è l'indice di riduzione delle vibrazioni del percorso i-j (dB)

S_s è la superficie della partizione (mq)

l_0 è la lunghezza di riferimento (1 m)

l_f è la lunghezza del giunto tra le strutture considerate (m)

Dalla determinazione di tali parametri è possibile ricavare il valore del potere fonoisolante apparente R'_w , secondo la relazione:

$$R'_w = -10 \log \left[10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{Fd,w}/10} \right]$$

dove:

$R_{Dd,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta

$R_{Ff,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione Ff

$R_{Df,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione Df

$R_{Fd,w}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante laterale per il percorso di trasmissione Fd

n è il numero di elementi laterali dei due ambienti, di solito 4

E' rilevante sottolineare che i certificati di isolamento acustico dei prodotti forniti dalle aziende tengono in considerazione la sola trasmissione diretta e prescindono da qualsiasi trasmissione laterale, ovvero il dato che viene fornito è quello relativo al Potere Fonoisolante R_w .

Pertanto i valori forniti saranno sempre superiori a quanto riscontrabile in opera.

Infatti, mentre la trasmissione diretta è valutabile in laboratorio ed è indipendente dalle dimensioni della partizione e/o da altri elementi, le trasmissioni laterali sono legate alla geometria dei singoli ambienti, alle strutture che fiancheggiano l'elemento di separazione nonché alla messa in opera degli elementi stessi e ai giunti di connessione strutturali.

E' pertanto fondamentale sottolineare che le diverse soluzioni di isolamento non sono applicabili in ogni condizione.

Nella presente relazione, partendo dai valori di Potere Fonoisolante R_w , si valuteranno le perdite per trasmissione laterale e quindi si valuteranno le idonee soluzioni atte a soddisfare il Potere Fonoisolante Apparente R'_w .

ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO RISPETTO AL TEMPO DI RIVERBERAZIONE D_{nT}

La norma volontaria inserisce il nuovo parametro D_{nT} : Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione. Il parametro è così definito secondo la Norma UNI 11367:

$$D_{nT} = D + 10\lg(T/T_0)$$

dove: D indica la differenza di isolamento tra ambiente L_1 ed ambiente L_2

T_0 0.5 s tempo di riverbero di riferimento

T tempo riverberazione stimato nell'ambiente ricevente

ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA $D_{2M,NTW}$

L'isolamento acustico standardizzato di facciata è direttamente correlato al potere fonoisolante apparente R'_w (cioè all'isolamento effettivo in opera, determinato dalle trasmissioni dirette e laterali) ed è definito come di seguito riportato:

$$D_{nT} = R' + 10\lg\left(\frac{0.16V}{(T_0 * S)}\right)$$

ove

R' è il potere fonoisolante apparente, composto nel caso di combinazione di parti opache e parti vetrate

T_0 è il tempo di riverbero di riferimento, pari a 0.5 secondi

S è la superficie della facciata del locale

V è il volume dell'ambiente in analisi

Si deve considerare inoltre una differenza di livello dettata dalla geometria della facciata ΔL_{fs} .

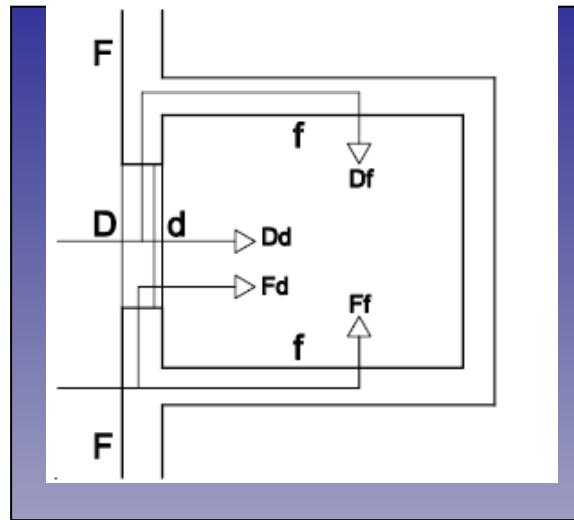


FIGURA 14: PROPAGAZIONE DEL RUMORE TRA INTERNO ED ESTERNO

RUMORE DA CALPESTIO E TRASMISSIONI STRUTTURALI

La norma EN 12354-2 prevede una procedura di calcolo semplificata per il livello di calpestio:

$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K$ dove:

$L_{n,w,eq}$ indice di valutazione del livello equivalente di pressione sonora di calpestio normalizzato;

ΔL_w indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio del rivestimento di pavimentazione;

K correzione per la trasmissione dei rumori di calpestio attraverso le strutture laterali.

Il rumore impattivo si propaga nelle strutture secondo diversi percorsi.

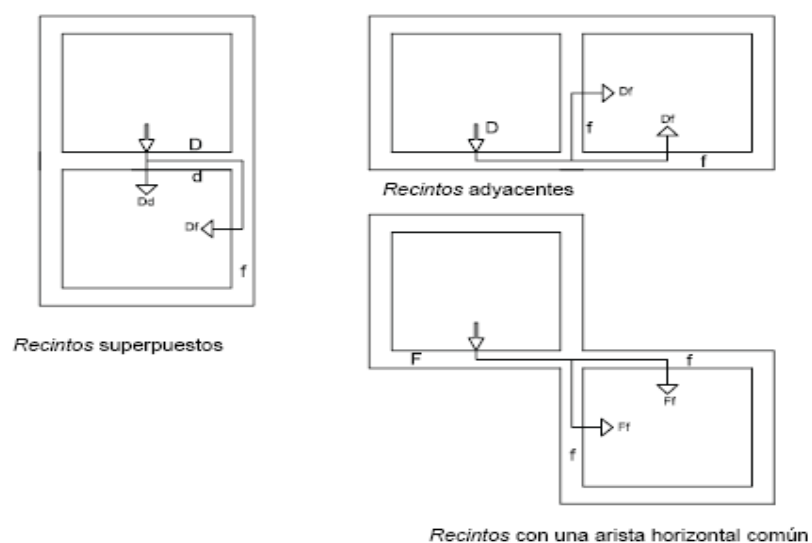


FIGURA 15: CAMMINI DEL RUMORE IMPATTIVO

APPENDICE 4: MATERIALI CONTROPARETI

ACOUSTIC | DESIGN
gamma CELENIT ACOUSTIC



CELENIT AB

Scheda tecnica



Pannello isolante termico ed acustico, in lana di legno sottile di abete rosso mineralizzata e legata con cemento Portland bianco. Larghezza lana di legno: 2 mm. Pannelli di alta qualità per sistemi di design e assorbimento acustico.

Conforme alla norma UNI EN 13168 e UNI EN 13964. Certificato da ANAB-ICEA e natureplus per la ecocompatibilità dei materiali e del processo produttivo. CELENIT AB è certificato PEFC™. Disponibile anche con certificazione FSC®.

Disponibile anche con cemento Portland grigio [CELENIT A].

Dettaglio bordi

D - S4 - RD
DT - T - RDT - RST - PS - PM


Colori

naturale o verniciato

Applicazioni

controsoffitti, rivestimenti a parete, baffes e isole, soluzioni di design

Dati tecnici

Normativa	UNI EN 13168 - UNI EN 13964				
Codice di designazione CELENIT AB	WW-EN13168-L3-W2-T2-S2-CS(10)200-CI3				
Codice di designazione CELENIT A	WW-EN13168-L3-W2-T2-S2-CS(10)200-CI1				
Lunghezza x Larghezza [mm]	2400x600 - 2000x600 - 1200x600 - 600x600				
Spessore [mm]	15	25	35	50	
Massa superficiale [kg/m²]	7,8	12,0	16,3	20,0	
Conducibilità termica dichiarata λ_0 [W/mK]	0,070				
Resistenza termica dichiarata R_0 [m²K/W]	0,20	0,35	0,50	0,70	
Sollecitazione a compressione al 10% di deformazione σ_{10} [kPa]	≥ 200				Assorbimento acustico α_n fino a 0,95 - NRC fino a 0,90
Resistenza alla diffusione del vapore μ	5				Durabilità Classe C
Calore specifico c_p [kJ/kgK] ¹	1,81				Riflessione luminosa CELENIT AB [%] 50,7 - 74,0 (colorato bianco 05/15)
Reazione al fuoco ²	Euroclasse B-s1, d0				Riflessione luminosa CELENIT A [%] 31,2
Contenuto in cloruri CELENIT AB [%]	≤ 0,06				Rilascio di formaldeide Classe E1
Contenuto in cloruri CELENIT A [%]	≤ 0,35				Rilascio di amianto non contiene amianto
					¹ Certificato dall'Università di Bologna - LEBSC no. 809 / rev. 07.05.2009
					² La reazione al fuoco non cambia per i prodotti verniciati

¹ Certificato dall'Università di Bologna - LEBS no. 809 / rev. 07.05.2009

² La reazione al fuoco non cambia per i prodotti verniciati

Dati logistici

Dimensioni [mm]	Pallet	15 mm	25 mm	35 mm	50 mm
pannelli: 2400x600	pannelli per pallet	130	88	60	44
pallet: 2400x1200	m² per pallet	187,20	126,72	86,40	63,36
pannelli: 2000x600	pannelli per pallet	130	88	60	44
pallet: 2000x1200	m² per pallet	156,00	105,60	72,00	52,80
pannelli: 1200x600	pannelli per pallet	130	88	60	44
pallet: 1200x1200	m² per pallet	93,60	63,36	43,20	31,68
pannelli: 600x600	pannelli per pallet	260	176	120	
pallet: 1200x1200	m² per pallet	93,60	63,36	43,20	

Assorbimento acustico

Tipo di pannello ¹	Specifiche di prova ²			Certificato ³		Assorbimento acustico									
	Spessore [mm]	MW [mm]	TH [mm]	No.	Data	125	250	500	1000	2000	4000	α_w	NRC	SAA	Classe
Applicazione in aderenza															
CELENIT AB	15	15		324212-A	30.04.2015	0,05	0,10	0,20	0,35	0,75	0,60	0,30 (H)	0,35	0,35	D
CELENIT AB	25	25		331332-A	11.02.2016	0,10	0,20	0,40	0,85	0,80	0,85	0,45 (M-H)	0,55	0,56	D
CELENIT AB	35	35		333105-A	20.04.2016	0,15	0,25	0,50	0,95	0,70	0,85	0,50 (M-H)	0,60	0,60	D
CELENIT AB	50	50		324219-A	30.04.2015	0,15	0,30	0,65	0,95	0,70	0,85	0,60 (M-H)	0,65	0,64	C
Intercapedine vuota															
CELENIT AB	15	45		324213-A	30.04.2015	0,10	0,15	0,40	0,75	0,45	0,55	0,40 (M-H)	0,45	0,43	D
CELENIT AB	15	115		324213-B	30.04.2015	0,15	0,40	0,65	0,45	0,45	0,70	0,50 (H)	0,50	0,48	D
CELENIT AB	15	215		324213-E	30.04.2015	0,25	0,55	0,50	0,40	0,50	0,70	0,50 (L-H)	0,50	0,49	D
CELENIT AB	25	55		333104-A	20.04.2016	0,10	0,15	0,45	0,65	0,50	0,65	0,45 (H)	0,45	0,44	D
CELENIT AB	25	125		331332-B	11.02.2016	0,25	0,75	0,65	0,50	0,85	0,90	0,60 (L-H)	0,70	0,70	C
CELENIT AB	25	200		331332-C	11.02.2016	0,35	0,75	0,55	0,55	0,80	0,90	0,60 (L-H)	0,65	0,67	C
CELENIT AB	25	225		331332-D	11.02.2016	0,25	0,65	0,60	0,65	0,85	1,00	0,65 (H)	0,70	0,69	C
CELENIT AB	25	425		331332-E	11.02.2016	0,45	0,55	0,50	0,65	0,80	1,00	0,60 (H)	0,60	0,62	C
CELENIT AB	35	135		333105-B	20.04.2016	0,20	0,60	0,70	0,50	0,80	0,80	0,60 (H)	0,65	0,64	C
CELENIT AB	35	300		324217-D	30.04.2015	0,40	0,55	0,45	0,55	0,80	0,80	0,55 (H)	0,60	0,59	D
CELENIT AB	35	435		333105-C	20.04.2016	0,45	0,55	0,50	0,65	0,85	0,90	0,60 (H)	0,65	0,64	C
Riempimento con lana di roccia															
CELENIT AB	15	30 (1)	45	324212-B	30.04.2015	0,20	0,50	1,00	0,95	0,65	0,75	0,70 (M)	0,80	0,77	C
CELENIT AB	15	30 (1)	115	324213-C	30.04.2015	0,30	0,80	1,00	0,90	0,75	0,75	0,85	0,85	0,86	B
CELENIT AB	15	50 (2)	200	324213-D	30.04.2015	0,45	0,90	0,95	0,95	0,75	0,75	0,85 (L)	0,90	0,89	B
CELENIT AB	15	40 (1)	290	324213-F	30.04.2015	0,50	0,90	0,95	0,95	0,75	0,80	0,85 (L)	0,90	0,88	B
CELENIT AB	25	30 (4)	55	324214-B	30.04.2015	0,20	0,55	1,00	0,90	0,70	0,90	0,75 (M-H)	0,80	0,79	C
CELENIT AB	25	30 (1)	85	324215-B	30.04.2015	0,25	0,70	1,00	0,80	0,75	0,90	0,80	0,80	0,82	B
CELENIT AB	25	60 (1)	125	324215-D	30.04.2015	0,40	0,90	0,95	0,90	0,80	0,90	0,90	0,90	0,88	B
CELENIT AB	25	30 (4)	200	324215-E	30.04.2015	0,40	0,90	0,95	0,90	0,80	0,90	0,90	0,90	0,88	A
CELENIT AB	25	50 (3)	300	324215-F	30.04.2015	0,50	0,90	0,95	0,95	0,85	0,95	0,95	0,90	0,91	A
CELENIT AB	35	30 (4)	65	324216-B	30.04.2015	0,30	0,75	1,00	0,85	0,85	0,95	0,90	0,90	0,89	A
CELENIT AB	35	60 (1)	135	324217-B	30.04.2015	0,50	1,00	0,95	0,85	0,85	0,95	0,90 (L)	0,90	0,92	A
CELENIT AB	35	40 (4)	200	324217-C	30.04.2015	0,50	0,90	0,95	0,95	0,85	0,95	0,95	0,90	0,92	A
CELENIT AB	35	40 (1)	320	324217-E	30.04.2015	0,55	0,90	0,95	0,95	0,90	1,00	0,95	0,90	0,92	A

¹ La verniciatura è influente sulle prestazioni di assorbimento acustico dei pannelli CELENIT come riportato nella nota tecnica dell'Istituto Giordano in data 16.07.2015. I valori di assorbimento acustico sono validi anche per i prodotti con cemento grigio.

² Specifiche di prova: "spessore" è relativo al pannello - "MW" considera lo spessore di lana di roccia in intercapedine: (1) densità 40 kg/m³; (2) densità 50 kg/m³; (3) densità 70 kg/m³; (4) densità 80 kg/m³ - "TH" (Total Height) altezza totale della struttura considerata dall'intradosso del solaio all'intradosso del rivestimento.

³ Tutti i certificati sono basati su prove effettuate presso l'Istituto Giordano (Bellaria - RN - Italia) secondo la norma UNI EN ISO 354:2003.

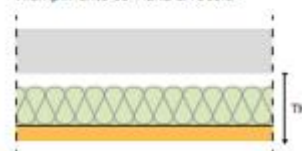
Applicazione in aderenza




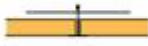

Intercapedine vuota



Riempimento con lana di roccia



Resistenza all'impatto secondo le norme UNI EN 13964/Allegato D - DIN 18032/Parte 3

	Tipo di pannello	Struttura	Certificato ¹ No. / Data	Norma	Risultato
Controsoffitto					
	CELENIT AB Spessore: 25 mm Dimensioni: 1200x600 mm Bordi: Smussati - S4	Profilato metallico a "C" 27x60x27 mm Interasse struttura secondaria: 600 mm Interasse struttura primaria: 900 mm Numero di fissaggi per pannello: 9	332601 31.03.2016	UNI EN 13964	Classe 1A
	CELENIT AB Spessore: 35 mm Dimensioni: 1200x600 mm Bordi: Smussati - S4	Profilato metallico a "C" 27x60x27 mm Interasse struttura secondaria: 600 mm Interasse struttura primaria: 900 mm Numero di fissaggi per pannello: 9	332602 31.03.2016	DIN 18032-3	Esame visivo Positivo
	CELENIT AB Spessore: 25 mm Dimensioni: 1200x600 mm Bordi: Dritto - DT	Profilato metallico a "T" 24x38 mm Interasse struttura secondaria: 1200 mm Interasse struttura primaria: 600 mm Spinotto anti-sollevamento: 2 per pannello	200535 22.08.2005	UNI EN 13964	Classe 1A
Parete					
	CELENIT AB Spessore: 25 mm Dimensioni: 1200x600 mm Bordi: Smussati - S4	Profilato metallico a "C" 27x60x27 mm Interasse struttura secondaria: 300 mm Interasse struttura primaria: 600 mm Numero di fissaggi per pannello: 9	324044 27.04.2015	DIN 18032-3	Esame visivo Positivo
	CELENIT AB Spessore: 35 mm Dimensioni: 1200x600 mm Bordi: Smussati - S4	Profilato metallico a "C" 27x60x27 mm Interasse struttura secondaria: 600 mm Interasse struttura primaria: 600 mm Numero di fissaggi per pannello: 9	324043 27.04.2015	DIN 18032-3	Esame visivo Positivo

¹ Tutti i certificati sono basati su prove effettuate presso l'Istituto Giordano (Bellaria - RN - Italia)