

COMUNE DI URGNANO
Provincia di Bergamo



NUOVA MENSA SCOLASTICA
PNRR – MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA
Via dei Bersaglieri, 68 - 24059 Urgnano (BG)

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO
VALUTAZIONE PREVISIONALE
DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI

Il progettista

Ing. Renzo Sonzogni

(documento firmato digitalmente)

COMMITTENTE

Comune di Ugnano

Via Cesare Battisti n° 74

24059 Ugnano (BG)

VALUTAZIONE PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI E IMPATTO ACUSTICO POMPA DI CALORE

relativa ad intervento di nuova realizzazione di una mensa scolastica a servizio de "IC B. Colleoni"
sito in via dei Bersaglieri, 68 a Ugnano (BG)

Zanica, 2 Giugno 2023

Dott. Ing. Renzo Sonzogni



SOMMARIO

1. Premessa	5
I. Identificazione del tecnico redattore della presente	5
II. Oggetto e contenuti della valutazione	5
III. Riferimenti normativi generali.....	5
IV. Esclusioni	6
2. Descrizione dell'intervento edilizio	7
3. Caratteristiche dei componenti edilizi previste da progetto	19
4. Quadro normativo.....	22
5. Acustica d'interni (riverbero etc.)	27
D.M. 23/06/2022(Criteri Ambientali Minimi)	27
Normativa locale	27
Note sui materiali da impiegare nella realizzazione degli interventi:	27
6. Considerazioni progettuali di validità generale.....	32
7. Isolamento acustico di facciata	33
8. Impianti	38
Indicazioni per il trattamento delle tubazioni idrico-sanitarie	39
9. Metodologia di calcolo previsionale	42
10. Conclusioni sui requisiti acustici passivi	44
Rumorosità impianti a funzionamento continuo	44
11. Considerazioni su impatto acustico nuovi impianti	44

ELENCO ALLEGATI

- All. 1 Decreto nomina tecnico competente
- All. 2 Mappe rumore

1. Premessa

I. Identificazione del tecnico redattore della presente

Lo Scrivente Dott. Ing. Renzo Sonzogni

- iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Bergamo al n° 3377;
- Tecnico Competente in Acustica (TCA) riconosciuto con Decreto del Presidente della Giunta Regione Lombardia n° 13655 del 25/11/2008 (allegato alla presente) e iscritto all'Elenco Nazionale dei TECnici Competenti in Acustica (ENTECA) al n° 2182,

è stato incaricato dalla Committenza in indirizzo, di redigere la presente valutazione dei requisiti acustici passivi, unitamente alla stima dell'impatto acustico della pompa di calore prevista in progetto.

II. Oggetto e contenuti della valutazione

La valutazione è relativa all'intervento edilizio riportato in copertina, per la cui descrizione di dettaglio si rimanda al prosieguo della presente relazione.

La richiesta della Committenza prevede l'analisi della normativa applicabile in relazione ai requisiti acustici passivi degli edifici e più nello specifico del D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" e del DM 23.06.2022 (nuovo decreto Criteri Ambientali Minimi in edilizia), oltre alle principali indicazioni generali di corretta modalità realizzativa.

Si ritiene inoltre fondamentale che vengano eseguiti dei collaudi acustici in corso d'opera su elementi campione, al fine di verificare se i materiali impiegati e le modalità di posa siano idonee al raggiungimento dei limiti di legge estendendo la realizzazione completa dell'intervento solo se i risultati confermassero la bontà della realizzazione e, qualora emergessero criticità, le stesse possano essere risolte per tempo prima di proseguire con la realizzazione dell'intero intervento.

L'intervento prevede la realizzazione ex novo di una mensa scolastica e nel prosieguo verranno trattati in modo approfondito tutti gli aspetti acustici per i quali è richiesta una verifica e/o il rispetto di determinati parametri secondo le vigenti normative.

III. Riferimenti normativi generali

Riferimenti normativi nazionali

La presente relazione viene redatta in riferimento al seguente quadro normativo nazionale.

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

Il D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" risulta essere, alla data di redazione del presente documento, il principale riferimento normativo nazionale in materia di requisiti acustici passivi degli edifici e risulta applicabile a tutti gli edifici, sia pubblici sia privati, che rientrino nelle categorie abitative individuate all'interno del medesimo decreto.

D.M. 23/06/2022

Il D.M. 23/06/2022 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" individua una serie di requisiti prestazionali in materia di acustica da applicare agli elementi costruttivi (partizioni orizzontali e verticali, impianti, acustica d'interni, etc.) degli edifici.

Tale decreto risulta applicabile esclusivamente agli edifici di proprietà pubblica.

D.M. 18/12/1975

Il D.M. 18/12/1975 “Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica” individua una serie di requisiti prestazionali in materia di acustica da applicare agli elementi costruttivi (partizioni orizzontali e verticali, impianti, acustica d'interni, etc.) degli edifici.

Tale decreto risulta applicabile esclusivamente agli edifici scolastici.

Prospetto riassuntivo dei parametri acustici

La normativa acustica prevede in generale l'analisi e il rispetto di valori limite in riferimento ai parametri di cui al seguente prospetto.

R'_w	Potere fonoisolante apparente di partizioni tra ambienti
$L'_{n,w}$	Isolamento da rumore di calpestio dei solai
$D_{nT,w}$	Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverbero
$D_{2m,nT,w}$	Isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverbero
LA_{eq}	Rumorosità degli impianti a funzionamento continuo
LAS_{max}	Rumorosità degli impianti a funzionamento discontinuo
L_{ic}	Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A corretto per il tempo di riverberazione e per il rumore residuo per impianti a funzionamento continuo
L_{id}	Massimo valore del livello di pressione sonora ponderato A, acquisito con costante di tempo “slow”, corretto per il tempo di riverberazione per impianti a funzionamento discontinuo
T (o T60 o RT)	Tempo di riverberazione
STI	Speech Transmission Index

Detti parametri vengono dettagliatamente descritti ed illustrati nelle rispettive linee progettuali all'interno del presente documento.

Riferimenti normativi regionali

La Legge Regionale della Lombardia n° 13 del 10/08/2001 prevede il rispetto dei requisiti acustici stabiliti dal D.P.C.M. 05/12/1997 e dai regolamenti comunali per i nuovi interventi e per gli interventi su elementi nel caso in cui le caratteristiche acustiche di questi ultimi vengano modificate.

IV. Esclusioni

All'interno del presente documento sono riportate indicazioni relative ai soli aspetti acustici.

Risultano escluse ulteriori tipologie di valutazioni relative a qualsiasi altro aspetto (es. igrotermico, energetico, antincendio etc. etc.), che devono eventualmente essere affidate ad altro professionista e/o verificate dalla Committenza.

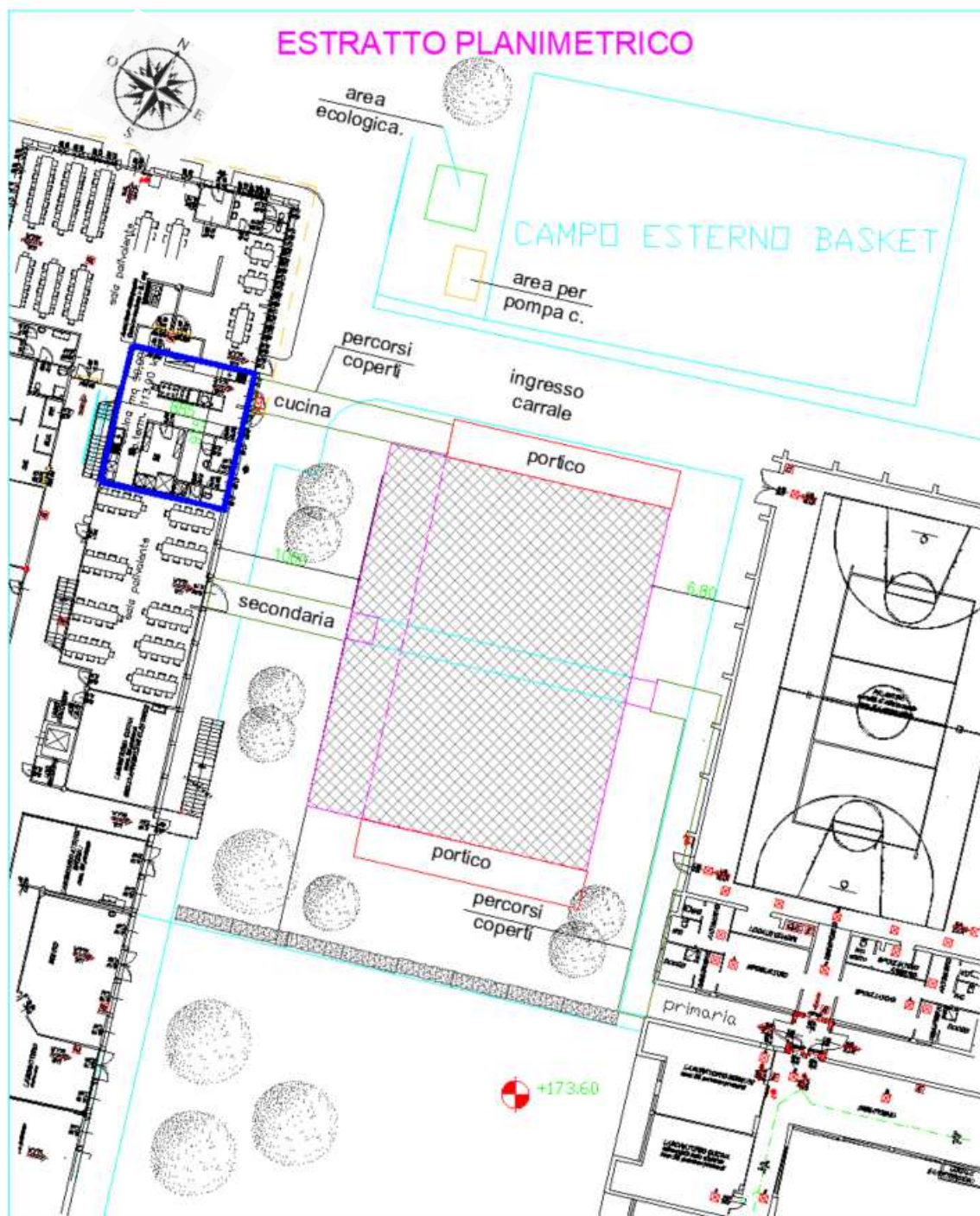
2. Descrizione dell'intervento edilizio

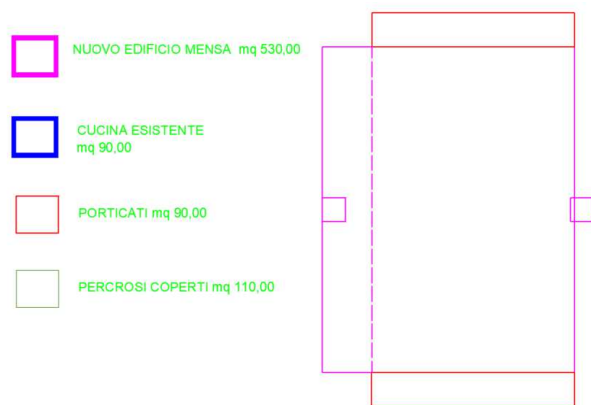
L'intervento consiste nella realizzazione ex novo di un edificio monopiano adibito a mensa scolastica a servizio dell'istituto comprensivo "B. Colleoni" di Ugnano, Via dei Bersaglieri, 68.

Nello specifico l'intervento prevede:

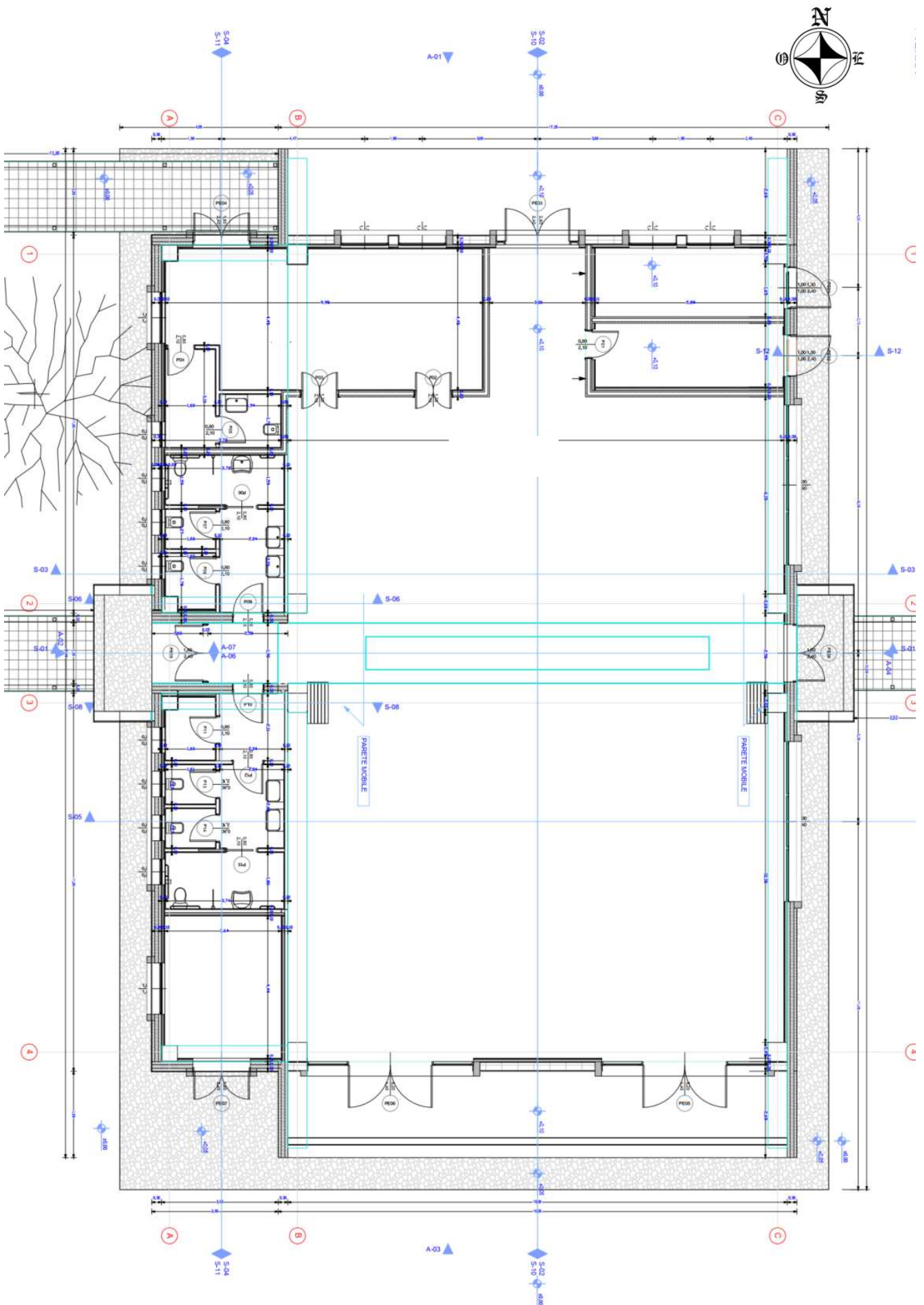
- Realizzazione di una nuova mensa a servizio sia della scuola primaria che media.
- Realizzazione di nuovi percorsi coperti di collegamento con gli edifici scolastici esistenti
- Realizzazione di impianti di condizionamento e produzione ACS in pompa di calore a servizio della nuova mensa
- Realizzazione di impianti di ventilazione meccanica a servizio della nuova mensa

Di seguito si riportano alcuni estratti dalle tavole di progetto dell'intervento fornite dal progettista architettonico.

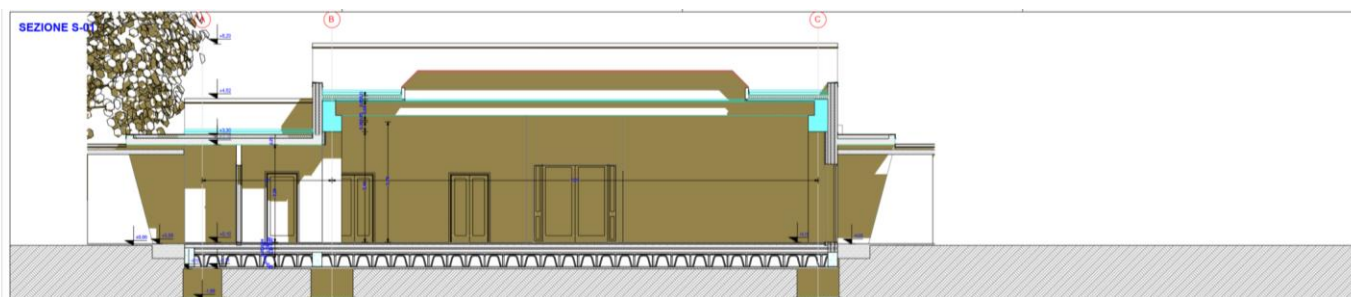




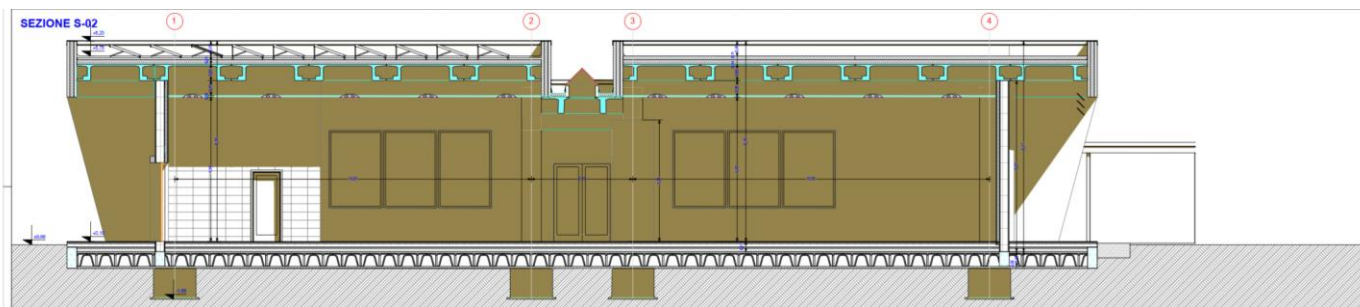
Estratto planimetrico progetto nuova mensa



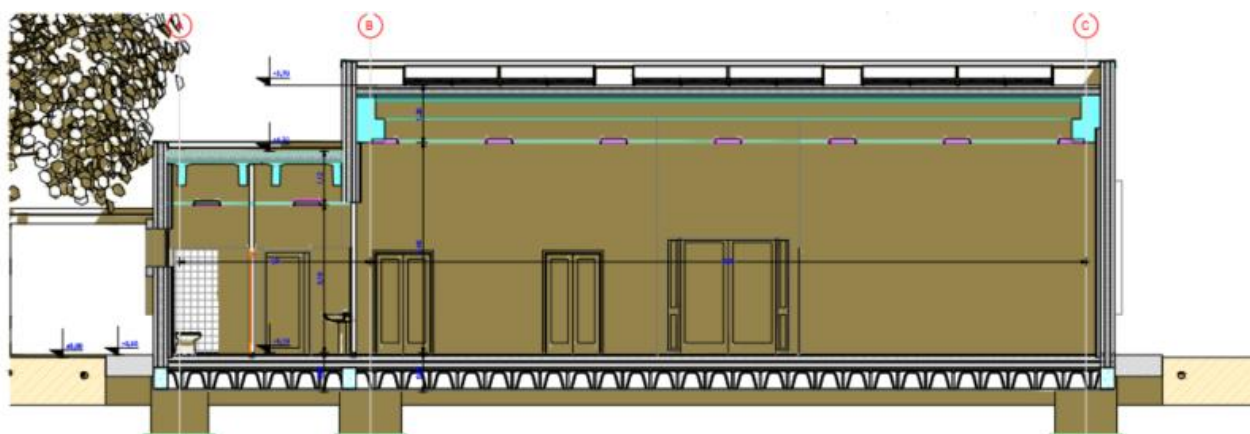
Planimetria di progetto nuova mensa



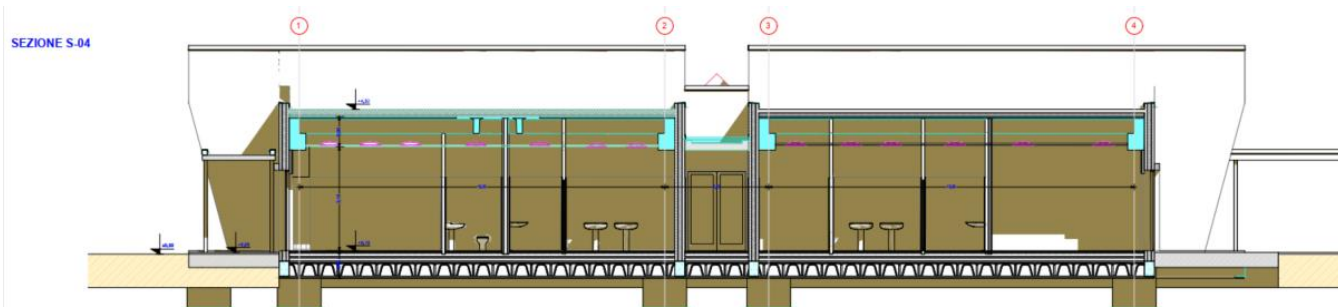
Sezione S-01



Sezione S-02

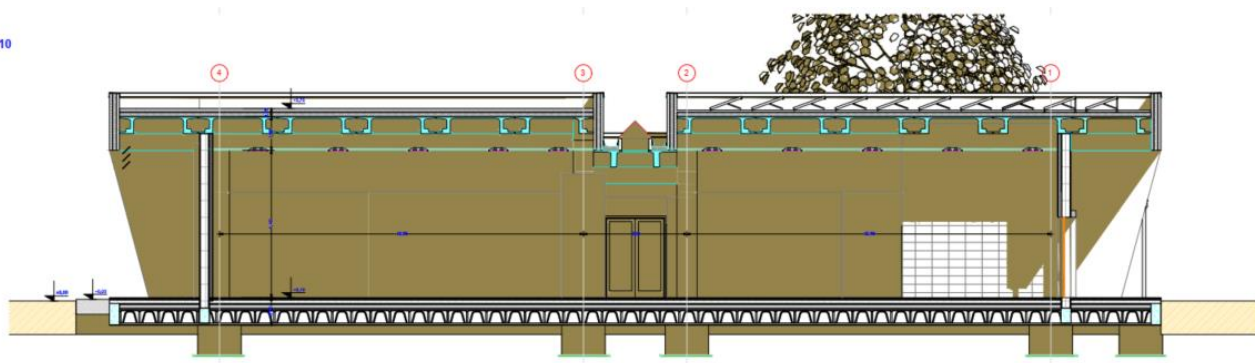


Sezione S-03



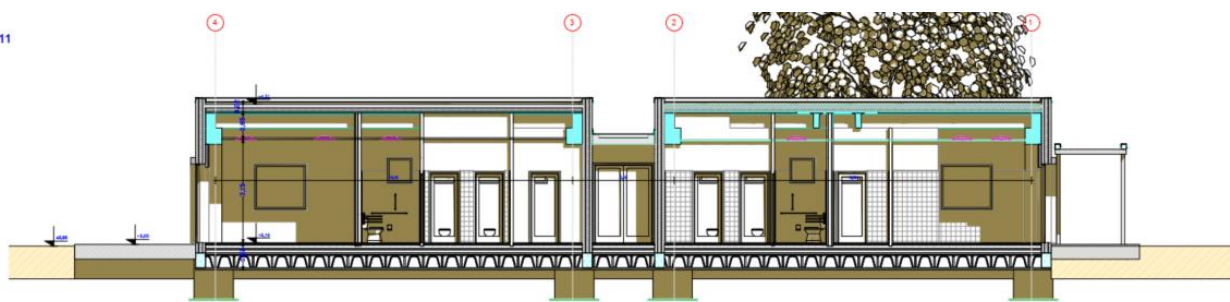
Sezione S-04

SEZIONE S-10



Sezione S-10

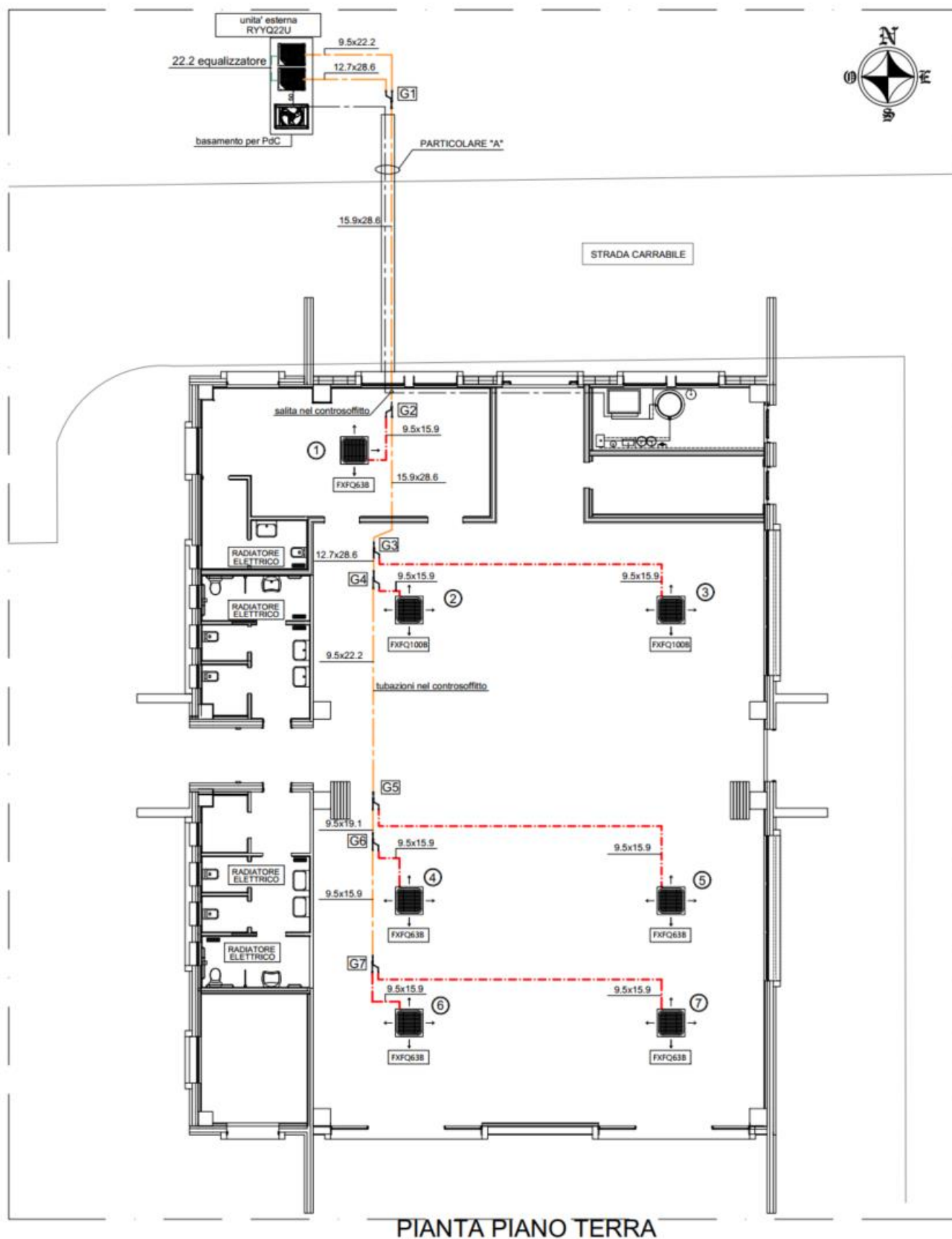
SEZIONE S-11



Sezione S-11

NUOVO IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO (RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO AMBIENTI)

Realizzazione di nuovo sistema impiantistico in pompa di calore per la produzione di calore/freddo per servizi condizionamento ambienti. Di seguito un estratto della tavola di progetto dell'impianto di climatizzazione.



Di seguito dati ed estratti di schede tecniche delle principali componenti di impianto ricevute dal progettista.

L'unità esterna deputata alla climatizzazione è di marchio DAIKIN mod.RYYQ22U, composta da due moduli RYYQ10U + RYYQ12U aventi i seguenti dati di rumorosità.

				RYYQ10U7Y1B	RYYQ12U7Y1B
Sound power level	Raffrescamento	Nom.	dBA	79.1 (4)	83.4 (4)
Dimensioni	Unità	Larghezza	mm	930	930
		Profondità	mm	765	765
		Altezza	mm	1,685	1,685

Sommando logaritmicamente i due livelli di potenza sonora si ottiene un livello di potenza sonora complessivo della sorgente così composta pari a 85 dB"A".

$$\begin{array}{rcl}
 L_{p_1} & 79,1 \text{ dB"A"} & \\
 L_{p_2} & 83,4 \text{ dB"A"} & \\
 \hline
 L_{p_{tot}} & 84,8 \text{ dB"A"} &
 \end{array}$$

Le unità interne, sempre di marchio Daikin sono di due differenti modelli: FXFQ63 e FXFQ100. Di seguito i dati tecnici relativi alla rumorosità prodotta.

2-1 Technical Specifications				FXFQ20B	FXFQ25B	FXFQ32B	FXFQ40B	FXFQ50B	FXFQ63B	FXFQ80B	FXFQ100 B	FXFQ125 B
Sound power level	Cooling	High	dBA	49.0			51.0		53.0	55.0	60.0	61.0
Sound pressure level	Cooling	Medium	dBA	-								
		High	dBA	31.0		33.0		35.0	38.0	43.0	45.0	
		Nom.	dBA	29.0		31.0		33.0	34.0	37.0	41.0	
		Low	dBA	28.0		29.0		30.0		36.0		
	Heating	High	dBA	31.0		33.0		35.0	38.0	43.0	45.0	
		Nom.	dBA	29.0		31.0		33.0	34.0	37.0	41.0	
		Low	dBA	28.0		29.0		30.0		36.0		

NUOVO IMPIANTO PER PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Realizzazione di sistema impiantistico in pompa di calore (separato da impianto per condizionamento) per la produzione di calore per servizi di acqua calda sanitaria.

Di seguito i dati tecnici relativi alla rumorosità dell'unità esterna e dell'unità esterna rispettivamente.

	Sound pressure level at 1 m from the unit									Sound Power
MODEL	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	db(A)	db (A)
EWYT021CZI-A1 + EWYT021CZO-A1	71.2	65.5	58.7	55.4	53.7	51.5	49.0	42.9	59.6	76.0
EWYT032CZI-A1 + EWYT032CZO-A1	68.5	62.6	59.5	58.2	57.9	55.0	49.1	33.8	62.2	79.0
EWYT040CZI-A1 + EWYT040CZO-A1	68.6	62.7	59.7	58.8	59.5	55.9	49.2	33.8	63.2	80.0
EWYT064CZI-A2 + EWYT064CZO-A2	75.0	70.8	64.9	61.3	58.9	58.6	52.4	46.2	65.4	83.0

Sound power level (referred to evaporator 12/7°C, ambient 35°C full load operation) are measured in accordance with ISO 9614 and Eurovent 8/1.
The certification refers only to the overall sound power level.
The sound data in the Octave band spectrum is intended for reference only and not considered binding.
The sound pressure is calculated from the sound power level and are for information only and not considered binding.

Indoor Sound Power level	kW	21	32	40	64
	dB(A)	63.0	64.5	64.5	66.0

Nota la rumorosità e la posizione di tutte le pompe di calore (vedi estratto planimetrico pubblicato sopra) si è proceduto alla verifica dell'impatto acustico di tali sorgenti di rumore. I risultati vengono pubblicati nel prosieguo all'interno del capitolo dedicato.

Da informazioni ricevute dal progettista degli impianti tutte le pompe di calore saranno attive durante il solo periodo diurno (compreso tra le 06:00 e le 22:00)

NUOVO IMPIANTO VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

Verranno installati n. 2 sistemi di ventilazione meccanica indipendenti ma entrambi a servizio della nuova mensa.

Per informazioni più dettagliate si veda il progetto impianti.

Ciascuno dei 2 sistemi di distribuzione è gestito da una singola macchina che verrà alloggiata in appositi vani tecnici del nuovo edificio mensa. Le macchine che verranno installate sono di due differenti tipologie:

- Daikin MODULAR_T size 7 da 4.000 m³/h;
- Daikin MODULAR_L size 6 da 2.500 m³/h.

Di seguito si pubblica un estratto dalle tavole di progetto.

Daikin Modular T Size 7

Report Rumore

Mandata

Potenza Sonora (dB) 63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	AVG dB (A)
Ingresso ventilatore 70	69	71	69	63	59	57	57	70
Uscita ventilatore 70	74	76	74	73	71	67	64	78
Unità Ingresso 70	69	66	53	48	46	36	31	59
Unità Uscita 70	76	80	74	68	71	65	62	77
Esterno 70	64	59	53	45	45	40	32	56
Pressione (1m) *	63	57	52	46	38	38	33	49

* Simple source reference value for installation based on directivity factor Q=4 (quarter sphere) and non-reverberant field. Allowances on declared values: +/- 3dB

Ripresa

Potenza Sonora (dB) 63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	AVG dB (A)
Ingresso ventilatore 70	70	71	69	63	59	57	57	70
Uscita ventilatore 71	74	76	74	73	70	66	64	78
Unità Ingresso 70	69	66	53	48	45	36	31	60
Unità Uscita 71	76	80	74	68	70	65	62	77
Esterno 71	64	59	53	44	45	39	32	56
Pressione (1m) *	64	57	52	46	37	38	32	49

* Simple source reference value for installation based on directivity factor Q=4 (quarter sphere) and non-reverberant field. Allowances on declared values: +/- 3dB

Modello UTA a servizio della porzione sud della nuova mensa (vedi progetto impianti)

Daikin Modular L Size 6

Mandata									
Potenza Sonora (dB) 63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	AVG dB (A)	
Ingresso ventilatore	64	67	71	72	72	71	68	64	77
Uscita ventilatore	68	72	76	77	77	76	73	69	82
Unità Ingresso	64	66	66	56	58	57	47	38	63
Unità Uscita	68	74	79	77	72	76	71	67	81
Esterno	60	62	63	61	58	53	46	37	63
Pressione (1m) *	53	55	56	54	51	46	39	30	56

** Simple source reference value for installation based on directivity factor Q=4 (quarter sphere) and non-reverberant field. Allowances on declared values: +/- 3dB*

Ripresa									
Potenza Sonora (dB) 63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	AVG dB (A)	
Ingresso ventilatore	67	69	72	72	73	71	68	64	78
Uscita ventilatore	72	74	77	78	78	76	73	69	83
Unità Ingresso	67	69	67	57	58	58	47	39	64
Unità Uscita	72	76	81	77	72	76	72	67	81
Esterno	63	64	64	62	58	53	47	37	63
Pressione (1m) *	56	57	57	55	51	46	40	30	56

** Simple source reference value for installation based on directivity factor Q=4 (quarter sphere) and non-reverberant field. Allowances on declared values: +/- 3dB*

Modello UTA a servizio della porzione nord della nuova mensa (vedi progetto impianti)

Come visibile nell'estratto di tavola di progetto si è scelto di portare in copertura i condotti di presa aria esterna ed espulsione aria esausta di ciascun impianto di ricambio aria.

per i calcoli di propagazione in ambiente esterno della rumorosità prodotta allo sbocco di ciascun condotto si è proceduto in maniera cautelativa utilizzando il dato che fornisce il livello di rumorosità maggiore (evidenziato con rettangoli rossi nelle tabelle sopra) tra quelli forniti dalla scheda tecnica del prodotto.

CANALI FONOASSORBENTI

Realizzazione della dorsale principale di ogni distribuzione mediante canali fonoassorbenti CLIMAVER A2 NETO

	Frequenza (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Spessore d, mm	Coefficiente pratico di assorbimento acustico, α_p EN ISO 354 / EN ISO 11654					
25	0,35	0,65	0,75	0,85	0,90	0,90
Dimensioni condotto (mm)	Attenuazione acustica, in tratto rettilineo, ΔL (DB/m)*					
200x200	4,83	11,49	14,04	16,73	18,12	18,12
300x400	2,82	6,70	8,19	9,76	10,57	10,57
400x500	2,17	5,17	6,32	7,53	8,15	8,15
400x700	1,90	4,51	5,51	6,57	7,12	7,12
500x1000	1,45	3,45	4,21	5,02	5,44	5,44

*Valore calcolato mediante la formula: $\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p^{1,4} \cdot \frac{P}{S}$, (P=perimetro)

(P=perimetro sezione condotto; S=superficie sezione condotto) sulla base di una potenza sonora di un ventilatore con portata pari a 20.000 m³/h, perdita di carico 15 mm ca.

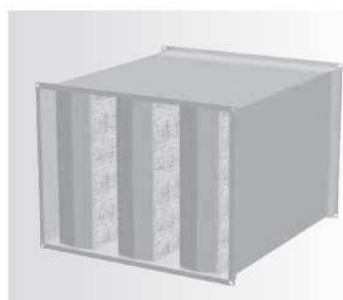


SILENZIATORI

Applicazione di silenziatori rettangolari con setti fonoassorbenti all'intestazione dei canali principali di mandata e di ripresa di ogni macchina.

Per entrambe le tipologie di macchine si prescrive l'installazione del medesimo modello di silenziatore (quello evidenziato nell'immagine sotto riportata). Nello specifico si intende il modello con lunghezza P pari a P=900 mm (o superiore).

SL Silenziatori rettangolari



Versioni

- SL ... (silenziatori rettangolari con setti fonoassorbenti in lana minerale e protezione in velo vetro, spessore 200 mm)
- SLL (interspazio 100 mm, v_{max} aria 12 m/s)
- SLM (interspazio 100 mm, protezione aggiuntiva in lamiera microstirata, v_{max} aria 20 m/s)
- SLP (interspazio 150 mm, v_{max} aria 12 m/s)
- SLQ (interspazio 150 mm, protezione aggiuntiva in lamiera microstirata, v_{max} aria 20 m/s)
- SLN (interspazio 200 mm, v_{max} aria 12 m/s)
- SLO (interspazio 200 mm, protezione aggiuntiva in lamiera microstirata, v_{max} aria 20 m/s)

- SLL / SLM (l=100 mm)

P [mm]	Bande d'ottava [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
600	4	7	12	20	28	28	21	23
900	5	9	16	30	39	39	31	26
1200	6	12	23	40	51	51	41	29
1500	8	15	26	43	53	53	45	32
1800	9	17	30	47	55	55	49	36
2100	11	20	35	55	55	55	55	43
2400	12	23	40	55	55	55	55	47

3. Caratteristiche dei componenti edilizi previste da progetto

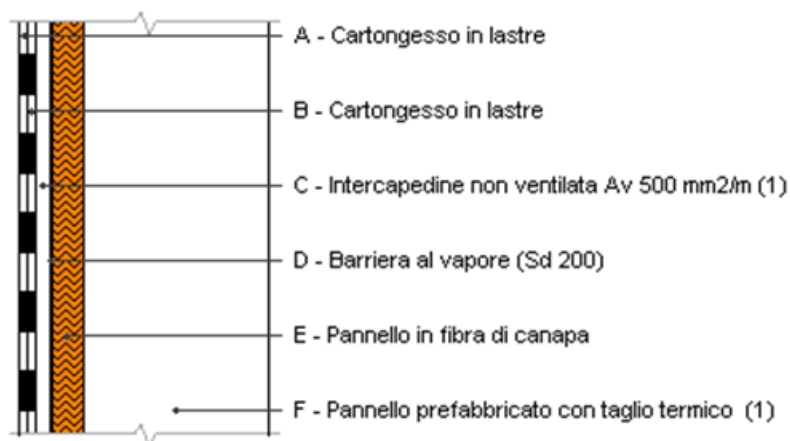
Le informazioni sulle componenti previste in progetto sono state direttamente fornite dalla Committenza o dal progettista architettonico.

Componenti opache di facciata verticale

Da informazioni ricevute dal progettista architettonico le porzioni opache delle pareti perimetrali verranno realizzate mediante pannello prefabbricato a taglio termico unitamente a controparete interna in doppia lastra di cartongesso e struttura metallica di supporto con isolante fibroso interposto.

Di seguito un estratto di stratigrafia fornito dai progettisti.

M1 - Parete esterna perimetrale



Spessore	400,2 mm	Trasmittanza	0,192 W/m ² K
Resistenza	5,214 m ² K/W	Massa <u>superf.</u>	504 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore <i>s</i>	Conduttività λ	Resistenza <i>R</i>	Densità ρ	Capacità <i>C</i>	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
C	Intercapedine non ventilata A_v 500 mm ² /m (1)	25,0	0,333	0,075	1	1,00	0,0
D	Barriera al vapore (Sd 200)	0,2	0,170	0,001	1 000	1,00	200 000,0
E	Pannello in fibra di canapa	50,0	0,042	1,190	35	1,60	2,5
F	Pannello prefabbricato con taglio termico (1)	300,0	0,082	3,659	1 600	0,88	10,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	400,2		5,214			

Nota: a progetto è presente anche una stratigrafia di componenti verticali perimetrali denominata M1C e costituita da solo pannello prefabbricato senza aggiunta di controparete interna. I progettisti comunicano che tale stratigrafia

verrà utilizzata esclusivamente per i locali tecnici non climatizzati e senza permanenza di persone per cui non viene presa in considerazione nella presente analisi.

Si pubblica di seguito l'estratto di un certificato acustico dell'azienda Knauf rispetto ad un sistema parete pesante + controparete.

Sistema W625		Cert. N° 208454	
	LASTRE: GKB sp. 12,5 mm	Spessore controparete	Potere isolante R_w
	PROFILO: orditura C 50/50	68 mm	58 dB
	INTERCAPEDINE: 5 mm		
	ISOLANTE: Isoroccia 40 sp. 40 mm densità 40 kg/m ³		
	LATERIZIO: forato intonacato sp. 10+80+10 mm		

Considerando che nel caso in esame la porzione pesante non sarà realizzata in laterizio ma mediante pannello prefabbricato cementizio di cui non si possiedono dati acustici di sorta si procede cautelativamente a sottostimare il suo potere fonoisolante e quindi nei calcoli previsionali tali componenti opache della facciata sono state prudenzialmente considerate aventi $R_w=48$ dB.

Serramenti esterni di facciata verticale

Per quanto attiene alle considerazioni relative ai serramenti e al valore dell'indice R_w dei medesimi da richiedere in sede di fornitura, compresi gli eventuali relativi accessori e componenti ad essi correlati si rimanda al capitolo specifico all'interno della presente relazione.

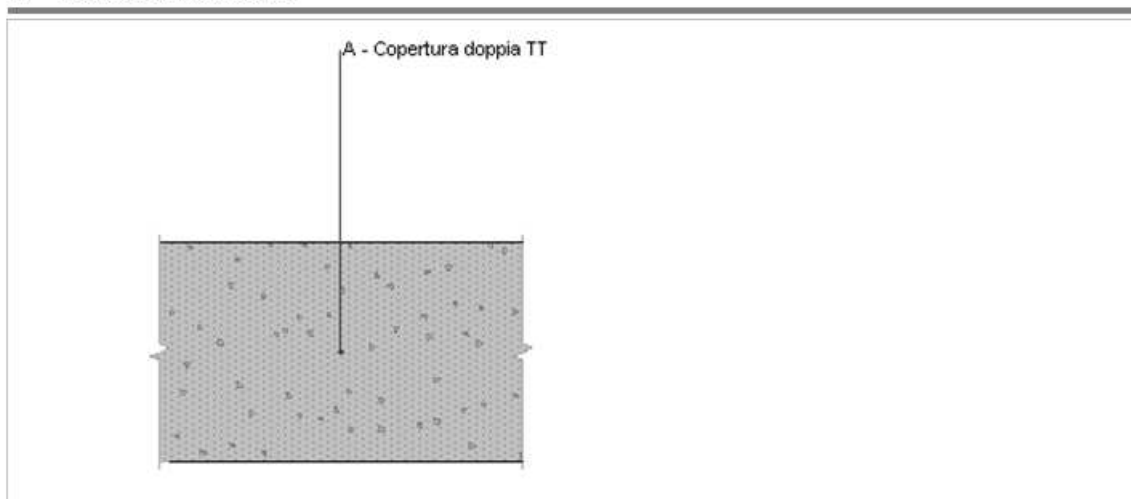
Le finestrature non saranno corredate di tapparelle impacchettabili né cassonetti.

Copertura prospiciente ambienti abitativi

La porzione di copertura attestantesi su ambienti abitativi non è esplicitamente considerata facciata ai sensi del D.P.C.M. 05/12/1997. Parimenti nelle norme tecniche di collaudo non risulta presente la metodologia di collaudo della sola copertura ma della facciata con copertura ad essa collegata.

Tuttavia concorrendo all'isolamento acustico standardizzato della facciata è stata prudenzialmente considerata come contributo "parassita" al fine del rispetto dei valori limite di isolamento acustico stabiliti da tale decreto.

C1 - Copertura coibentata



Spessore	200,0 mm	Trasmittanza	0,223 W/m ² K
Resistenza	4,488 m ² K/W	Massa superf.	480 kg/m ²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Copertura doppia TT	200,0	0,046	4,348	2.400	0,88	100,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	200,0		4,488			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Urgnano
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr.x	1
Volume	- m ³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produtz. nota	- kg/h

Si ritiene che tale stratigrafia presenti adeguate performance di isolamento acustico data la sua massa e caratteristiche tali da consentire il rispetto del valore limite di isolamento acustico di facciata stabilito dal D.P.C.M. 05/12/1997 e DM 23.06.2022.

Lucernari

I lucernari presenti in copertura e prospicienti ambienti abitativi devono presentare un valore del parametro R_w (garantito dal fornitore) non minore di 42 dB.

Controsoffitto

È prevista in progetto l'installazione di un controsoffitto modulare a copertura totale dell'intradosso del soffitto del locale refettorio della nuova mensa. Tale controsoffitto è costituito da pannelli fonoassorbenti atti a garantire

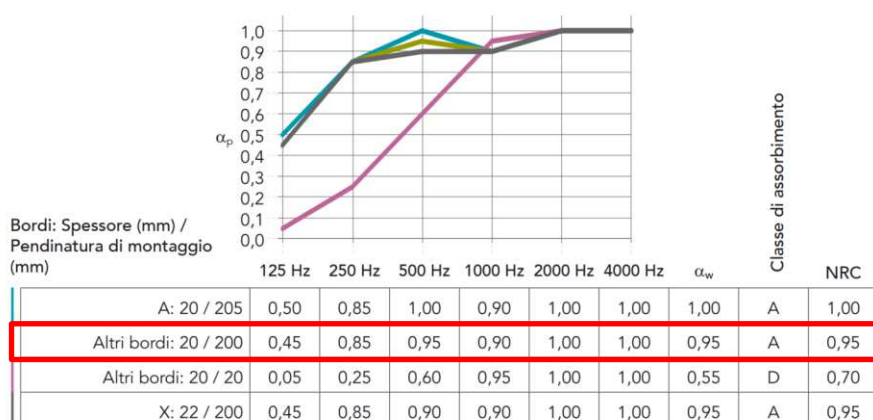
comfort acustico negli ambienti interni della nuova mensa.

Di seguito le caratteristiche di assorbimento acustico del pannello per la realizzazione dei controsoffitti modulari. Da comunicazioni ricevute dal progettista verrà utilizzato il pannello Rockfon Color-all sp. 20 mm.

Prestazioni



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



Si prescrive l'utilizzo di pendinatura con lunghezza almeno pari a 200 mm per avere garanzia di assorbimento acustico sufficiente.

4. Quadro normativo

La Legge Quadro n. 447 del 26/10/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e degli ambienti abitativi dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 117 della Costituzione, demandando a successivi decreti di attuazione le specifiche discipline atte a renderne concrete le intenzioni.

In particolare, per quanto riguarda la tutela degli ambienti abitativi dall'inquinamento acustico, è stato successivamente emanato il D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" in seguito meglio analizzato nei suoi principi e nelle sue modalità di attuazione.

Oltre a quanto previsto dalla normativa nazionale, le regioni e i comuni possono a loro volta emanare provvedimenti in merito all'ambito dei requisiti acustici passivi degli edifici; nel prosieguo del presente capitolo si procederà ad analizzare le leggi e deliberazioni nazionali e regionali nonché i regolamenti locali al fine di riassumere quanto previsto dal quadro normativo vigente.

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

Il 22/12/1997 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale il testo del D.P.C.M. 05/12/1997.

Tale decreto fissa criteri e metodologie per il contenimento dell'inquinamento da rumore all'interno degli ambienti abitativi allo scopo di ridurre l'esposizione umana al rumore.

Tale decreto fissa, altresì, i valori di isolamento acustico minimo da rispettare nelle costruzioni facendo riferimento a partizioni fra unità abitative distinte (muri e solette, sia per passaggio aereo che strutturale), alla facciata della costruzione (isolamento dall'esterno verso l'interno) e al livello di disturbo arrecato dagli impianti (per es. ascensori, rumore delle tubazioni, etc.).

Nell'allegato A del suddetto decreto sono riportate le grandezze di riferimento che caratterizzano i requisiti acustici passivi, nonché gli indici di valutazione ed i riferimenti ai metodi di calcolo e di misura da adottare.

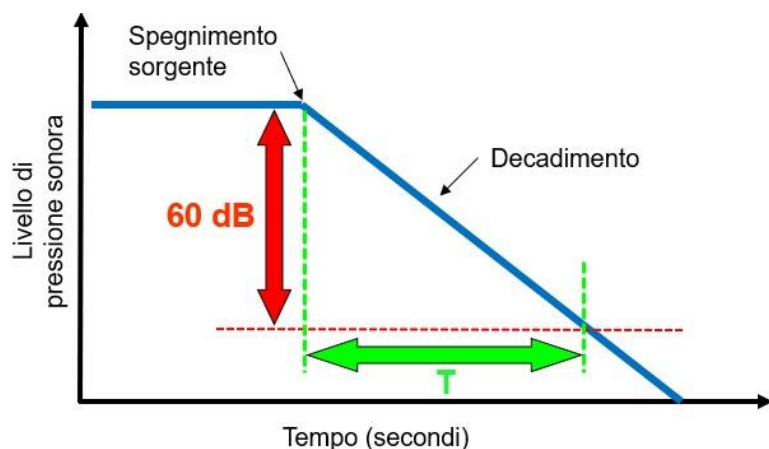
Simboli e definizioni

- R_w : indice di valutazione del potere fonoisolante di elementi di separazione fra ambienti. Si tratta del potere fonoisolante di un elemento misurato in laboratorio, senza il contributo delle trasmissioni laterali;
- R'_w : indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, comprensivo del contributo di trasmissione laterale delle strutture (da misurare in opera);
- $D_{2m,nT,w}$: indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata (da misurare in opera);
- $L'_{n,w}$: indice di valutazione del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato (da misurare in opera);
- LAS_{max} : livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow;
- LA_{eq} : livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A;
- T : tempo di riverberazione;
- **Servizi a funzionamento discontinuo**: gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria;
- **Servizi a funzionamento continuo**: gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento.

Tali parametri, con i relativi indici di valutazione, metodi di misura e calcolo nonché valori limite, sono sinteticamente descritti nei paragrafi successivi.

Tempo di riverberazione (T)

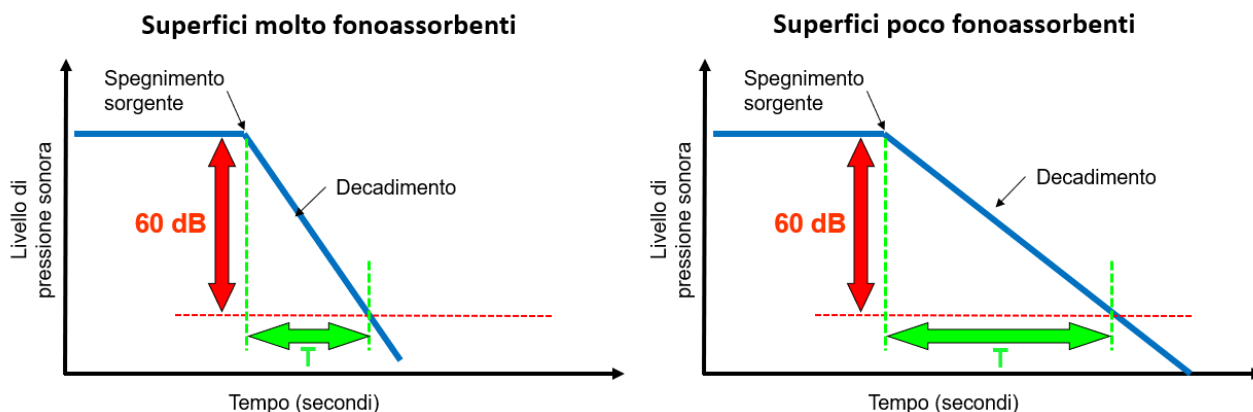
È il tempo necessario affinché, in un determinato punto dell'ambiente, il livello di pressione sonora si riduca di 60 dB rispetto a quello che si ha nel momento in cui la sorgente sonora cessa di funzionare.



Rappresentazione grafica del concetto di tempo di riverberazione

Il tempo di riverberazione tipico di un ambiente è – in via generale – inversamente proporzionale alla quantità di superficie equivalente di assorbimento acustico.

È pertanto possibile “guidare” la progettazione acustica interna di locali introducendo in essi un adeguato quantitativo di materiale fonoassorbente, tenendo altresì in debito conto lo spettro di assorbimento acustico dei materiali scelti/impiegati in rapporto alla destinazione d’uso del locale da trattare.



Maggiore è il tempo di riverberazione e più lunga è la “coda sonora” nell’ambiente: code sonore lunghe portano oltre che ad una sovrapposizione dei suoni che impatta sulla intelligibilità dei singoli segnali sonori (ad esempio del parlato) anche ad un aumento del livello di pressione sonora nell’ambiente.

Isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT}$):

È la grandezza che definisce le proprietà isolanti di una parete divisoria tra ambiente esterno (sorgente sonora) ed ambiente interno (ricevente).

Il pedice “2m” indica che la misura all’esterno viene eseguita a 2 m di distanza dalla facciata.

Il pedice “nT” indica che il risultato viene normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dell’ambiente ricevente.

Varia al variare della frequenza e viene determinato nei valori di ogni singola banda in terzi di ottava.

È definito dal D.P.C.M. 05/12/1997 con la seguente formula:

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log \frac{T}{T_0} \quad [dB]$$

dove:

D_{2m} = differenza di livello = $L_{1,2m} - L_2$

$L_{1,2m}$ = Livello medio di pressione sonora all’esterno a 2 metri dalla facciata

L_2 = Livello medio di pressione sonora nell’ambiente ricevente

T = Tempo di riverberazione dell’ambiente ricevente

T_0 = Tempo di riverberazione di riferimento assunto, pari a 0,5 sec.

Attraverso la metodologia definita dalla Norma UNI EN ISO 717-1 dai singoli valori in bande di terzi di ottava si ricava un unico valore “indice” da confrontare con il valore limite definito dalla normativa.

Classificazione degli ambienti abitativi

Il D.P.C.M. 05/12/1997 distingue gli ambienti abitativi in varie categorie a seconda delle funzioni che vengono svolte al loro interno.

Di seguito si riporta la tabella A di cui all’Allegato A del D.P.C.M. 05/12/1997, recante la classificazione degli ambienti abitativi.

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 A, Allegato A D.P.C.M. 05/12/1997

L'edificio sul quale è previsto lo svolgimento dell'intervento edilizio in oggetto non è adibito a aule o altre attività scolastiche per cui si prevede la necessità di una protezione acustica particolare dai rumori esterni (anzi, in genere le mense sono locali in cui si produce una forte rumorosità per via dei bambini che parlano) e si ritiene che possa essere più correttamente rientrando nella:

Categoria F: Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili

Per ogni categoria sono individuati diversi valori limite che gli indici dei requisiti acustici passivi devono rispettare, i quali sono definiti nell'allegato A del decreto e riportati in sintesi al paragrafo seguente.

D.M. 23/06/2022

Il D.M. 23/06/2022, al capitolo 2.4.11 "Prestazioni e comfort acustici", prevede:

"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.”

Oltre ai parametri acustici da prendere in considerazione in base a quanto di cui al D.P.C.M. 05/12/1997, il D.M. 23/06/2022 contempla anche i parametri acustici meglio descritti all'interno dei successivi paragrafi.

Speech Transmission Index (STI)

In un ambiente chiuso, tra il messaggio di partenza e l'uditore, possono intervenire delle “distorsioni” che, alterando il messaggio originario, rendono meno definito e quindi “travisabile” (o semplicemente non comprensibile) il messaggio all'uditore.

L'indice di intellegibilità STI (Speech Transmission Index) è pertanto un parametro in grado di definire quanto un messaggio parlato sia “comprensibile/intellegibile” da un ascoltatore.

Livello di rumore corretto degli impianti a funzionamento continuo (Lic)

Richiamato all'interno del D.M. 23/06/2022, viene definito dalla norma UNI 11367 come «Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A corretto per il tempo di riverberazione e per il rumore residuo».

Il livello di rumore corretto degli impianti a funzionamento continuo, L_{ic} , è dato dalla formula:

$$L_{ic} = L_{Aeq} - K_1 + K_2$$

In cui:

L_{Aeq} = livello continuo equivalente del rumore ambientale indotto dall'impianto in funzione

$$K_1 = -10 \cdot \log_{10}(1 - 10^{-\Delta L/10})$$

Con $\Delta L = L_a - L_r$

L_a = livello di pressione sonora ambientale, misurato con impianto in funzione, in dB“A”

L_r = livello di pressione sonora residuo, misurato con impianto inattivo, in dB“A”

$$K_2 = -10 \cdot \log_{10}(T/T_0)$$

Con T = media aritmetica tra i dati dei tempi di riverberazione misurati in bande di terzi d'ottava comprese tra 100 Hz e 3150 Hz nell'ambiente nelle condizioni in cui viene effettuata la verifica

T_0 = tempo di riverberazione di riferimento variabile in funzione del volume V dell'ambiente secondo il prospetto seguente.

$V \leq 100 \text{ m}^3$	$T_0 = 0,5 \text{ s}$
$100 \text{ m}^3 < V < 2500 \text{ m}^3$	$T_0 = 0,05 (V)^{0,5} \text{ s}$
$V \geq 2500 \text{ m}^3$	$T_0 = 2,5 \text{ s}$

5. Acustica d'interni (riverbero etc.)

D.M. 23/06/2022(Criteri Ambientali Minimi)

Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11367, che per le destinazioni d'uso per cui sono presenti le norme della serie UNI 11532 rimanda ad esse.

Nel caso in esame esiste la norma UNI 11532-2 relativa al settore scolastico che prevede limiti specifici per le mense, di seguito indicati.

Si riporta solamente la casistica di interesse.

Cat.	Attività in ambiente	Modalità di intervento	Descrizione dell'utilizzo	Obiettivo qualitativo	Esempi
A6.4	Aree e spazi non destinati all'apprendimento e biblioteche	Obiettivo raggiunto con assorbimento acustico ed il controllo del rumore residuo	Ambienti con necessità di riduzione del rumore e di comfort nell'ambiente.	Prospetto 7 Non si verifica T, ma A. A minimo per banda di ottava da 250 Hz a 2000 Hz. Ambiente NON occupato ma arredato. se $h_{media} \leq 2,5$ m - -> $A \geq V \times 0,25$ se $h_{media} > 2,5$ m - -> $A \geq V \times [2,13 + 4,69\log(h)]$	Reception / area desk (bidelleria) con postazioni di lavoro. Laboratorio con postazione di lavoro fissa, mense in scuole di ogni ordine e grado. Area distribuzione nelle mense

Per le categorie da A5 a A6, il valore di riferimento è determinato alle bande di frequenza di ottava da 250 Hz a 2000 Hz.

Normativa locale

Per il parametro in esame non pare siano presenti indicazioni differenti rispetto a quanto indicato dalle altre normative qui citate.

Note sui materiali da impiegare nella realizzazione degli interventi:

I valori dei coefficienti di assorbimento acustico dei materiali che verranno installati dovranno risultare pari o superiori ai valori indicati nella presente relazione, dichiarati e certificati da laboratori accreditati con prove effettuate nelle medesime condizioni di installazione richieste dal progetto (es. distanza da superfici, spessori dei materiali, massa volumica, etc. etc.).

Sarà compito della Direzione Lavori richiedere e permettere la installazione solamente in coerenza del materiale fornito con le prestazioni richieste e riportate nei calcoli allegati e/o nel corpo della relazione.

Tipologia di controllo dell'assorbimento acustico

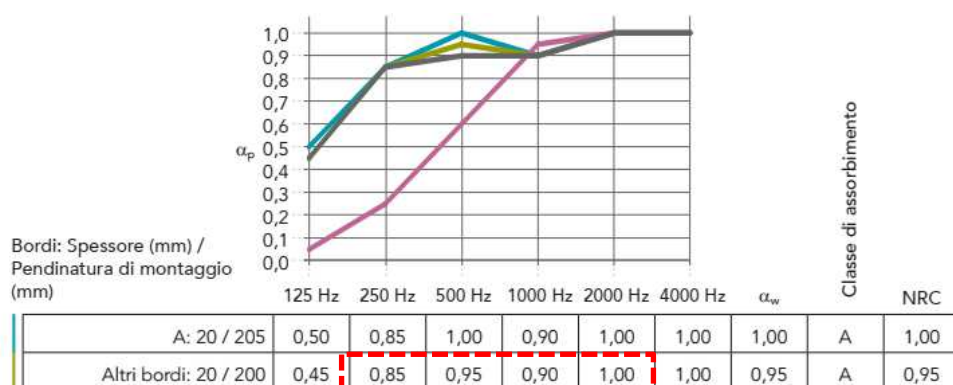
Si prevede la installazione su tutto il soffitto della mensa di controsoffitto fonoassorbente tipo Rockfon Color All o equivalente o migliorativo, spessore 20 mm distanziato circa 20 cm o più dall'intradosso del solaio.



Prestazioni



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



Di seguito il risultato dei calcoli con il rispetto dei limiti.

Ambiente:		Non occup mensa Sala 1+2					
Calcolo area di assorbimento equivalente							
Componente	Sup. [m²]	Lungh. [m]		Altezza [m]	4,5	Area in pianta [m²]	322,0
		Largh. [m]		Perim. [m]	72,7	Volume [m³]	1449,0
		Coefficienti di assorbimento acustico α in bande di ottava					
			250	500	1k	2k	
Pareti non trattate	258,8		0,15	0,10	0,08	0,09	
Soffitto non trattato (lampade, velette, etc)	22,0		0,01	0,02	0,02	0,02	
Pavimento non trattato	322,0		0,02	0,03	0,03	0,04	
Finestrature	62,6		0,20	0,11	0,06	0,03	
Porte	5,7		0,08	0,06	0,05	0,05	
Trattamento a parete	0,0		0,85	0,95	0,90	1,00	
Trattamento a soffitto	300,0		0,75	0,95	0,90	1,00	
Trattamento a pavimento	0,0						
Baffle	0,0						
Sedie/tavoli in legno o poco imbott.	49,0		0,05	0,05	0,10	0,15	
Area di assorbimento totale	ΣA_{eq}		285,9	330,7	309,7	346,1	
Rapporto A/V			0,20	0,23	0,21	0,24	
Calcolo 11532-2	Punto A6.4		0,19	0,19	0,19	0,19	
Verificato: SI/NO			SI	SI	SI	SI	

Isolamento acustico di facciata

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

In base alla categoria di edificio il decreto prevede limiti variabili del parametro $D_{2m,nT,w}$.

Categoria	Descrizione	Limite (dB)
A	edifici adibiti a residenza o assimilabili;	40
B	edifici adibiti ad uffici e assimilabili	42
C	edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili	40
D	edifici adibiti ad ospedali, cliniche case di cura e assimilabili	45
E	edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	48
F	edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili	42
G	edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili	42

D.M. 18/12/1975

È applicabile esclusivamente alle scuole.

Al punto 5.1.1, comma iii), il Decreto prevede i requisiti di accettabilità da determinare con misure di laboratorio saranno i seguenti (con indice di valutazione I riferito al valore dell'ordinata a 500 Hz):

- potere fonoisolante di infissi verso l'esterno - $I = 25$ dB;
- potere fonoisolante di griglie e prese d'aria installate verso l'esterno; - $I = 20$ dB.

D.M. 23/06/2022 (Criteri Ambientali Minimi)

I valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della classe II ai sensi della norma UNI 11367.

Gli ospedali, le cliniche, le case di cura e le scuole devono soddisfare il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma UNI 11367.

Come azidetto la mensa non è un'ambiente assimilabile ad aule o similari per cui necessità una protezione dall'esterno particolare e non ha senso impiegare per essa la tipologia di "scuole".

Pertanto viene ritenuto corretto impiegare la scelta di ricreativa, a cui fa riferimento la norma UNI 11367.

UNI 11367

Per le unità immobiliari aventi le seguenti destinazioni d'uso:

- residenziale;
- direzionale ufficio
- ricettiva (alberghi, pensioni e simili)
- ricreativa
- di culto
- commerciale

sono definite le seguenti classi acustiche:

Classe	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$
I	≥ 43
II	≥ 40
III	≥ 37
IV	≥ 32

Normativa locale

Il regolamento edilizio e il regolamento acustico comunale non specificano nulla in più di quanto già individuato dalla normativa sovracomunale.

art. 10 Norme relative ai requisiti acustici passivi degli edifici e delle sorgenti sonore interne

I progetti relativi ad interventi sul patrimonio edilizio esistente che ne modifichino le caratteristiche acustiche, e i progetti relativi a nuove costruzioni, devono essere corredati da dichiarazione del progettista che attesti il rispetto dei requisiti acustici stabiliti dal decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 e dai regolamenti comunali.

Gli indici di valutazione dei requisiti acustici passivi, sono definiti nell'allegato A al citato decreto e sono riportati nella seguente tabella.

Per i dettagli circa l'applicazione degli stessi si rimanda al testo del DPCM 05/12/1997.

Estratto del regolamento attuativo del piano di classificazione acustica del territorio

Rumore di impianti a funzionamento continuo

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

Categoria	Descrizione	Limite (dB)
A	edifici adibiti a residenza o assimilabili;	25-35*
B	edifici adibiti ad uffici e assimilabili	25-35*
C	edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili	25-35*
D	edifici adibiti ad ospedali, cliniche case di cura e assimilabili	25
E	edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	25
F	edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili	25-35*
G	edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili	35

Note in merito ai valori limite di cui al D.P.C.M. 05/12/1997

Di seguito si riportano alcune note relative alla tabella poc'anzi riportata:

- (*) Per quanto riguarda gli impianti a funzionamento continuo il D.P.C.M. 05/12/1997 fornisce due valori limite di LAeq differenti tra loro (la tabella B dell'allegato A fornisce il valore limite di 35 dB"A" Leq, mentre l'allegato stesso fornisce il valore limite di 25 dB"A" Leq). Nel merito del valore da utilizzare sono stati espressi pareri sia dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Sezioni riunite Prima e Quinta, sia dal Ministero dell'Ambiente. Tali pareri risultano anch'essi tra loro discordanti e ad oggi non risulta definito il limite vigente.
- Le misure di livello sonoro degli impianti tecnologici devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

D.M. 23/06/2022 (Criteri Ambientali Minimi)

La norma UNI 11532-2 prevede come limiti di impianti a servizio del medesimo locale:

Descrizione	L _{ic,int} [dB"A"]	NC [-]
Aule e biblioteche < 250 m ³	34	25
Aule e biblioteche ≥ 250 m ³	38	30
Ufficio singolo	35	25
Ambienti espositivi, spazi di studio	45	35
Palestre, piscine, uffici amministrativi, laboratori, aree aperte al pubblico, mense, corridoi, reception / area desk (bidelleria)	45	35

Nota: L'uso delle curve NC è alternativo all'uso del parametro L_{ic,int}

Riepilogo valori limite

L'edificio è adibito a mensa.

Pertanto si è assunta come classificazione acustica la destinazione d'uso corrispondente.

Si riportano di seguito i valori limite considerati relativamente ai soli parametri che verranno verificati nel prosieguo.

Descrizione	Riepilogo dei Limiti
Tempo di riverbero, indici di acustica di interni	Come riportato al capitolo

	specifico*
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$	≥ 42 dB
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo Lic	≤ 45 dB(A)

NOTE

(*) Per quanto concerne gli aspetti di acustica di interni (riverbero etc.) si riportano indicazioni nello specifico capitolo della relazione.

6. Considerazioni progettuali di validità generale

Le caratteristiche acustiche di componenti e impianti in opera, dipendono sia dalle caratteristiche acustiche intrinseche dei componenti impiegati sia (fortemente) dalle condizioni di posa in opera degli stessi.

Si riportano indicazioni di indirizzo che risultano acusticamente valide in generale per qualunque parametro/elemento dell'edificio oltre che per isolamento di facciata e rumorosità prodotta da impianti.

La mancata messa in opera delle indicazioni seguenti può comportare la non rispondenza finale alle prescrizioni normative.

Nell'ottica di assicurare il risultato in termini di isolamento acustico fornito in opera dai vari componenti, risulta sempre necessaria l'effettuazione di un collaudo acustico in corso d'opera su locali campione da realizzarsi prima di proseguire con la realizzazione degli interventi, estendendo le soluzioni individuate solo a seguito di esito positivo delle misurazioni e approvazione da parte della Committenza e della Direzione Lavori, applicando interventi correttivi qualora necessario in modo da garantire a fine lavori il rispetto dei requisiti acustici passivi.

7. Isolamento acustico di facciata

L'isolamento acustico di facciata si riferisce alla capacità delle facciate di limitare l'ingresso all'interno dell'unità immobiliare di rumorosità proveniente dall'ambiente esterno e deve essere conseguito, se del caso, mediante idonea tipologia e spessore delle componenti opache di facciata e dei serramenti.

Gli elementi "acusticamente deboli" della facciata risultano essere finestre, portefinestre ed elementi di aerazione, i quali devono essere di tipologia e installazione adeguati al raggiungimento dei valori di norma, con particolare attenzione alle opere di installazione che devono evitare la formazione di buchi acustici con caduta dei valori di isolamento acustico.

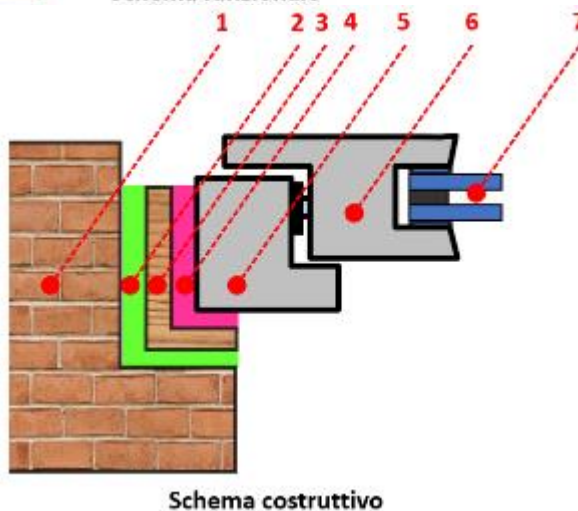
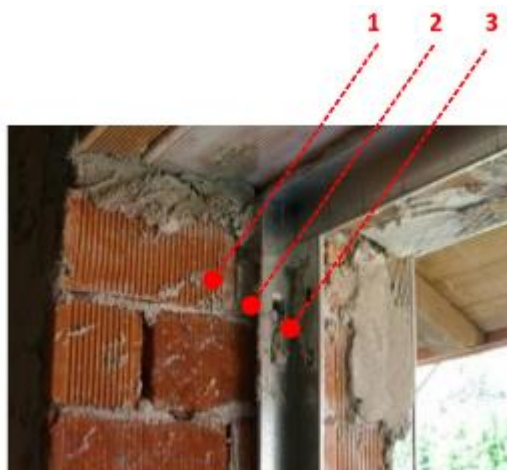
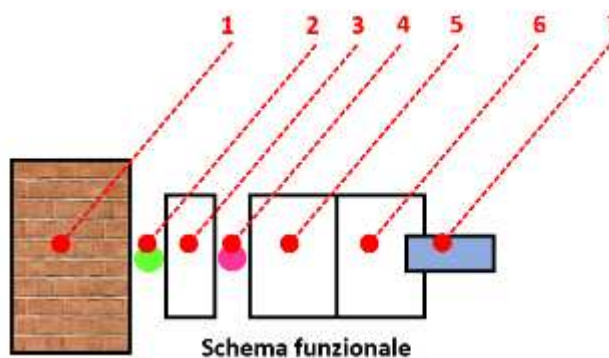
Nei paragrafi successivi si è proceduto ad analizzare caratteristiche, prestazioni e modalità realizzative di ogni singola tipologia di componente costituente la facciata (componenti opache, componenti finestrate, etc.).

Serramenti

Di seguito si riporta, per chiarezza, uno schema indicativo della nomenclatura tecnica dei vari elementi che compongono il sistema di posa di un serramento.

CODIFICA ELEMENTI

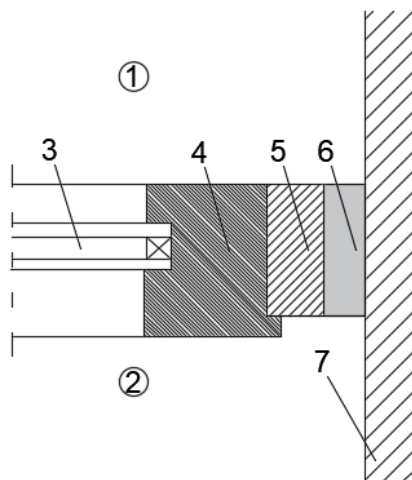
- 1) SUPPORTO MURARIO
- 2) GIUNTO PRIMARIO
- 3) CONTROTELAIO
- 4) GIUNTO SECONDARIO
- 5) TELAIO FISSO
- 6) ANTA
- 7) VETRATA



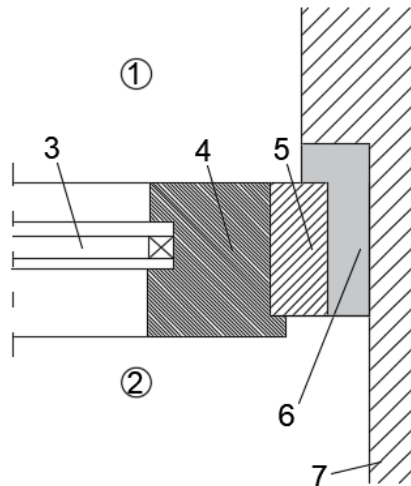
Schema indicativo della nomenclatura tecnica dei componenti del serramento

In generale il giunto con battuta risulta essere acusticamente più efficace e pertanto preferibile rispetto al giunto in luce.

ESEMPIO DI GIUNTO IN LUCE



ESEMPIO DI GIUNTO CON BATTUTA



- 1 Esterno
- 2 Interno
- 3 Vetratura
- 4 Telaio mobile
- 5 Telaio fisso
- 6 Giunto di installazione
- 7 Vano di posa

Giunto in luce Vs. giunto in battuta

Scelta e posa dei serramenti

I serramenti devono possedere un valore di potere fonoisolante R_w come da risultati dei calcoli previsionali indicati a seguire; tale valore deve essere comprensivo di eventuali cassonetti e/o accessori e rappresentativo della reale conformazione, modalità di installazione e geometria/dimensione previste in opera.

Il telaio del serramento deve avere guarnizioni di tenuta su tutti i lati di battuta ed essere installato in aderenza alla parte muraria evitando qualsiasi ponte acustico, con completa sigillatura dello spazio tra serramento e perimetro murario in conformità alle prove di laboratorio e comunque secondo norme tecniche UNI 11673-1:2017 e UNI 11296:2018 prevedendo in ogni caso la sigillatura completa con silicone lungo tutto il perimetro interno ed esterno. Pari attenzione deve essere posta tra telaio fisso e contro telaio, il quale deve essere posato in continuità con elementi ad elevato isolamento acustico.

Tutte le congiunzioni e le fessure devono essere sigillate sia sul lato interno sia sul lato esterno mediante siliconatura o altro sigillante elastico simile.

Tipologia dei vetri

Vetri semplici non sono idonei a garantire le prestazioni acustiche minime richieste dalla normativa.

Per il principio di evitare “buchi acustici” è anche necessario che le frequenze a cui le vetrate lavorano “male” siano differenti tra la vetrata interna e la vetrata esterna, utilizzando vetrate con differente comportamento acustico, composte da vetri in spessori differenti e/o con lamine plastiche differenti.

Al fine di raggiungere il risultato perseguito occorre prevedere l'impiego di serramenti con vetri interno ed esterno entrambi stratificati con lamina plastica interposta del tipo “acustico” (ovvero ad elevato smorzamento), aventi vetrata interna ed esterna a differente spessore e comunque con elevato potere fonoisolante certificati e garantiti dal fornitore nelle stesse condizioni in cui verranno installati in opera come descritto in precedenza.

Cerniere

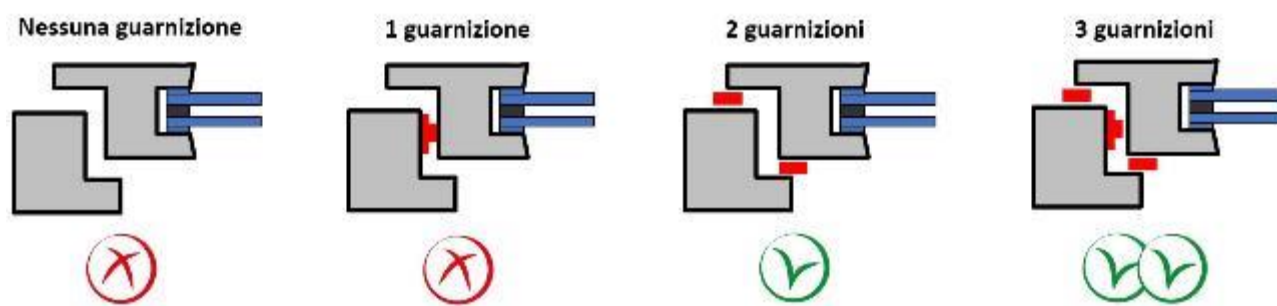
È opportuno che le cerniere e i punti di chiusura siano disposti in modo uniforme e adeguato a permettere la corretta chiusura del telaio mobile da cui consegue la corretta tenuta delle guarnizioni.

Qualora le cerniere o i punti siano presenti in numero limitato potrebbe accadere che il telaio mobile si “storca” e in alcuni casi si “imbarchi” oppure che la pressione nei punti intermedi ai punti di chiusura non sia adeguata a far lavorare correttamente le guarnizioni.

Per serramenti alti più di 1,8 metri è necessario che siano presenti almeno tre cerniere o punti di chiusura.

Guarnizioni

Il serramento deve avere almeno due o più (l'ottimale consiste in tre) guarnizioni di tenuta su tutti i lati di battuta, come da immagine di seguito riportata.



Esempi di serramenti con diverse configurazioni di guarnizioni (alcune delle quali adeguate e altre non adeguate)

Tali guarnizioni non devono avere alcun tipo di interruzione lungo tutto il perimetro.

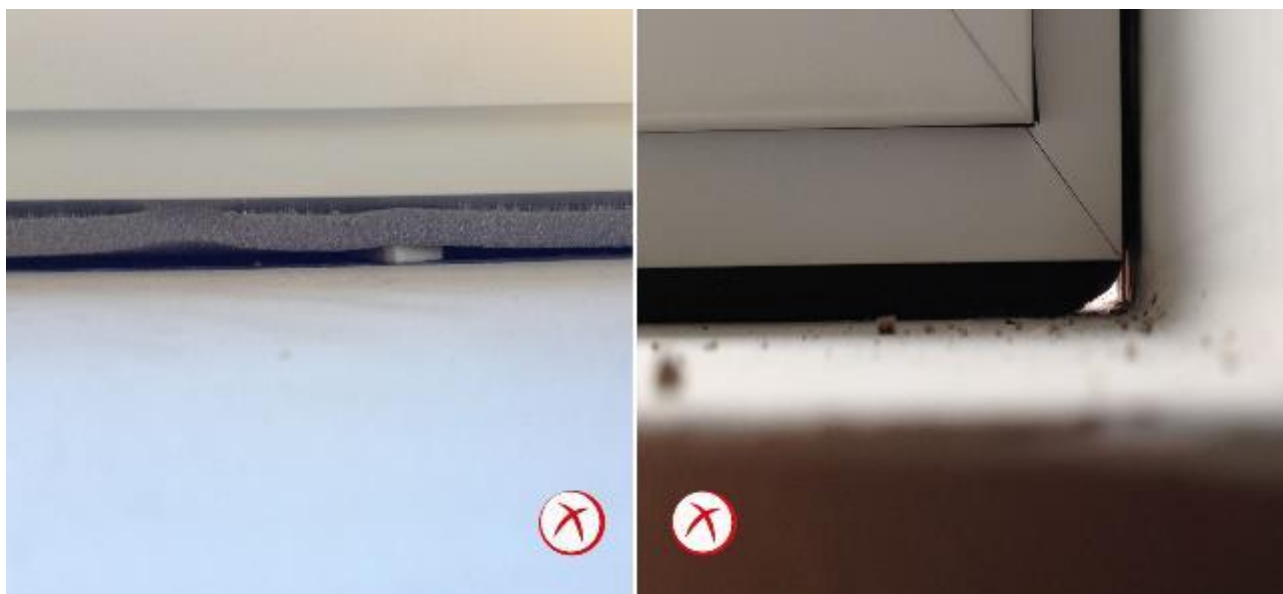
Nastri autoespandenti

I nastri autoespandenti ad espansione “controllata” sono un’alternativa alla sigillatura con schiuma ed hanno il vantaggio di non sporcare e garantire una posa pulita e precisa.

Oltre che per le caratteristiche termo-igrometriche, i nastri vanno scelti in base alla dimensione della fessura da sigillare.

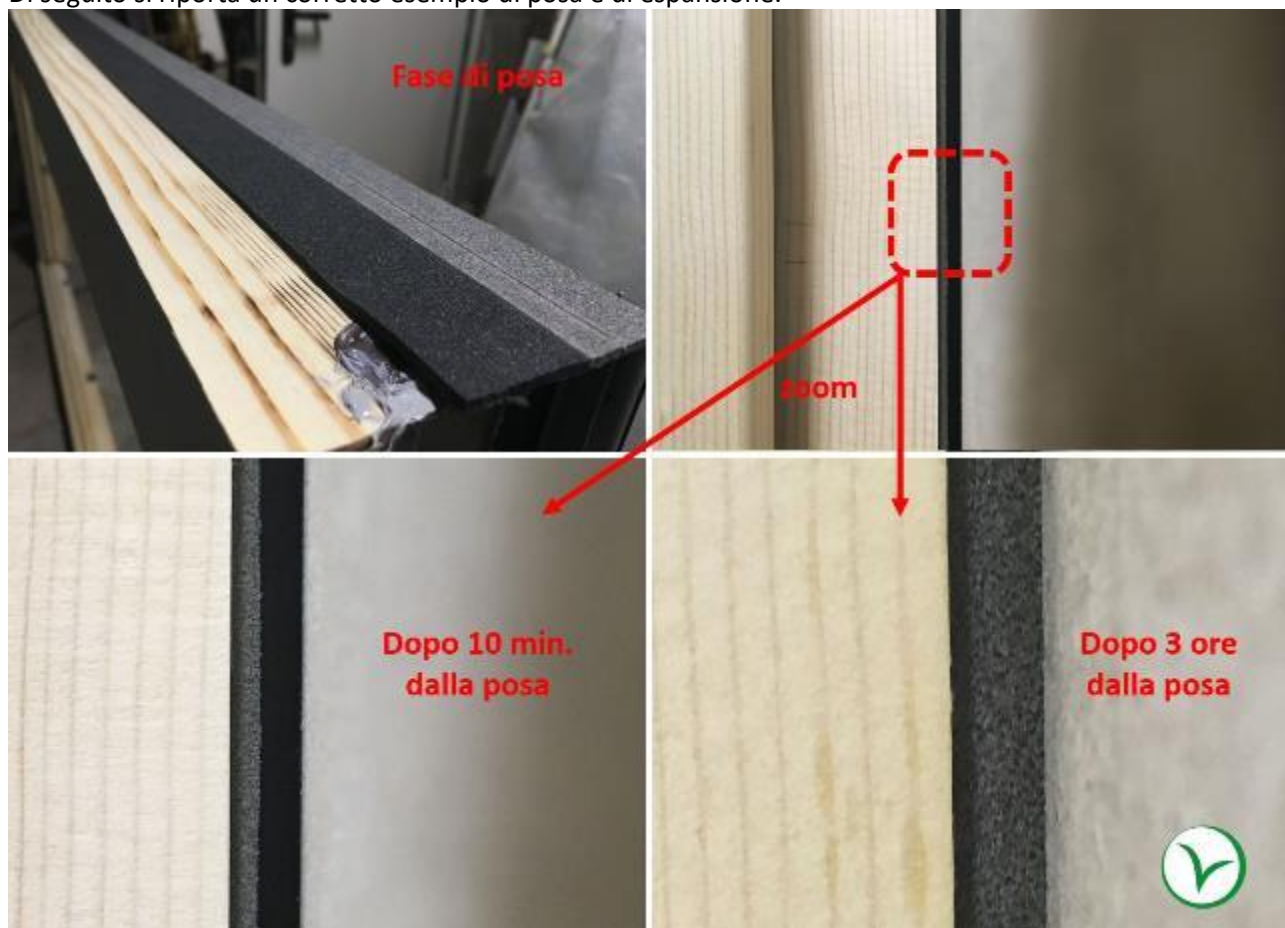
La capacità di “espansione” del nastro è indicata dal produttore e normalmente riporta il valore minimo e massimo in millimetri della fessura che può essere sigillata con quel nastro.

Nella figura successiva due esempi di scelta e posa errata: l’effetto di sigillatura da parte dei nastri è sostanzialmente nullo.



Esempi di errata posa di nastri autoespandenti

Di seguito si riporta un corretto esempio di posa e di espansione.



Esempi di corretta posa di nastri autoespandenti

Materiali per sigillature

Per quanto riguarda i materiali utilizzati per la sigillatura si riporta il Prospetto 1 della norma tecnica UNI 11296:2018 nel quale sono indicate le prestazioni acustiche di riferimento dei sigillanti in funzione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante, R_w , del serramento:

R _w del serramento [dB]	R _{sw} del sigillante misurato secondo la norma tecnica UNI EN ISO 10140-1:2014, appendice J [dB]
33	≥ 45
36	≥ 50
39	≥ 55
≥ 40	≥ 58

Prospetto 1 norma tecnica UNI 11296:2018

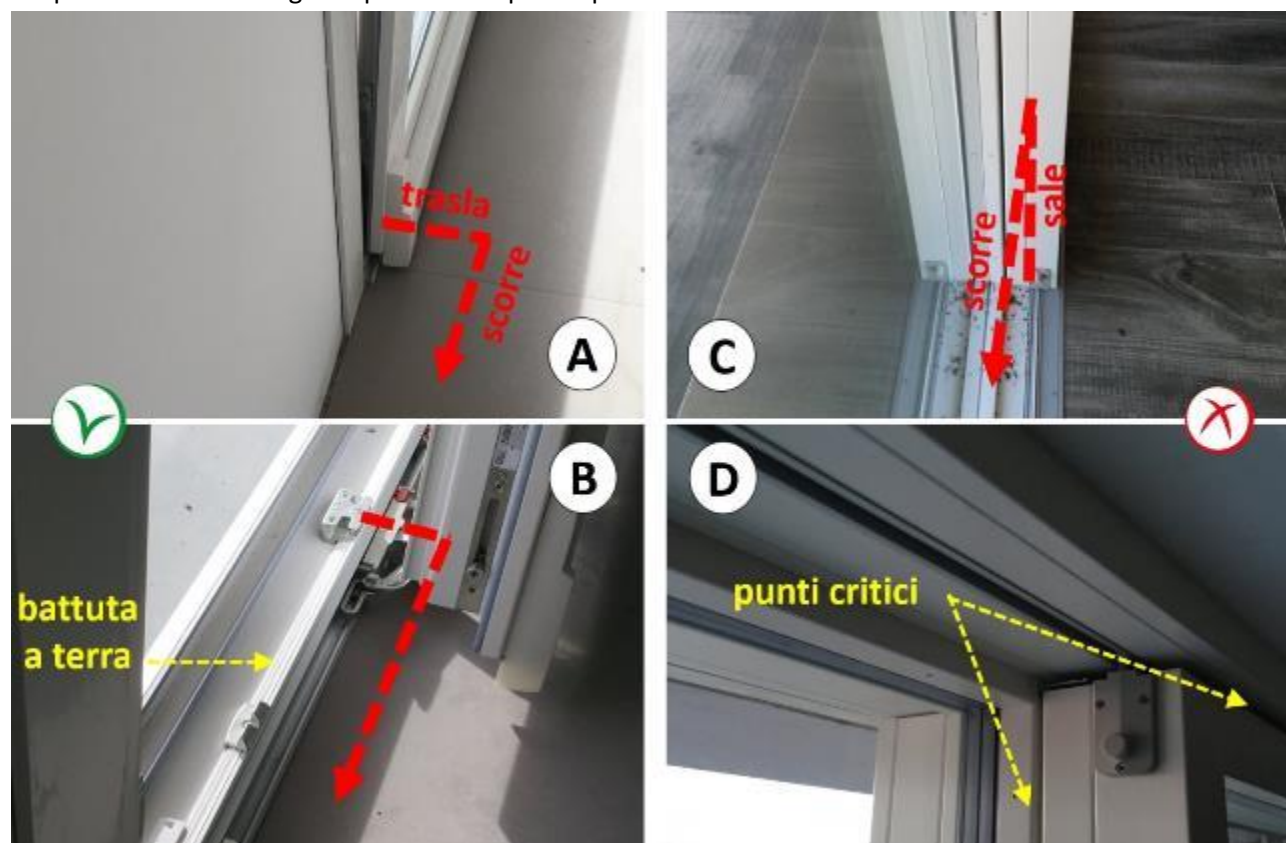
Devono essere impiegati sigillanti appartenenti alla categoria superiore (≥ 58 dB).

Serramenti scorrevoli

I serramenti scorrevoli devono essere del tipo traslante (e non alzante) con battuta su tutti e quattro i lati.

Con la dicitura “scorrevole alzante” si intende la tipologia di serramento la cui apertura avviene facendo “alzare” il serramento medesimo e facendolo scorrere sul binario.

I serramenti traslanti scorrevoli per essere aperti devono invece essere fatti traslare perpendicolarmente all’anta, con un sistema “basculante”, e successivamente possono essere fatti scorrere parallelamente alla facciata. Di seguito si riportano delle immagini esplicative di quanto poc’anzi descritto.



Scorrevole traslante Vs. scorrevole alzante

8. Impianti

Di seguito si riportano le indicazioni di corretta realizzazione ed installazione relativamente agli impianti, suddivise per tematiche.

Scelta dei macchinari

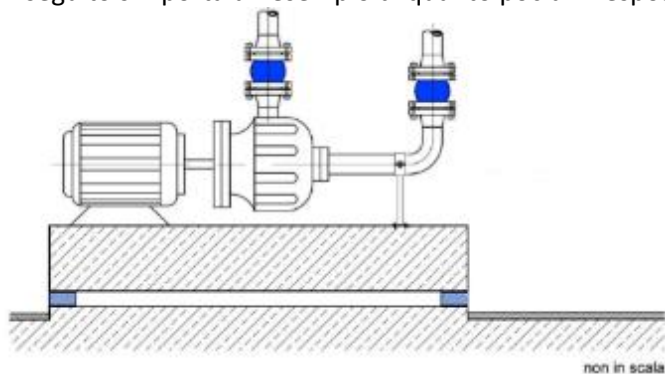
Il criterio di scelta dei macchinari, oltre ovviamente alla funzionalità dei medesimi, è basato sulla ricerca del macchinario/componente meno rumoroso a parità di funzione e utilizzo.

La conoscenza della rumorosità di diverse macchine permette di selezionare gli elementi più silenziosi.

Riduzione delle vibrazioni

I componenti impiantistici che, durante il loro funzionamento, generano vibrazioni trasmissibili alle strutture dell'edificio devono essere opportunamente "isolati" dal punto di vista vibratorio mediante posa/installazione di adeguati sistemi antivibranti (puntuali oppure del tipo "a massetto inerziale").

Di seguito si riporta un esempio di quanto poc'anzi esposto:



Esempio di macchinario generatore di vibrazioni posizionato su massetto inerziale

La scelta del tipo di supporto va effettuata in base alle caratteristiche proprie dei singoli macchinari (peso, velocità di rotazione dei motori ecc. affinché gli stessi evitino trasmissioni vibratorie alle frequenze a cui i macchinari presentano vibrazioni. Quanto anzidetto vale anche per componenti non appoggiati su solai ma appesi alle pareti o a soffitti.

Devono essere evitati fissaggi diretti dei componenti agli elementi edilizi.

Di seguito un esempio di errata posa.



Esempio di fissaggio rigido, non corretto

In fase di progetto esecutivo le linee di indirizzo a seguire andranno implementate in appositi dettagli costruttivi acustici.

Indicazioni per il trattamento delle tubazioni idrico-sanitarie

Tutte le tubazioni idrico-sanitarie transittanti nel massetto di pavimentazione o copri-impianti, compreso le parti transittanti o collegate alle pareti, devono essere completamente rivestite con materiale elastomerico e/o morbido (laddove necessario, ad es. se transittanti su locali abitativi, con strati anche ad alto isolamento acustico oltre che elastomerici), al fine di evitare la trasmissione di vibrazioni/rumori agli elementi contigui.



Fasciatura di tubi di scarico (tutti, compreso scarichi da lavandini, docce, vasche, WC etc.) con materassino elastomerico. Laddove necessario il materassino oltre a caratteristiche di elasticità dovrà possedere caratteristiche di fono-isolamento (vedasi anche il capitolo degli impianti)

Impianti aeraulici

Criteri generali

Si riportano le linee di indirizzo da seguire ai fini della mitigazione della rumorosità degli impianti aeraulici, fermo restando la necessità di prevedere contrattualmente la massima rumorosità legata agli stessi con il fornitore.

- Scegliere il tipo di ventilatore o l'impianto nel suo complesso che presenta un valore di livello della potenza sonora di riferimento più basso.
- Evitare ventilatori con basso numero di pale in quanto può diventare critica la generazione di rumore tonale.
- Verificare che il ventilatore operi intorno al punto di efficienza massima.
- Evitare che le bocche non intubate di ingresso e/o uscita delle macchine siano posizionate in prossimità di pareti.
- Prevedere l'uso di sospensioni elastiche appropriate per isolare la macchina e ridurre la propagazione di vibrazioni.
- I condotti devono essere collegati alle macchine mediante raccordi flessibili per limitare la trasmissione strutturale.
- I raccordi tra i condotti di ingresso e di uscita con le macchine devono essere gradualizzati per limitare la turbolenza creata.

Filtri, curve, raccordi non devono essere posizionati nel sistema ad una distanza inferiore a 3 diametri equivalenti dal ventilatore/UTA.

Per quanto attiene i condotti occorre:

- Sono previsti condotti trattati internamente con materiali o sistemi fonoassorbenti, ad es. condotti tipo Climaver della Saint Gobain.
- È preferibile, a parità di portata, prevedere più canali in parallelo, al fine di ottenere una maggiore area interna fonoassorbente.
- Limitare le cause di turbolenza per limitare la conseguente generazione di rumore aerodinamico (variazioni brusche di sezione, curve e diramazioni a 90°, assenza di alette deviatrici, velocità dell'aria eccessive, serrande ed altro).
- Evitare collegamenti rigidi dei canali alle strutture portanti.

Infine per i diffusori:

- Scegliere diffusori compatibili che presentano bassi valori di auto-generazione del rumore.
- Evitare che il tratto di collegamento tra il canale principale ed il diffusore non sia in asse con il diffusore stesso.

Rumore autoprodotta

L'incremento della rumorosità è correlato con la sesta potenza della velocità dell'aria, per cui un minimo incremento di quest'ultima ha un effetto estremamente significativo sulla rumorosità.

Occorre quindi che i condotti siano dimensionati in modo che la sezione sia adeguata in relazione alla portata d'aria e che la sezione delle bocchette sia sufficientemente grande.

Bocchette d'aria meno invasive dal punto di vista estetico ma di scarsa superficie possono creare incrementi di rumorosità notevole.

I collegamenti tra condotti di differenti sezioni o cambi di direzione devono avvenire in modo dolce, come da esempio di figura seguente, evitando brusche variazioni di sezione che generano turbolenze e conseguente rumorosità aggiuntiva.



Variazione "fluida" della sezione dei canali

In presenza di curve con raggio di curvatura limitato o con angoli maggiori di 90° è consigliata l'adozione di deflettori interni alle curve, con la funzione di mantenere il flusso d'aria sufficientemente laminare evitando al massimo le turbolenze, come da esempio seguente.



Deflettori per limitare la formazione di turbolenze

9. Metodologia di calcolo previsionale

Di seguito si riportano le metodologie di calcolo previsionale applicate ai soli parametri acustici relativi ai componenti edilizi oggetto di intervento.

Isolamento acustico di facciata

La valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata viene svolta secondo il metodo proposto dalla norma tecnica UNI 11175, per la quale vale la seguente formula di calcolo:

$$D_{2m,nT,w} = R'_W + \Delta L_{fs} + 10 \cdot \log \left(\frac{V}{6 \cdot T_0 \cdot S} \right)$$

In cui

R'_W è il potere fono isolante composto basato sul contributo dei singoli R_{wi} ;

$$R'_W = -10 \cdot \log \left(\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{\frac{-R_{wi}}{10}} + \frac{A_0}{S} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{-D_{n,e,wi}}{10}} \right) - K$$

Con

R_{wi} è l'indice di valutazione del potere fono isolante dell'elemento i [dB];

S_i è l'area dell'elemento [m²];

$D_{n,e,i}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente dei "piccoli elementi" [dB];

K è la correzione relativa al contributo della trasmissione laterale. Assume un valore pari a 0, per elementi di facciata non connessi, e un valore pari a 2 per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi.

ΔL_{fs} valore tabulato che definisce il contributo della forma di facciata;

V è il volume dell'ambiente ricevente;

S è l'area totale della facciata vista dall'interno;

T_0 tempo di riverberazione predefinito di riferimento, pari a 0,5 secondi.

Rumorosità impianti a funzionamento continuo

Nel caso specifico di fatto il limite è dettato dalla UNI 11352-2.

Si è comunque proceduto ad una valutazione previsionale di tale rumorosità servendosi di dati tecnici delle componenti impiantistiche e di formule matematiche riguardanti la propagazione del rumore in condotte aerauliche provenienti dalla letteratura tecnica (rif: *L'attenuazione del rumore, manuale di Acustica applicata – Ian Sharland – Ed. Woods 1994*).

Nota la potenza sonora della macchina si è proceduto al calcolo della propagazione della rumorosità generata da ogni singola macchina fino ai punti di espulsione più prossimi alla macchina stessa, cioè quelli in cui la rumorosità è maggiore.

Si assume quindi che se i livelli di rumorosità saranno verificati per questi punti lo saranno anche per tutti gli altri punti di espulsione (e ripresa) dell'aria più lontani dalla macchina.

Nel calcolo della propagazione del rumore nelle condotte si è tenuto conto dei seguenti fattori di attenuazione:

- Attenuazione per presenza silenziatori rettangolari con setti fonoassorbenti
- Attenuazione DL [dB/m] per presenza canali fonoassorbenti mediante formula:

$$\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p^{1,4} \cdot \frac{P}{S}$$

Dove α = coefficiente di assorbimento acustico, P= Perimetro e S=Superficie sezione condotto

- Attenuazione per presenza diramazioni mediante la formula:

$$L_{wd} = L_{w_0} + 10 \log \frac{Q_d}{Q_0}$$

Dove:

Q_0 è la portata d'aria del condotto prima della diramazione

Q_d è la portata d'aria della diramazione

- Attenuazione per presenza plenum (su bocchette di ripresa):

$$D = -10 \log \left[S_u \left(\frac{h}{2\pi^3} + \frac{1-\alpha}{\alpha S} \right) \right] \quad dB$$

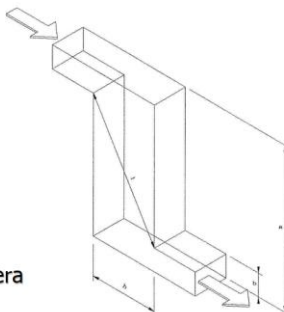
Dove

h, l = dimensioni indicate

S_u = sezione del condotto di uscita

α = coefficiente di assorbimento medio della camera

S = superficie totale delle camera



Una volta calcolata la rumorosità (sempre in termini di potenza sonora) trasmessa fino al punto di espulsione aria si è proceduto alla propagazione in ambiente riverberato mediante la formula:

$$L_p = L_w - 10 \log A_{tot} + 6$$

Dove A_{tot} = Area assorbimento acustico totale del locale ricevente e con L_p si intende proprio il livello di rumore degli impianti a funzionamento continuo.

10. Conclusioni sui requisiti acustici passivi

Il presente capitolo costituisce un riepilogo di quanto emerso dalla presente valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi.

In generale, sia per quanto attiene ai componenti edilizi di facciata, etc. sia per quanto attiene agli impianti, si ribadisce la necessità di rispettare tutte le prescrizioni di posa indicate nella presente relazione, senza le quali non è possibile garantire il rispetto in opera dei requisiti acustici passivi e che devono essere scrupolosamente poste in atto ed adattate alle varie casistiche che si presentano in cantiere.

Isolamento acustico di facciata ($D_{2m,nT,w}$)

Essendo come noto gli elementi deboli della facciata i serramenti, note le tipologie costruttive della componente opaca di facciata ed il relativo valore dell'indice di potere fonoisolante R_w , si è proceduto al calcolo "inverso" determinando il valore dell'indice di potere fonoisolante R_w minimo che i serramenti (compresi di tutti gli accessori e complementi) devono possedere per garantire il rispetto dell'indice di isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$.

Sulla base dei calcoli svolti è stato possibile determinare il valore minimo dell'indice di potere fonoisolante che i serramenti, con le considerazioni/precisazioni già riportate ai paragrafi precedenti, ovvero compreso di eventuali cassonetti, accessori, geometrie effettive e modalità di posa previste per il cantiere in esame, devono possedere.

Nel presente caso al fine di soddisfare i limiti da normativa precedentemente individuati è pari a:

$R_{w,min} = 42$ dB per quanto attiene a tutti i serramenti della nuova mensa

Rumorosità impianti a funzionamento continuo

Avendo applicato la metodologia di calcolo sopra esplicata e tenendo conto di tutte le componenti impiantistiche ed extra impiantistiche indicate dai progettisti atte a ridurre la rumorosità dell'intero impianto si è ottenuto che:

Per ciascuna delle 2 distribuzioni dei nuovi sistemi di ventilazione meccanica degli ambienti la rumorosità introdotta dai macchinari all'interno del locale refettorio internamente alla nuova mensa è sempre al di sotto dei limiti imposti dalla normativa.

11. Considerazioni su impatto acustico nuovi impianti

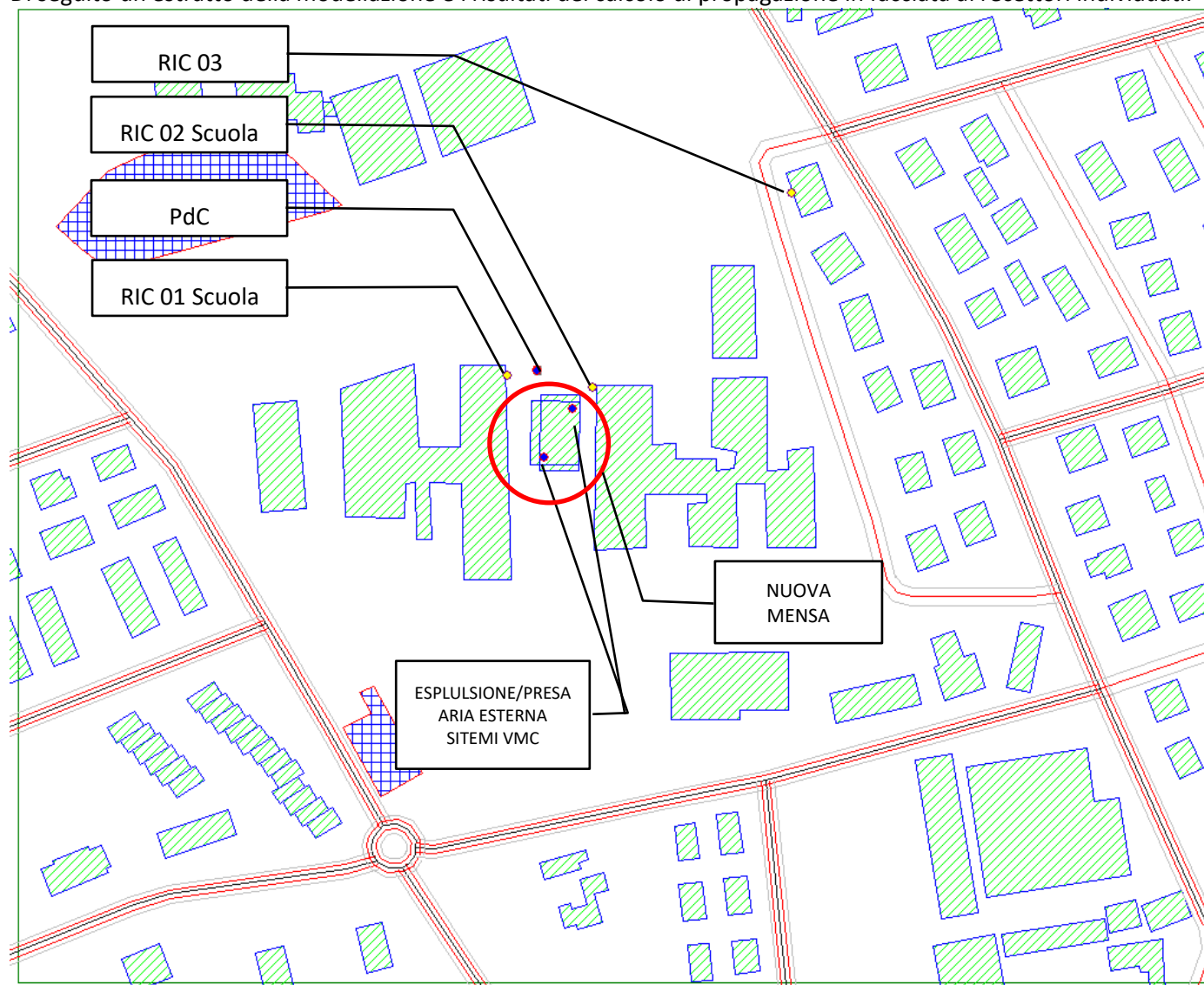
Si specifica che le considerazioni di seguito pubblicate non costituiscono valutazione di impatto acustico ma di valutazioni preliminari legate al posizionamento dell'unità esterna della nuova pompa di calore relativamente all'intervento di realizzazione della nuova centrale termica all'aperto e che dalle quali emerge la scarsa influenza acustica degli stessi.

Noto da scheda tecnica il livello di potenza sonora delle unità esterne delle pompe di calore (sia riscaldamento che ACS) e noto il posizionamento previsto in progetto si è proceduto ad un calcolo di propagazione della rumorosità in facciata ai recettori più prossimi mediante utilizzo di software certificato per la modellazione sonora 3D denominato Soundplan.

Si allega alla presente relazione una mappatura a colori rappresentante la propagazione della rumorosità.

I recettori più prossimi risultano essere gli edifici del complesso scolastico per i quali, come anticipato, si è proceduto alla simulazione dei livelli di rumorosità in facciata agli stessi e si è poi proceduto al calcolo del rumore nei locali interni in quanto ai fini degli stessi la pompa di calore è a servizio e deve essere valutata come se si trattasse di un requisito acustico passivo.

Di seguito un estratto della modellazione e i risultati del calcolo di propagazione in facciata ai recettori individuati.



Ricevitore	Utilizzo	Piano	L(6-22) dB(A)
► Ric. 01	RS	piano terra	56.6
Ric. 01	RS	piano 1	56.3
Ric. 02	RS	piano terra	56.6
Ric. 02	RS	piano 1	56.8
Ric. 03 - residenziale	RS	piano terra	36.3
Ric. 03 - residenziale	RS	piano 1	36.7

L (6-22) rappresenta proprio il livello di pressione sonora prodotto dai nuovi impianti in facciata ai recettori individuati in periodo diurno.

Per quanto riguarda i recettori RIC 01 e RIC 02 che individuano edifici appartenenti allo stesso plesso scolastico si è

proceduto al calcolo del livello di rumore atteso internamente alle aule scolastiche sottraendo algebricamente al livello di rumorosità calcolato in facciata il valore di isolamento acustico.

Come valore si è ipotizzato un $D_{2mntw,min}$ estremamente prudenziale pari a 35 dB considerando che le scuole hanno un limite di 48 dB minimo richiesto dalla normativa per cui:

$$L_{Ric. 02} - D_{2mntw,min} = L_{impianti}$$
$$56,8 - 35 = 21,8 \text{ dB(A)} < 25 \text{ dB(A)}$$

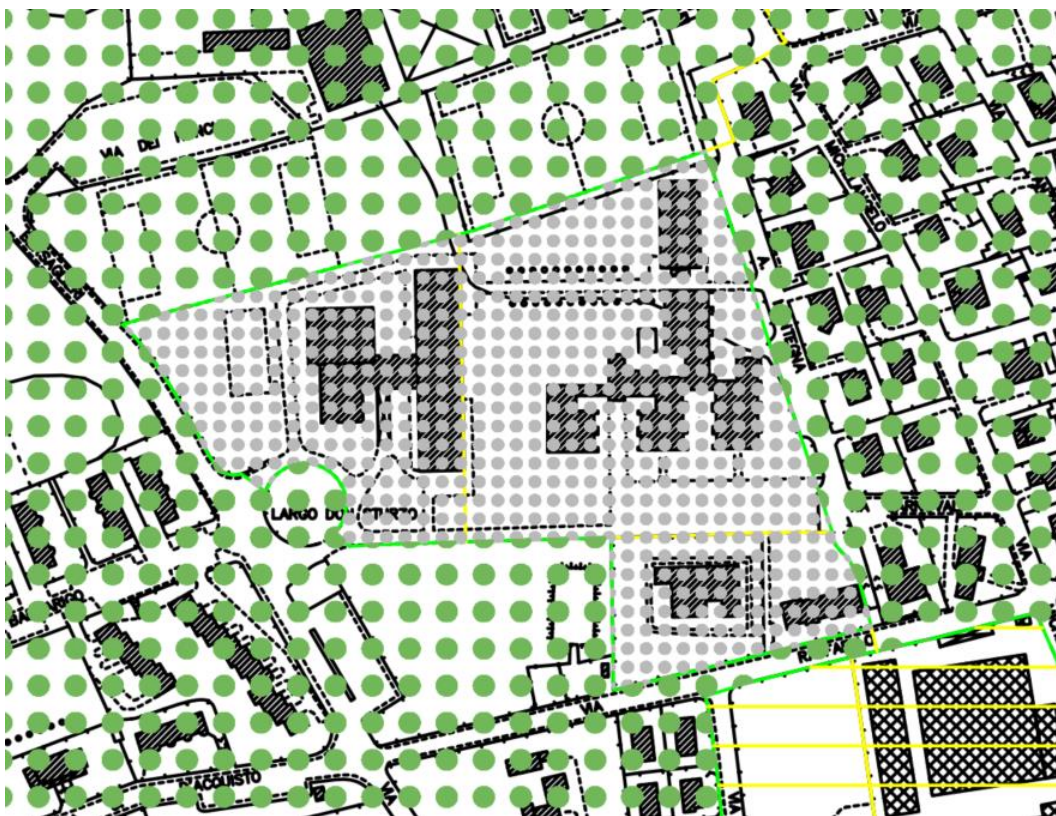
** valore secondo DPCM 5.12.1998 per locali in cui vengono effettuate attività scolastico/educative*

Di conseguenza il parametro risulta verificato anche rispetto alle sorgenti impiantistiche che compongono la nuova centrale termica all'aperto.

Per quanto riguarda il recettore denominato Ric. 03 che rappresenta il recettore abitativo più prossimo alle nuove sorgenti impiantistiche del nuovo edificio si osserva che il livello di rumorosità in facciata allo stesso risulta inferiore a quello minimo per l'applicazione del criterio differenziale in periodo diurno (vedi D.P.C.M. 14-11-1997) per cui, senza condurre ulteriori indagini di misura in loco del rumore residuo, è possibile affermare che il posizionamento della nuova centrale termica con particolare riferimento alle unità esterne delle nuove pompe di calore nell'area indicata dai progettisti degli impianti non altera la rumorosità della zona in maniera tale da dover ricorrere ad interventi di bonifica acustica e soprattutto con qualsiasi livello di rumore residuo permette la verifica del criterio differenziale, visto che se lo stesso è inferiore a 37 dBA il livello ambientale sarà sempre inferiore al valore di non applicabilità del criterio differenziale, mentre con livelli di rumore residuo superiore il valore differenziale sarà sempre inferiore a 5 dBA e nel rispetto del valore differenziale stesso.

Si ribadisce che tali verifiche preliminari sono state eseguite per il solo periodo diurno (06:00-22:00) poiché come comunicato dai progettisti dell'intervento impiantistico gli impianti saranno attivi durante il solo periodo di riferimento diurno.

E' inoltre visibile che rispetto al piano di zonizzazione acustica (sotto riportato) la pompa di calore rispetti i limiti, in quanto fuori dal perimetro di proprietà (essendo in Classe II) il limite è pari a 55 dBA di immissione assoluta e 50 dBA di emissione, mentre gli impianti (pompe di calore e VMC/UTA) complessivamente producono un livello di circa 37 dBA.



Estratto del piano di zonizzazione acustica territoriale

CLASSE	COLORE	TIPO DI TRATTEGGIO
I	Grigio	Piccoli punti, bassa densità
II	Verde scuro	Punti grossi, alta densità
III	Giallo	Linee orizzontali, bassa densità
IV	Arancione	Linee verticali, alta densità
V	Rosso	Tratteggio incrociato, bassa densità
VI	Blu	Tratteggio incrociato, alta densità

Estratto della legenda del piano di zonizzazione acustica territoriale

* * *

Si segnala che qualora le soluzioni tecniche progettuali, le stratigrafie ed i relativi materiali e/o altri aspetti relativi all'intervento edilizio in oggetto, compreso le distribuzioni planivolumetriche, subissero variazioni rispetto alle informazioni fornite, la presente valutazione dovrà ritenersi superata e sarà necessario da parte del progettista o DL e dalla committenza richiedere una valutazione aggiornata.



Regione Lombardia

Giunta Regionale
Direzione Generale
Qualità dell'ambiente

Egr. Sig.
SONZOGNI RENZO
Via Pregalleno, 26
24016 SAN PELLEGRINO TERME (BG)

Milano: **28 NOV 2008**

Prot: T1 2008.00 **26467**

TC 1138

Oggetto: Decreto del 25 novembre 2008, n. 13655, avente per oggetto: Valutazione delle domande presentate alla Regione Lombardia per il riconoscimento della figura professionale di "tecnico competente" nel campo dell'acustica ambientale, ai sensi dell'articolo 2, commi 6 e 7, della Legge 447/95.

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

Distinti saluti.

Il Dirigente della Struttura
(Dott. Giuseppe Bruno)

All:1

Il Funzionario Referente: Enrico Pozzi (tel.02 67655067)



Regione Lombardia

DATO ATTO inoltre che il mancato ricevimento della richiesta documentazione integrativa non ha consentito alla competente Struttura regionale di istruire n. 2 domande;

VISTA la legge regionale 7 luglio 2008, n. 20 "Testo Unico delle leggi regionali in materia di organizzazione e personale", nonché i Provvedimenti Organizzativi dell'VIII Legislatura;

DECRETA

1. di approvare l'Allegato A, parte integrante e sostanziale del presente decreto, nel quale sono riportati i dati anagrafici dei Soggetti riconosciuti in possesso dei requisiti richiesti per il riconoscimento della figura di tecnico competente in acustica ambientale;
2. di approvare l'Allegato B, costituito da n. 2 schede, parte integrante e sostanziale del presente decreto, nella quale sono riportati i dati anagrafici dei Soggetti non riconosciuti in possesso dei requisiti richiesti per il riconoscimento della figura di tecnico competente in acustica ambientale;
3. di approvare l'Allegato C, costituito da n. 2 schede, parte integrante e sostanziale del presente decreto, nel quale sono riportati i dati anagrafici dei Soggetti le cui domande sono state archiviate;
4. di dare atto, ai sensi dell'art. 3 della Legge 241/90, che contro il presente provvedimento può essere presentato ricorso avanti il Tribunale Amministrativo Regionale entro 60 giorni dalla data di comunicazione dello stesso ovvero ricorso straordinario al Presidente della Repubblica entro 120 giorni dalla medesima data di comunicazione;
5. di comunicare il presente decreto ai Soggetti interessati.

Il Dirigente dell'Unità Organizzativa
Programmazione e Progetti Speciali
di Protezione Ambientale

(Anna Bonomo)

Regione Lombardia
La presente copia, è conforme all'originale
depositata agli atti di questa Direzione
Generale.
Milano, 29-11-08

ALLEGATO A

**ELENCO DEI SOGGETTI IN POSSESSO DEI REQUISITI PREVISTI ALL'ARTICOLO 2,
COMMI 6 E 7, DELLA LEGGE 447/95**

N°	COGNOME	NOME	DATA DI NASCITA	COMUNE DI RESIDENZA
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10	... OMISSIS ...			
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19	SONZOGNI	RENZO	23/08/1980	SAN PELLEGRINO TERME (BG)
20				
21				
22	... OMISSIS ...			
23				
24				

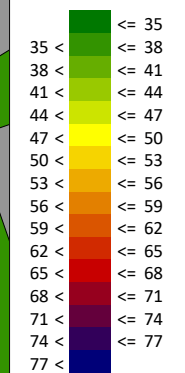
Regione Lombardia
La presente copia, è conforme all'originale
depositata agli atti di questa Direzione
Generale.
Milano, 25-11-08

[Handwritten signature]



Mappa H = 1,5 m
SDF

Livello di rumore
in dB(A)



Segni e simboli

- Linea
- Edificio industriale
- Sorgente areale esterna
- Edificio principale
- Punto ricevitore
- Facade as source
- Sorgente Punto
- Linea di elevazione
- Sezione verticale
- Barriera
- Linea base
- Barriera
- Aree inclinate della barriera
- Roof as source
- Area
- Strada
- Asse strada
- Linea emissione
- Superficie