dott. ing. MARILA BALBONI
ingegnere edile BO n. 5669A - tecnico competente in acustica ENTECA n. 5061
C.F.: BLBMRL72L62A944G - P.I.: 02041721206

COMUNE DI VALSAMOGGIA – CASTELLO DI SERRAVALLE

- Città Metropolitana di Bologna -

CAM ACUSTICI

AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA D'INFANZIA DI CASTELLO DI SERRAVALLE

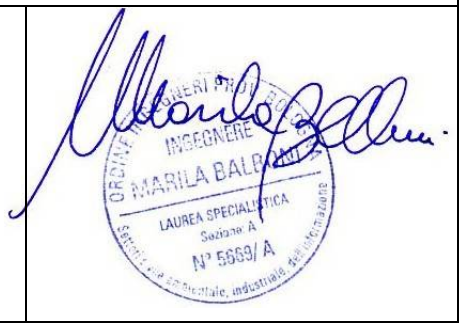
PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO REALIZZAZIONE ASILO NIDO

Relazione dell'aprile 2023

VERIFICA CONDOTTA DA:

dott. ing. Marila Balboni
elenco nazionale tecnici competenti acustica ENTECA n. 5061
ingegnere edile n. 5669A dell'Ordine Ingegneri Bologna

via Aurelio Saffi n. 13/5, 40131 Bologna
telefax. 051 6494429 - cell. 339 2541909
email: info@marila-balboni.it
marila.balboni@pec.it



INDICE

pag.

- Premessa e inquadramento normativo 2
§ 1 - Descrizione dell'intervento 6
§ 2 - Materiali impiegati nei vari componenti edilizi e verifiche 16
  - o Verifica acustica delle facciate e dei serramenti 17
  - o Verifica acustica della copertura 23
  - o Verifica acustica del divisorio fra aula e dormitorio 25
  - o Verifica acustica del divisorio fra aula e ingresso 28
  - o Verifica acustica del tempo di riverberazione, cella Chiarezza e dello STI 30
§ 3 - Rispetto dei CAM acustici 47
§ 4 - Verifica della rumorosità impiantistica VMC 55
- Conclusioni 59

ALLEGATI 59

Allegato 1 - Schiuma poliuretanica ad alta densità ed elasticità per chiusura serramenti a pareti esterne

Allegato 2 – Scheda tecnica del CELENIT-AB

Allegato 3 - Software utilizzato per verifiche di isolamento acustico, N.I.S.

Allegato 4 - Software utilizzato per verifiche di isolamento acustico, EDILCLIMA EC704

Allegato 5 - Licenza IMMI vs. 2020, il software utilizzato per le modellazioni acustiche

Allegato 6 - Attestato di riconoscimento di tecnico competente in acustica ENTECA

PREMESSA E INQUADRAMENTO NORMATIVO

La sottoscritta, dott. ing. Marila Balboni, libero professionista con studio a Bologna (40131) in via Aurelio Saffi n. 13/5 (Partita I.V.A. n° 02041721206 e C.F. BLBMRL72L62A944G), interno 2, iscritta allo Albo degli Ingegneri della Provincia di Bologna al n° 5669A, all'elenco nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica ENTECA al n. 5061 (cfr. Allegato 6), è a presentare l'analisi sui requisiti acustici passivi ai sensi del DPCM 05/12/97 dell'ampliamento della scuola d'infanzia di Castello di Serravalle, Valsamoggia, Bologna.

L'analisi dei requisiti acustici passivi del progetto in oggetto farà riferimento ai vigenti:

- il DPCM 05/12/1997 "*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*" (G.U. n° 297 del 22/12/1997),
- requisiti cogenti del RUE comunale (sebbene in esso non siano meglio esplicitati, ma, di conseguenza, divengono cogenti quelli nazionali),
- il D.M. (del Ministero della Transazione Ecologica) del 23/06/2022 sui *Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi*" (in sostituzione dei criteri CAM adottati nel 2017 di cui al D.M. 11/10/2017), che al punto 2.4.11 tratta i CAM acustici (vd. § 3).

Corre l'obbligo di segnalare che la normativa attualmente vigente per le prestazioni acustiche passive per gli edifici scolastici resta frammentaria e per alcuni parametri fa riferimento a decreti e circolari molto datati e fra loro non congruenti.

Ad esempio, relativamente alle prestazioni acustiche passive delle strutture scolastiche, pur venendo queste citate e menzionate nel più recente DPCM 05/12/1997, per i divisori fra aule la norma generale per gli usi scolastici si "farebbe" riferimento ancora anche al DM 18/12/1975 (ma qui non vi sono aule di d'infanzia confinati fra loro).

Si riportano già in premessa le tabelle di riferimento tratte dal DPCM 05/12/1997.

Tabella 2 - Tabelle di riferimento del DPCM 05/12/1997 per gli usi scolastici

Tabella A - CLASSIFICAZIONI, DEGLI AMBIENTI (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

Categorie di cui alla Tabella A	Parametri			
	Rw(*)	***$D_{2m,nT,w}$***	***$L_{n,w}$***	***$L_{eq,A}$***
	Valore minimo	Valore minimo	Valore massimo	Valore massimo
D	55	45	58	25
A, C	50	40	63	25
E	**50**	**48 - opinabile**	**58**	**25**
B, F, G	50	42	55	25

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

Nota: con riferimento all'edilizia scolastica, i limiti per il tempo di riverberazione sono quelli riportati nella circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici.

L'ampliamento dell'edifico in progetto, ricade nella categoria E della Tab. A del DPCM 05/12/97 del DPCM 05/12/97 "*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*".

Tabella A - CLASSIFICAZIONI, 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 Tab. A	Parametri				
	Ru(*)	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
1. D	55	45	58	35	35
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	35
4.B,F,G	50	42	55	35	35

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

Nota: con riferimento all'edilizia scolastica, i limiti per il tempo di riverberazione sono quelli riportati nella circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967, recante i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici.

Come anticipato, **la normativa attualmente vigente per le prestazioni acustiche passive per gli edifici scolastici è datata in alcuni suoi aspetti ed in contraddizione ad altri decreti per altri.**

Questa sua frammentarietà fa riferimento a decreti e circolari obsoleti ma non abrogati o parzialmente abrogati, che riportano parametri di valutazione e limiti sonori massimi e minimi differenti fra loro.

Pertanto, tenendo conto del fatto che i 48 dB dell'indice di Isolamento Acustico Standardizzato $D_{2m,nT,w}$ di cui al DPCM 05/12/1997 "*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*" (poi più realisticamente "ridotto" nei CAM acustici a 43 dB come da pag. 49) è raggiungibile praticamente solo con pareti piene (senza finestre, il che non è fattibile in una struttura scolastica dove l'illuminazione è fondamentale) dotate anche di elevati spessori e masse (oppure con elementi vetrati estremamente pesanti ed estremamente costosi), **si verificheranno i seguenti indici di isolamento**, più che **prudenziali** per i futuri fruitori della struttura scolastica in quanto comunque superiori anche a quelli indicati nelle circolari tuttora vigenti:

1. indice di Isolamento acustico Standardizzato $\mathbf{D_{2m,nT,w}}$ pari ad almeno **43 dB**, come dai più recenti CAM acustici 2022 (vd. pag. 49) sebbene il tuttora non completamente abrogato DM 18/12/1975 (in riferimento al T60 in particolare) richieda potere fonoisolante di infissi verso l'esterno R_w di soli 25 dB ed un potere fonoisolante di chiusure esterne complessive opache superiore a R_w = 35 dB,
2. indice del potere fonoisolante di strutture divisorie interne verticali $\mathbf{R_w}$ pari ad almeno **50 dB**, per quanto indicato nel DPCM 05/12/97, sebbene il tuttora non completamente DM 18/12/1975 (punto v) per gli aspetti acustici richieda solo 40 dB;
3. indice del potere fonoisolante di strutture divisorie interne orizzontali (solai) $\mathbf{R_w}$ pari ad almeno **50 dB**, per quanto indicato nel DPCM 05/12/97, ma in questo progetto questo parametro non è da verificare trattandosi di ampliamento monopiano;
4. livello di rumore di calpestio normalizzato di solai $\mathbf{L_{mT,w}}$ non superiore ai **58 dB**, secondo il DPCM 05/12/97, ma in questo progetto questo parametro non è da verificare trattandosi di ampliamento monopiano;
5. tempo di riverberazione nell'aula per attività libere (e nella zona riposo) $\mathbf{T_{riv.60}}$ **ottimale** a seconda del volume ai sensi dei **CAM acustici 2022 (qui pari a 0,67 sec.)**.

Si vuole riprendere, per approfondirlo sotto il profilo tecnico, il punto 1 su citato e si vuole chiarire un aspetto importante: il decreto "tecnico" di riferimento per le prestazioni acustiche passive di facciata degli edifici, quindi anche degli edifici scolastici, è ad oggi il DPCM 05/12/1997 in cui viene richiesto che per i fabbricati di *categoria E, edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili*, l'indice di Isolamento acustico Standardizzato $D_{2m,nT,w}$ sia di almeno 48 dB.

Analizzando il doppio paradosso che:

- ⇨ tale valore si può ottenere solo con pareti quasi totalmente cieche e di elevata massa superficiale (forature non inferiori a 1,6% !, il che significherebbe non avere luce all'interno dell'aula scolastica),
- ⇨ la rumorosità esterna da rispettare nell'uso scolastico è massima pari a 50 dB(A) dovendolo assegnare alla classe acustica I con limiti sonori territoriali esterni di soli 50 dB(A),

con 48 dB di isolamento della facciata, pari ad almeno 42 dB(A) [1)], e 50 dB(A) esterni, "passerebbero all'interno" dell'aula scolastica meno di 9 dB(A), valore inferiore al "numero" minimo misurabile (che è sui 15 decibel) anche dalla strumentazione fonometrica esistente e sotto qualsiasi fondo scala logaritmico acustico.

9 dB(A) non sono misurabili in termini assoluti.

Pertanto, perseguire il raggiungimento dei 43 dB di indice di isolamento acustico Standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ è già più che cautelativo e tutelativo per i bambini del nuovo asilo nido una volta raccolti nell'aula attività, in un ambiente acusticamente isolato dall'esterno e che permette la miglior intelligibilità del parlato (dei maestri) e dell'ascoltato (degli alunni).

50 dB(A) esterni con 37 dB(A) di isolamento (ovvero circa 43 dB di isolamento), implicano all'interno il "passaggio" di sili 13 dB(A), sempre sotto il fondo scala logaritmico acustico degli strumenti di misura e della percettibilità umana.

A riprova di ciò, vi è anche il più recente D.M. 23/06/2022 che include indicazioni sul rispetto in fase progettuale dei CAM acustici, solitamente molto restrittivi rispetto al DPCM 05/12/97 o alla UNI 11532-2:2020, e che per il **livello superiore** di **isolamento di facciata per gi usi scolastici richiede un 43 dB di $D_{2m,nT,w}$** (vd. pag. 49) che è il dato che si perseguirà anche in questo asilo nido annesso alla scuola d'infanzia di Castello di Serravalle.

[1)] In sostanza la differenza fra un livello sonoro in dB e uno in dB(A) consiste nel fatto che lo stesso "suono" espresso in dB(A) è stato "corretto" su determinate frequenze per adattarlo alla percezione effettiva dell'orecchio umano. L'uomo elabora meno distintamente le componenti del rumore delle basse frequenze, quindi dire che un suono in dB è stato "ponderato con curva A" [quindi è valutato in dB(A)], significa che sono state rese meno incisive le basse frequenze e si è "ridotto" il rumore ai toni bassi. Per questo motivo lo stesso rumore/suono misurato in dB(A) può risultare anche fino a 5-6 unità inferiore al valore misurato in dB. Un rumore/suono può valere 50 dB o 44 dB(A), a seconda di quale parametro si utilizza. Pertanto, lo scarto fra dB e dB(A) riferito allo stesso suono dipende sempre dalla composizione spettarle in frequenza di un rumore.

§ 1 - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto (definitivo ed esecutivo) riguarda l'ampliamento con padiglione autonomo della scuola d'infanzia (esistente) di Catello di Serravalle in Valsamoggia per la realizzazione di una sezione di asilo nido, che includerà:

- l'aula attività libere / ordinate,
- la zona riposo,
- ingresso con filtro,
- n. 2 ripostigli
- dispensa,
- cucina lattanti,
- servizio igienici bimbi,
- servizi igienici adulti,
- vani tecnici,
- spogliatoi,
- disimpegni,
- lavanderia.

Sotto il profilo acustico, sia in termini di isolamento che di qualità acustica degli interni, solo la prima sala l'elenco è da verificare, trattandosi gli altri di sui accessori.

La zona riposo, in quanto tale, prevede che in essa ai bambini dormano, riposino, stiano in silenzio, ma, soprattutto, quando i bambini sono in sala attività non si trovano nella zona riposo e viceversa, quindi non vi è commistione di attività e rischio di interferenza e disturbo nei due ambienti.

Essi sono da intendersi un unico contesto e per la parete divisoria fra i due si dovrà fare riferimento al valore di 50 dB di $D_{nT,w}$ come da CAM acustici 2022 di cui a pag. 49.

Il plesso scolastico trova il suo posizionamento in un'area che già i piani comunali prevedono con destinazione scolastica.

Le scelte progettuali relative all'intervento hanno tenuto conto della destinazione d'uso dei locali e prevedono l'uso di materiali di finitura che per caratteristiche igieniche e manutentive oltre che di reazione a fuoco, rispettino la normativa di funzione e di sicurezza e tengono inoltre conto:

- dell'esigenza di comfort visivo (impianto di illuminazione),
- delle esigenze di protezione da eventuali contatti diretti ed indiretti,
- dell'esigenza di sicurezza e garanzia in caso di pericolo (impianto antincendio, impianto antintrusione, allarmi generali, impianto illuminazione di emergenza),
- dell'esigenza di risparmio energetico e comfort con la suddivisione ed il controllo dell'illuminazione interna,
- dell'esigenza del comfort ambientale in quanto alla qualità dell'aria, temperatura e fattori termo igrometrici.

Figura 1.1 – Planimetria generale dell'ampliamento della scuola d'infanzia di Castello di Serravalle con asilo nido

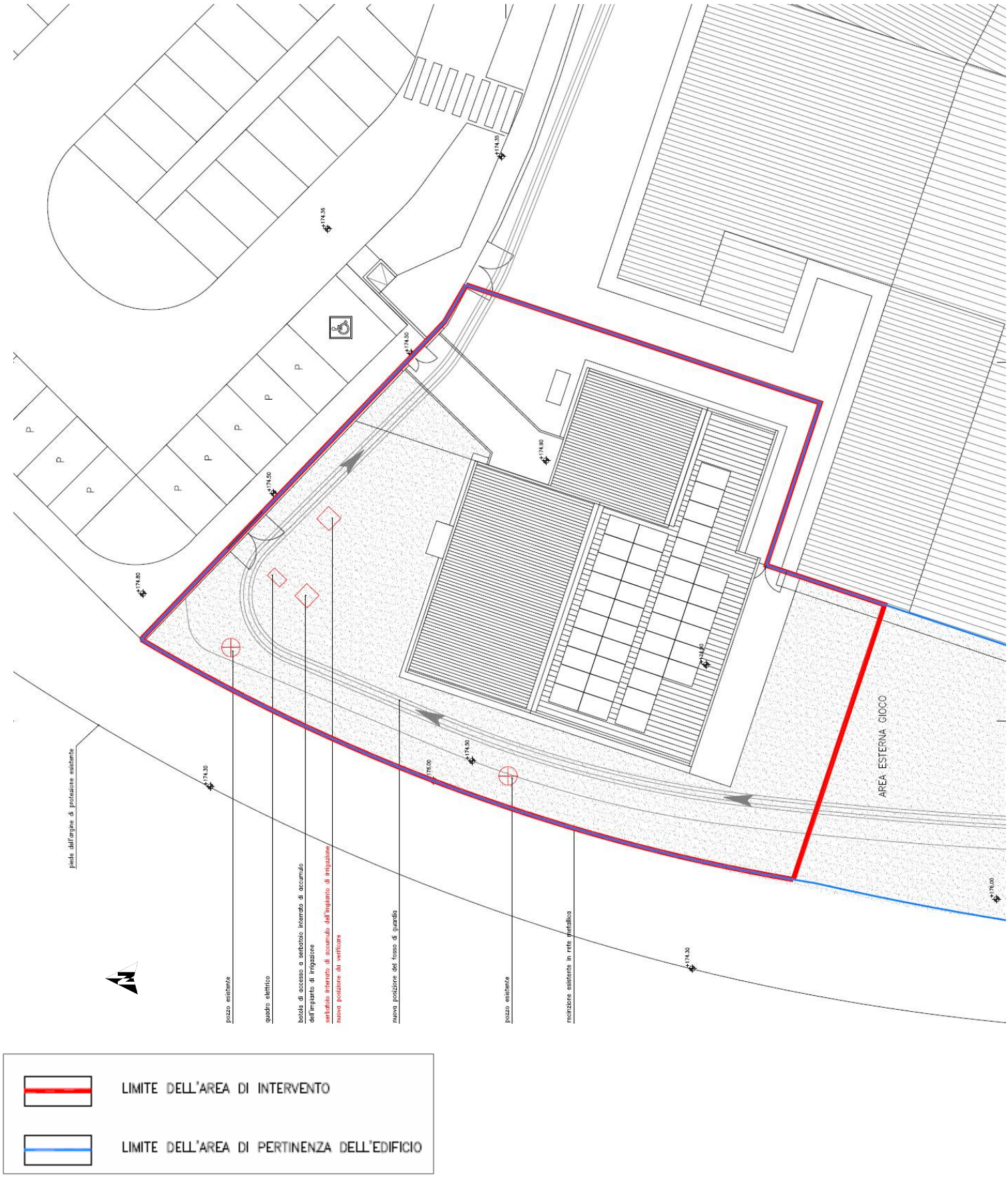
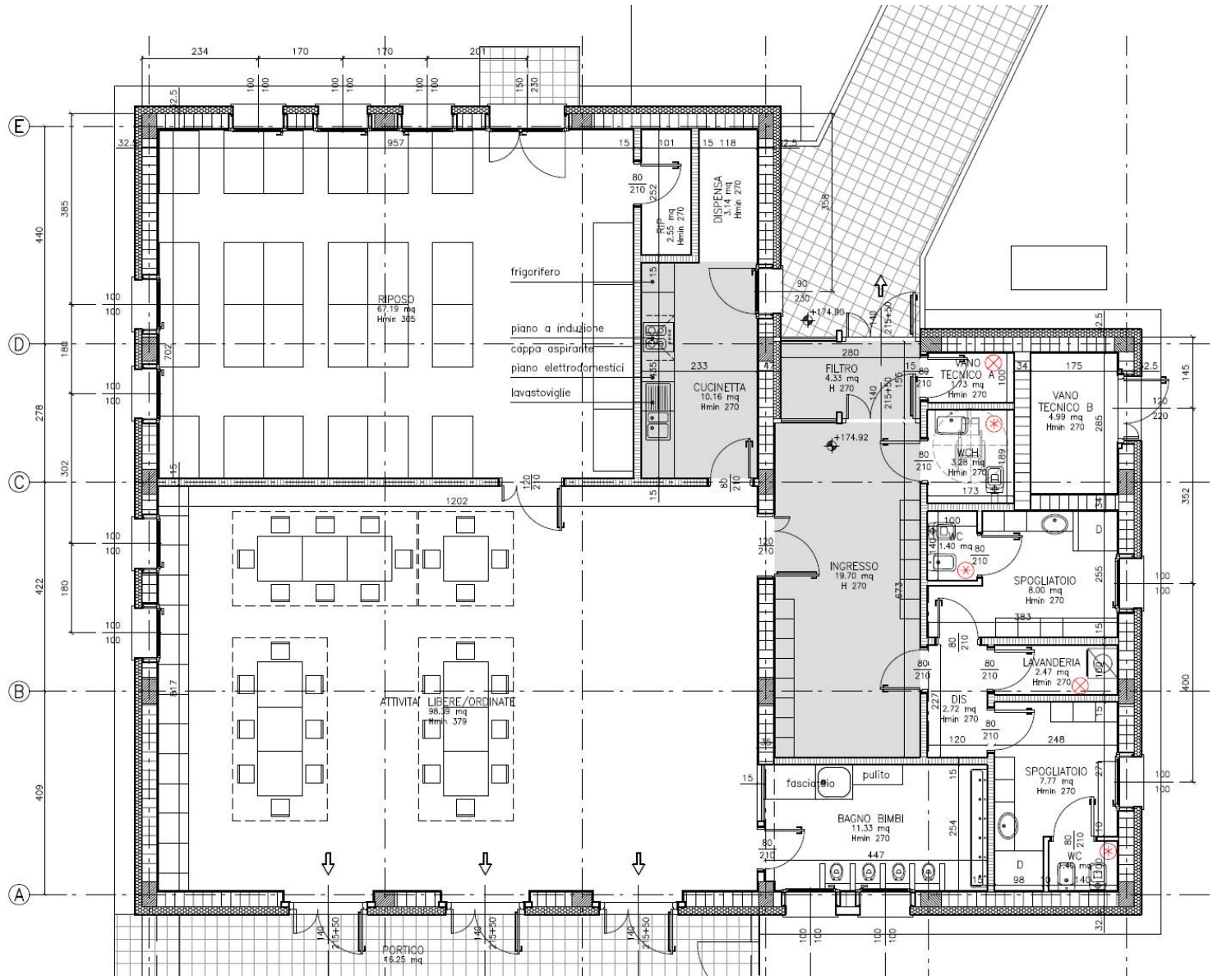


Figura 1.2.1 – Planimetria piano terra dell'ampliamento della scuola d'infanzia di Castello di Serravalle con asilo nido

PIANTA PIANO TERRA



VANO	SU (mq)	1/8	S.I.	1/8	S.V.
INGRESSO	18.52	–	–	–	–
ATTIVITA' LIBERE/ORDINATE	98.40	12.30	16.84	12.30	16.32
RIPOSO	67.20	8.40	8.45	8.40	8.45
BAGNO BIMBI	11.88	1.49	2.00	1.49	2.00

Figura 1.2.2 – Estratto da possibile capitolato per la copertura

Pacchetto di copertura posto sui travetti in LL della struttura portante costituito da un pannello isolante e fonoassorbente in fibre di legno mineralizzate tipo CELENIT AB, doppio pannello incrociato in OSB, barriera al vapore in polietilene, doppio strato incrociato di pannelli isolanti in lana di roccia spessore cm 8+6, schermo impermeabile all'acqua e permeabile al vapore, camera di ventilazione e manto di copertura in lastra di alluminio ondulata.

Figura 1.3 – Prospetti di progetto

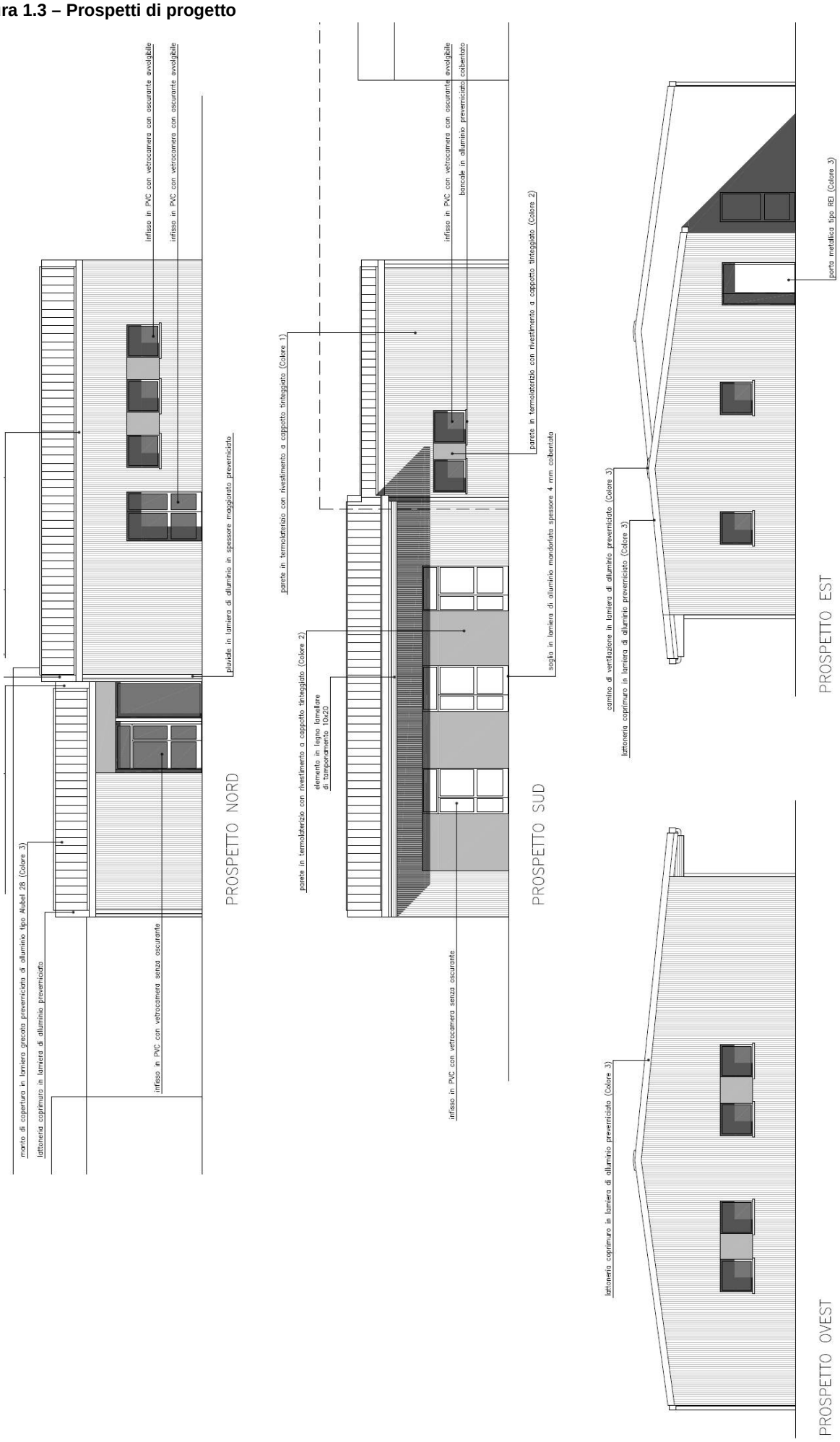
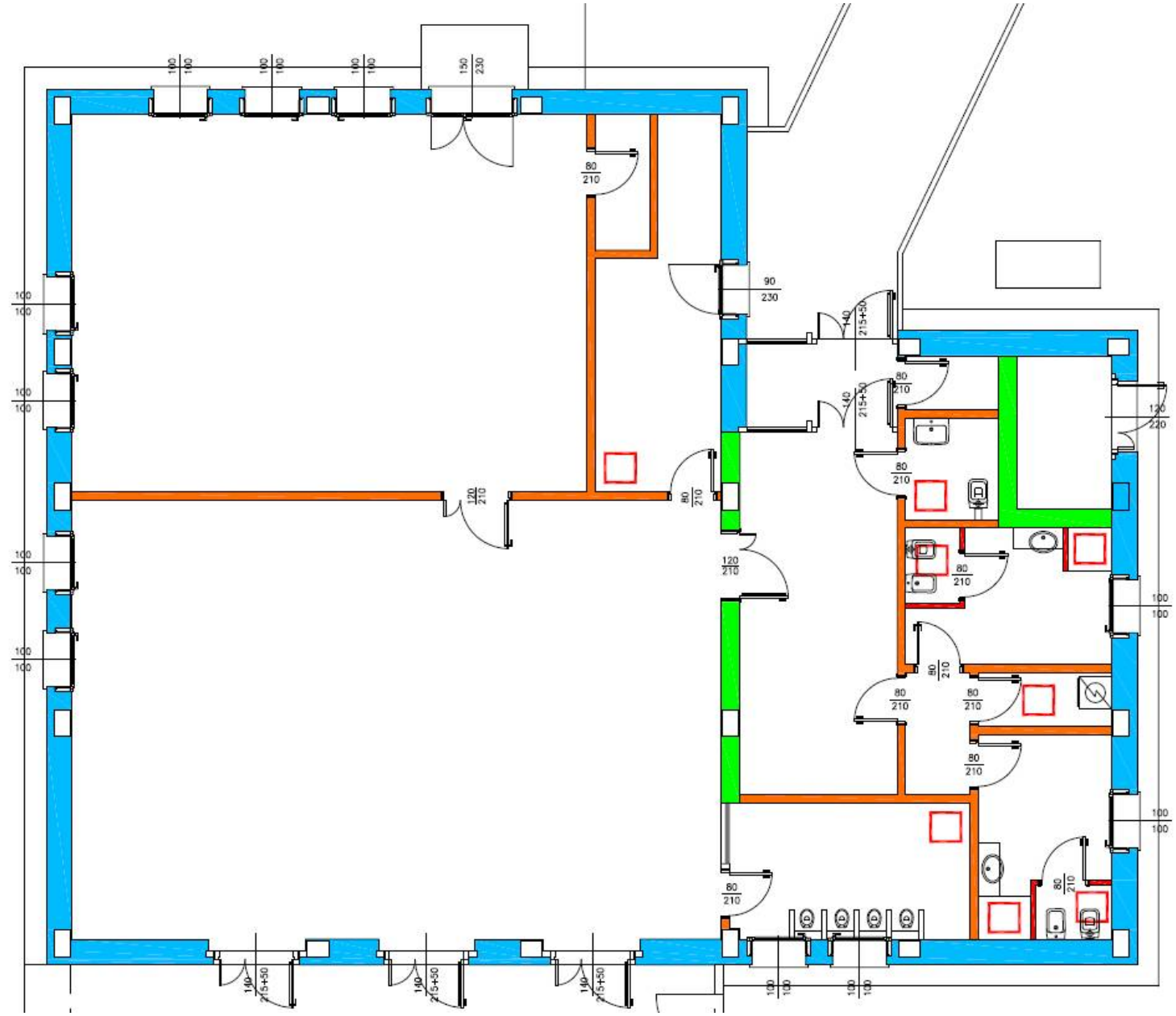
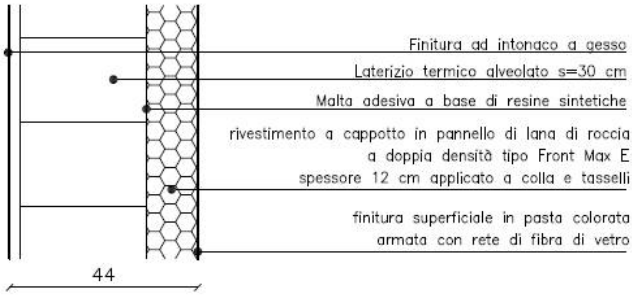


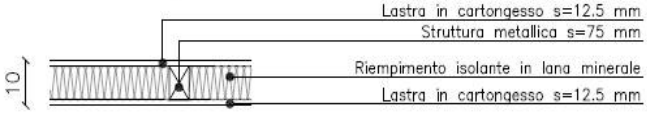
Figura 2.1 – Dettali costruttivi in pianta: stratigrafie delle murature indicate in planimetria



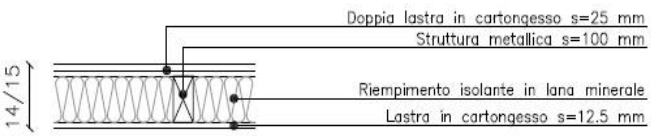
Muratura perimetrale a cappotto



Tramezzo tipo 1



Tramezzo tipo 2



Muratura interna in laterizio

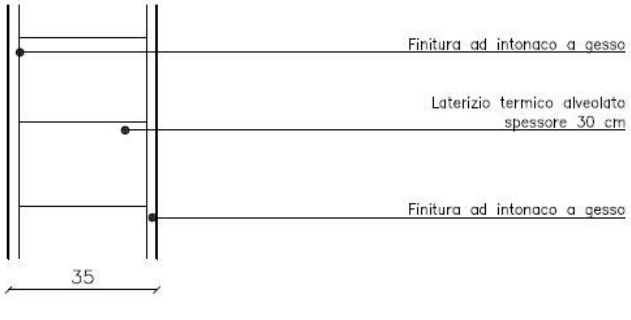


Figura 2.2.1 – Dettali costruttivi indicati sulle sezioni

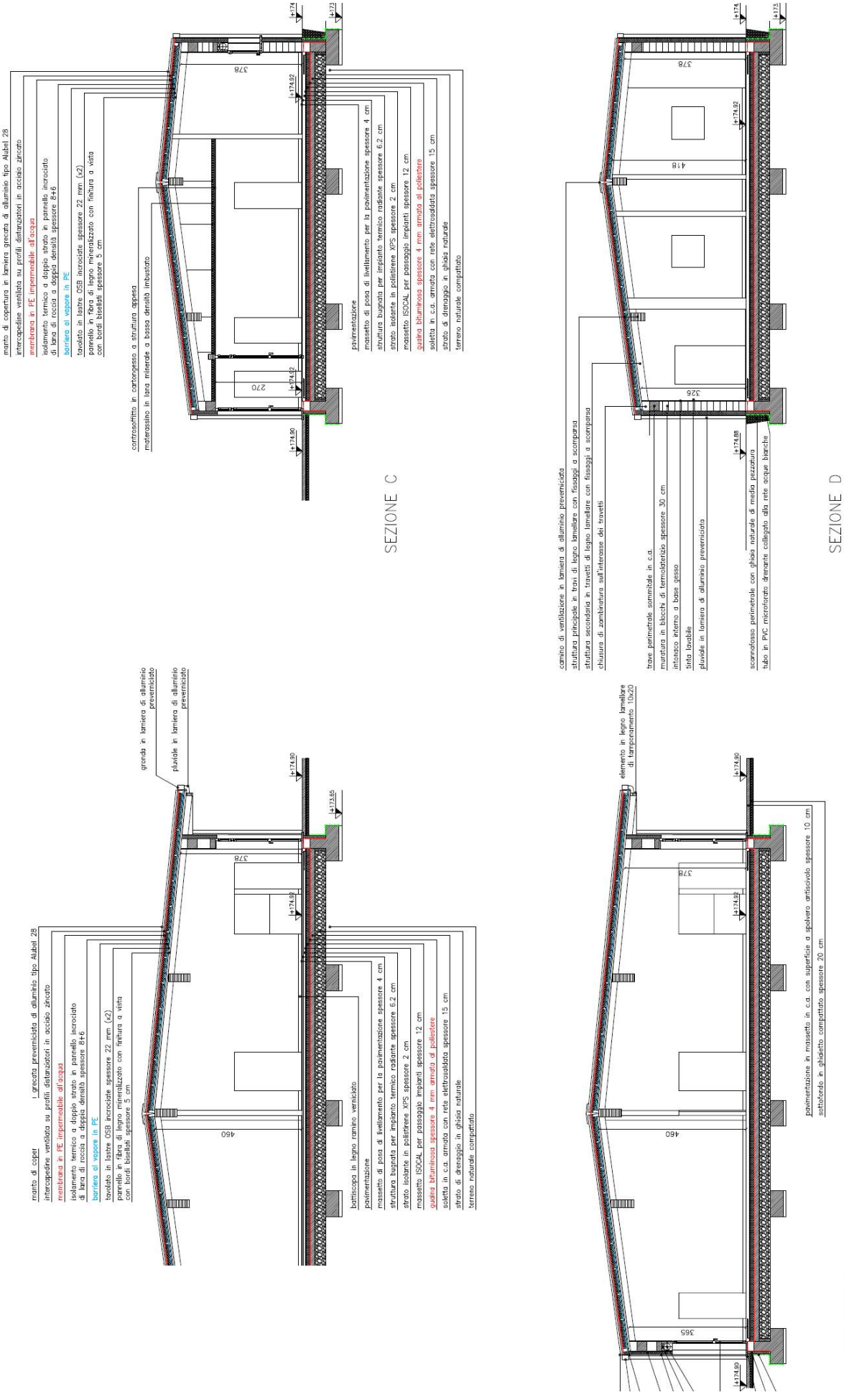
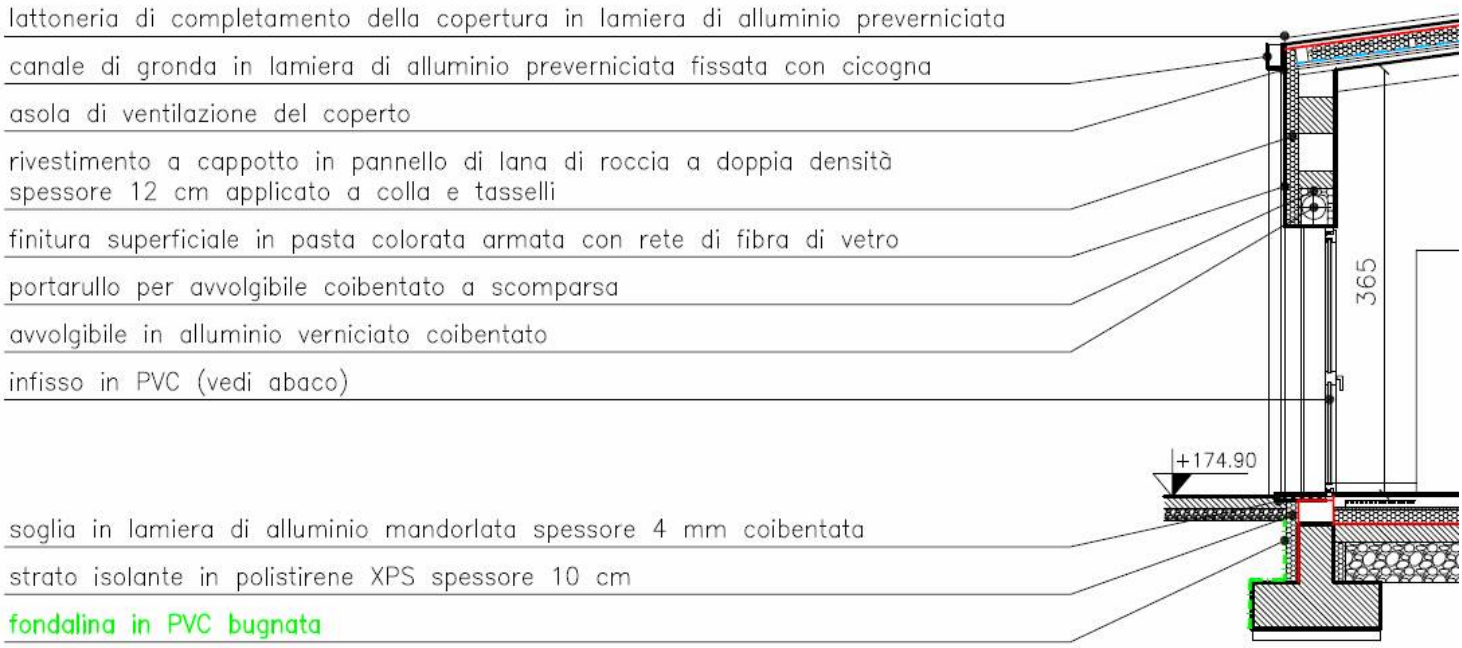


Figura 2.2.2 – Dettali costruttivi del pacchetto facciata



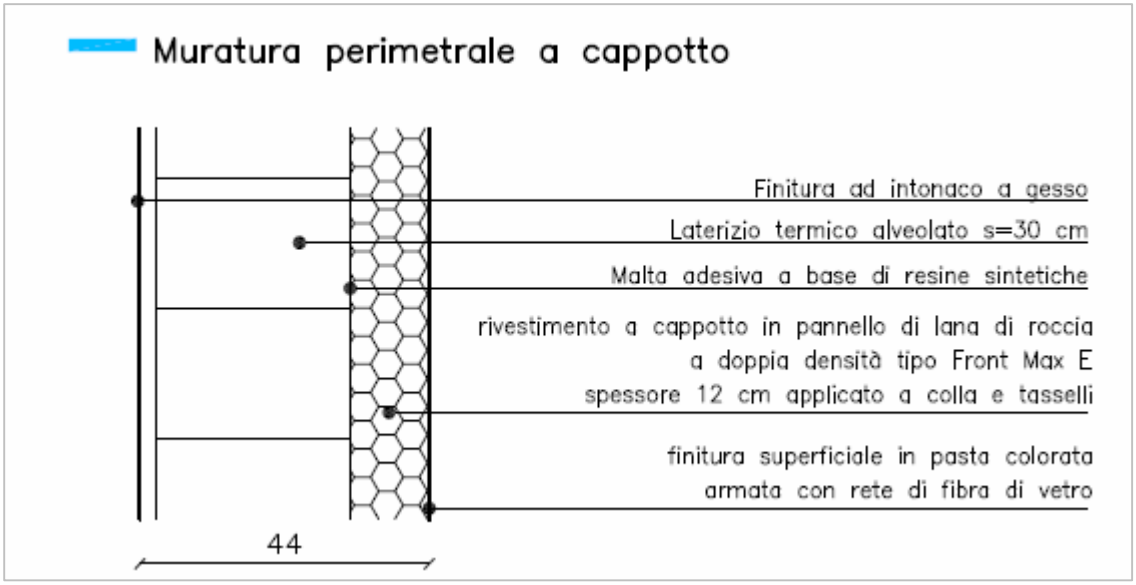


Figura 2.2.3 – Dettali costruttivi del pacchetto di copertura

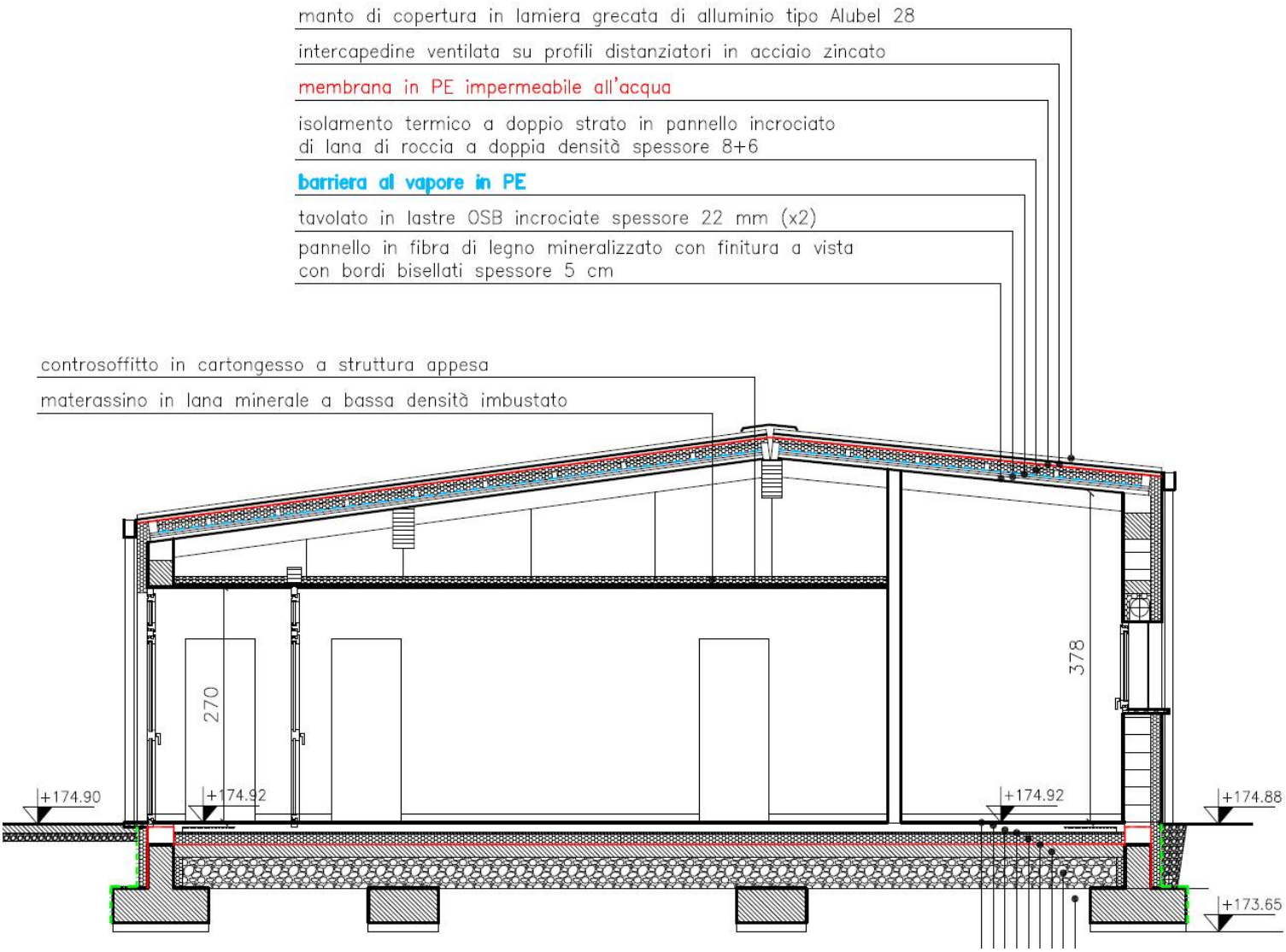
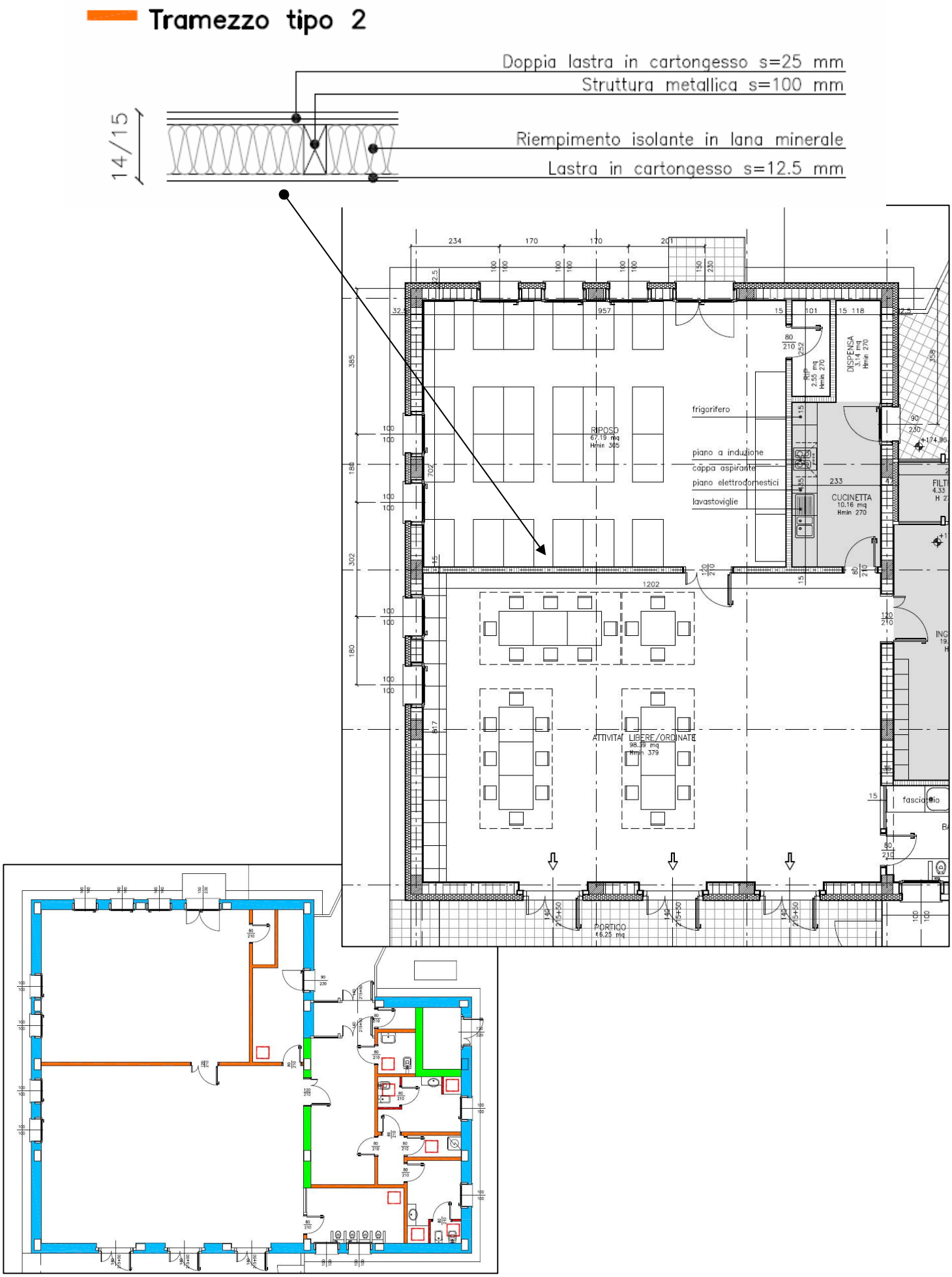


Figura 2.2.4 – Dettali costruttivi del tramezzo sala attività e zona riposo



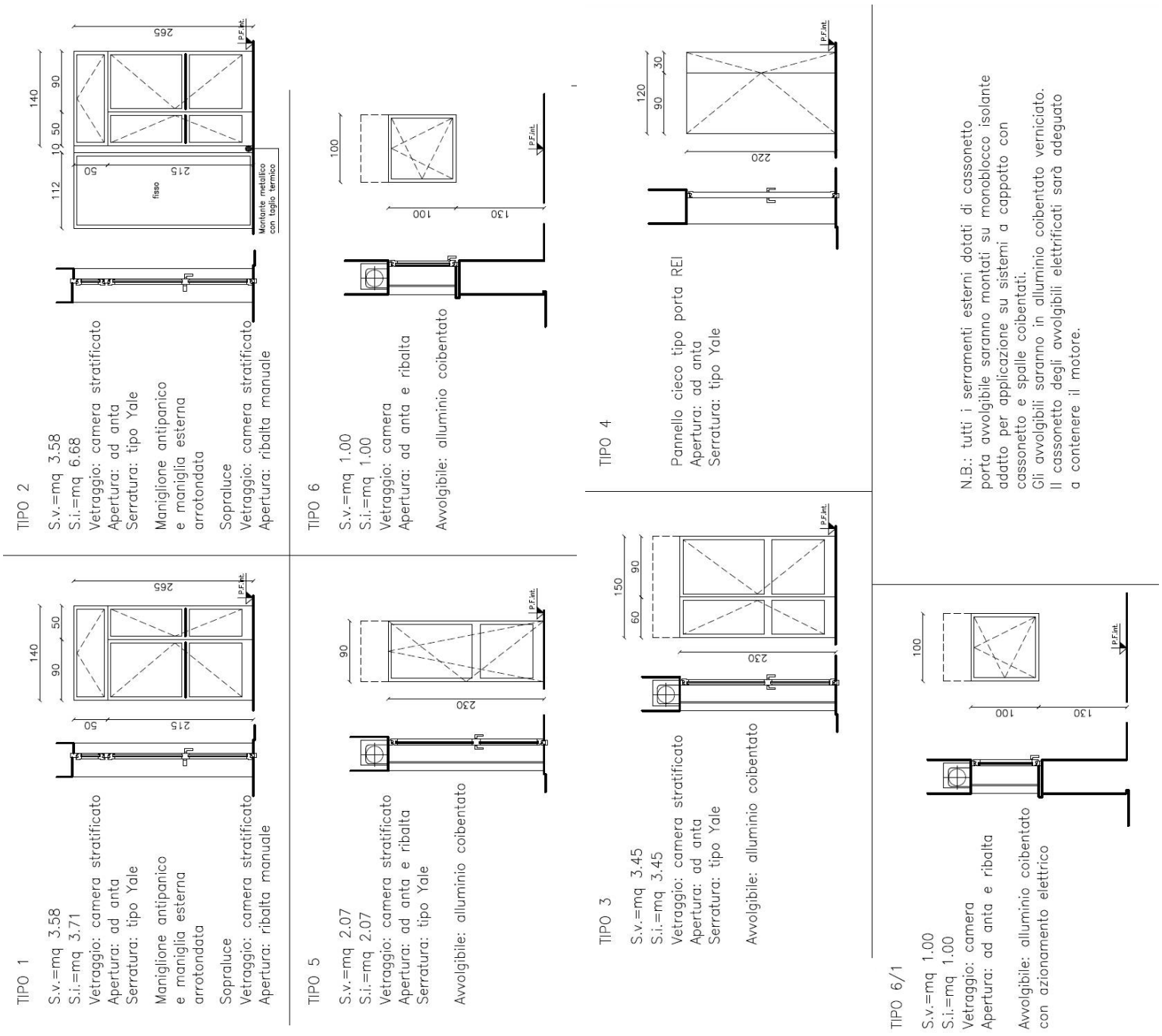
§ 2 - MATERIALI IMPIEGATI NEI VARI COMPONENTI EDILIZI E VERIFICHE ACUSTICHE

Allo stato dell'arte progettuale, i vari pacchetti costitutivi sono stati ipotizzati come dalle Figg. 2.2.* e 3.

Per maggiori dettagli si vedano le tavole di progetto esecutivo a cui fa riferimento il presente elaborato.

In Fig. 3 si riporta l'abaco dei serramenti, necessario per verificare il raggiungimento dell'indice di isolamento di facciata apparente minimo sia di 43 dB di $D_{2m,nT,w}$.

Figura 3 – Abaco dei serramenti



VERIFICA DELLE FACCIATE E SERRAMENTI

Utilizzando il software previsionale di calcolo NIS *Noise Insulation Software* della EOS srl di Milano basato sulla serie delle UNI EN ISO 12354 si sono verificate le varie facciate del nuovo asilo nido della scuola d'infanzia di Castello di Serravalle negli spazi con permanenza dei bambini per i quali i **CAM acustici richiedono il raggiungimento dei 43 dB di $D_{2m,nT,w}$** e per i quali occorre esigere serramenti con potere fonoisolante certificato minimo di cui alla seguente tabella riassuntiva, (vd. tavole del progetto definitivo-esecutivo), con indicato il potere fonoisolante da richiedere al fornitore.

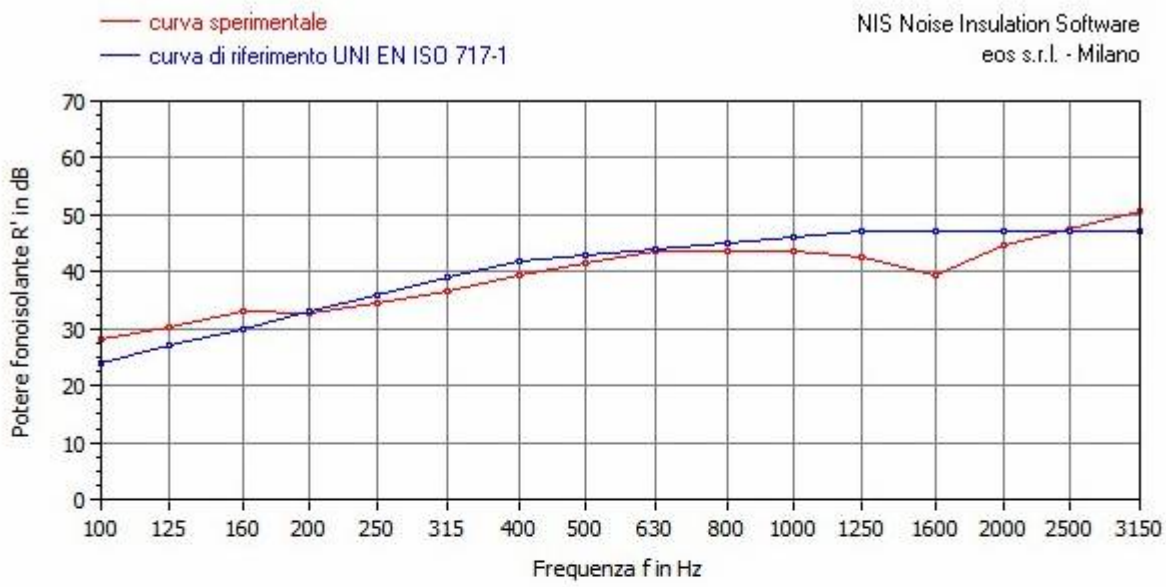
ABACO ACUSTICO DELLE FINESTRATURE VERIFICATE PER L'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

EDIFICIO NUOVO ASILO NIDO NELLA SCUOLA D'INFANZIA DI CASTELLO DI SERRAVALLE				
Tipo serramento esterno		**Posizione**	**Tipologia di serramento**	**Rw' da richiedere** (vd. verifiche facciate seguenti)
TIPO 1 e 2 vd. pag. 18 calcolo CAM	**1,40 m * 2,65 m**	**Aula attività**	**Ad ante**	**40 dB per il rispetto dei 43 dB di $D_{2m,nT,w}$ dei CAM**
TIPO 1 e 2 vd. pag. 19 calcolo DPCM 05/12/97	**1,40 m * 2,65 m**			**45 dB per il rispetto dei 48 dB di $D_{2m,nT,w}$ del DPCM 05/12/97**
Tipo 6 vd. pag. 21 calcolo CAM	**1,00 m * 1,00 m lato con soli questi serramenti**	**Aula attività**	**Anta a ribalta**	**34 dB per il rispetto sia dei CAM che del DPCM 05/12/97**
Tipo 6 vd. pag. 21 calcolo CAM	**1,00 m * 1,00 m lato con soli questi serramenti**	**Dormitorio**	**Anta a ribalta**	**34 dB per il rispetto sia dei CAM che del DPCM 05/12/97**
Tipo 6 vd. pag. 22 calcolo DPCM 05/12/97	**1,00 m * 1,00 m lato con anche serramento TIPO3**	**Dormitorio**	**Anta a ribalta**	**38 dB per il rispetto sia dei CAM che del DPCM 05/12/97**
Tipo 3	**1,50 m * 2,30 m**	**Dormitorio**	**Ad anta**	**41 dB per il rispetto dei 43 dB di $D_{2m,nT,w}$ dei CAM**
				45 dB per il rispetto dei 48 dB di $D_{2m,nT,w}$ del DPCM 05/12/97
Tipo 4	**1,20 m * 2,20 m**	**Porta cieca**	**Vano tecnico**	Nessun minimo di legge, consigliato ≥ 30 dB
Tipo 5	**0,90 m * 2,20 m**	**Porta cieca**	**Dispensa**	Nessun minimo di legge, consigliato > 30 dB
Tipo 6	**1,00 m * 1,00 m**	**negli usi accessori**	**Anta a ribalta**	Nessun minimo di legge, consigliato > 30 dB
Tipo 7	**0,98 m * 0,55 m**	**Usi accessori**	**Anta a ribalta**	Nessun minimo di legge, consigliato > 30 dB
Tipo 8	**0,78 m * 0,55 m**	**Usi accessori**	**Anta a ribalta**	Nessun minimo di legge, consigliato > 30 dB
• Classe di permeabilità all'aria UNI EN 42 deve essere 4				

VERIFICA DI FACCIATA VETRATA AULA ATTIVITÀ – 1/2

n. 3 serramenti 140*265 cm su parete altamente vetrata
con serramenti certificati come monoblocco con R_w = 40 dB si raggiungono i 43 dB di $D_{2m,nT,w}$ dei CAM
(scelta lasciata al RUP)

ASILO NIDO CASTELLO DI SERRAVALLE	
Località	CASTELLO DI SERRAVALLE - VALSAMOGGIA
Progettista	studio ing. Ballandi Roberto
Titolare della concessione edilizia	comune di Vaslamoggia in PNRR
Impresa edile	da definire
Responsabile delle verifiche acustiche	dott. ing. Marila Balboni
Tipologia funzionale di edificio	Altro



Frequenza (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R' curva sperimentale terzo di ottava (dB)	28,2	30,4	33,1	32,6	34,4	36,5	39,5	41,4	43,5	43,5	43,5	42,5	39,6	44,5	47,5	50,5
R' curva di riferimento terzo di ottava (dB)	24	27	30	33	36	39	42	43	44	45	46	47	47	47	47	47

Volume ambiente ricevente: **0,00** (m^3)

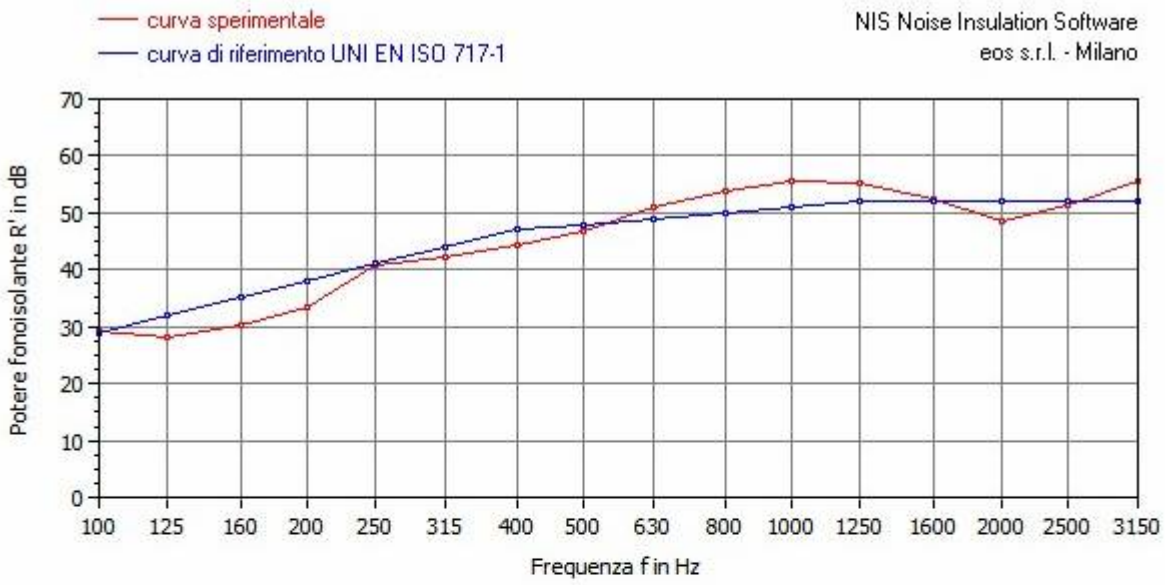
Valutazione secondo la UNI EN ISO 717 dei risultati dei calcoli da UNI EN 12354:
Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w = **43** (dB)
Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato $D_{2m,nT,w}$ ($C;C_{tr}$) = **43** (-1;-4) (dB)

Verifiche di legge		
Ambiente	**Valore limite di legge**	**Verifica**
Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ (dB)	**NON VERIFICATO**

ASILO NIDO CASTELLO DI SERRAVALLE	
Località	CASTELLO DI SERRAVALLE - VALSAMOGGIA
Progettista	studio ing. Ballandi Roberto
Titolare della concessione edilizia	comune di Vaslamoggia in PNRR
Impresa edile	da definire
Responsabile delle verifiche acustiche	dott. ing. Marila Balboni
Tipologia funzionale di edificio	Altro

con serrar $_{2m,nT,w}$ del

ASILO NIDO CASTELLO DI SERRAVALLE	
Località	CASTELLO DI SERRAVALLE - VALSAMOGGIA
Progettista	studio ing. Ballandi Roberto
Titolare della concessione edilizia	comune di Vaslamoggia in PNRR
Impresa edile	da definire
Responsabile delle verifiche acustiche	dott. ing. Marila Balboni
Tipologia funzionale di edificio	Altro



Frequenza (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R' curva sperimentale terzo di ottava (dB)	29,0	28,2	30,3	33,3	40,9	42,4	44,2	46,9	51,0	53,7	55,5	55,1	52,4	48,5	51,5	55,4
R' curva di riferimento terzo di ottava (dB)	29	32	35	38	41	44	47	48	49	50	51	52	52	52	52	52

Volume ambiente ricevente: **0,00** (m^3)

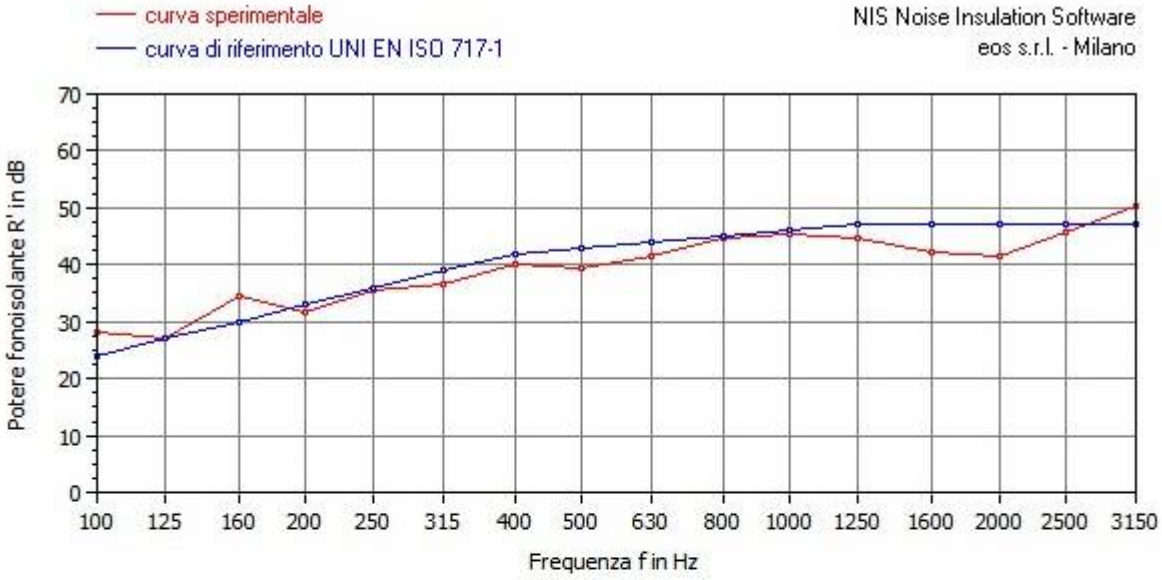
Valutazione secondo la UNI EN ISO 717 dei risultati dei calcoli da UNI EN 12354:
Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w = **48** (dB)
Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato $D_{2m,nT,w}$ ($C;C_{tr}$) = **48** (-2;-6) (dB)

Verifiche di legge		
Ambiente	**Valore limite di legge**	**Verifica**
Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ (dB)	**Verificato**

VERIFICA DI FACCIATA MASSIVA AULA ATTIVITÀ

n. 2 serramenti 100*100 cm, quadrati su parete massiva
con serramenti certificati come monoblocco con R_w = 33 dB si raggiungono anche i 49 dB di $D_{2m,nT,w}$

ASILO NIDO CASTELLO DI SERRAVALLE	
Località	CASTELLO DI SERRAVALLE - VALSAMOGGIA
Progettista	studio ing. Ballandi Roberto
Titolare della concessione edilizia	comune di Vaslamoggia in PNRR
Impresa edile	da definire
Responsabile delle verifiche acustiche	dott. ing. Marila Balboni
Tipologia funzionale di edificio	Altro



Frequenza (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R' curva sperimentale terzo di ottava (dB)	28,0	27,2	34,3	31,6	35,4	36,6	40,0	39,5	41,6	44,5	45,5	44,6	42,2	41,7	45,7	50,1
R' curva di riferimento terzo di ottava (dB)	24	27	30	33	36	39	42	43	44	45	46	47	47	47	47	47

Volume ambiente ricevente: **352,94** (m^3)

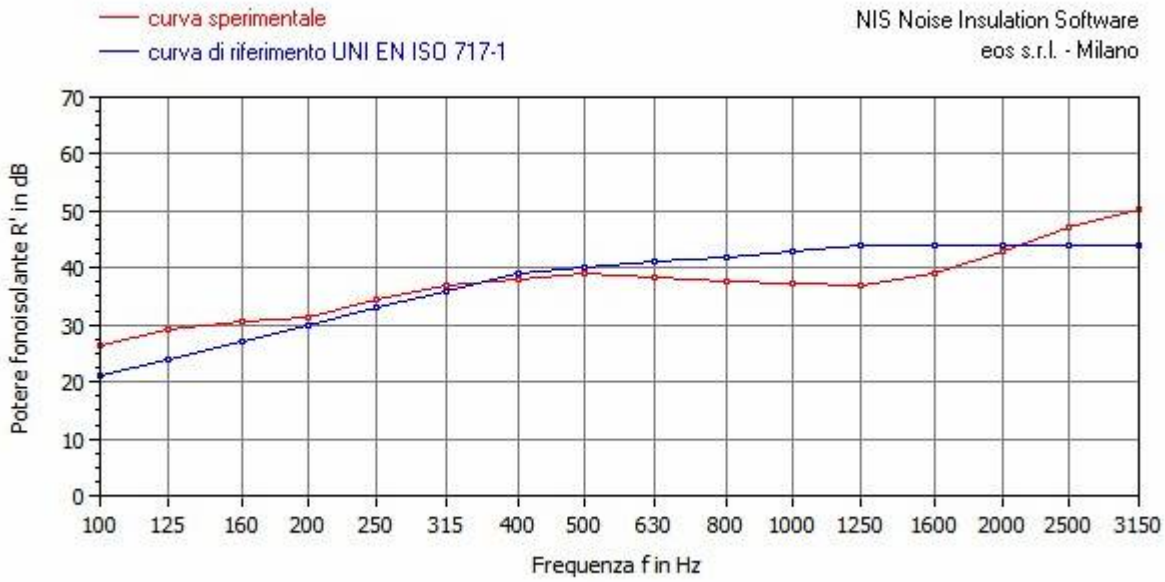
Valutazione secondo la UNI EN ISO 717 dei risultati dei calcoli da UNI EN 12354:
Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w = **43** (dB)
Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato $D_{2m,nT,w}$ ($C;C_{tr}$) = **49** (-1;-4) (dB)

Verifiche di legge		
Ambiente	**Valore limite di legge**	**Verifica**
Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ (dB)	**Verificato**

VERIFICA DI FACCIATA VETRATA DORMITORIO – 1/2

n. 1 serramento 150*230 cm su parete altamente vetrata
con serramenti certificati come monoblocco con R_w = 41 dB
+
n. 3 serramenti 100*100 cm su parete altamente vetrata
con serramenti certificati come monoblocco con R_w = 38 dB
si raggiungono i 43 dB di $D_{2m,nT,w}$ dei CAM (scelta lasciata al RUP)

ASILO NIDO CASTELLO DI SERRAVALLE	
Località	CASTELLO DI SERRAVALLE - VALSAMOGGIA
Progettista	studio ing. Ballandi Roberto
Titolare della concessione edilizia	comune di Vaslamoggia in PNRR
Impresa edile	da definire
Responsabile delle verifiche acustiche	dott. ing. Marila Balboni
Tipologia funzionale di edificio	Altro



Frequenza (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R' curva sperimentale terzo di ottava (dB)	26,4	29,1	30,7	31,4	34,4	36,9	37,8	39,1	38,2	37,6	37,2	37,0	39,2	43,1	47,0	50,3
R' curva di riferimento terzo di ottava (dB)	21	24	27	30	33	36	39	40	41	42	43	44	44	44	44	44

Volume ambiente ricevente: **232,75** (m^3)

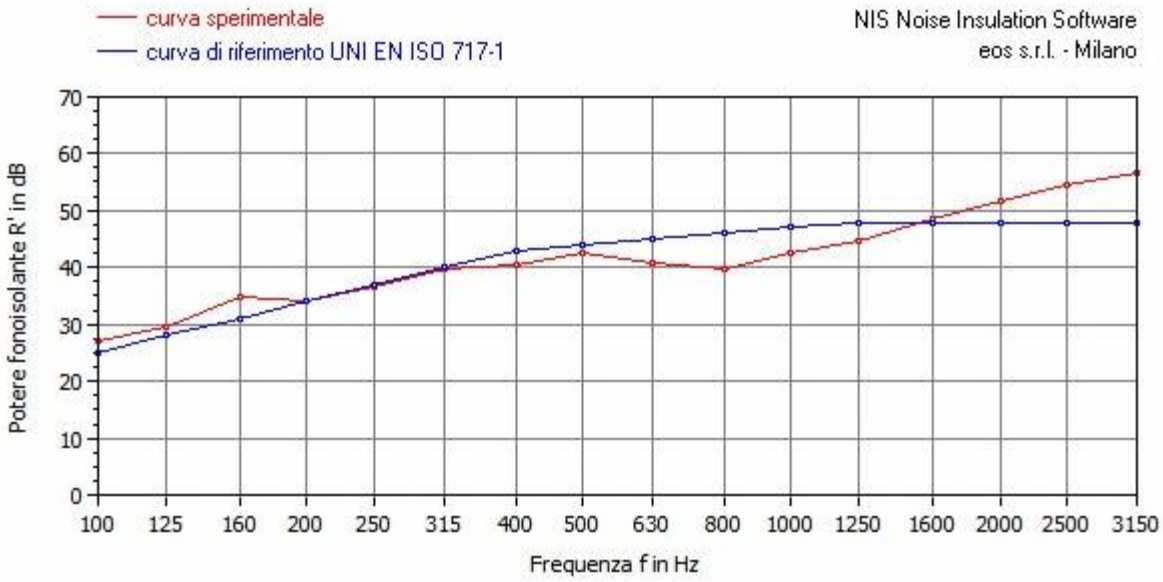
Valutazione secondo la UNI EN ISO 717 dei risultati dei calcoli da UNI EN 12354:
Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w = **40** (dB)
Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato $D_{2m,nT,w}$ ($C;C_{tr}$) = **44** (-2;-4) (dB)

Verifiche di legge		
Ambiente	**Valore limite di legge**	**Verifica**
Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ (dB)	**NON VERIFICATO**

VERIFICA DI FACCIATA VETRATA DORMITORIO – 2/2

n. 1 serramento 150*230 cm su parete altamente vetrata

ASILO NIDO CASTELLO DI SERRAVALLE	
Località	CASTELLO DI SERRAVALLE - VALSAMOGGIA
Progettista	studio ing. Ballandi Roberto
Titolare della concessione edilizia	comune di Vaslamoggia in PNRR
Impresa edile	da definire
Responsabile delle verifiche acustiche	dott. ing. Marila Balboni
Tipologia funzionale di edificio	Altro



Frequenza (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R' curva sperimentale terzo di ottava (dB)	27,1	29,5	34,9	34,1	36,5	39,7	40,6	42,5	40,7	39,7	42,7	44,7	48,7	51,7	54,6	56,6
R' curva di riferimento terzo di ottava (dB)	25	28	31	34	37	40	43	44	45	46	47	48	48	48	48	48

Volume ambiente ricevente: **232,75** (m^3)

Valutazione secondo la UNI EN ISO 717 dei risultati dei calcoli da UNI EN 12354:
Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w = **44** (dB)
Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato $D_{2m,nT,w}$ ($C;C_{tr}$) = **48** (-1;-4) (dB)

Verifiche di legge		
Ambiente	**Valore limite di legge**	**Verifica**
Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	$D_{2m,nT,w} \geq 48$ (dB)	**Verificato**

VERIFICA DELLA COPERTURA

Ad oggi non viene espressamente specificato in alcuna norma tecnica o legislativa quale sia il valore minimo da dovere assicurare per l'elemento costruttivo "copertura": la scrivente ritiene che si debbano garantire quanto meno i 43 dB di $D_{2m,nt,w}$ tipici dell'isolamento acustico di facciata secondo CAM, considerando la copertura come un componente dell'involucro esterno al quale attribuire almeno lo stesso isolamento che devono assicurare le superfici verticali ad essa ortogonali: in caso contrario le pareti laterali "tengono" acusticamente ma poi il rumore ambientale passerebbe all'interno dal coperto.

La formula che unisce il potere fonoisolante R_w all'isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ è la seguente:

$$D_{2m,nT,w} = R_w + \Delta L_{fs} + 10*\log (V/6*T_0*S) \qquad (1)$$

dove

R_w = potere fonoisolante apparente di facciata

V = volume dell'ambiente ricevente in m^3 (dell'aula attività 380 m^3 circa)

T_0 = tempo di riverberazione di riferimento pari a 0,5 secondi

S = superficie della facciata vista dall'interno m^2 (copertura aula attività 98 m^3 circa)

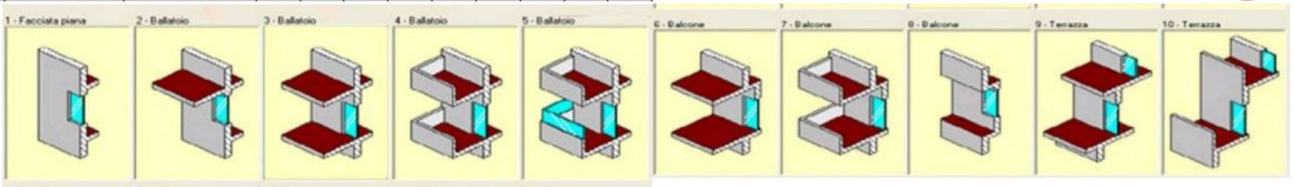
ΔL_{fs} = fattore di facciata definito come $\Delta L_{fs} = L_{1,2m} - L_{1,s} + 3$ (dB)

$L_{1,2m}$ = Livello equivalente di pressione sonora a 2 metri dalla facciata [dB]
$L_{1,s}$ = Livello equivalente di pressione sonora sul piano della facciata [dB]

con ΔL_{fs} schematizzato nella seguente tabella ufficiale

Schema dell' ΔL_{fs}

ΔL_{fs} dB	1 facciata piana	2 ballatoio			3 ballatoio			4 ballatoio			5 ballatoio			6 balcone			7 balcone			8 balcone			9 terrazza					
																							Ringhiera aperta			Ringhiera chiusa		
Assorbimento del tetto (α_w) ⇒	Non applicabile	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9	≤0,3	0,6	≥0,9
Orizzonte visivo sulla facciata <1,5 m	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	1	Non applicabile			-1	-1	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	3	3	3
(1,5 - 2,5) m	0	Non applicabile			-1	0	2	0	1	3				-1	1	3	0	2	4	1	1	2	3	4	5	5	6	7
>2,5 m	0				1	1	2	2	2	3	3	4	6	1	2	3	2	3	4	1	1	2	4	4	5	6	6	7



$$D_{2m,nTw} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10\,lg\frac{V}{6T_0S}$$

Il valore di $D_{2m,nT,w}$ è solitamente inferiore a quello del potere fonoisolante R_w di vari decibel, da -1 dB fino a -8/9 dB a seconda della conformazione sia della facciata che delle dimensioni dell'ambiente. Vero è che, se si vuole considerare la copertura come "una facciata", l'orizzonte visivo della stessa è certamente > 2,5 m ed il fattore ΔL_{fs} si attesta almeno sui 6 dB.

Parimenti il fattore 10*log (V/6*T_0*S), sempre negativo, all'aumento del volume dell'ambiente cala. Per cui, negli ambienti grandi, il valore di $D_{2m,nT,w}$ e R_w possono essere fra loro numericamente molto simili.

Negli ambienti abitativi tradizionali di piccole-medie dimensioni (vd. ad esempio gli spazi residenziali), invece, il valore di $D_{2m,nT,w}$ si discosta di più da R_w tenendo però sempre conto che ΔL_{fs} si attesta in media sui 6 dB.

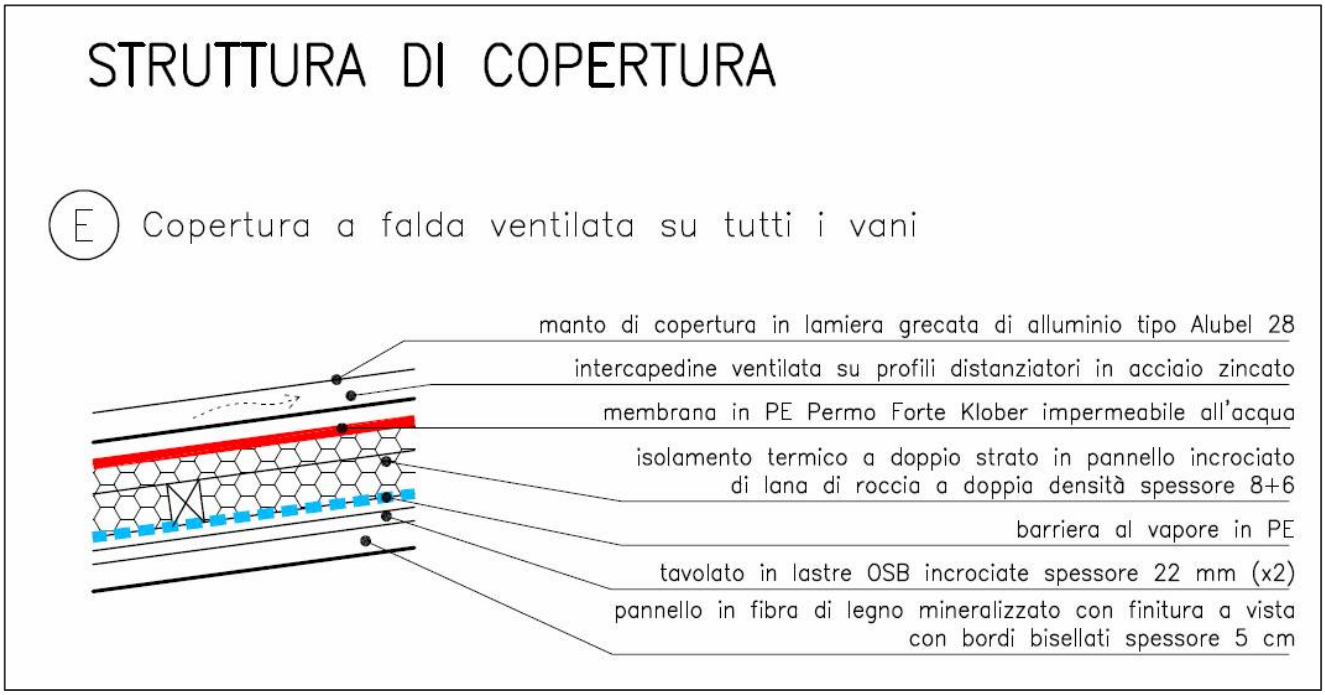
Di ciò si tiene conto delle valutazioni che si stanno andando a fare, per cui, per avere un $D_{2m,nT,w}$ di almeno 43 dB occorrerà avere un R_w della copertura di almeno 37 dB.

Difatti:

$D_{2m,nT,w}$ = 37 + 6 + 10*log (380/6*0,5*98) = 37 + 6 + 1,1 dB = 44,1 dB > 43 dB

43 dB minimi dei CAM

Il coperto del nuovo asilo ad oggi è previsto come mostrato nella Fig. 2.2.3 e sotto riportato nuovamente.



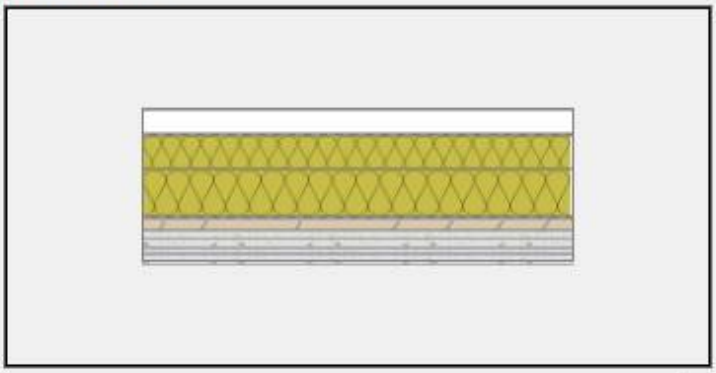
Impiegando il software previsionale EDILCLIMA mod. ED704 *Requisiti acustici passivi* riportato a pagina seguente, si vede che il pacchetto previsto a copertura del nuovo asilo (aula, dormitorio e usi accessori) avrà un potere fonoisolante R_w di almeno 37 dB, quindi pari al minimo necessario affinché si abbia anche per la copertura un isolamento di "facciata" di 43 dB di $D_{2m,nT,w}$ ex-CAM acustici sebbene ad oggi non sia esplicitato in alcuna norma tecnica o legislativa (vd. pag. 25).

Soffitti: S1 - copertura lignea

Codice S 1 Descrizione copertura lignea

Dati generali | Stratigrafia | Calcolo Previsionale | Risultati

Dati struttura



Num	Descrizione	Spessore [mm]	M.V. [kg/m³]
1	Rame	3,00	8900
2	Intercapedine non ventilata Av<500 mm²/m	40,00	-
3	Impermeabilizzazione con bitume	1,00	1200
4	NaturBoard PARTITION - Pannello semi-ri...	60,00	40

Coeff. alpha ...

Tipo struttura Struttura portante

Struttura associata

Elemento divisorio ☐ Elemento di facciata ☑

☐ **Struttura con tutti i dati noti**

Massa Sup. 133,2 kg/m²

Spessore totale 267,0 mm

☐ **Valori R noti**

◉ Indice unico noto

○ Valori in frequenza noti

Frequenza Hz	R [dB]
100	0,0
125	0,0
160	0,0
200	0,0
250	0,0
315	0,0
400	0,0
500	0,0
630	0,0
800	0,0
1000	0,0

Rw 37,7 dB

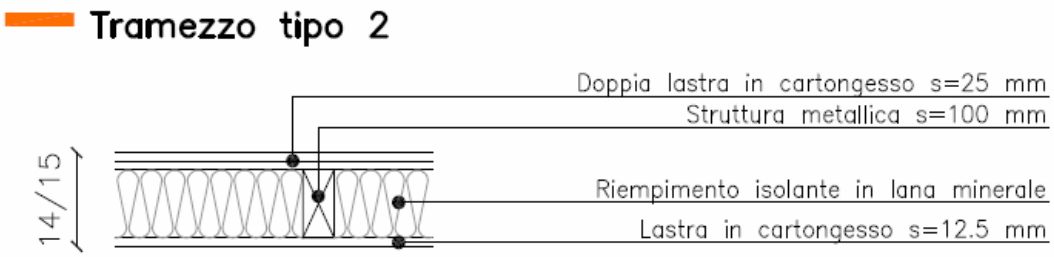
C 0,0

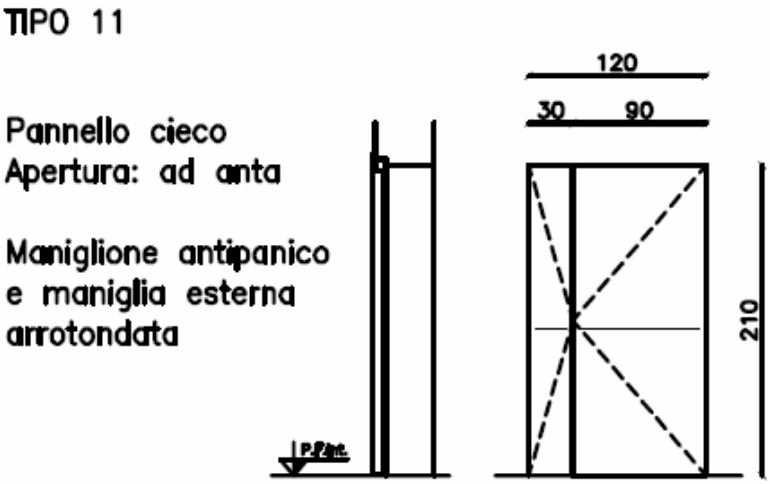
Ctr 0,0

DIVISORIO INTERNO FRA AULA E DORMITORIO

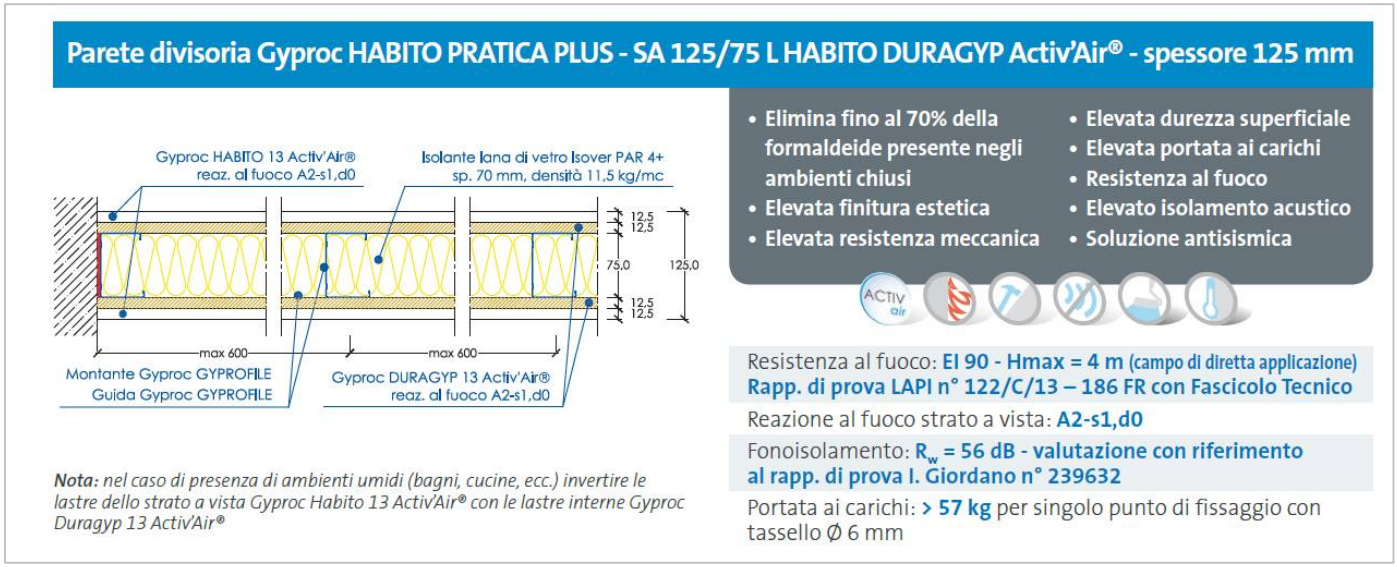
Secondo i CAM acustici, negli usi scolastici occorre verificare che il divisorio fra aula attività e dormitorio garantisca un isolamento $D_{nT,w}$ di 50 dB (vd. pag. 49).

Nel caso in questione i componenti di separazione fra questi due ambienti sono costituiti dalla parete leggera e dalla porta (infisso interno) sotto riportate.





Utilizzando il software previsionale di calcolo NIS *Noise Insulation Software* della EOS srl di Milano basato sulla serie delle UNI EN ISO 12354 si è verificato se tale sistema raggiungerà i 50 db di $D_{nT,w}$ appoggiandosi ad un pacchetto tipo ISOVER-SAINT GOBAIN (sotto mostrata, di tipo anche più leggero) per la certificazione della parete leggera di tramezzo da 14/15 cm si mostrata.



Dall'estratto del software previsionale di calcolo NIS *Noise Insulation Software* della EOS srl sotto mostrato si vede che con **porta di separazione certificata con 40 dB di R_w** il divisorio nella sua globalità raggiungerà i 50 dB di $D_{nT,w}$ come richiesto dai CAM acustici del DM 23/06/2022.

Valutazione dell'indice dell'isolamento acustico standardizzato normalizzato secondo il tempo di riverberazione

ASILO NIDO CASTELLO DI SERRAVALLE	
Località	CASTELLO DI SERRAVALLE - VALSAMOGGIA
Progettista	studio ing. Ballandi Roberto
Titolare della concessione edilizia	comune di Vaslamoggia in PNRR
Impresa edile	da definire
Responsabile delle verifiche acustiche	dott. ing. Marila Balboni
Tipologia funzionale di edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Volume ambiente ricevente: **199,50** (m^3)

Risultato	
Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w	**48** (dB)
Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato $D_{nT,w}$	**51** (dB)
Influenza della forma della facciata ΔL_{fs}	**0** (dB)
Trasmissione di fiancheggiamento K	**2** (dB)

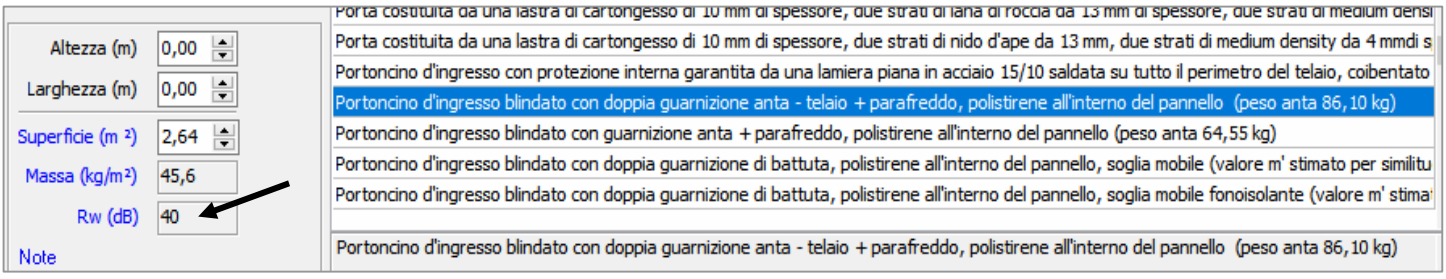
Valutazione secondo la UNI EN ISO 717 dei risultati dei calcoli da UNI EN 12354:
Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w ($C;C_{tr}$) = 48 (-2;-6) (dB)
Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato $D_{nT,w}$ = 50 (dB)

Composizione facciata		
Base della facciata	Altezza (m)	3,60
Parete realizzata con mattoni forati da 15 cm, intonacata esternamente per uno spessore di 2 cm, e controparete costituita da un pannello di lana di vetro da 6 cm di spessore, foglio d'alluminio e una lastra di cartongesso di 1,25 cm di spessore	Larghezza (m)	8,17
	Superficie (m^2)	25,86
	Massa (kg/m^2)	158,40
	Altezza (m)	0,00
Portoncino d'ingresso blindato con doppia guarnizione anta - telaio + parafreddo, polistirene all'interno del pannello (peso anta 86,10 kg)	Larghezza (m)	0,00
	Superficie (m^2)	2,64
	Massa (kg/m^2)	45,60

Data: 27-03-2023

Responsabile delle verifiche acustiche
dott. ing. Marila Balboni

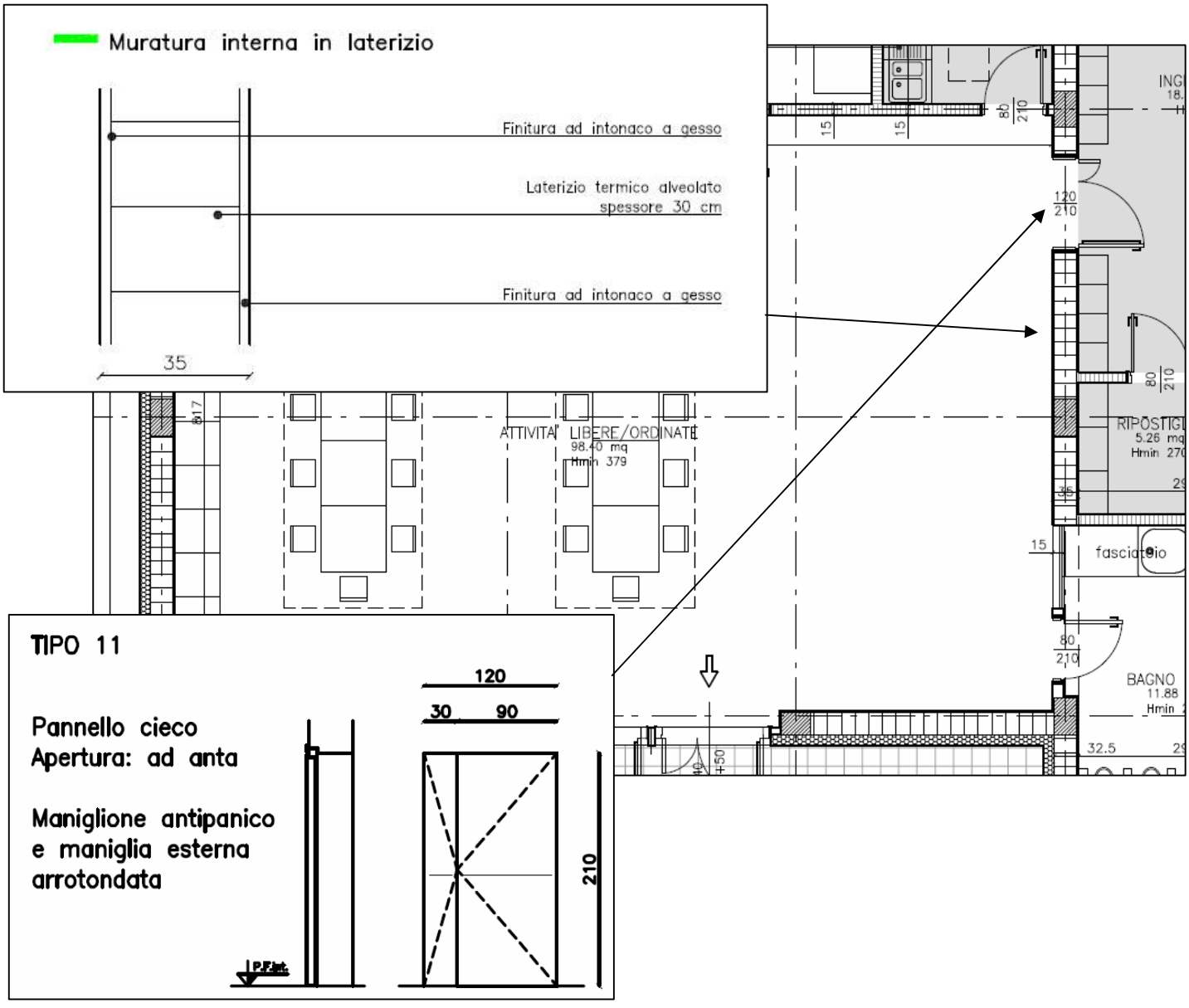
Calcoli eseguiti con il software NIS elaborato da eos s.r.l. - Milano



DIVISORIO FRA AULA E INGRESSO (VANO COMUNE)

Secondo i CAM acustici, negli usi scolasti occorre verificare che il divisorio fra aula attività e corridoio / spazio comune garantisca un isolamento $D_{nT,w}$ di 30 dB (vd. Prospetto B.1 della UNI 11367:2010 di cui a pag. 49).

Nel caso in questione i componenti di separazione fra questi due ambienti sono costituiti dalla parete massiva da 30 cm di laterizio alveolato oltre intonaco e dalla porta (infisso interno) sotto riportate.



Utilizzando il software previsionale di calcolo NIS *Noise Insulation Software* della EOS srl di Milano basato sulla serie delle UNI EN ISO 12354 si è verificato se tale sistema raggiungerà i 30 dB di $D_{nT,w}$ come richiesto dal Prospetto B.1 della UNI 11367:2010 – vd. pag. 49.

Dall'estratto del software previsionale di calcolo NIS *Noise Insulation Software* della EOS srl sotto mostrato si vede che con **porta di separazione certificata con 27 dB di R_w** il divisorio verso l'uso comune raggiungerà i 30 dB di $D_{nT,w}$ come richiesto dai CAM acustici del DM 23/06/2022.

Valutazione dell'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata normalizzato secondo il tempo di riverberazione

ASILO NIDO CASTELLO DI SERRAVALLE	
Località	CASTELLO DI SERRAVALLE - VALSAMOGGIA
Progettista	studio ing. Ballandi Roberto
Titolare della concessione edilizia	comune di Vaslamoggia in PNRR
Impresa edile	da definire
Responsabile delle verifiche acustiche	dott. ing. Marila Balboni
Tipologia funzionale di edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Volume ambiente ricevente: **126,00** (m^3)

Risultato	
Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w	**33** (dB)
Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato $D_{nT,w}$	**37** (dB)
Influenza della forma della facciata ΔL_{fs}	**0** (dB)
Trasmissione di fiancheggiamento K	**2** (dB)

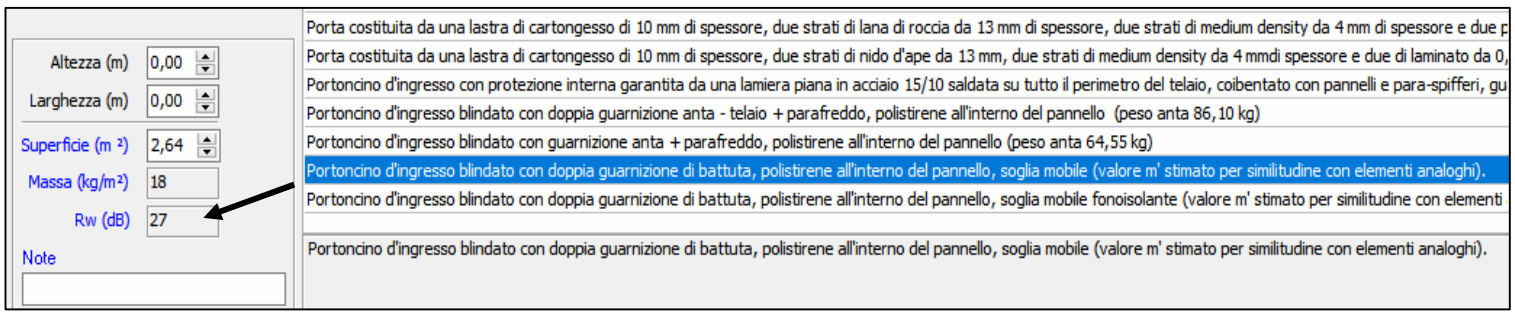
Verifiche di legge		
Ambiente	**Valore limite di legge**	**Verifica**
Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	$D_{nT,w}$ ≥ **30** (dB)	

Composizione facciata		
Base della facciata	Altezza (m)	3,60
Parete realizzata con mattoni forati da 15 cm, intonacata esternamente per uno spessore di 2 cm, e controparete costituita da un pannello di lana di vetro da 6 cm di spessore, foglio d'alluminio e una lastra di cartongesso di 1,25 cm di spessore	Larghezza (m)	8,17
	Superficie (m^2)	15,36
	Massa (kg/m^2)	158,40
	Altezza (m)	0,00
Portoncino d'ingresso blindato con doppia guarnizione di battuta, polistirene all'interno del pannello, soglia mobile (valore m' stimato per similitudine con elementi analoghi).	Larghezza (m)	0,00
	Superficie (m^2)	2,64
	Massa (kg/m^2)	18,00

Data: 27-03-2023

Responsabile delle verifiche acustiche
dott. ing. Marila Balboni

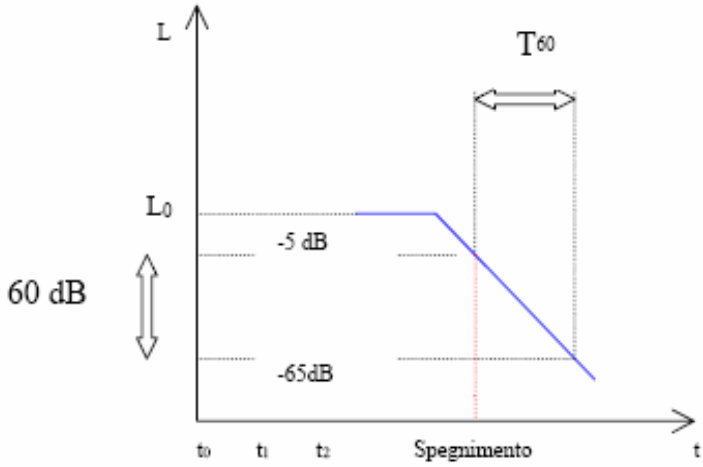
Calcoli eseguiti con il software NIS elaborato da eos s.r.l. - Milano



VERIFICA DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE, STI E C50 NELLA NUOVA SEZIONE

Si illustra in via sintetica come è definito il Tempo di Riverberazione T60: **il T60 è il tempo necessario affinché il livello sonoro decada di 60 dB.**

Nel fare questa valutazione si deve uscire dalla parte irregolare del grafico e considerare il *tratto liscio/dritto* che segue. Secondo la normativa ISO 3382-2:2008 (per gli ambienti ordinari, quali abitazioni domestiche, uffici, ristoranti, centri espositivi, impianti industriali, istituti sportivi e scolastici) e UNI EN ISO 3382-1:2009 (per le sale di spettacolo), il tratto su cui valutare la pendenza media della curva deve iniziare a -5 dB rispetto al livello L_0 che si ha con la sorgente in funzione.



Per gli usi scolastici il tempo di riverberazione in una sala scolastica tipo è identificato ottimale se dell'ordine di $T_{riv.60}$ = 1,2 sec. ai sensi del DMLL.PP. 3150/1967, mentre viene meglio e più prudenzialmente definito dai CAM acustici del DM 23/06/2022 (ovvero della UNI 11532-2:2020) alla tabella riportata in estratto a pag. 30.

Il T60 indicato dai CAM acustici è più restrittivo e tutelativo e si perseguirà questo.

Operativamente, bisogna spegnere la sorgente, attendere che il livello decresca di 5 dB, far partire un cronometro, aspettare che il livello arrivi a -65 dB ed infine fermare il cronometro. Il tempo che è passato viene detto tempo di riverberazione T60 ed è il parametro primario che caratterizza quanto un ambiente è riverberante o meno.

Il tempo di riverberazione indica direttamente l'effetto percepibile dall'uomo della durata della coda sonora, in secondi.

Quindi, esiste un **tempo di riverberazione ottimale** a seconda del tipo di utilizzo dell'ambiente (vd. sopra già anticipati quelli che interessano la presente indagine).

Dal punto di vista ingegneristico, occorre poter quantificare il valore di tempo di riverberazione partendo dalle caratteristiche acustiche dell'ambiente e questo lo si fa con la formula di Sabine (espresso in secondi):

$$T_{60} = 0{,}161 * \frac{V}{A} = 0{,}161 * \frac{V}{\overline{\alpha} * S}$$

dove V è il volume dell'ambiente in m^3 e A è l'area equivalente di assorbimento totale in m^2.

Il coefficiente medio lo si trova come media dei coefficienti di assorbimento delle varie parti dell'ambiente:

$$\overline{\alpha} = \frac{\sum_i \alpha_i * s_i}{S}$$

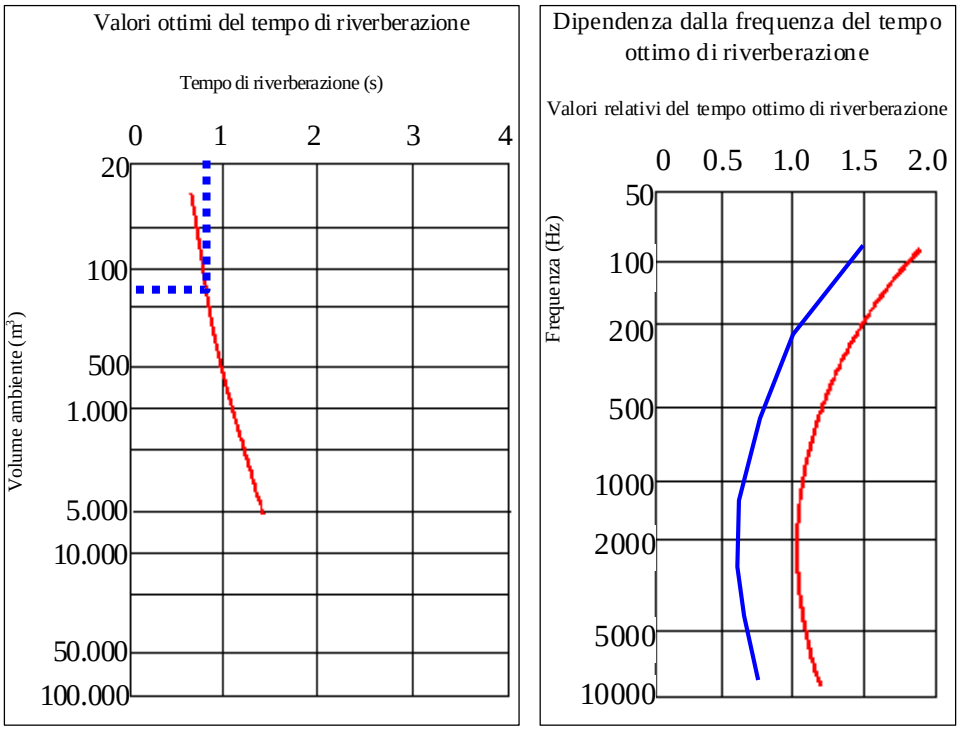
dove α_I è il coefficiente di assorbimento i-esimo e s_i è la superficie i-esima degli elementi presenti nell'ambiente, e quindi si può scrivere:

$$T_{60} = 0{,}161 * \frac{V}{\sum_i \alpha_i * s_i} \quad .$$

In definitiva, gli elementi presenti all'interno di un ambiente chiuso/confinato (pareti, arredamenti, persone, ecc.) condizionano la propagazione acustica, poiché assorbono in diversa misura l'energia sonora che incide su di essi. Tali fenomeni possono alterare e deteriorare la qualità del suono percepito dal ricettore, causando, ad esempio, il degrado della comunicazione verbale, fondamentale per l'età dei frequentatori delle scuole materne, quando, invece, occorre *fonoassorbire* molto, quindi avere T60 bassi.

Relativamente al T60, i valori ottimali variano a seconda del volume e degli usi degli ambienti da valutare, secondo i seguenti schemi.

Figura 4 – Schemi di calcolo del tempi di riverberazione ottimale in funzione del volume e della frequenza



Per la presente indagine, si è condotta la verifica del tempio di riverberazione, T60, in riferimento alla AULA ATTIVITA' della unica nuova sezione di asilo nido introdotta dal progetto , con area in pianta di 98,4 m^2 e volume di circa 380 m^2 circa (T60 ottimale medio intorno a 0,67 sec.).

Per i parametri dell'acustica in ambienti confinati il D.M. 23/06/2022 si "appoggia" alla UNI 11532-2 del marzo 2020 "*Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – parte 2: Settore scolastico*" e per gli si scolastici la categoria da considerare è al A3 - vd. prospetto 2 riportato a pagina seguente.

Figura 5 – Prospetto 2 della UNI 11532-2 del marzo 2020 "*Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – parte 2: Settore scolastico*"

prospetto 2 **Descrizione dettagliata di utilizzo per le categorie da A1 a A5**

Descrizioni in dettaglio delle tipologie d'utilizzo				
Categoria		Descrizione dell'utilizzo	Obiettivo qualitativo	Esempi
A1		Musica. Prevalentemente rappresentazioni musicali.	Buona acustica per musica non amplificata; ammessa limitata comprensione del parlato.	Aule per la musica con musica suonata e canto.
A2		Parlato/Conferenze. Presentazioni parlate dove si ha un oratore frontale.	Elevato grado di intelligibilità del parlato.	Aule didattiche, Aule magne.
A3	A3.1	Ambienti della categoria A2 per persone che hanno problemi di deficit uditivi o parlano una lingua diversa ovvero aule speciali.	Elevato grado di intelligibilità del parlato anche per persone con deficit uditivi o non madrelingua oppure con differenze linguistiche.	Aule didattiche, Aule magne.
	A3.2	Parlato. Comunicazione con la presenza contemporanea di più persone parlanti nell'aula.	Elevato grado di intelligibilità del parlato anche con più oratori contemporaneamente.	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aula insegnanti e similari.
A4		Più persone parlanti nella stanza (come Categoria A3.2) e destinate a persone con particolari necessità (aule speciali) Escluse aula speciale di volume superiore a 500 m^3, oppure per utilizzo musicale.	Elevato grado di intelligibilità del parlato con più oratori contemporaneamente, e per persone con deficit uditivi o non madrelingua oppure con differenze linguistiche	Aule didattiche, aule per colloqui, aule per seminari, aule per gruppi studio o di lavoro, laboratori, uffici amministrativi, aula insegnanti e similari. Ambienti per le videoconferenze
A5		Sport: piscine e palestre e similari.	Comunicazione verbale possibile ma a distanze brevi	Palestre piscine per utilizzo come ambienti sportivi in generale

Nel capitolo dedicato ai "Valori di riferimento del tempo di riverberazione" della UNI 11532-2 del marzo 2020 "*Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – parte 2: Settore scolastico*" di legge la formula per ricavare il T60 ottimale per l'uso scolastico A3.

Valori di riferimento del tempo di riverberazione

Il tempo di riverberazione ottimale T_{ott}, corrispondente ad un'occupazione convenzionale dell'ambiente pari all'80% ad eccezione della categoria A5, è determinato in relazione alla destinazione d'uso specifica dell'ambiente considerato ed al suo volume, attraverso le formule di calcolo riportate nel prospetto 6. In figura 1 è riportata la dipendenza del tempo di riverberazione ottimale T_{ott} dal volume in relazione alla destinazione d'uso. Dai valori così calcolati di T_{ott} si ricava l'andamento in funzione della frequenza (vedere figura 2).

Formule di calcolo di T_{ott} per le categorie da A1 a A5

Categoria	**Ambiente occupato all'80%**	
A1	$T_{ott,A1} = (0{,}45 \log V + 0{,}07)$	$30\ m^3 \leq V < 1000\ m^3$
A2	$T_{ott,A2} = (0{,}37 \log V - 0{,}14)$	$50\ m^3 \leq V < 5000\ m^3$
A3	$T_{ott,A3} = (0{,}32 \log V - 0{,}17)$	$30\ m^3 \leq V < 5000\ m^3$
A4	$T_{ott,A4} = (0{,}26 \log V - 0{,}14)$	$30\ m^3 \leq V < 500\ m^3$
Categoria	**Ambiente non occupato**	
A5	$T_{ott,A5} = (0{,}75 \log V - 1{,}00)$ $T_{ott,A5} = 2{,}00$	$200\ m^3 \leq V < 10000\ m^3$ $V \geq 10000\ m^3$

Il Volume dell'aula di attività è sui 380 m^3, per cui, applicando la formula per ambiente occupato all'80% si ha che il $T_{ott,A3}$ deve essere sui 0,67 secondi (vd. sotto).

$$T_{ott,A3} = (0,32*\log V - 0,17) \text{ sec.} = (0,32*\log 380 - 0,17) \text{ sec.} = 0,67 \text{ sec.}$$

Alle pagg. 34÷45, si riportano le analisi condotte per il T60 di questo spazio scolastico, da cui si vede che ipotizzandoli intonacati lisci sulle pareti, con CELENIT-AB a vista nel coperto dell'aula attività (e del dormitorio), linoleum a terra ed elementi vetrati nelle finestrature come da progetto, considerando già gli utenti all'interno (sono previsti 28 bambini + 3 operatori per cui, considerando l'80% di utenza, si inseriranno 22 alunni di scuola d'infanzia + 3 operatori), il T60 si attesta già sui 0,66 secondi per il nuovo asilo (vd. pag. 38).

Tale valore è già prossimo al valore ottimale dato che uno scarto di qualche centesimo non è percepibile dall'orecchio umano.

Pertanto, adottando il prodotto fonoassorbente all'intradosso del coperto CELENIT-AB si avrà un T60 molto prossimo al valore ottimale per i nuovi spazi di progetto.

Nelle modellazioni che seguono si è utilizzato il software previsionale IMMI vs. 2020 di cui all'Allegato 5, che calcola il T60 ottimale oltre le prestazioni a livello di STI e Chiarezza (vd. § 3 sui CAM acustici).

Nell'aula per le attività dei bambini viene impostato che lo scopo sia l'ASCOLTO DEL PARLATO, quindi categoria A3.2 ai sensi della UNI 11532-2:2020.

VERIFICA T60, C50 E STI AULA ATTIVITA' NIDO: STATO DI PROGETTO – 1/12

RAUM002 [7]

Descrizione:
ATTIVITA' libere e ordinate asilo nido

Presentazione — Standard

Eccezione — ☐ Colore ☐ Largh./mm

☐ Mostra etichetta su nodo selez

Gruppo — attività

☐ Nota — Dati geometrici

☐ Foto

Altezza rel. cost. /m: 3,79

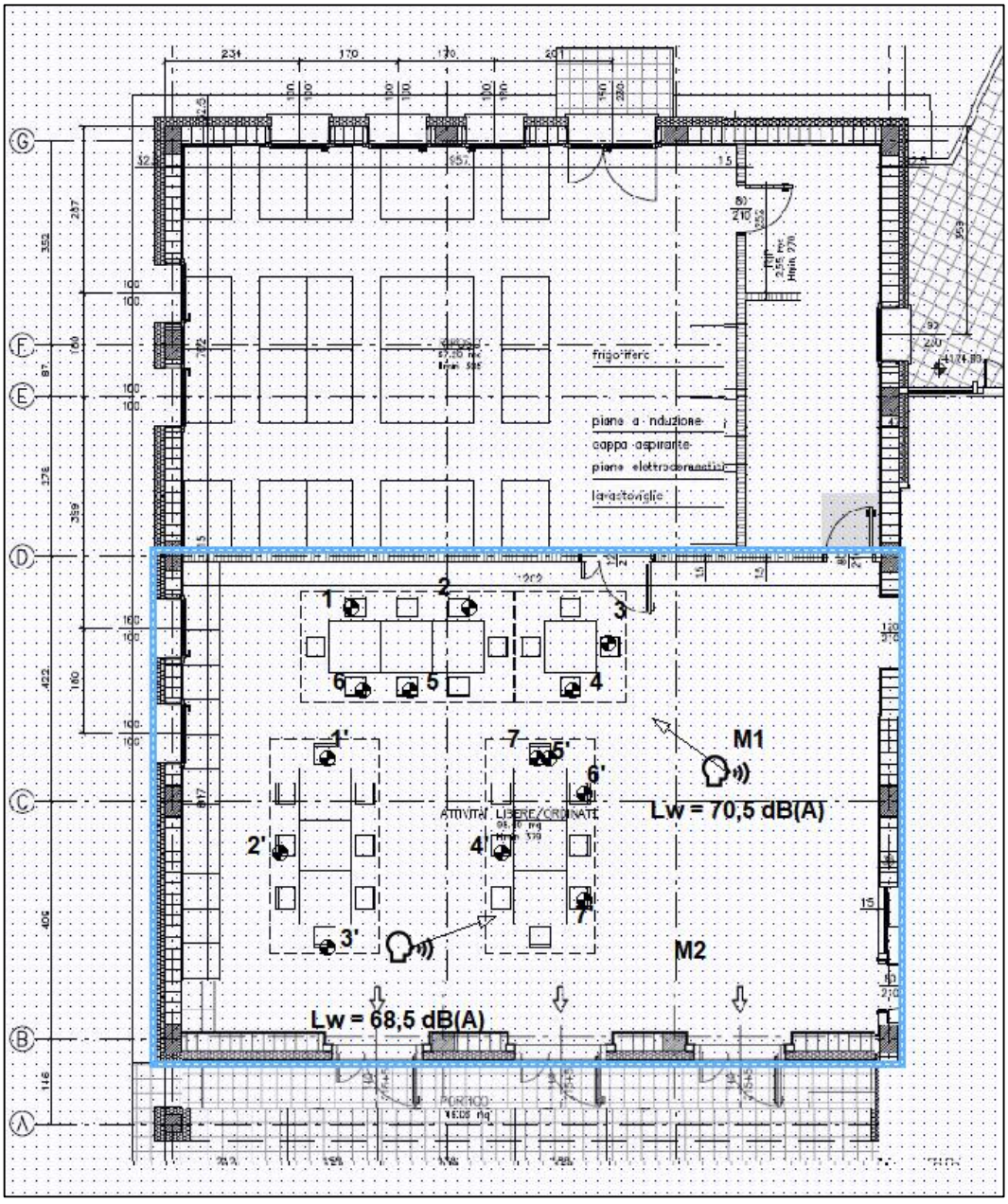
Raumnutzung (gem. DIN18041[2016] / VDI2569 / UNI 11532-2)
Sprache/Vortrag inklusiv/Unterricht (A3, A3.1, A3.2)

Definizione materiale pareti

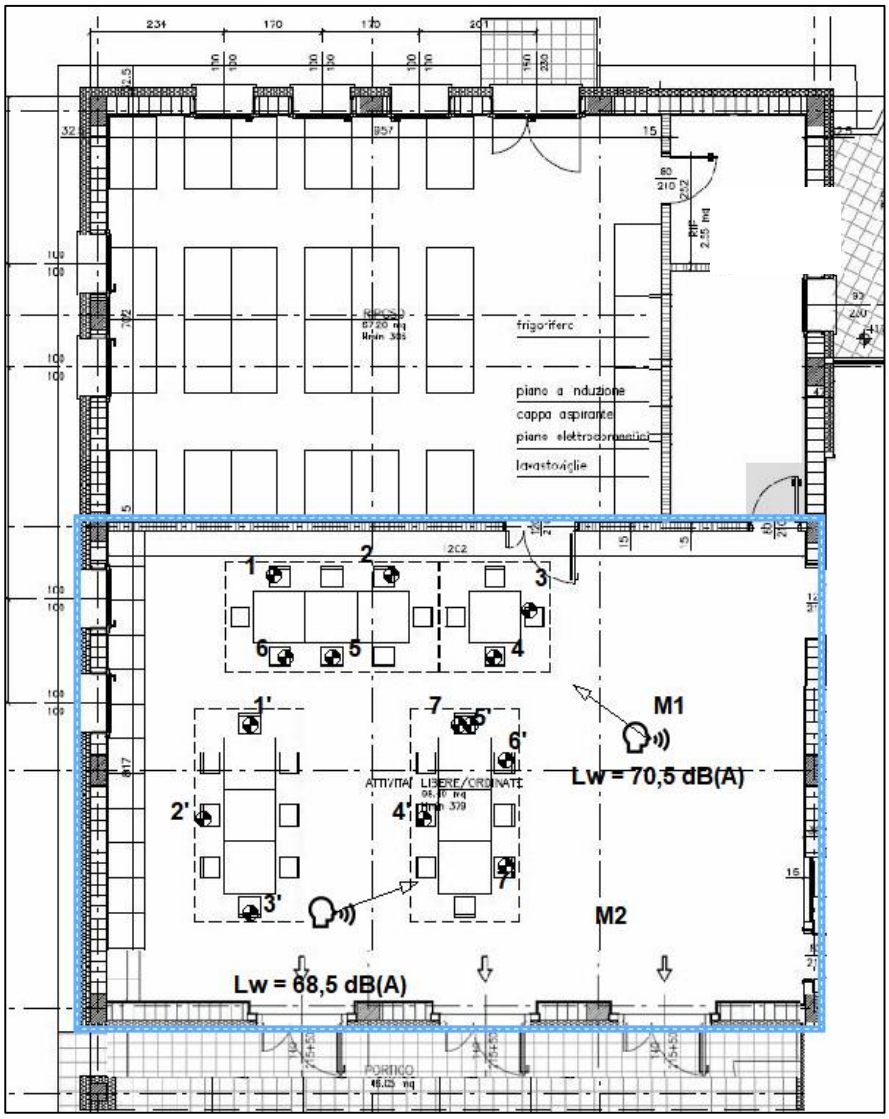
Definizione occupazione persone

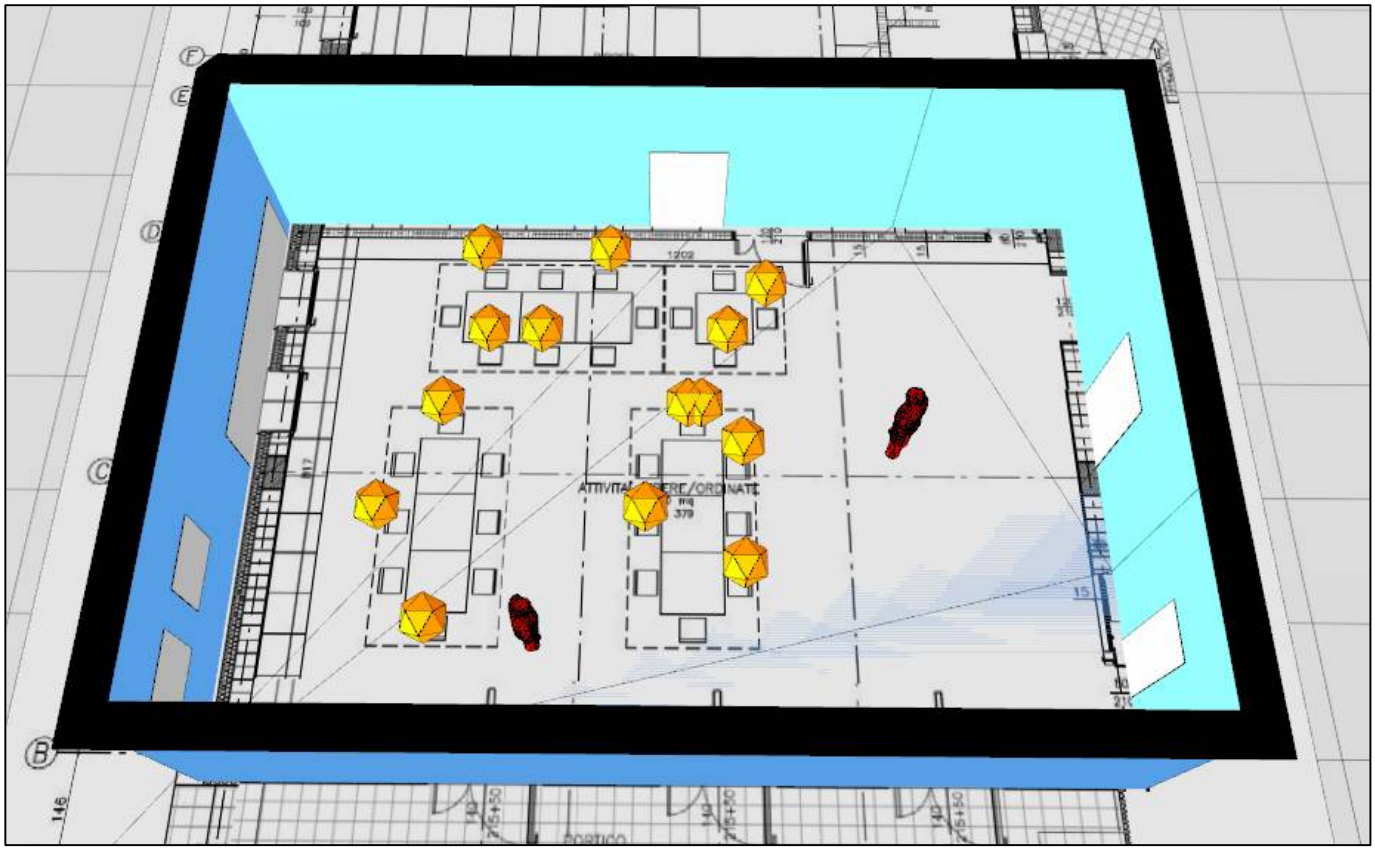
Numero di persone	Descrizione
22	Bambino della scuola materna
3	Individuo di un gruppo in posizione eretta, 1 ogni 6m² di area, massimo tipico

✓ OK ✗ Cancella

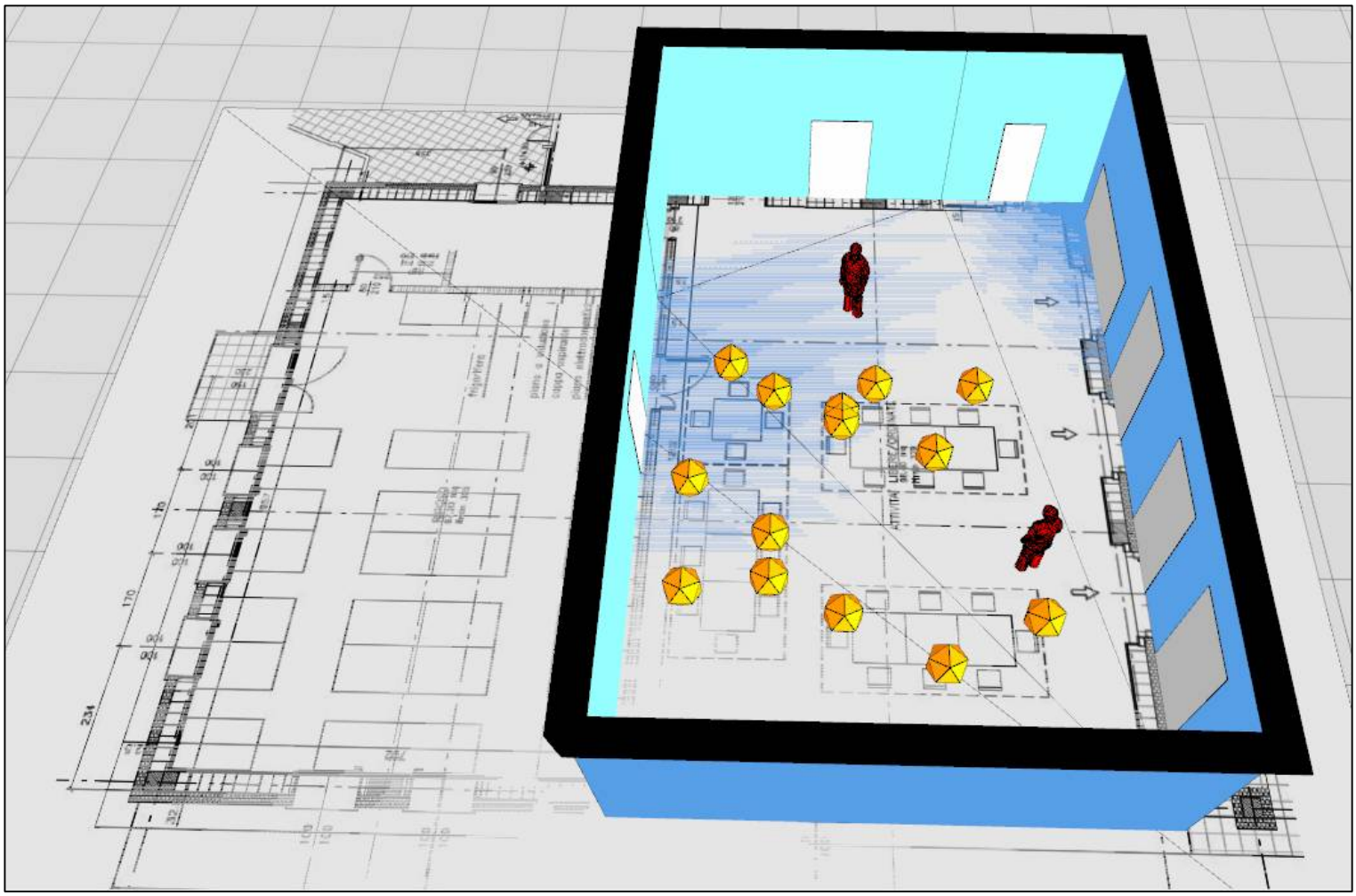


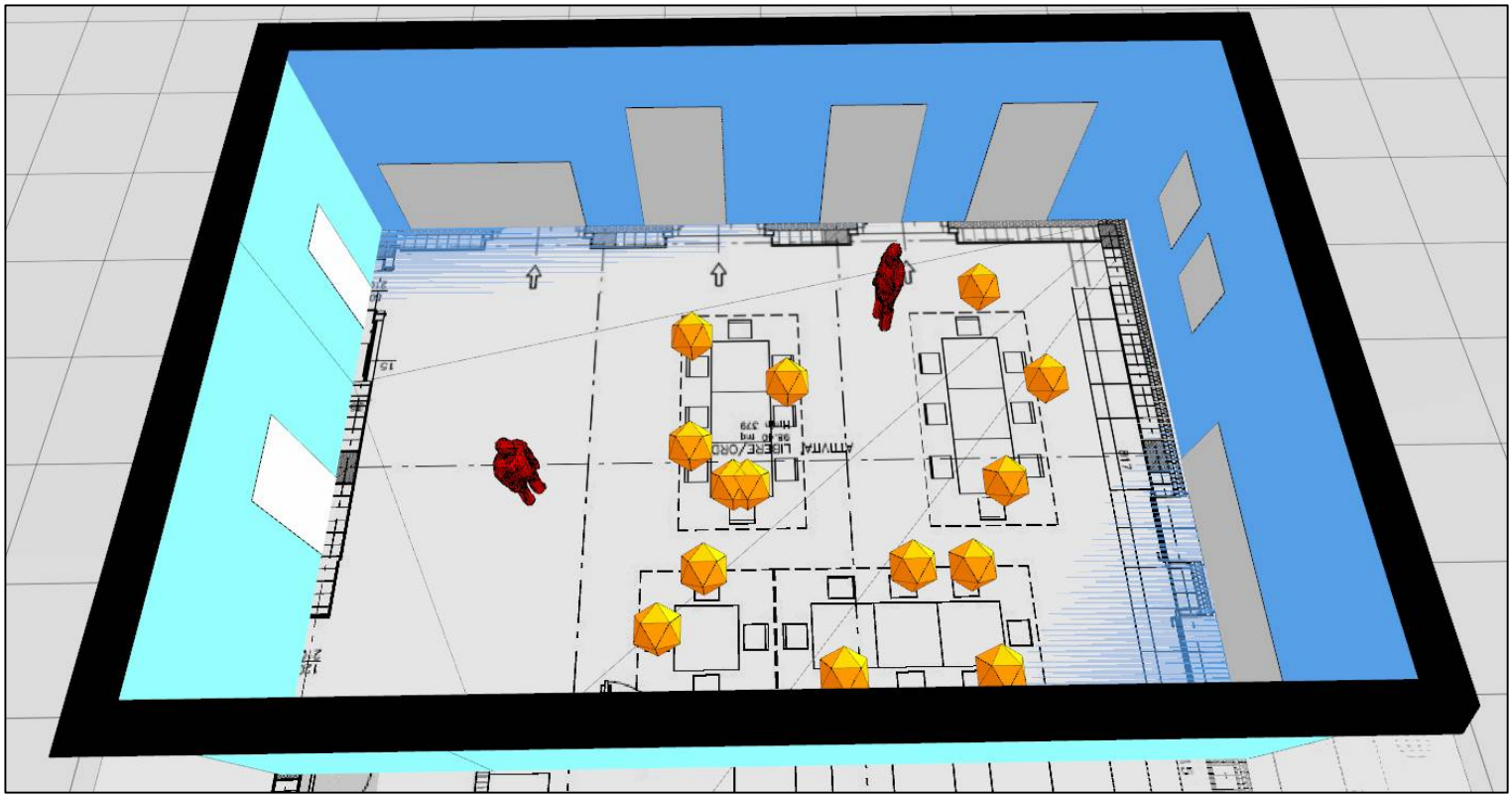
VERIFICA T60, C50 E STI AULA ATTIVITA' NIDO: STATO DI PROGETTO – 2/12





V ERIFICA T60, C50 E STI AULA ATTIVITA' NIDO: STATO DI PROGETTO – 3/12





VERIFICA T60, C50 E STI AULA ATTIVITA' NIDO: STATO DI PROGETTO – 4/12

VERIFICA T60, C50 E STI AULA ATTIVITA' NIDO: STATO DI PROGETTO – 5/12

Dati generali locale	
Variante	attività
Nome locale	ATTIVITà
Uso	Sprache/Vortrag inklusiv/Unterricht (A3, A3.1, A3.2)

Tempo di riverberazione con persone /s (incluso assorbimento at	0,66
Tempo di riverberazione senza persone /s (incluso assorbimento	0,71
Tempo di riverberazione Obbiettivo /s	0,67

volume /m³	382,98
volume netto /m³	382,98
Area /m²	372,16

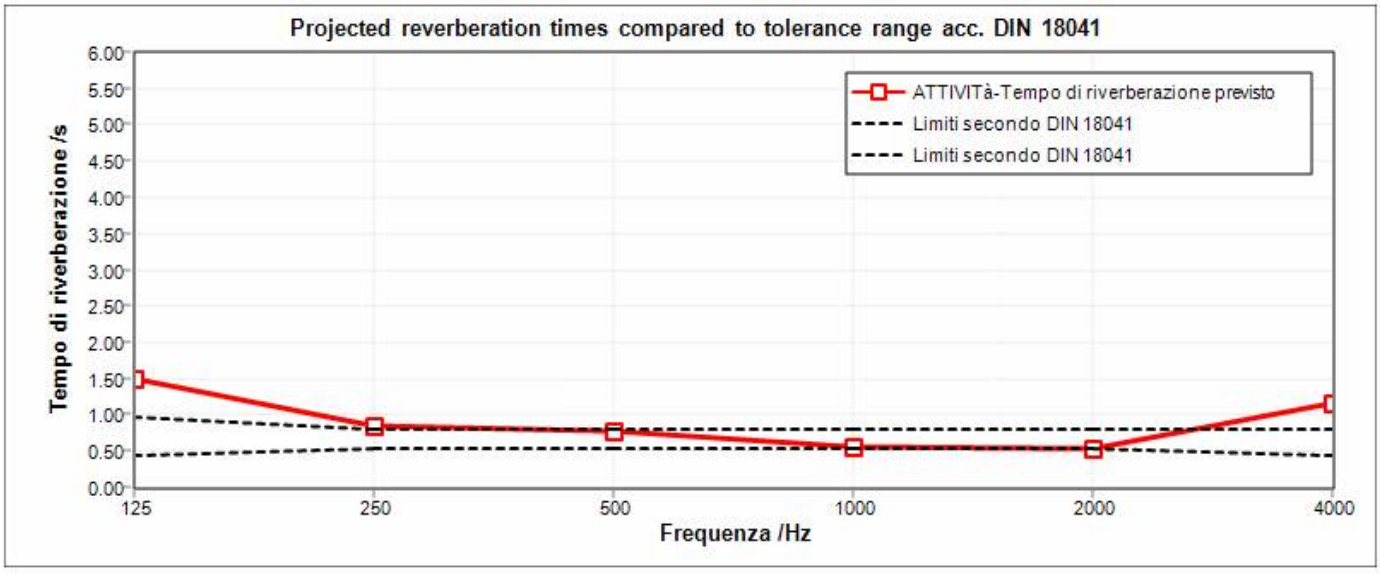
Tempo di riverberazione, Includere assorbimento atmosferico, con influenza persone

f /Hz	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
s	-	-	-	1,492	0,845	0,770	0,555	0,533	1,157	-

Tempo di riverberazione media (secondo ISO 3382) /s **0.66**

Tempo di riverberazione ottimale /s **0.67**

carta valore attuale | Carta valore ottimale



VERIFICA T60, C50 E STI AULA ATTIVITA' NIDO: STATO DI PROGETTO – 6/12

Elenco Parametri ambiente	**Calcolo ricettore (in ambienti di lavoro**
Previsione del rumore	
attività	**Impostazione: Copia da "Impostazione di riferimento"**

Punto immissione	**1 di M1**	
Sorgente	**M1**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,539**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**2,812**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,175	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,177	

	16 Hz	**31.5 Hz**	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,848	1,157	1,059	0,757	0,739	1,491	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,854	1,102	1,021	0,806	0,798	1,479	0,000

Punto immissione	**2 di M1**	
Sorgente	**M1**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,537**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**3,339**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,157	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,198	

	16 Hz	**31.5 Hz**	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,842	1,141	1,019	0,752	0,668	1,520	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,847	1,129	1,027	0,962	0,736	1,487	0,000

Punto immissione	**3 di M1**	
Sorgente	**M1**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,576**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**5,508**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,098	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,111	

	16 Hz	**31.5 Hz**	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,845	1,018	0,901	0,689	0,703	1,430	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,844	1,096	0,985	0,643	0,618	1,479	0,000

VERIFICA T60, C50 E STI AULA ATTIVITA' NIDO: STATO DI PROGETTO – 7/12

Punto immissione	**4 di M1**	
Sorgente	**M1**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,506**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**3,937**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,186	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,334	

	16 Hz	**31.5 Hz**	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,829	1,153	1,027	0,803	0,813	1,492	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,810	1,140	1,083	1,535	0,960	1,473	0,000

Punto immissione	**5 di M1**	
Sorgente	**M1**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,528**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**3,068**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,183	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,213	

	16 Hz	**31.5 Hz**	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,849	1,182	1,074	0,720	0,727	1,547	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,818	1,159	1,113	0,811	0,910	1,463	0,000

Punto immissione	**6 di M1**	
Sorgente	**M1**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,551**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**3,242**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,218	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,153	

	16 Hz	**31.5 Hz**	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,837	1,148	1,038	0,871	0,904	1,508	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,844	1,133	1,067	0,742	0,690	1,443	0,000

Punto immissione	**7 di M1**	
Sorgente	**M1**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,530**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**4,440**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,158	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,230	

	16 Hz	**31.5 Hz**	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,841	1,132	1,051	0,733	0,701	1,492	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,861	1,153	1,032	0,909	0,922	1,499	0,000

VERIFICA T60, C50 E STI AULA ATTIVITA' NIDO: STATO DI PROGETTO – 8/12

Punto immissione	**1 di M2**	
Sorgente	**M2**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,563**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**4,974**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,140	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,121	

	16 Hz	**31.5 Hz**	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,857	1,098	1,049	0,684	0,659	1,490	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,854	1,092	0,998	0,797	0,649	1,338	0,000

Punto immissione	**2 di M2**	
Sorgente	**M2**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,545**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**5,116**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,192	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,189	

	16 Hz	**31.5 Hz**	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,823	1,178	1,093	0,738	0,765	1,557	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,794	1,143	1,071	0,991	0,782	1,351	0,000

Punto immissione	**3 di M2**	
Sorgente	**M2**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,596**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**7,274**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,118	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,151	

	16 Hz	**31.5 Hz**	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,778	1,060	1,005	0,681	0,711	1,474	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,825	1,046	0,962	1,006	0,741	1,324	0,000

Punto immissione	**4 di M2**	
Sorgente	**M2**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,562**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**5,843**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,161	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,156	

	16 Hz	**31.5 Hz**	**63 Hz**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1000 Hz**	**2000 Hz**	**4000 Hz**	**8000 Hz**
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,833	1,068	0,989	0,773	0,811	1,491	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,761	1,124	1,014	0,869	0,747	1,421	0,000

VERIFICA T60, C50 E STI AULA ATTIVITA' NIDO: STATO DI PROGETTO – 9/12

Punto immissione	**5 di M2**	
Sorgente	**M2**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,552**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**4,401**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,151	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,149	

	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,834	1,116	1,036	0,705	0,712	1,499	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,830	1,136	1,025	0,783	0,731	1,386	0,000

Punto immissione	**6 di M2**	
Sorgente	**M2**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,528**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**3,868**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,179	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,241	

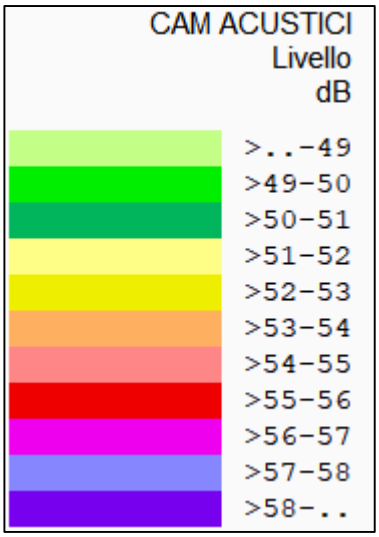
	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,862	1,183	1,093	0,720	0,719	1,495	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,824	1,272	1,135	0,970	0,845	1,399	0,000

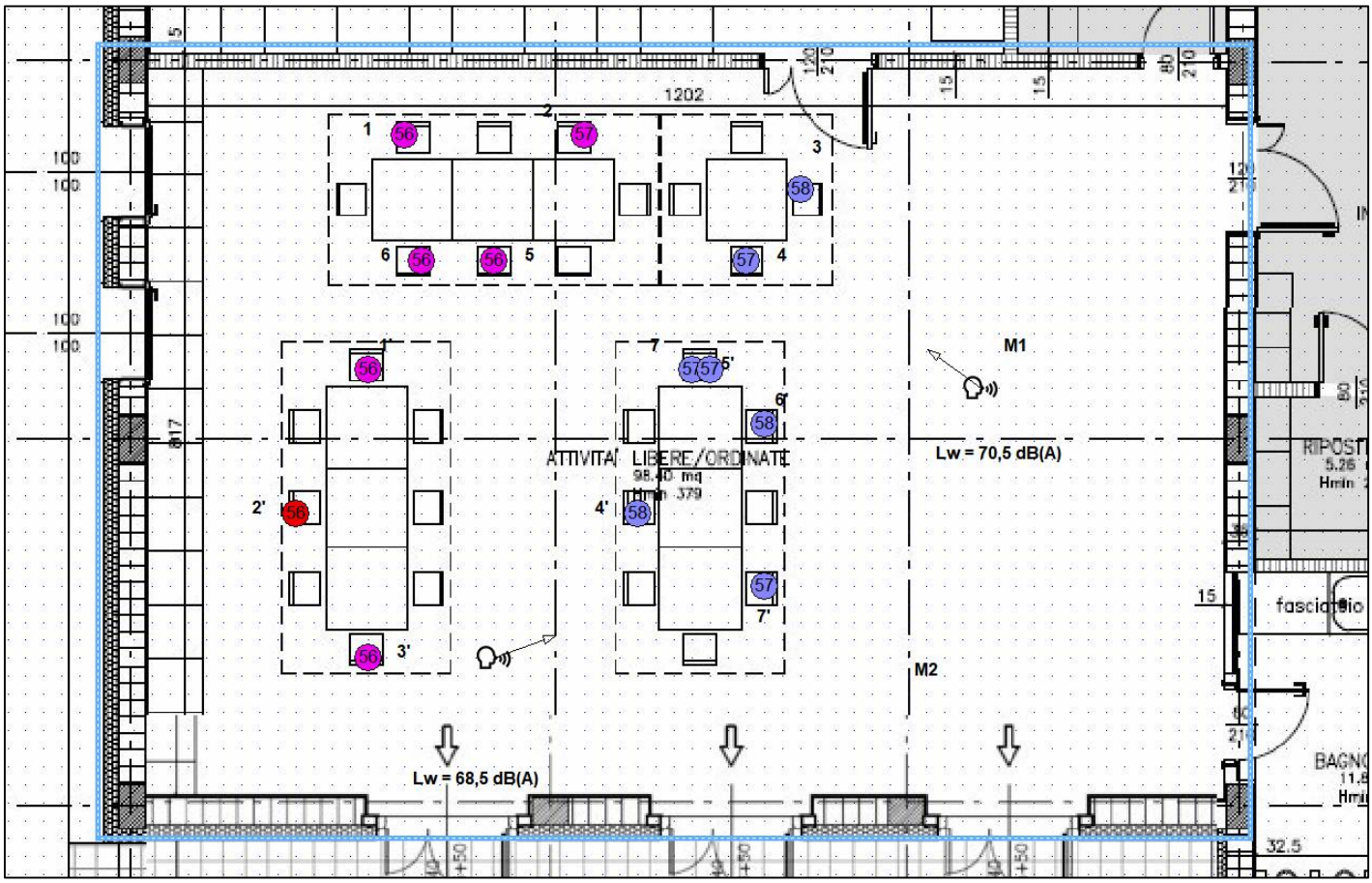
Punto immissione	**7 di M2**	
Sorgente	**M2**	
CAM ACUSTICI		
STI (secondo EN 60268 appendice L)	**0,555**	**ragionevole**
Chiarezza C50	**5,080**	
Tempo riverberazione RT60(T20)/s	1,229	
Tempo riverberazione RT60(T20) /s	1,156	

	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
RT60/20/s	0,000	0,000	0,000	1,900	1,116	0,988	1,016	0,910	1,443	0,000
RT60/30/s	0,000	0,000	0,000	1,855	1,146	0,981	0,760	0,757	1,439	0,000

VERIFICA T60, C50 E STI AULA ATTIVITA' NIDO: STATO DI PROGETTO – 10/12

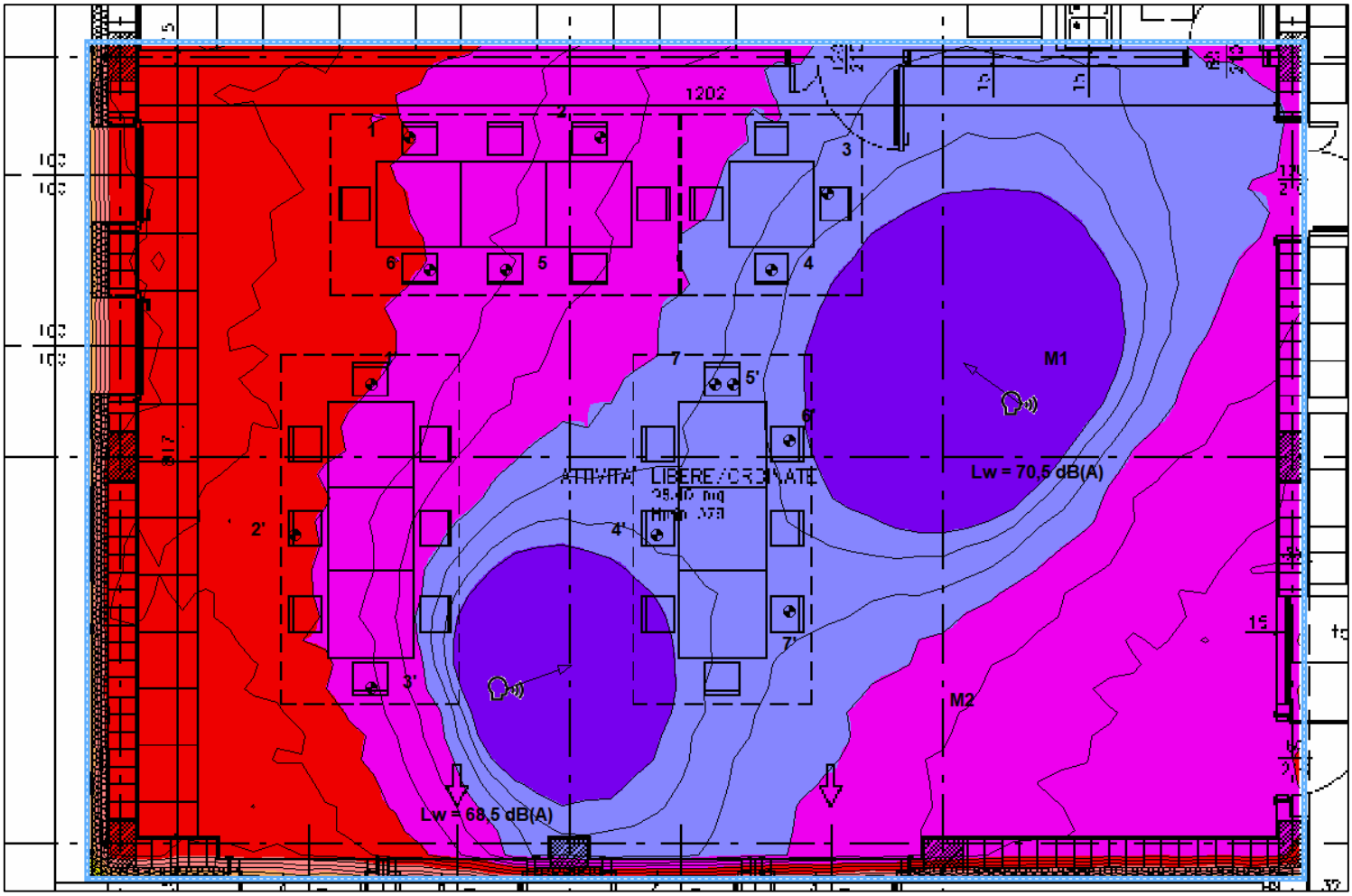
Lista breve		Calcolo ricettore (in ambienti di lavoro			
Previsione del rumore					
attività		Impostazione: Copia da "Impostazione di riferimento"			
		CAM ACUSTICI			
		LV	L r,A		
		/dB	/dB		
IPkt001	1 di M1		56,1		
IPkt002	2 di M1		56,6		
IPkt003	3 di M1		57,5		
IPkt004	4 di M1		57,5		
IPkt005	5 di M1		56,3		
IPkt006	6 di M1		56,1		
IPkt014	7 di M1		57,4		
IPkt007	1 di M2		56,0		
IPkt008	2 di M2		55,8		
IPkt009	3 di M2		56,1		
IPkt010	4 di M2		57,6		
IPkt011	5 di M2		57,5		
IPkt012	6 di M2		57,8		
IPkt013	7 di M2		57,4		

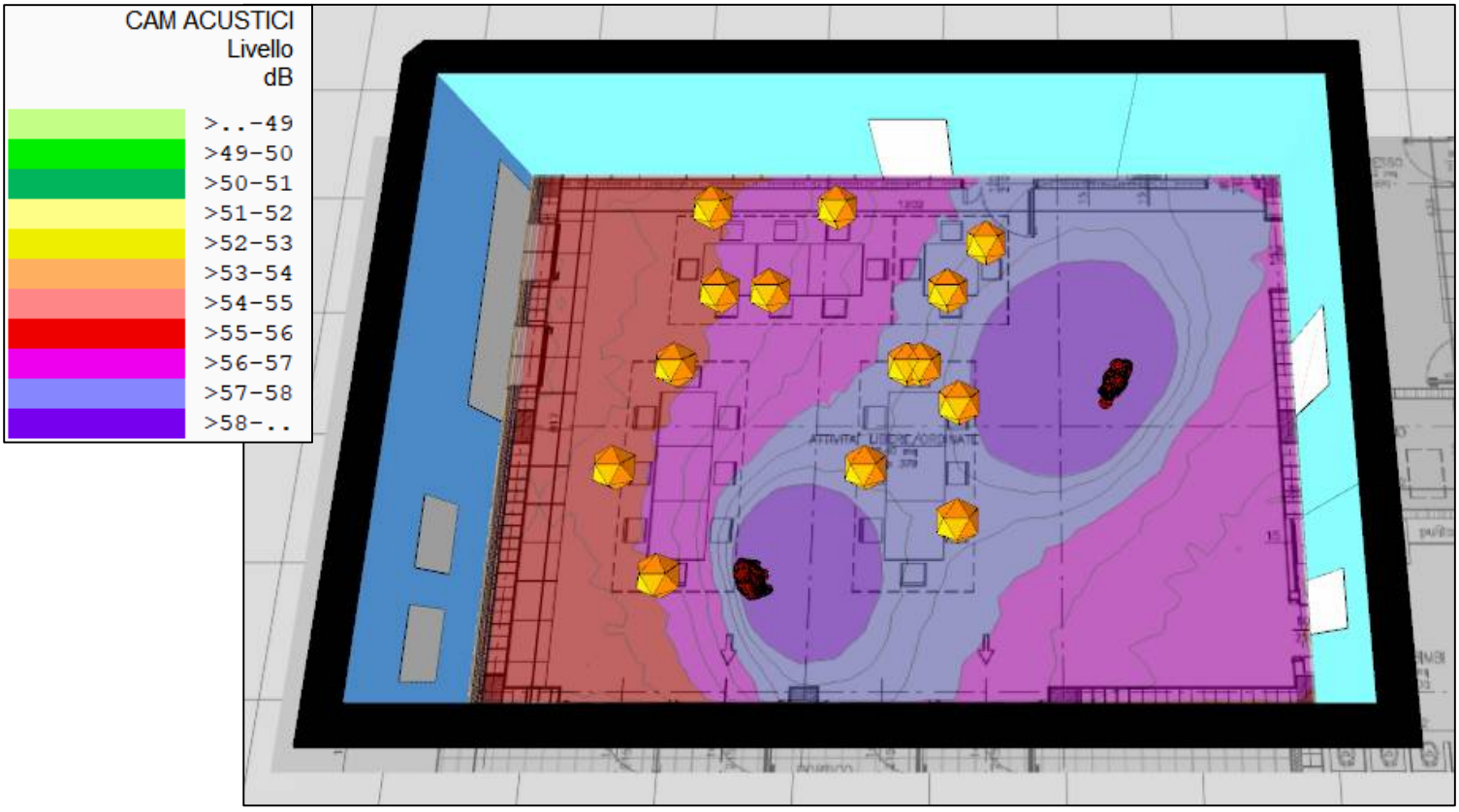




VERIFICA T60, C50 E STI AULA ATTIVITA' NIDO: STATO DI PROGETTO – 11/12

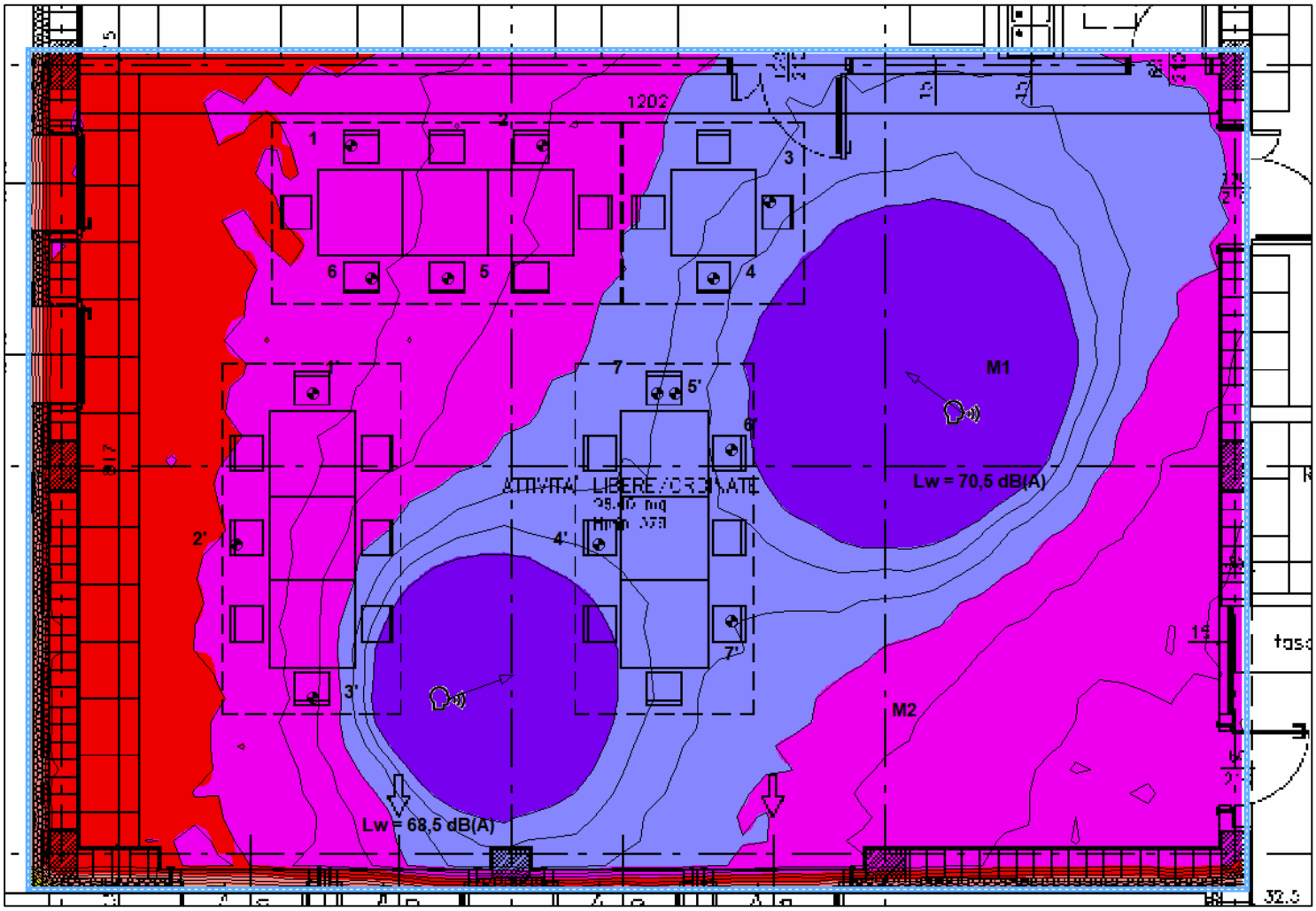
Mappatura delle isolinee sonore a 1 m dal pavimento

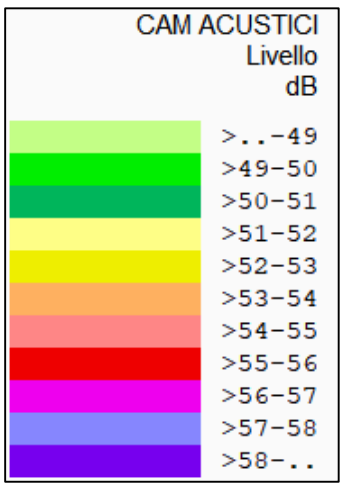


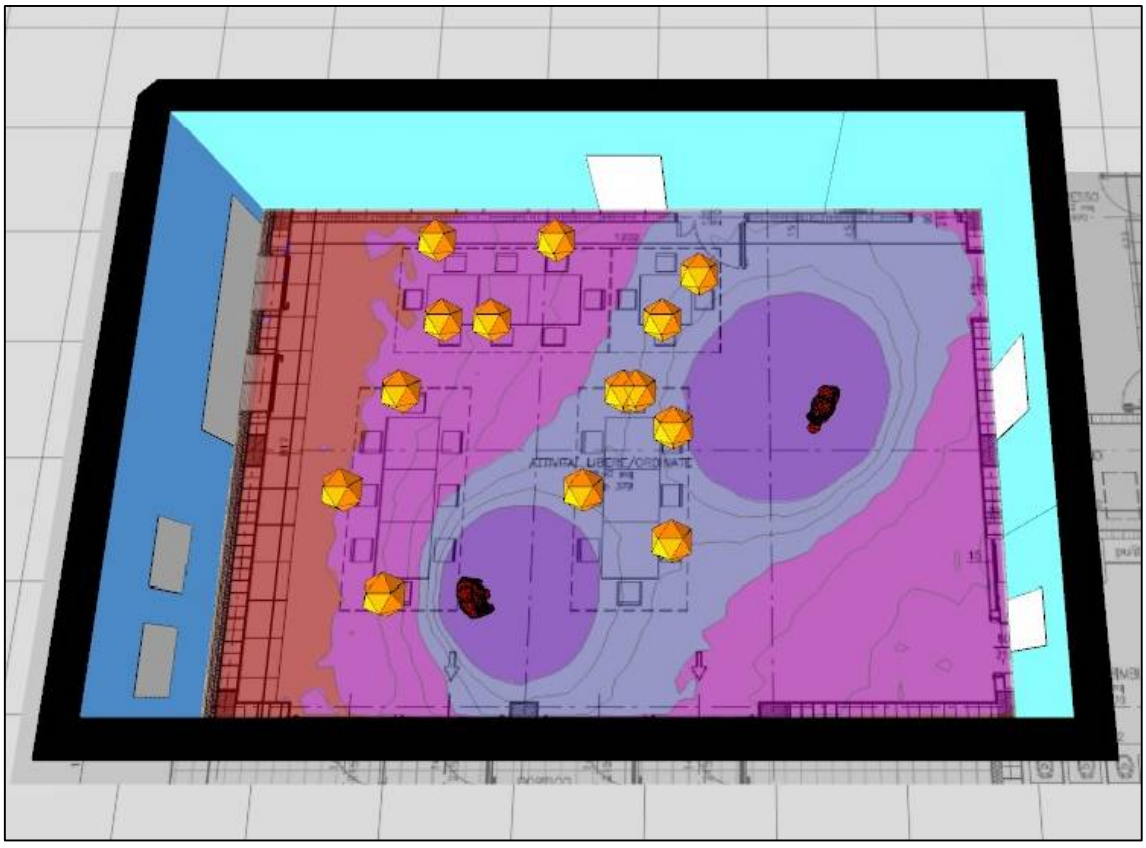


VERIFICA T60, C50 E STI AULA ATTIVITA' NIDO: STATO DI PROGETTO – 12/12

Mappatura delle isolinee sonore a 1,7 m dal pavimento







Dai dati di calcolo e simulazioni riportati alle pagg. 31÷42 riferite agli scenari dello stato di progetto attuale con i rivestimenti previsti, **si vede che il tempo di riverberazione si attesta sul seguente valore**

AULA ATTIVITA' – vd. pag. 38

- Aula da 98/99 m^2 o minori — T60 = 0,66 sec.
  $T60_{ottimale}$ = 0,67 sec.

divenendo dell'ordine di grandezza ottimale per l'ascolto del parlato, se nitido e intelligibile.

Lo scarto sonoro fra 0,67 sec. ottimali e 0,66 sec., dell'ordine di centesimi di secondo, non è percepibile per l'orecchio umano, quindi il valore ottimale della riverberazione interna alla nuova sezione dell'asilo nido verrà raggiunto già con l'80% dell'occupazione della sala.

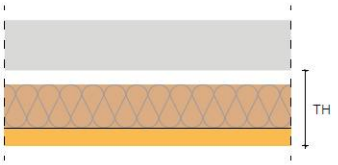
Pertanto, con la soluzione di rivestimento a vista dell'intradosso della copertura dell'asilo nido monopiano in progetto in ampliamento della d'infanzia di Castello di Serravalle con prodotto CELENIT-AB o altro ad esso similare per prestazioni di fonoassorbimento e fonoisolamento (vd. sotto e Allegato 2), l'acustica interna raggiungerà le condizioni ottimali.

Assorbimento acustico

Tipo di pannello [1]	Specifiche di prova [2]			Certificato [3]		Assorbimento acustico									
	Spessore [mm]	MW [mm]	TH [mm]	No.	Data	Frequenze α_p [Hz] 125	250	500	1000	2000	4000	α_w	NRC	SAA	Classe
Riempimento con fibra di legno CELENIT FL/45															
CELENIT AB	25	40 (2)	65	333104-B	20.04.2016	0,25	0,60	1,00	0,85	0,75	0,95	0,80 (H)	0,80	0,81	B
CELENIT AB	25	60 (2)	200	333104-C	20.04.2016	0,40	0,90	0,85	0,85	0,80	0,95	0,85 (L)	0,85	0,86	B
CELENIT AB	25	40 (2)	300	333104-D	20.04.2016	0,50	0,90	0,85	0,90	0,85	1,00	0,90	0,85	0,87	A

[1] *La verniciatura è ininfluente 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 - "WF" considera lo spessore di fibra di legno CELENIT FL/45 in intercapedine, (2) densità 50 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*

Riempimento con fibra di legno CELENIT FL/45



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, baffles 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-Cl3			
Codice di designazione CELENIT A	WW-EN13168-L3-W2-T2-S2-CS(10)200-Cl1			
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_D [W/mK]	0,070			
Resistenza termica dichiarata R_D [m²K/W]	0,20	0,35	0,50	0,70

CE

Sollecitazione a compressione al 10% di deformazione σ_{10} [kPa]	≥ 200	Assorbimento acustico	α_w 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*

§ 3 - VERIFICA dei CAM ACUSTICI D.LGS. DEL 23/06/2022

I valori richiesti dal Decreto CAM sono generalmente più restrittivi rispetto alle prescrizioni indicate nella legislazione in vigore di acustica edilizia (DPCM 05/12/1997).

Infatti, anche se i limiti del decreto del 1997 non sono direttamente confrontabili con le classi della norma UNI, si osservano, in linea di massima, richieste più performanti per isolamento ai rumori aerei, rumori da calpestio e impianti.

Il DM 23 giugno 2022 "*Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi*" emanato dal Ministero della Transizione Ecologica al punto 2.4.11 affronta le prestazioni ed il comfort acustico e recita:

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.

Distinguendo il comfort acustico dell'ambiente confinato "aula attività" e l'isolamento acustico, si deve perseguire:

COMFORT ACUSTICO

D.M. 23 giugno 2022 e criteri ambientali minimi

2.4.11 Prestazioni e comfort acustici

Le scuole soddisfano almeno i valori di riferimento di requisiti acustici passivi e comfort acustico interno indicati nella norma UNI 11532-2.

ISOLAMENTO ACUSTICO

D.M. 23 giugno 2022 e criteri ambientali minimi

Per i requisiti acustici passivi:

- la norma UNI 11532-2 rimanda alla norma UNI 11367 ("prestazione superiore" nel prospetto A.1, "prestazione buona" nel prospetto B.1),
- in caso di prestazioni differenti per lo stesso indicatore rispetto al DPCM 05/12/1997 sono da conseguire le prestazioni più restrittive,
- per interventi su edifici esistenti va assicurato il miglioramento (o almeno il mantenimento) dei requisiti acustici passivi preesistenti.

UNI 11367:2010

Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera
Riferimento normativo richiamato dal D.M. 23 giugno 2022 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi

Requisiti richiesti per fabbricati ad uso scolastico

Prospetto A.1 Prestazione superiore

Prospetto B.1 Prestazione buona

Prospetto 1 - Valori dei parametri descrittori delle caratteristiche prestazionali degli elementi edilizi da utilizzare ai fini della classificazione acustica di unità immobiliari dalla UNI 11367:2010

Classe	Indici di valutazione				
	a)	b)	c)	d)	e)
	Isolamento acustico normalizzato di facciata	Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari	Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo	Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo
	$D_{2m,nT,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$	L_{ic}	L_{id}
	[dB]	[dB]	[dB]	[dB(A)]	[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

Prospetto A.1 - Valori dei riferimento per i requisiti acustici di ospedali e scuole (dalla UNI 11367:2010)

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

Prospetto B.1 - Requisiti per l'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi - Valori dei riferimento per i requisiti acustici di ospedali e scuole (dalla UNI 11367:2010)

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

Figura 6 - Valori limite da verificare per gli usi scolastici

Descrizione	Parametro		Limite	Normativa
Isolamento acustico normalizzato di facciata	$D_{2m,nT,w}$	[dB]	≥ 48	D.P.C.M. 05/12/1997
Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$	[dB]	≥ 55	D.M. 23/06/2022 / UNI 11367
Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$	[dB]	≥ 50	D.M. 23/06/2022 / UNI 11367
Livello di rumore di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$L'_{n,w}$	[dB]	≤ 53	D.M. 23/06/2022 / UNI 11367
Isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti accessori di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi di una unità immobiliare	$D_{nT,w}$	[dB]	≥ 30	D.M. 23/06/2022 / UNI 11367
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, in ambienti diversi da quelli di installazione	L_{ic}	[dB(A)]	≤ 25	D.P.C.M. 05/12/1997
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, in ambienti diversi da quelli di installazione	L_{id}	[dB(A)]	≤ 34	D.M. 23/06/2022 / UNI 11367

Per l'acustica degli interni, quindi, ospedali, case di cura e scuole devono soddisfare il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367 (vd. pag. 49), ovvero gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532-2:2020.

Il decreto CAM 2022 specifica che "gli *ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532*" (Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati) ed individua come descrittori almeno il tempo di riverberazione (T) e lo STI (*Speech Transmission Index*).

Qualora il progetto sia sottoposto ad una fase di verifica valida per la successiva certificazione dell'edificio secondo uno dei protocolli di sostenibilità energetico-ambientale degli edifici (*rating systems*) di livello nazionale o internazionale, la conformità al presente criterio può essere dimostrata se nella certificazione risultano soddisfatti tutti i requisiti riferibili alle prestazioni ambientali richiamate dal presente criterio. In tali casi il progettista è esonerato dalla presentazione della ulteriore documentazione sopra indicata, ma è richiesta la presentazione degli elaborati e/o dei documenti previsti dallo specifico protocollo di certificazione di edilizia sostenibile perseguita, fermo restando l'esecuzione del collaudo.

Il DM del 23/06/2022 "*Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi*" riporta i criteri ambientali minimi per l'affidamento dei servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione degli edifici pubblici in ottemperanza anche al citato art. 34 (modificato dall'art. 23 comma 1.b del D.Lgs. n. 56/2017 correttivo del D.Lgs. 50/2016 ed entra in vigore il 07/11/2017).

Per i CAM ACUSTICI, **oltre al T60**, occorre verificare anche altri due parametri acustici interni, lo **Speech Transmission Index** (STI) e la ***Chiarezza*** (C50).

Lo *Speech Transmission Index*, STI, si applica per lo più agli usi scolastici A3.2.

Per gli ambienti con volume inferiore ai 250 m^3, in alternativa allo STI, si può applicare solo la chiarezza C50 (e nel caso in questione si tratta ambienti con V < 250 m^3).

I valori di riferimento dello STI sono indicati nella seguente tabella tratta dalla UNI 11532-2:2020:

Valori di riferimento del descrittore STI

	< 250 m^3	≥ 250 m^3
Senza impianto di amplificazione o con impianto spento	≥ 0,55 con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 60 dB(A).	≥ 0,50 con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 70 dB(A).
Con impianto di amplificazione	≥ 0,60 con segnale di emissione come in normali condizioni d'uso dell'impianto di amplificazione	

Il valore ottimale dello *Speech Transmission Index*, STI, grandezza fisica che rappresenta la qualità della trasmissione del parlato in relazione all'intelligibilità (tanto più è alto il valore dello STI, migliore è la qualità dell'ascolto; lo STI è compreso fra 0 e 1) superiore a 0,6 per essere considerato buono (vd. estratto UNI 11532-2:2020 già citato).

Relazione tra *STI* e qualità della comprensione del parlato

Valori di *STI*	Qualità del parlato in accordo con la CEI EN 60268-16
$0 < STI \leq 0,3$	Pessimo
$0,3 < STI \leq 0,45$	Scarso
$0,45 < STI \leq 0,6$	Accettabile
$0,6 < STI \leq 0,75$	Buono
$0,75 < STI \leq 1$	Eccellente

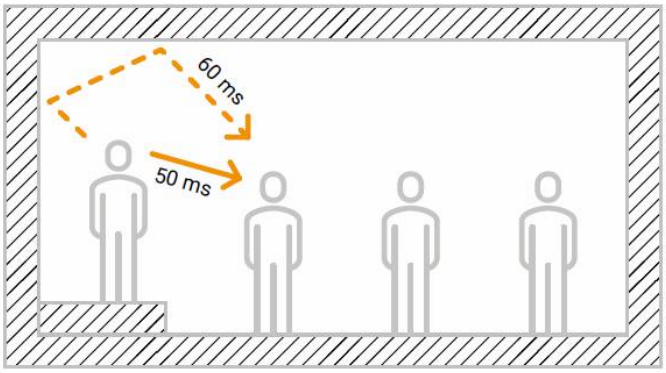
Il valore di riferimento della C50 va applicato in alternativa allo STI e solo agli ambienti con volume inferiore ai 250 m^3: per gli ambienti con volume superiore ai 250 m^3 si applica esclusivamente lo STI.

Nel vaso in questione il volume della sala attività è maggiore di 250 m^3 e quindi si deve fare riferimento solo allo STI.

Tuttavia si ricorda che i valori di riferimento del descrittore C50 (espressa in dB), sono indicati nella seguente tabella tratta dalla UNI 11532-2:2020:

Valori di riferimento per il descrittore C_{50}

	$< 250\ m^3$
Senza impianto di amplificazione	≥ 2 dB



C50 (dB)	Qualità acustica
- 12 ÷ - 6	Pessima
- 6 ÷ + 4	Accettabile
+ 4 ÷ + 10	Buona
+ 10 ÷ + 18	Ottima

valori riferiti ad ambienti arredati e con la presenza di due persone al massimo in fase di rilievo all'interno dell'ambiente (tale valore è riferito alla media aritmetica dei valori rilevati nelle "posizioni di misura" mostrati in Fig. 3 della UNI 11532-2:2020).

Si riporta la tabella riassuntiva di queste due parametri calcolati per la nuova aula, di cui rispettivamente alle pagg. 38 e 39÷42.

TABELLA RIASSUNTIVA DI T60, C50 E STI ASILO NIDO CASTELLO DI SERRAVALLE

AMBIENTE	PAG. RIF.	T60 OTTIMALE	T60 CALCOLATO	C50 OTTIMALE	C50 CON PERSONE E CORREZIONE *	STI OTTIM.	STI CON PERSONE E CORREZIONE *
Aula attività bimbi	31÷42	**0,67 sec.**	**0,66 sec.**	**> 2**	**> 3,65 medio**	**> 0,59 / 0,6 medio**	**RAGIONEVOLE / ACCETTABILE BUONO in vari punti** con CELENIT-AB all'intradosso della copertura

***** - non d'obbligo per motivi di volume

Seguendo rigorosamente la UNI 11532-2:2020 (luglio 2020) *Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte 2: Settore scolastico*, l'uso di MATERNA ed SILO ricade nella categoria A6.5 (vd. sotto)

prospetto 3 **Descrizione dettagliata di utilizzo per le sottocategorie della categoria A6**

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

Per la quale occorre verificare il rapporto A/V come sotto definito.

prospetto 7 **Valori di riferimento del rapporto A/V per le sottocategorie da A6.1 ad A6.5**

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

Legenda
A = Area di assorbimento equivalente, in metri quadrati
V = volume dell'ambiente, in metri cubi
h = altezza dell'ambiente, in metri

Nel caso in questione stato verificato che, con altezza h = 3,79 m, la formula indicata nel prospetto 7 della UNI 11532-2:2020 il rapporto è:

A/V = 0,30 ≥ 0,24

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
A/V =	0,28	0,26	0,29	0,36	0,29	0,32	m2/m3
FORMULA =	**0,24**	**0,30**	**media**	**m2/m3**			

pertanto è rispondente alla normativa tecnica recepita dai CAM DM 23/06/2022.

Si riprendono ora, punto per punto, i parametri acustici legati ai CAM in ambienti scolastici, già analizzati alle pagine precedenti secondo la norma vigente, per raffrontarli con i dettami dei CAM per gli appalti pubblici.

- **Isolamento di facciata ($D_{2m,nT,w}$) ≥ 43 dB**
  Alle pagg. 18÷22 si è dimostrato che con serramenti (intesi monoblocco) certificati con R_w come da pag. 17 nella nuova aula si raggiungeranno (e supereranno) i 43 dB(A) di isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ richiesti dai CAM acustici.
  A pag. 17 è riportato anche il valore da richiedere ai serramenti (intesi monoblocco) nel caso il RUP intendesse perseguire i 48 dB di $D_{2m,nT,w}$ di facciata (dato di fatto sovradimensionato come illustrato alle pagg. 4-5).

- **Isolamento fra aula attività e dormitorio ($D_{nT,w}$) ≥ 50 dB**
  Alle pagg. 26-27 si è dimostrato che con porta di separazione fra aula di attività e dormitorio certificata con R_w pari ad almeno 40 dB di R_w si raggiungeranno i 50 dB di $D_{nt,w.}$

- **Isolamento fra aula attività e ingresso / zona comune ($D_{nT,w}$) ≥ 30 dB**
  Alle pagg. 28-29 si è dimostrato che con porta di separazione fra aula di attività e ingresso / spazio comune certificata con R_w pari ad almeno 27 dB di R_w si raggiungeranno i 30 dB di $D_{nt,w}$ di cui al Prospetto B.1 della UNI 11367:2010 – vd. pag. 49.

- **Tempo di riverberazione T60 prossimo all'ottimale**
  A pag. 38 si è mostrato che per l'aula attività del nido si raggiungerà il valore del tempo di riverberazione ottimale, $T60_{ott}$, restando anche sotto il valore di 0,67 sec., adottando i rivestimenti delle varie superfici interne in progetto alla nuova sala attività libere e ordinate.

- **Chiarezza C50 > 2**
  Alle pagg. 39÷42 si è mostrato che la C50 è sempre maggiore del valore minimo di 2 ai sensi della serie delle UNI 11532 sebbene qui, per motivi di volume maggiore di 250 m^3, non sia dovuto (vd. anche pag. 51).
  La verifica della chiarezza C50 è in alternativa alla verifica dello STI per gli ambienti con volumi minori di 250 m^3.

- **STI**
  Alle pagg. 39÷42 si è mostrato che lo STI è RAGIONEVOLE / ACCETTABILE fino a BUONO in alcuni punti, comunque oltre l'accettabile ai sensi della serie delle UNI 11532 (vd. pag. 51) l'aula attività del nido.

§ 4 - VERIFICA DELLA RUMOROSITÀ IMPIANTISTICA VMC

Il DPCM 05/12/97 richiede, negli usi scolastici, cat. E, un $L_{eq,A}$ massimo di 25 dB(A) negli ambienti con permanenza di persone – vd. pag. 3.

I CAM 2022 per gli usi scolastici richiedono un L_{ic} massimo di 28 dB(A) negli ambienti diversi da quelli di installazione delle macchine stesse – vd. pag. 49.

Nella scuola materna / asilo in oggetto è previsto l'inserimento di una *Mitsubishi serie Lossnay modello LGH 100 RVS* nel controsoffitto della zona disimpegno / spazio comune come sotto mostrato, di cui alle Figg. 6 servizio della sola sala attività + dormitorio (gli altri spazi saranno serviti da altra VMC ma in esso non sono richiesti minimi di L_{ic} in quanto spazi senza permanenza di persone).

Tale unità è certificata con livello di potenza sonora in OUTLET (mandata) pari a L_w = 61 dB(A), ovvero con $L_{p\text{-}3m}$ = 36 dB(A) – vd. Fig. 6.1.2.

La distanza media da tale macchina alla sala attività alla quota della testa dei bambini (massimo 1 m dal pavimento) è sui 4/5 m dalla bocchetta di uscitam, a sua bìvolta distante un altro paio di metri dalla cassa della VMC.

I 36 dB(A) $L_{p\text{-}3m}$ ad ulteriori 4/5 m di distanza scendono a circa 32 dB(A) = $L_{p\text{-}4/5m}$, quindi livell sonoro oltre i 25 dB(A) di L_{ic}.

I progettisti impiantisti hanno segnalato che verranno inseriti silenziatori che abbattono in frequenza in decibel come mostrato nella Fig. 6.4 – vd. Figura 6.3.

Ciò porterebbe ad avere alla quota di testa dei bambini sotto i 21 dB(A) di $L_{p\text{-}4m}$ con silenziatori, quindi inferiore ai 25 dB(A) di cui al DPCM 05/12/98 e ai 28 dB(A) di cui ai CAM 2022.

Il tratto di parete verticale del cavedio indicata con 0 a pag. 57 dovrà essere realizzato con elevato potere fonoisolante per non fare passare la rumorosità della VMC nella sala attività.

Potrà essere attuata con il sistema tipo leggero indicato a pag. 26 certificato con R_w = 58 dB.

Tale parete abbatte almeno 50 dB(A) pertanto i 40 dB(A) di detta macchina a 3 m di distanza scendono sotto i 15 dB(A) nello spazio della sala attività, divenendo inudibile in essa.

VMC nella sala attivita'											
Frequenza nominale della banda di ottava	**Hz**	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**	**VMC**	
Lw mandata in dB	**dB**	**61**	**61**	**60**	**59**	**57**	**52**	**49**	**40**	**67,0**	**dB**
Lw mandata in dBA	**dBA**	**35**	**44**	**51,4**	**56**	**57**	**53,2**	**53**	**38,9**	**61,0**	**dB(A)**
abbattimento del SILENZIATORE mandata	dB	6	8	16	30	42	31	21	18		
Lw mandata con silenziatore	dB	55,0	53,0	44,0	29,0	15,0	21,0	28,0	22,0	**57,3**	**dB**
perdita per riflessione all"apertura	dB	-2	-8	-4	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5		
ponderazione A	/	-26	-17	-8,6	-3	0	1,2	4	-1,1		
Lw all'apertura in mandata in dB(A)	dBA	27,0	28,0	31,4	25,0	14,5	21,7	31,5	20,4	**36,6**	**dB(A)**
LP a 1 m mandata	dBA	**16**	**17**	**20**	**14**	**4**	**11**	**21**	**9**	**25,6**	**dB(A)**
fino alla testa bambini (distanza media 3/4 m)	dB	11	12	16	9	-1	6	16	5	**20,8**	**dB(A)**

Figura 6.1.1 - VMC nel controsoffitto dello spazio comune del nuovo asilo

LGH-100RVS-E

FAN DATA SHEET

Figura 6.1.2 – Dati sonori della VMC nel controsoffitto dello spazio comune del nuovo asilo a servizo della sala attività e dormitorio

Actual Duty Specification

Requested Duty	1000m3/h @ 100Pa
Actual Duty	1006.3m3/h @ 100.8Pa
Tolerance	100.6%
Fan Speed Setting	85%
Power Input	345W
Specific Fan Power	1.23W/(l/s)
Sound Level - dB(A)	36dB@3m

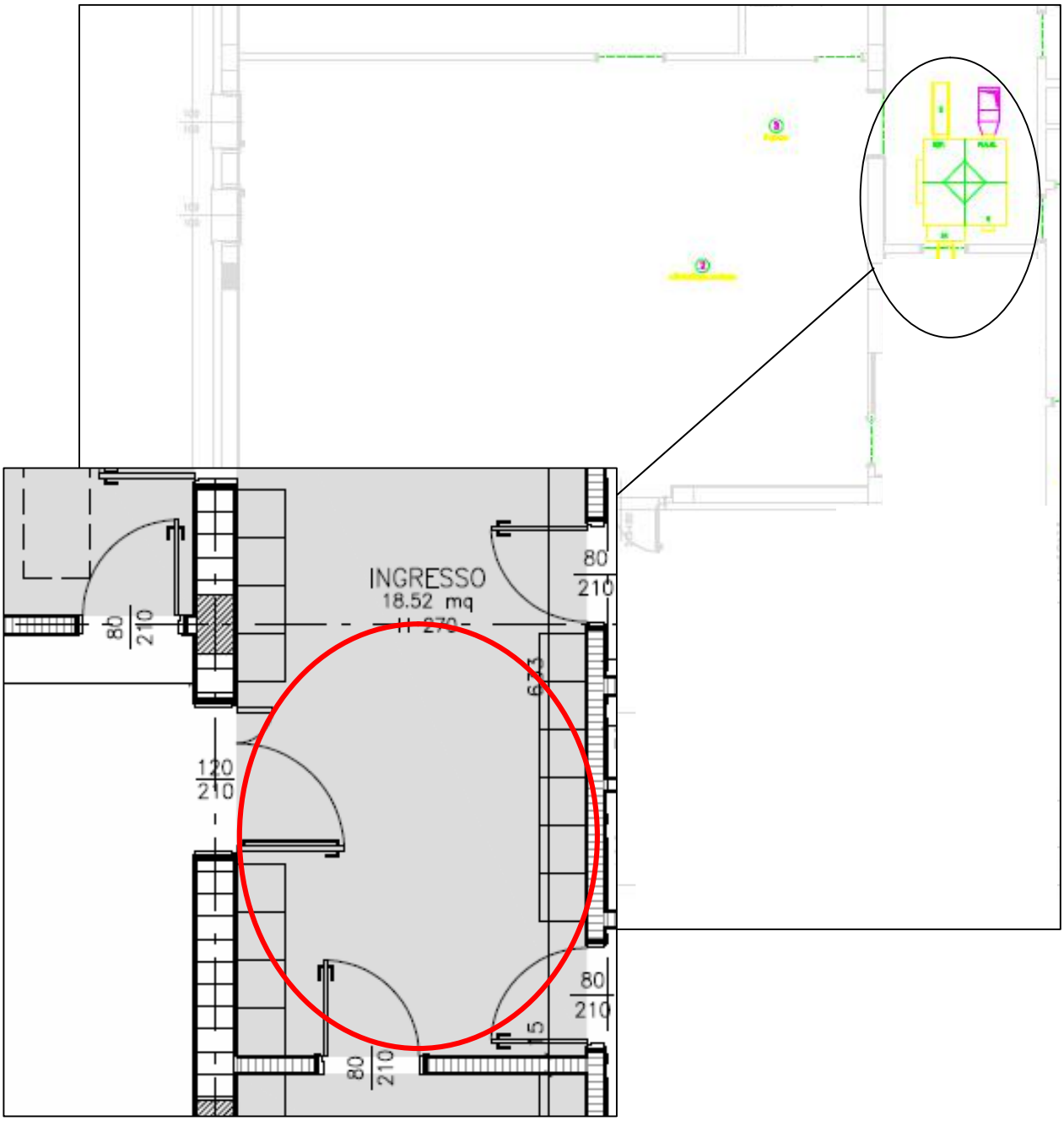
The values obtained by the calculations in this application software are the values in the ideal state and are approximate values. It may differ from the actual value depending on the air volume, air condition, installation condition, etc.

ACOUSTIC INFORMATION

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total LwA	dBA @3m
Inlet	52	55	56	50	43	33	31	23	51	30
Outlet	61	61	60	59	57	52	49	40	61	40
Breakout	71	64	60	55	49	41	34	28	57	36

-Sound power level were calculated based on laboratory measurement result.
-The measurement and the calculation were based on ISO 3744:2010.
-Inlets and outlets were based on the calculation of the following conditions.
-It is the power level of the duct opening at the Actual Duty air volume when common steel spiral duct is connected.
-The power level is eliminated the noise from the unit.

Figura 6.2 – Localizzazione della VMC nel controsoffitto dello spazio comune del nuovo asilo ad uso della sala attività e dormitorio



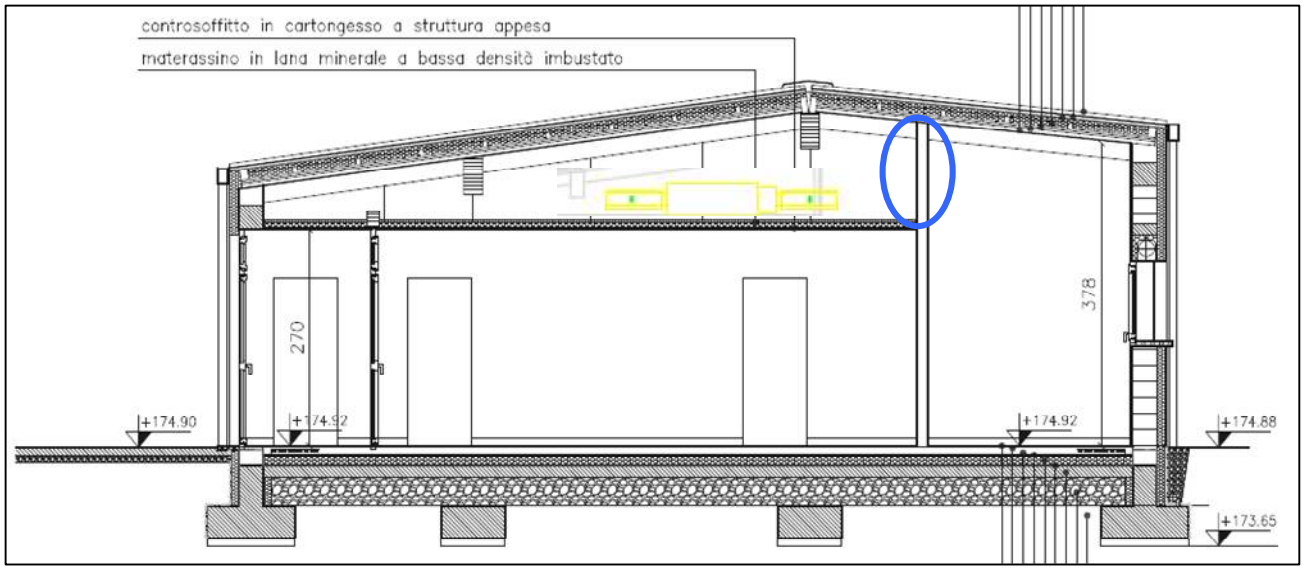


Figura 6.3 – Dati dei silenziatori da posizionare sulle mandata e ripresa aria nella sala attività

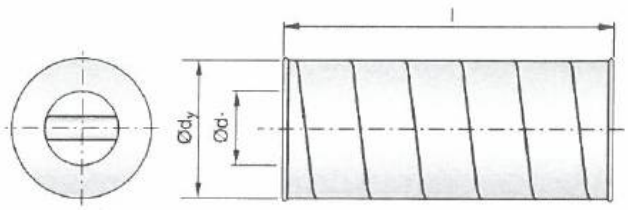
Silenziatore circolare con blaffa SLBU - 00

Descrizione

Silenziatore in lamiera di acciaio zincato.
Spessore dell'isolamento 100 mm.
Materiale fonoisolante: lana minerale.
Silenziatore circolare fornito di blaffa di 100 mm di spessore che fornisce un'elevata attenuazione per tutta la gamma. SLBU 100 viene utilizzato quando viene richiesta una forte attenuazione e il silenziatore SLU non è sufficiente.
Testato secondo normativa ISO 7235.

Per dimensioni e materiali speciali, contattare l'ufficio commerciale Lindab.

Dimensioni e rumorosità



Ød$_{1\ nom}$ mm	l_{nom} mm	Attenuazione [dB] per bande d'ottave [Hz] 63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Ød$_y$ mm	m kg
315	600	3	6	12	20	25	22	17	14	510	15,0
315	900	4	8	17	26	39	37	24	19	510	22,0
315	1200	5	10	21	33	50	50	32	23	510	29,0
400 *	600	4	5	10	15	18	14	11	12	625	20,0
400 *	900	5	7	13	22	30	22	16	15	625	30,0
400 *	1200	6	8	16	30	42	31	21	18	625	40,0
500 *	900	4	5	12	20	23	15	11	12	735	40,0
500 *	1200	4	6	14	27	34	21	14	15	735	53,0
630 *	1200	3	4	11	23	24	14	11	12	880	62,0
630 *	1500	3	6	15	29	30	17	12	14	880	78,0
800 *	1200	2	3	10	20	16	10	9	9	1030	80,0
800 *	1500	2	4	13	26	20	12	10	10	1030	99,0

*fornito con due manicotti (NPU).

NPU

CONCLUSIONI

Il presente documento ha analizzato gli aspetti acustici legati all'isolamento e della qualità / comfort sonoro degli ambienti interni offerti dagli elementi costruttivi dello stesso, in riferimento alle norme vigenti di cui al DPCM 05/12/97 ed ai CAM acustici per l'ampliamento della scuola d'infanzia di Castello di Serravalle in Valsamoggia (BO) con la nuova sezione di asilo nido.

Si sono raggiunti compromessi tecnico-costruttivi che permettono il rispetto dei valori minimi di legge per l'isolamento acustico e la qualità acustica interna dell'aula attività libere e ordinate nel progetto di ampliamento della scuola d'infanzia di Castello di Serravalle del plesso scolastico esistente.

Per gli appalti pubblici occorre considerare le indicazioni del Decreto CAM 2020 (DM 23/06/2023 Criteri Ambientali Minimi), qui valutato al § 3.

I vari aspetti acustici analizzati sono stati trattati ai punti seguenti:

- facciate e serramenti pag. 17,
- copertura pag. 23,
- divisorio aula attività e dormitorio pag. 26,
- divisorio aula attività e ingresso/spazio comune pag. 28,
- tempo di riverberazione T60, STI e C50 pagg. 39÷42,
- CAM acustici pagg. 52-53,
- rumorosità degli impianti a funzionamento continuo pagg. 54÷57.

Non è stata necessaria alcuna correzione acustica dell'interno degli spazi scolastici in quanto il oggetto prevedeva già ampio impiego di materiale altamente fonoassorbente all'intradosso della copertura lignea in progetto – vd. Allegato 2.

In tale maniera si avranno i seguenti parametri acustici interni

AULA ATTIVITÀ – vd. pag. 38

- Aula da 98 / 99 m^2 T60 = 0,66 sec.
  $T60_{ottimale}$ = 0,67 sec.
  STI > 0,55 accettabile prossimo al buono.

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti tecnici e/o adeguamenti progettuali.

Bologna, aprile 2023

DOTT. ING. MARILA BALBONI
ingegnere edile Città Metropolitana Bologna n. 5669A
tecnico competente in acustica elenco nazionale ENTECA n. 5061

ALLEGATI

ALLEGATO 1 - SCHIUMA POLIURETANICA AD ALTA DENSITÀ ED ELASTICITÀ PER CHIUSURA SERRRAMENTI A PARETI ESTERNE

Schiuma serramento elastica PUP E

fischer
innovative sol

Schiuma poliuretanica per serramento ad elevata elasticità

Giunti di connessione di serramenti

Giunti di connessione intorno ai cassonetti

MATERIALI DI SUPPORTO

Aderisce a tutti i materiali di supporto standard come:

- Calcestruzzo
- Elementi anodizzati
- Muratura
- Metalli
- Legno
- Lastre di cartongesso
- Plastiche (non su PE, PP, Teflon, silicone)
- Pietra

CERTIFICATI

DIN 4102 B2 AUTOESTINGUENTE

VANTAGGI

- La schiuma è classificata B2 - normalmente infiammabile - secondo DIN 4102-1.
- L'espansione controllata non deforma il telaio di porte e finestre durante il l'installazione.
- Eccellenti proprietà di isolamento acustico (fino a 58 dB) e termico (fino a 0,035 W/m K).
- Elevata elasticità anche dopo l'indurimento.
- Buona resistenza agli agenti chimici
- La schiuma indurita può essere lavorata (segata, tagliata, limata), poi verniciata e/o intonacata.
- Non contiene CFC e H-CFC.

APPLICAZIONI

- Sigillatura, isolamento e riempimento di cavità tra serramenti e pareti
- Sigillatura, isolamento e riempimento di cavità intorno ai cassonetti di oscuranti avvolgibili
- Sigillatura e riempimento di cavità nell'installazione di davanzali
- Isolamento e riempimento di cavità tra controtelai e porte interne

FUNZIONAMENTO

- Le superfici devono essere asciutte, pulite e senza olio, grasso o polvere.
- Agitare la bombola per almeno 20 secondi prima dell'uso e avvitare la valvola sul dispenser fischer PUPN 1 o PUPM 3.
- Inumidire le superfici con un nebulizzatore d'acqua prima dell'applicazione.
- Applicare la schiuma dal basso verso l'alto. Riempire le cavità per il 65%, la schiuma continuerà ad espandersi leggermente.
- Agitare regolarmente la bombola durante l'applicazione. In caso di applicazioni in più strati, inumidire ogni strato.
- Pulire gli attrezzi di lavoro e il prodotto non indurito con il pulitore fischer PUR o con acetone. Il prodotto indurito può essere rimosso solo meccanicamente.
- Proteggere dall'esposizione ai raggi UV.

DATI TECNICI

Schiuma serramento elastica **PUP E**

Prodotto	Art. n°	Colore	Durata [mesi]	Posizione	Contenuto bombola V [ml]	Resa schiuma libera [l]	Utilizzo	Confezione [pz]		
PUP E 750	**512221**	giallo	12	verticale	750	45	con pistola	12		

ALLEGATO 2 – SCHEDA TECNICA ASSORBIMENTO ACUSTICO CELENIT-AB

EDUCATION

CELENIT, con oltre 50 anni di esperienza nell'isolamento termico ed acustico, propone soluzioni per interventi in edilizia scolastica per garantire la massima qualità, comfort indoor, acustica e sicurezza certificate nel rispetto dell'ambiente e della salute dei bambini.

CITTADELLA PRIMARY SCHOOL Padova, IT
design: Gianni Toffanello architetto | photo: Giovanni Porcellato

Gamma
CELENIT ACOUSTIC

CELENIT AB

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.
Conforme alla norma UNI EN 13168 e UNI EN 13964.

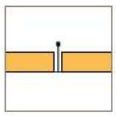
Prodotto della gamma CELENIT ACOUSTIC, è il pannello in lana di legno con eccellenti performance di **assorbimento acustico** vantando valori certificati **α_w fino a 0,95**.

Grazie alla **texture sottile**, alla sua particolare compattezza, robustezza e resistenza meccanica, **CELENIT AB** è il materiale ideale per finiture di alto pregio estetico, fonoassorbenti, con alte caratteristiche di reazione al fuoco, resistenti agli impatti e inalterabili a contatto con l'umidità.

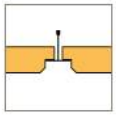
Impieghi

Controsoffitti, rivestimenti a parete, baffles e isole, design solutions

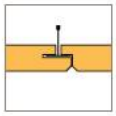
Sistemi



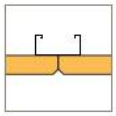
Controsoffitti su profili T24 a vista
Cod. bordo: **DT - T - RDT - RST**



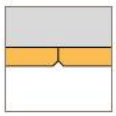
Controsoffitti su profili T35 a vista
Cod. bordo: **DT - T - RDT35 - RST35**



Controsoffitti su profili T35 nascosti
Cod. bordo: **PS - PM**



Controsoffitti e contropareti con struttura nascosta in metallo o legno
Cod. bordo: **D - S4 - RD**



Rivestimenti in aderenza di soffitti e pareti
Cod. bordo: **D - S4**

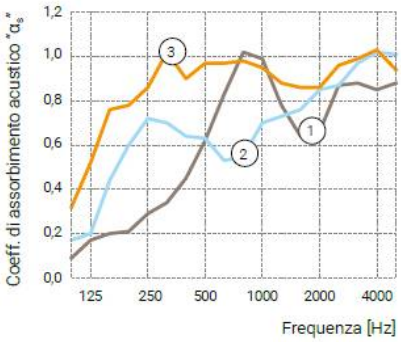
Dati tecnici

Dimensioni
2400x600 - 2000x600 - 1200x600 - 600x600 mm

Spessore
15 - 25 - 35 - 50 mm

Reazione al fuoco
Euroclasse B-s1, d0

Assorbimento acustico
1. Posa in aderenza - **α_w fino a 0,60**
2. Intercapedine vuota - **α_w fino a 0,65**
3. Intercapedine con lana di roccia - **α_w fino a 0,95**



Certificazioni ambientali

prodotto certificato PEFC™ o FSC®
natureplus - ecocompatibilità
ANAB-ICEA - materiali per la bioedilizia
EPD - dichiarazione ambientale
ICEA - prodotti in materiale da riciclo
ICEA - attestazione crediti LEED

TEXTURE

I prodotti della divisione ACOUSTIC | DESIGN sono disponibili in [illegible]e texture, che differiscono per la larghezza della lana di legno.

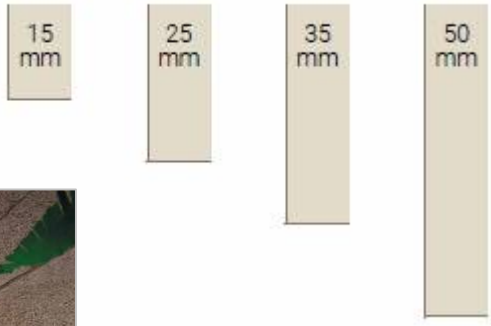
Texture extra sottile
1 mm

Texture sottile
2 mm

Texture standard
3 mm

SPESSORE

I pannelli monostrato in lana di legno sono disponibili in 4 spessori (15, 25, 35, 50 mm) mentre i pannelli compositi con lana minerale presentano unicamente lo strato in lana di legno negli spessori: 15 e 25 mm

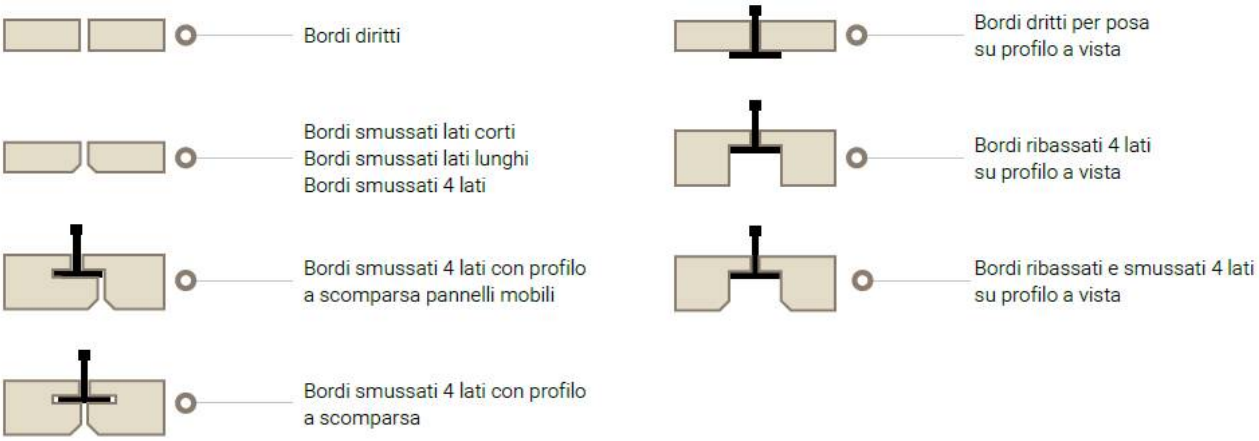


DIMENSIONI

I pannelli CELENIT presentano una larghezza standard di 60 cm e lunghezze 60 - 120 - 200 - 240 cm.
La facilità di lavorazione permette di tagliare e sagomare il pannello nelle forme desiderate adattandosi alla creatività del progettista.

BORDI

CELENIT mette a disposizione una serie di lavorazioni nei bordi che permettono una corretta posa e la finitura estetica desiderata.

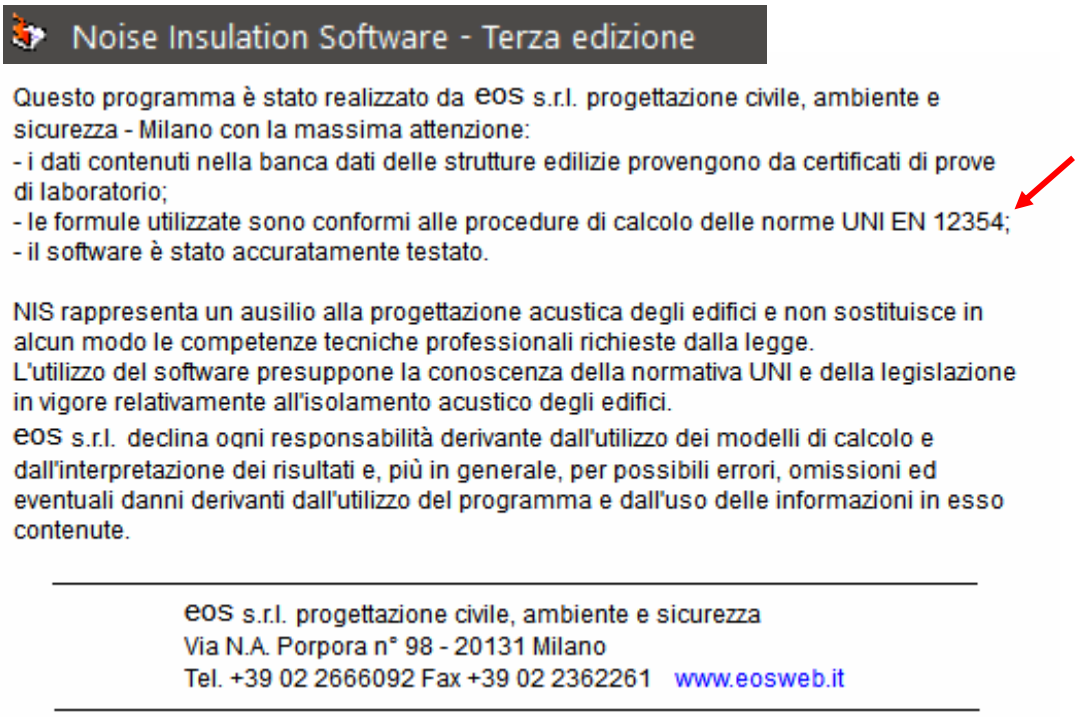


COLORI

I pannelli possono essere installati nella versione NATURE senza verniciatura con la naturale colorazione avorio, oppure possono essere verniciati in molteplici tonalità per garantire l'uniformità di colore del rivestimento.

Nature Gamme colori CELENIT

ALLEGATO 3 – SOFTWARE UTILIZZATO PER LE MODELLAZIONI DI ISOLAMENTO ACUSTICO, N.I.S.



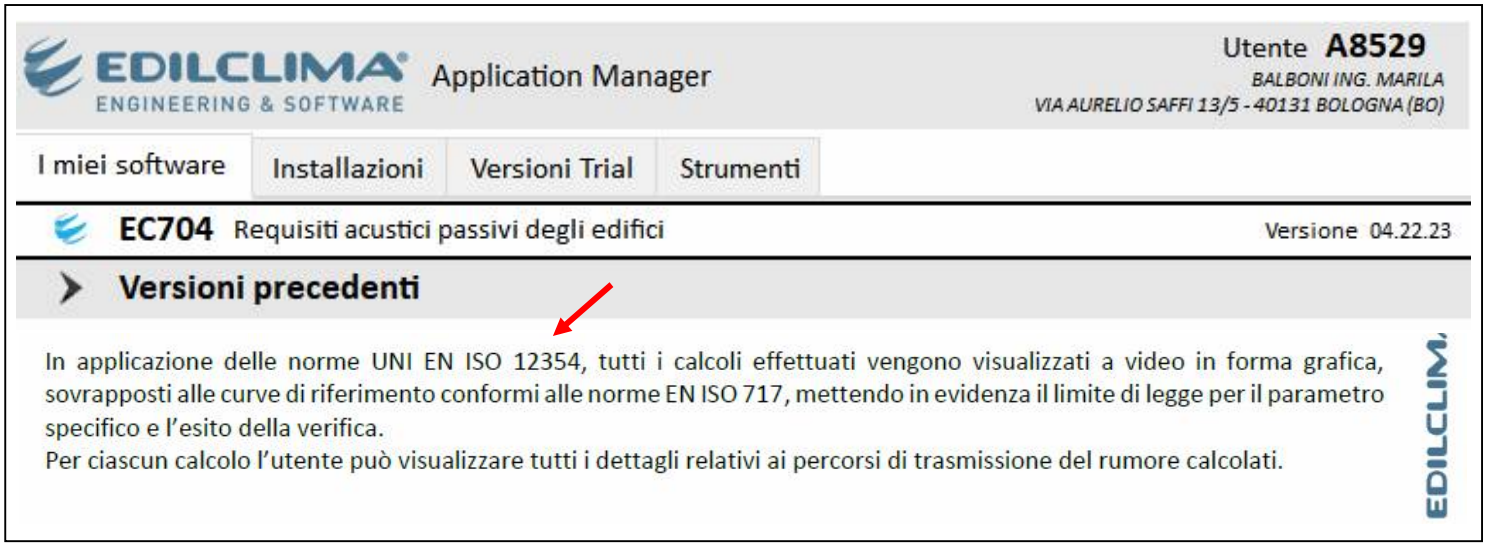
Noise Insulation Software - Terza edizione

Questo programma è stato realizzato da eos s.r.l. progettazione civile, ambiente e sicurezza - Milano con la massima attenzione:
- i dati contenuti nella banca dati delle strutture edilizie provengono da certificati di prove di laboratorio;
- le formule utilizzate sono conformi alle procedure di calcolo delle norme UNI EN 12354;
- il software è stato accuratamente testato.

NIS rappresenta un ausilio alla progettazione acustica degli edifici e non sostituisce in alcun modo le competenze tecniche professionali richieste dalla legge.
L'utilizzo del software presuppone la conoscenza della normativa UNI e della legislazione in vigore relativamente all'isolamento acustico degli edifici.
eos s.r.l. declina ogni responsabilità derivante dall'utilizzo dei modelli di calcolo e dall'interpretazione dei risultati e, più in generale, per possibili errori, omissioni ed eventuali danni derivanti dall'utilizzo del programma e dall'uso delle informazioni in esso contenute.

eos s.r.l. progettazione civile, ambiente e sicurezza
Via N.A. Porpora n° 98 - 20131 Milano
Tel. +39 02 2666092 Fax +39 02 2362261 www.eosweb.it

ALLEGATO 4 – SOFTWARE UTILIZZATO PER LE MODELLAZIONI DI ISOLAMENTO ACUSTICO, EC 704 EDILCLIMA



EDILCLIMA ENGINEERING & SOFTWARE Application Manager

Utente A8529
BALBONI ING. MARILA
VIA AURELIO SAFFI 13/5 - 40131 BOLOGNA (BO)

I miei software | Installazioni | Versioni Trial | Strumenti

EC704 Requisiti acustici passivi degli edifici Versione 04.22.23

Versioni precedenti

In applicazione delle norme UNI EN ISO 12354, tutti i calcoli effettuati vengono visualizzati a video in forma grafica, sovrapposti alle curve di riferimento conformi alle norme EN ISO 717, mettendo in evidenza il limite di legge per il parametro specifico e l'esito della verifica.
Per ciascun calcolo l'utente può visualizzare tutti i dettagli relativi ai percorsi di trasmissione del rumore calcolati.

EDILCLIM.

ALLEGATO 5 – LICENZA IMMI VS. 2020, IL SOFWTARE UTILIZZATO PER LE MODELLAZIONI ACUSTICHE

IMMI - Previsione del rumore & Software di Mappatura Acustica

Informazioni versione:

Versione:	2020
Aggiornamento:	1
Data:	20.10.2020
Release:	20201020
N. interno:	482
Tipo versione:	Versione completa
Dato in licenza a:	S72/106
	Ing. Marila Balboni
Aggiornamento fi	Febbraio 2021
Sorgente licenza	IMMI_S72_106-0.ILS
licenza scade	mai

Versione

IMMI 2020 Plus

Librerie di elementi

- **Configurazione base (sempre inclusa)**
  - DIN 18005
  - Modello Gussiano (TA
  - DIN 45691
  - rumore in abiente di lavoro (modulo inte
- **Strada**
  - *RLS-90*
  - *RLS-19*
  - *RVS 04.02.11*
  - Studio rumore parcheggi 07
  - *StL-86*
  - *SonRoad*
  - *CRTN*
  - *TernaNord 1996:525*
  - *Strada CNOSSOS*
- **Ferrovia**
  - *Schall 03*
  - *Schall 03 [1990]*

ALLEGATO 6 - ISCRIZIONE ELENCO NAZIONALE TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA - ENTECA N. 5061

ENTECA Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica

Home
Tecnici Competenti in Acustica
Corsi
Login

Tecnici Competenti in Acustica / Vista

N° Iscrizione Elenco Nazionale	5061
Regione	Emilia Romagna
N° Iscrizione Elenco Regionale	RER/00013
Cognome	BALBONI
Nome	MARILA
Titolo di Studio	INGEGNERE
Luogo nascita	BOLOGNA
Email	info@marila-balboni.it
Pec	marila.balboni@pec.it
Telefono	0516494429
Cellulare	3392541909
Dati contatto	EMILIA ROMAGNA BOLOGNA (BO) VIA AURELIO SAFFI 13/5
Data pubblicazione in elenco	10/12/2018