



COMUNE DI PONT CANAVESE
Città Metropolitana di Torino

REALIZZAZIONE DI POLO SCOLASTICO COMPRENDENTE SCUOLA PRIMARIA E SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO NELL'AREA ATTUALMENTE DESTINATA A SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PALESTRA E PARCO GIOCHI, SITA IN VIA ROMA.

COMUNE DI PONT CANAVESE

Il Sindaco: Sig. Paolo Coppo

R.U.P.: Geom. Anna Airoidi

Via Marconi n.12 - 10085 PONT CANAVESE (TO)

PROGETTO:



STUDIO DI ARCHITETTURA
arch. Luca FARINELLI
dr. Maria Chiara SANTI
via Garibaldi 90 - 44121 Ferrara
tlf +39 0532 209003
studio@lfar.it - www.lfar.it

CONSULENTI:

INDAGINI GEOLOGICHE:

PROG. STRUTTURE:

PROG. IMPIANTI:

ANALISI ACUSTICA

COLLABORATORI:

Dr.Geol. Carlo Dellarole

Ing. Tommaso Mariacci

Ing. Riccardo Accorsi

Ing. Michele Buzzoni

Ing. Sara Zatelli

Arch. Enrico Bonazza

Dott. Dario Cattozzi

TAVOLA
ARTS_02

PROGETTO ESECUTIVO: ARCHITETTONICO

ELABORATO

**INDICAZIONI PER IL MIGLIORAMENTO DEI REQUISITI
ACUSTICI PASSIVI**

SCALA

GENNAIO 2017



Studio Tecnico Ing. **SARA ZATELLI**

Via Acquedotto n°11 – Francolino (FE)

Cell. 349-5114944 - Tel e Fax 0532-720113 – email: ingzatelli@gmail.com

**INDICAZIONI PER IL MIGLIORAMENTO
DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI
PER IL PROGETTO DI REALIZZAZIONE
DI UNA SCUOLA ELEMENTARE
A PONT CANAVESE (TO)**



ARCHIVIO	CLIENTE	SEDE	PRATICA	DATA
01/R/01/16	COMUNE DI PONT CANAVESE		REQUISITI ACUSTICI PASSIVI	11/01/17

Indice

1	Premessa.....	3
2	Riferimenti legislativi e normativi.....	3
3	Solaio interpiano	5
4	Parete interne.....	6
4.1	Pareti tra aule	6
4.2	Parete tra aula e corridoio.....	7
4.3	Parete tra aula e bagni.....	7
5	Facciate esterne	8
6	Tempo di riverbero.....	9
7	Impianti	11

Indice delle tabelle

Tabella 1-	valori richiesti per i requisiti per gli edifici residenziali.....	3
Tabella 2-	Valori della norma UNI 11367.....	4
Tabella 3 –	trasmissione laterale parete tra aule	6
Tabella 4 –	Isolamento di facciata di due aule tipo.....	8
Tabella 5 –	Calcolo del tempo di riverbero per un’aula	10
Tabella 6 –	Potenza sonora della UTA.....	12

Indice delle figure

Figura 1 –	Sezione del solaio interpiano.....	5
Figura 2 –	Sezione delle pareti interne.....	6
Figura 3 –	Fondo cassero dei pannelli di facciata	8
Figura 4 –	Valori ottimali del tempo di riverbero in funzione del volume dell’ambiente e della frequenza.....	9
Figura 5 –	Valori del tempo di riverbero in bande di ottava.....	10
Figura 6 –	Ipotesi di distribuzione dei pannelli fonoassorbenti.....	11

1 Premessa

Su richiesta dell'Arch. Luca Farinelli la sottoscritta Ing. Sara Zatelli, in qualità di Tecnico Competente in Acustica, ha analizzato il progetto di realizzazione di una scuola elementare a Pont Canavese al fine di individuare gli interventi ed i materiali consigliabili per il miglioramento dei Requisiti Acustici Passivi dell'edificio.

2 Riferimenti legislativi e normativi

Per quanto concerne i Requisiti Acustici Passivi degli edifici adibiti ad edifici scolastici la normativa e le norme UNI di riferimento sono le seguenti:

- Circolare 3150 del 22/05/67 "Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici"
- DM 18/12/75 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nell'esecuzione di un'opera di edilizia scolastica"
- D.P.C.M. del 5 Dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" pubblicato sulla G.U. n° 297 del 22-12-97.
- UNI 11367 Acustica in edilizia – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera
- UNI 11532:2014 Acustica in Edilizia – Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati

La Circolare 3150 del 22/05/67 indica i valori ottimali del tempo di riverbero, stabilendo che la media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze 250 - 500 - 1000 - 2000 Hz, non deve superare 1,2 secondi ad aula arredata in presenza di due persone al massimo. Il DM 18/12/75 fornisce i grafici di riferimento per trovare il tempo di riverbero ottimale nelle diverse bande di frequenza a seconda del volume dei vani. Tali normative indicano inoltre quali siano i requisiti necessari per la partizioni interne. Le grandezze da sottoporre a misura in opera secondo il DM 18/12/75 sono l'isolamento acustico (D) per via aerea fra ambienti ad uso didattico adiacenti ($D \geq 40$ dB) e sovrastanti ($D \geq 42$ dB), il livello di rumore di calpestio tra due spazi sovrapposti ($L' \leq 68$ dB) e il tempo di riverberazione.

Il D.P.C.M. 05/12/97 sulla "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" è stato pubblicato in ottemperanza all'art. 3, punto e, della Legge Quadro sull'inquinamento acustico n° 447 del 24/10/95 che stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico. Per gli edifici adibiti ad attività scolastiche valgono i seguenti valori limite:

Categorie Tabella A	REQUISITI				
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
E	50 dB	48 dB	58 dB	35 dB(A)	25 dB(A)

Tabella 1- valori richiesti per i requisiti per gli edifici residenziali

Il significato dei simboli è il seguente:

- R'_w è l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (R') di elementi di separazione fra ambienti. E' una grandezza che definisce le proprietà isolanti di una parete divisoria tra due ambienti *appartenenti a diverse unità immobiliari*.
- $D_{2m,nT,w}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT}$). E' una grandezza che definisce le proprietà isolanti di una parete divisoria tra l'ambiente esterno (sorgente sonora) e l'ambiente interno (ricevente).
- $L'_{n,w}$ è l'indice di valutazione del livello normalizzato di rumore di calpestio di solai (L'_n). E' una grandezza che definisce il livello di rumore trasmesso essenzialmente per via strutturale quando viene utilizzata una sorgente normalizzata di rumore impattivo e interessa il complesso pavimento-solaio.
- $L_{A\text{Smax}}$ è il livello massimo di pressione sonora, ponderata A, con costante di tempo slow, misurato durante l'evento sonoro causato da un impianto a funzionamento discontinuo (ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici, rubinetteria, etc).
- L_{Aeq} è il livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A, prodotto da un impianto a funzionamento continuo (riscaldamento, aerazione, condizionamento, etc).

La norma UNI 11367 (norma tecnica non ancora adottata dalla normativa italiana) definisce nell'Appendice A i valori di riferimento per gli edifici destinati ad ospedali, case di cura e scuole. Vengono definiti due livelli, il primo per le prestazioni di base ed il secondo per le prestazioni di tipo superiore:

	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	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari, L'_{nw}	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L_{ic} in ambienti diversi da quelli di installazione	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} in ambienti diversi da quelli di installazione	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni i fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, L'_{nw}	63	53

Tabella 2- Valori della norma UNI 11367

La norma UNI 11532:2014 definisce, in relazione alle diverse destinazioni d'uso degli ambienti, i descrittori acustici che meglio possano rappresentare le qualità acustiche degli ambienti proponendo, per ognuno di essi, i valori ottimali. Nell'Appendice A nel prospetto A.1. "Valori di riferimento per il settore scolastico" si elencano in funzione del locale (aule didattiche, open space, aule per bambini

con deficit uditivo, aule di musica, aule insegnati, palestre, ecc) i valori del tempo di riverbero ottimali, utilizzati nei diversi stati europei.

La Legge 28-12-2015 n. 221, (entrata in vigore il 2 febbraio 2016), introduce alcune novità sui temi dell'acustica. L'Art. 23 indica che nel Decreto Legislativo 3-4-2006 n° 152 deve essere inserito un nuovo articolo (Art. 206-sexies), che specifica che "Le amministrazioni pubbliche, nelle more dell'adozione da parte delle regioni di specifiche norme tecniche per la progettazione esecutiva degli interventi negli edifici scolastici, al fine di consentirne la piena fruibilità dal punto di vista acustico, prevedono, nelle gare d'appalto per l'incremento dell'efficienza energetica delle scuole e comunque per la loro ristrutturazione o costruzione, l'impiego di materiali e soluzioni progettuali idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici dalla norma UNI 11367:2010 (classificazione acustica degli edifici) e dalla norma UNI 11532:2014 (caratteristiche acustiche degli ambienti confinati)"

3 Solaio interpiano

Il solaio sarà realizzato mediante doppia T poggiata su travi a L e a TR rovesce, sopra le quali verrà posato un massetto alleggerito semipremiscelato Perlibeton con spessore pari a 15 cm, un manto acustico anticalpestio, pannelli in poliestere per il riscaldamento a pavimento, una caldana additivata di 4 cm ed un pavimento vinilico tipo Forbo Sarlon UNI 15dB.

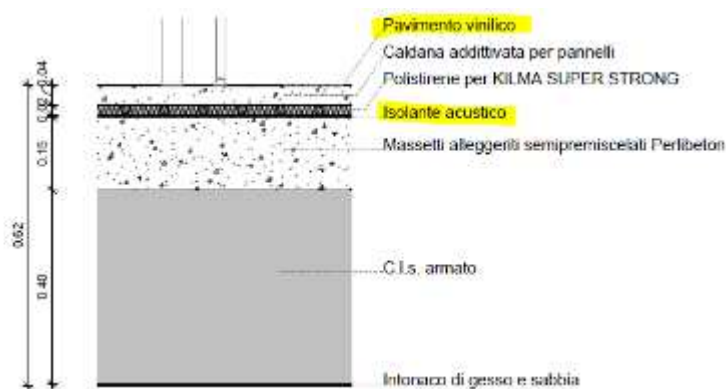


Figura 1 – Sezione del solaio interpiano

In base alla formula semplificata $R = 20 \cdot \log(m')$ è calcolato per tale solaio un livello di isolamento aereo pari a 48,5 dB, ma si può stimare un incremento a 55 dB in presenza del controsoffitto. Anche ipotizzando delle perdite per trasmissione laterale tale valore risulta idoneo ai sensi della normativa vigente.

Per quanto riguarda il livello di rumore da calpestio, esso è stato calcolato tramite la formula semplificata:

$L'_{n,w} = 164 - 35 \log m' + k - \Delta L_w$ dove m' è la massa superficiale, K il fattore correttivo per trasmissione laterale e ΔL_w è il decremento per presenza di manti resilienti.

Esso risulta pari a 81 dB per il solaio nudo, ma la presenza del pavimento vinilico porta ad un abbassamento di tale parametro (che a differenza dell'isolamento acustico deve essere il minore

possibile) a 66 dB, valore ulteriormente ridotto per la presenza del manto al di sotto del sistema di riscaldamento a pavimento, risultando sicuramente al di sotto dei 63 dB. Come manto anticalpestio è possibile utilizzare Supercanalee di Polymax Italia, Roll5RA di Isolagomma o Isolmant Radiante 5mm, manti dotati di lato alluminato per evitare la dispersione del calore.

La stesura del pavimento vinilico deve essere effettuata dopo la realizzazione delle pareti di divisione tra le aule e con il corridoio, in modo da interromperlo in corrispondenza di tali partizioni per evitare la trasmissione trasversale del rumore da calpestio.

4 Parete interne

4.1 Pareti tra aule

Le pareti di divisione tra le aule saranno realizzate con pareti in cartongesso con doppia orditura metallica da 55 mm e doppio rivestimento con lastre e idrolastre in gesso dello spessore di 12,5 mm. Saranno inoltre presenti in intercapedine due pannelli in lana di roccia da 6 cm con densità pari a 110 kg/mc ed un'ulteriore lastra di cartongesso.



Figura 2 – Sezione delle pareti interne

Per tale tipologia di parete le certificazioni in genere indicano un potere fonoisolante pari a 60 dB. Si sono quindi calcolate le perdite per trasmissione laterale di una parete tipo tra due aule adiacenti al piano terra:

	Parete	m'	R	nodo	Ri	Rj	DR	Mij	Kij	If	giunto	Rij	R'
5	muro interno	60	56	1S	60	56	0	0,03	5,71	3,2	T	72,2	54,5 dB
1	muro interno	60	56	2S	60	56	0	0,95	10,85	7	T	73,9	
3	muro esterno	330	50	3S	50	56	0	0,77	9,08	3,2	T	70,5	
7	muro esterno	330	50	4S	55	56	6	0,68	11,36	7	c	77,9	
2	base	500	60	S5	56	56	0	-0	5,71	3,2	T	70,2	
6	base	500	60	S6	60	56		0,95	10,85	7	T	73,9	
4	solaio	270	55	S7	50	56	0	-0,8	9,08	3,2	T	70,5	
8	solaio	270	55	S8	55	56	0	-0,7	11,36	7	c	71,9	
S	parete	56	60	1_5	56	56	0	0	5,70	3,2	T	70,2	
	Superficie	22,4		3_7	50	50	0	0	5,70	3,2	T	64,2	
				2_6	60	60	3	0	5,70	7	T	73,8	
				4_8	55	55	6	0	8,70	7	c	74,8	

Tabella 3 – trasmissione laterale parete tra aule

ANALISI DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI		Pratica 01-R-01-17
Cliente: Comune di Pont Canavese	Cantiere: Scuola Elementare	

Il potere fonoisolante apparente (cioè al netto delle perdite per trasmissione strutturale) risulta pari a 54,5 dB e l'isolamento D pari a 56,5 dB, quindi superiore a quanto richiesto dalla Circolare 3150 (40 dB) e dalla UNI 11367 (45-50 dB). Sarebbe necessario evitare l'inserimento di impianti all'interno di tali partizioni. Qualora questo non fosse possibile, è necessario che le eventuali scatole elettriche siano contenute in una delle due strutture di sostegno, senza mai forare il pannello presente al centro della parete stessa. Si deve evitare di mettere scatole elettriche su entrambi i lati della parete in posizione corrispondente, perchè questo creerebbe un forte ponte acustico.

Alla base della parete andrà posta una striscia di materiale resiliente, tale da separare l'intera parete rispetto al solaio (ad esempio Rotmant di Polymax); dovrà essere inoltre predisposto lo scotch resiliente (nastro in polietilene espanso) attorno a tutta la struttura metallica di supporto nella zona di contatto con le pareti perimetrali. Tra pannelli di cartongesso e pareti perimetrali dovrà inoltre essere posto un materiale siliconico che funga sia da sigillante sia da disgiunzione rispetto alla trasmissione delle vibrazioni. I due pannelli che compongono la parete devono essere installati con giunti sfasati, in modo da minimizzare i ponti acustici, ed adeguatamente stuccati. Per il materiale in intercapedine è necessario scegliere un materiale che assicuri di mantenere la stabilità nel tempo senza effetti di cedimento dovuti al peso proprio. Si dovrà assicurare un posa accurata e continua di tale materiale.

Per le pareti del primo piano la perdita per trasmissione laterale risulta superiore, poichè non si prevede di portare le pareti fino a contatto con la copertura. Per ridurre tali perdite le pareti devono comunque interrompere il controsoffitto, in modo che non si abbia una superficie continua tra le aule, portando la parete alla maggiore altezza possibile. Il controsoffitto inoltre deve essere realizzato con doppia lastra in cartongesso e dotato di pendini antivibranti, nonchè sormontato da uno strato di materiale fonoassorbente (ad esempio pannelli in lana di roccia in due strati da 40 mm a diversa densità posati incrociati tra loro). Nei punti di contatto tra controsoffitto e parete dovranno sempre inseriti materiali resilienti.

4.2 Parete tra aula e corridoio

Si consiglia di procedere in modo analogo a quanto descritto sopra anche per le pareti di divisione delle aule rispetto al corridoio, che presentano caratteristiche del tutto analoghe. Anche se la normativa non indica un valore minimo per l'isolamento tra aule e corridoi, si consiglia di prevedere per le aule delle porte certificate per un potere fonoisolante pari ad almeno 30 dB, in modo da ottenere un isolamento pari a 40 dB.

4.3 Parete tra aula e bagni

La parete di divisione tra aule e bagni è realizzata in modo analogo a quelle già descritte, con la sola assenza del pannello in cartongesso centrale. Si ritiene che tale parete presenti valori di isolamento acustico apparente superiori a 50 dB, quindi sia idonea. In tale parete si deve evitare l'inserimento di impianti.

5 Facciate esterne

Il DPCM 5/12/97 stabilisce per gli ambienti scolastici un livello di isolamento di facciata pari a 48 dB, valore molto elevato, che si raggiunge solo con infissi con opportuni telai, dotati di doppi vetri stratificati su entrambi le lastre e almeno una doppia guarnizione. Si sono sviluppati i calcoli del livello di isolamento di facciata per le facciate delle aule a partire dalle caratteristiche delle pareti perimetrali: esse risultano essere costituite da pannelli in calcestruzzo precompresso con interposto un pannello termoisolante per uno spessore complessivo di 30 cm. In base alle loro caratteristiche si può stimare per tali pannelli un potere fonoisolante pari a 50,3 dB.

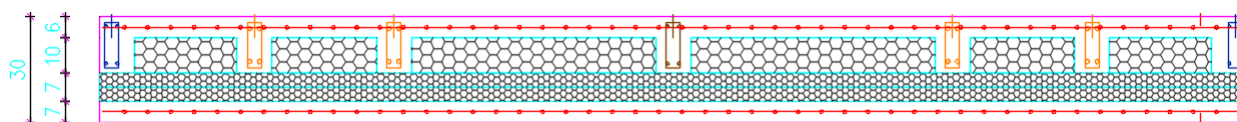


Figura 3 – Fondo cassero dei pannelli di facciata

Si è quindi calcolato il potere fonoisolante che devono garantire gli infissi al fine di ottenere un idoneo potere fonoisolante di facciata. Non è prevista su porte e finestre la presenza di cassonetti per avvolgibili nè di prese d'aria, inoltre non sono presenti nelle aule balconi o terrazze, per cui non si prevedono perdite per presenza di piccoli elementi o giunti rigidi. Dato che le aule sono molto simili tra loro il calcolo è stato sviluppato per un'aula con infissi aventi superficie pari a 13 mq e per una con superficie vetrata pari a 8,4 mq.

Aula 1	DATI DI PROGETTO			ISOLAMENTO COMPONENTI			
Superficie vano	54,80 mq	altezza	3,2 m		muro	infissi	<i>D_{nw}</i>
Volume vano	175,36 mc	Giunti rigidi	0	area	12,08	13,04	48,3
Lunghezza facciata	7,85 m	Fattore di forma	0	R _w	50,3	44	
Superficie facciata	25,12 mq	fattore riverbero	2,33	R_w facciata		46,0	
Aula 2	DATI DI PROGETTO			ISOLAMENTO COMPONENTI			
Superficie vano	58,20 mq	altezza	3,2 m		muro	infissi	<i>D_{nw}</i>
Volume vano	186,24 mc	Giunti rigidi	0	area	16,72	8,40	48,8
Lunghezza facciata	7,85 m	Fattore di forma	0	R _w	50,3	43	
Superficie facciata	25,12 mq	fattore riverbero	2,47	R_w facciata		46,4	

Tabella 4 – Isolamento di facciata di due aule tipo

Come si vede in tabella l'isolamento acustico di facciata con pareti vetrate di maggiori dimensioni risulta superiore a 48 dB solo con infissi che garantiscano un potere fonoisolante pari a 44 dB, mentre per le altre è sufficiente avere infissi con un potere fonoisolante di 43 dB. La stessa tipologia di vetri dovrà essere adottata anche per gli uffici. Si indicano alcuni vetri che possono garantire la prestazione richiesta:

- Pilkington 13/12/13 (R_w = 45 dB);
- Finstral Top 72 Classicline (R_w = 45 dB).

Per le aule del primo piano bisogna inoltre valutare il livello di isolamento garantito dalla copertura. Essa è a doppia pendenza con capriate in c.a. e solaio a doppia T con sopra un isolante da 10 cm. Anche al primo piano è previsto un controsoffitto, per cui data la tipologia di copertura prevista si stima che l'isolamento di facciata della copertura sia superiore a 48 dB, quindi idoneo.

6 Tempo di riverbero

Per quanto concerne il tempo di riverbero interno alle sale destinate alla didattica il DPCM 5/12/97 fa riferimento alla Circolare 3150 del 22/05/67, la quale indica che la media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze 250 - 500 - 1000 - 2000 Hz, non deve superare 1,2 secondi ad aula arredata e non occupata. Nei calcoli seguenti si fa inoltre riferimento al DM 18/12/75, che indica valori più precisi per il tempo di riverbero alle diverse frequenze e generalmente più vicini alle altre normative europee.

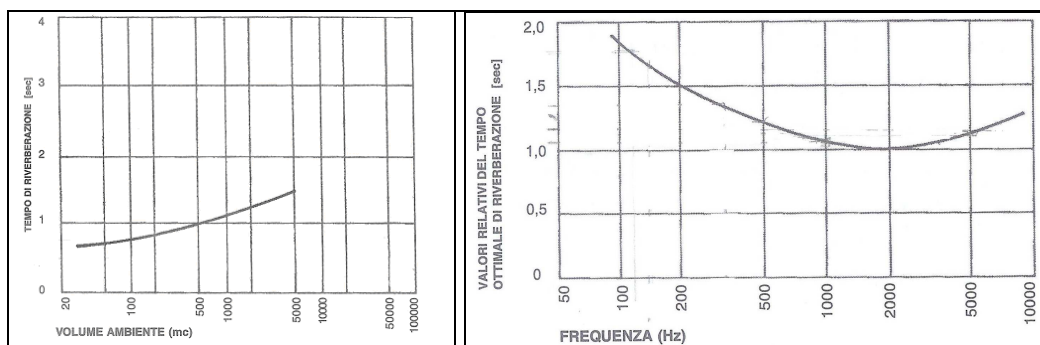


Figura 4 – Valori ottimali del tempo di riverbero in funzione del volume dell'ambiente e della frequenza

Il legame tra tempo di riverbero ottimale e volume della sala è dato dalla formula

$T_{\text{ott}} = K (-0,2145 + 0,45 \cdot \log(V))$ dove k dipende dalla frequenza.

Sono stati calcolati i tempi di riverbero interni alle aule tenendo conto dei coefficienti di assorbimento acustico dei materiali che compongono le aule:

- Pavimenti vinilici;
- Pareti verso l'esterno in pannelli di calcestruzzo intonacati;
- Pareti interne e soffitto in cartongesso;
- Porta di ingresso in legno;
- Infissi in alluminio e vetro;
- Arredi (armadi, banchi e sedie) in legno laminato.

In base alle superfici dei diversi componenti si è calcolato il coefficiente di assorbimento medio alle diverse frequenze, come media dei coefficienti pesata in base alle superfici:

$$\bar{\alpha} = \sum_i \frac{\alpha_i \cdot S_i}{S_{\text{tot}}}$$

per poi valutare il tempo di riverbero secondo la formula di Sabine

$$T_{\text{riv}} = 0,16 \cdot \frac{V}{\bar{\alpha} \cdot S}$$

Per ogni aula è stato calcolato il tempo di riverbero ottimale in base al volume.

Si riporta un esempio di calcolo.

	alfa						aS sedia	alfa	Triv		Triv
	pavim.	pareti	soffitto	pareti	porta	finestre	e banco	medio	calc.	k	ottimale
<i>sup</i>	58,2	34,0	58,2	44,5	2,5	13,0	29		(s)		(s)
125	0,01	0,02	0,2	0,2	0,1	0,1	0,07	0,12	1,174	1,70	1,372
250	0,01	0,03	0,15	0,15	0,1	0,04	0,06	0,09	1,526	1,40	1,130
500	0,02	0,03	0,1	0,1	0,1	0,03	0,07	0,07	1,970	1,20	0,968
1000	0,03	0,04	0,08	0,08	0,09	0,02	0,07	0,07	2,153	1,10	0,888
2000	0,04	0,02	0,05	0,05	0,1	0,02	0,04	0,05	3,035	1,00	0,807
4000	0,03	0,03	0,05	0,05	0,12	0,02	0	0,04	3,520	1,00	0,807
	gomma	intonaco	cartong	cartong	legno			media4	2,171		0,948

Tabella 5 –Calcolo del tempo di riverbero per un'aula

Si è verificato come i tempi di riverbero previsti dal progetto risultino superiori a quelli richiesti dalla normativa, quindi si deve valutare l'inserimento di materiale fonoassorbente al fine di ridurre la riverberazione interna. Dato che è prevista la posa di controsoffitti in cartongesso, la soluzione più semplice risulta quella di utilizzare per tale partizione pannelli fonoassorbenti in quantità tale da ridurre il tempo di riverbero. Data l'altezza dei controsoffitti dal pavimento si consiglia di porre pannelli fonoassorbenti anche sulla parete terminale delle aule, dietro all'ultima fila di banchi, all'altezza delle teste dei bambini in posizione seduta.

Si sono sviluppati i calcoli delle superfici fonoassorbenti necessarie in base a diversi pannelli di riferimento nella ipotesi di rispettare i valori ottimali indicati dal DM 18/12/75:

- pannelli Ekla 15, prodotti da Rockfon per il controsoffitto;
- pannelli Boxer, prodotti da Rockfon per le pareti (con buona resistenza all'urto);
- pannelli Master A, prodotti da Ecofon;
- pannelli Rigitone microforati, prodotti da Gyproc;
- pannelli Tangent microforati, prodotti da Knauf.

Data la tipologia di utilizzo si consiglia di prediligere pannelli fonoassorbenti non microforati, per i quali inoltre dai calcoli risulta necessario utilizzare superfici maggiori. Per le prime tre tipologie di pannelli servono n° 36 pannelli dimensione 600x600 mm, per una superficie totale di 12,96 mq. Si riportano in figura i valori in bande di ottava del Tempo di Riverbero calcolato in base alle caratteristiche dell'aula, quelli ottimali stimati in base al volume della stessa e quelli previsti in presenza di pannelli fonoassorbenti:

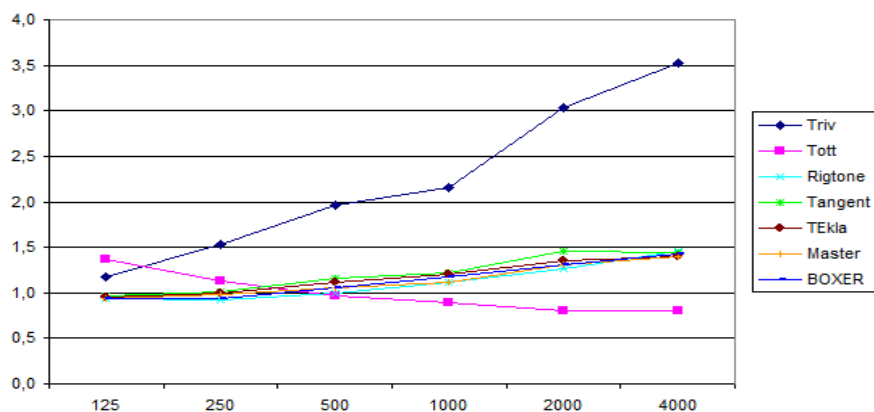


Figura 5 – Valori del tempo di riverbero in bande di ottava

Si riporta in figura un esempio di distribuzione dei pannelli, con 24 pannelli di tipo Ekla a soffitto e 6 pannelli tipo Boxer sulla parete in fondo all'aula:

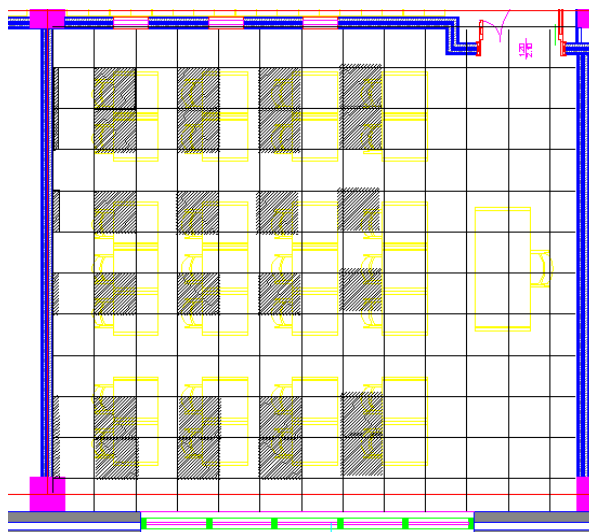


Figura 6 – Ipotesi di distribuzione dei pannelli fonoassorbenti

7 Impianti

Gli impianti interni a funzionamento continuo previsti al progetto sono quelli di riscaldamento e di ventilazione meccanica controllata. Il riscaldamento viene effettuato tramite i pannelli radianti a pavimento ed è alimentato da una pompa di Calore Thaety 234 HT da 57 kW, posizionata all'esterno nell'area verde. Per tale pompa di calore il costruttore dichiara un livello di potenza sonora emessa pari a 78 dB ed un livello di pressione sonora pari a 46 dB a 10 metri. Visto il livello di isolamento acustico richiesto per le facciate (che si trovano ad almeno 8 metri di distanza dalla pompa) si ritiene che il contributo di tale sorgente all'interno delle aule risulti trascurabile.

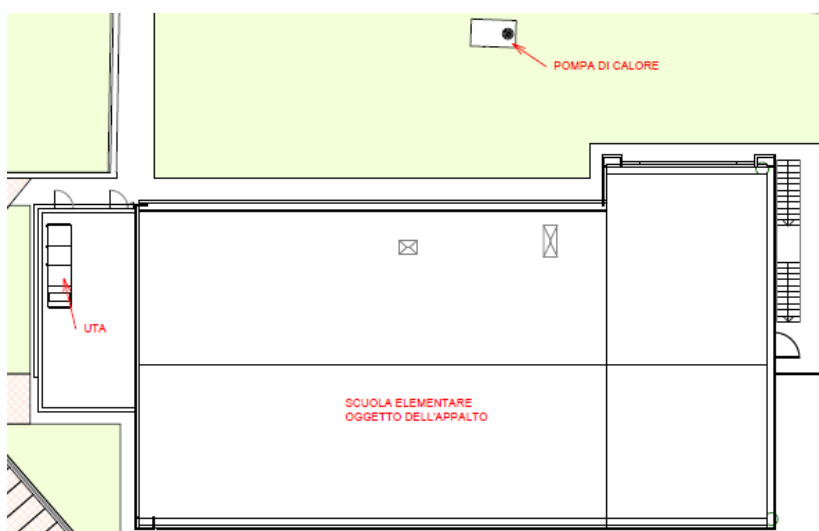


Figura 7 – Posizione delle macchine esterne

L'impianto di ventilazione meccanica invece è servito da una Unità di Trattamento Aria ADV-A 2080-6046 con mandata pari a 6235 mc/ora, sita all'esterno, sulla terrazza che si trova sopra all'ingresso della scuola. Il produttore indica i seguenti dati di emissione sonora per tale UTA:

Potenza sonora	[Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Aspirazione (aria di ripresa)	[dB]	57	51	42	38	34	28	37	47 dBA
Mandata (aria di ripresa)	[dB]	68	70	66	65	59	56	54	69 dBA
Aspirazione (aria di mandata)	[dB]	52	66	57	54	50	47	47	61 dBA
Mandata (aria di mandata)	[dB]	56	59	47	38	34	37	46	53 dBA
Irradiata	[dB]	55	66	57	58	57	39	39	63 dBA

Tabella 6 – Potenza sonora della UTA

L'aula maggiormente prossima alla terrazza non presenta aperture sul lato verso di essa, per cui si può stimare che il contributo di tale macchinario in facciata, stimato pari a 39 dBA, sia completamente abbattuto dall'isolamento aereo del muro perimetrale. Il vano maggiormente prossimo a tale sorgente risulta l'ufficio di dirigenza, a circa 3 metri di distanza dalla UTA. Il livello in facciata all'ufficio risulta pari a 42,5 dBA e viene anche in questo caso completamente abbattuto dall'isolamento della facciata (si dovrà richiedere che anche la porta dell'ufficio sia certificata per un potere isolante superiore a 42 dB). Si dovrà garantire che tale UTA sia dotata di idonei piedini antivibranti, al fine di evitare la trasmissione di vibrazioni alla terrazza e tramite essa alle altre strutture. Per tale impianto deve inoltre essere valutato il livello di rumore indotto all'interno delle aule, tenendo conto della presenza di silenziatori sia lungo il canale di mandata che su quello di aspirazione, per i quali il fornitore ha fornito il livello di attenuazione in bande di ottava. Il livello di potenza sonora nella mandata dopo il silenziatore risulta pari a 33,5 dBA. Tenendo conto del percorso dell'aria e della presenza delle bocchette di mandata e ripresa si può stimare come il livello di pressione sonora immesso nelle aule da tale impianto risulti inferiore a 25 dBA. Si deve fare la massima attenzione perchè tale impianto non trasmetta vibrazioni alla struttura o al controsoffitto. Le tubature dovranno pertanto essere disgiunte rispetto alle strutture prevedendo il sostegno tramite collari antivibranti ed inserendo materiale resiliente in tutti i punti di contatto con la struttura o con il cartongesso. Le griglie di emissione e ripresa d'aria dovranno essere dotate di opportune guarnizioni, al fine di minimizzare le vibrazioni trasmesse e la zona di contatto tra esse ed il cartongesso dovrà essere riempita tramite idonei materiali siliconici.

Per gli impianti a servizio discontinuo bisogna considerare gli scarichi dei bagni: essi non sono presenti in nessuna delle partizioni appartenente ai vani per uso didattico, per cui non si ritiene necessario adottare particolari accorgimenti a riguardo.

Ferrara, li 11/01/17

Ing. Sara Zatelli



Tecnico Competente in Acustica
abilitato con Delibera Dirigenziale n.11394 del 9/11/98
della Regione Emilia-Romagna

Tecnico Competente in Progettazione dei Requisiti Acustici
Corso di Perfezionamento c/o Università di Ferrara Luglio 2006



Studio Tecnico Ing. **SARA ZATELLI**

Via Acquedotto n°11 – Francolino (FE)

Cell. 349-5114944 - email: *ingzатели@gmail.com*

**IMPATTO ACUSTICO DEGLI IMPIANTI A SERVIZIO
DELLA NUOVA SCUOLA ELEMENTARE
DI PONT CANAVESE (TO)**



ARCHIVIO	CLIENTE	SEDE	PRATICA	DATA
10/1/04/17	COMUNE DI PONT CANAVESE		IMPATTO ACUSTICO	11/01/17

Indice

1	Premessa.....	3
2	Riferimenti legislativi e normativi.....	3
3	Descrizione del progetto.....	4
4	Impianti esterni previsti dal progetto.....	5
5	Conclusioni	7

Indice delle tabelle

Tabella 1 – Potenza sonora della UTA.....	5
Tabella 2 – Contributi degli impianti esterni della nuova scuola.....	6
Tabella 3 – Contributi con barriera attorno alla Pompa di calore	6

Indice delle figure

Figura 1 – Vista del sito di intervento.....	4
Figura 2 – Classificazione acustica e limiti	4
Figura 3 – Posizione delle macchine esterne	5
Figura 4 – Modello di simulazione	6

1 Premessa

Su richiesta dell'Arch. Luca Farinelli la sottoscritta Ing. Sara Zatelli, in qualità di Tecnico Competente in Acustica Ambientale, ha analizzato il progetto di realizzazione della nuova scuola elementare a Pont Canavese al fine di calcolare l'impatto acustico derivabile dagli impianti a servizio della stessa.

2 Riferimenti legislativi e normativi

La normativa presa a riferimento per la stesura della presente relazione è la seguente:

- DPCM 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" (G.U. n°57 del 8-3-91);
- Legge quadro sull'inquinamento acustico n° 447 del 26/10/1995 (G.U. n°254 del 30-10-95);
- DPCM del 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" (G.U. n°280 del 1-12-97);
- DM del 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" (G.U. n°76 del 1-4-98);

Il DPCM 1/3/91 costituisce la prima normativa italiana di tutela della popolazione dell'inquinamento acustico. In esso si definisce rumore *"qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente"*. Viene quindi individuata una "classificazione in zone ai fini della determinazione di limiti massimi dei livelli sonori equivalenti fissati in relazione alla diversa destinazione d'uso". Si prevede cioè una suddivisione dei territori comunali in sei tipologie di zone a cui vengono attribuiti valori massimi di livello equivalente di rumore, diversificati per il periodo di riferimento diurno e quello notturno. Il periodo diurno è identificato come quello relativo all'intervallo di tempo compreso tra le h 6,00 e le h 22,00, il periodo notturno come quello relativo all'intervallo di tempo compreso tra le h 22,00 e le h 6,00. E' la legge n°447 del 26/10/95 "legge quadro sull'inquinamento acustico" che stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico. In particolare l'art. 8 fissa le disposizioni in materia di impatto acustico ed i casi in cui debba essere predisposta una documentazione di impatto acustico e/o una previsione del clima acustico delle aree interessate alla realizzazione delle opere.

Il relativo decreto attuativo DPCM 4/11/97 stabilisce i valori limite di emissione e di immissione delle sorgenti sonore. I primi si riferiscono al "valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa", mentre i secondi al "valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente esterno, misurato in prossimità del ricettore".

Il criterio della accettabilità del rumore prevede inoltre, all'interno degli ambienti abitativi confinati, il rispetto del **criterio differenziale**, in base al quale vengono stabilite, per le zone non esclusivamente industriali, le differenze da non superare tra il livello equivalente del rumore ambientale e quello del rumore residuo: 5 dB(A) durante il periodo diurno; 3 dB(A) durante il periodo notturno.

Si definisce:

- **livello di rumore residuo** il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A” che si rileva quando si escludono le **specifiche** sorgenti disturbanti;
- **livello di rumore ambientale** il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A” prodotto da **tutte** le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo.

3 Descrizione del progetto

Il progetto prevede la realizzazione di un edificio a due piani utilizzato come Scuola Elementare, composta da cinque aule al piano terra e cinque al primo piano. La nuova scuola, sita in via Roma, andrà ad inserirsi all'interno di un Polo scolastico esistente, comprendente una Scuola Media, una palestra ed una Sala Polifunzionale.



Figura 1 – Vista del sito di intervento

Dalla Classificazione Acustica del Comune di Pont Canavese l'area di intervento (indicata in figura 2 con la linea blu) risulta inserita in Classe I (Aree particolarmente protette), mentre le aree confinanti risultano in classe III e IV.





		Classe	Limite diurno	Limite notturno
		I	50	40
		III	60	50
		IV	65	55

Figura 2 – Classificazione acustica e limiti

4 Impianti esterni previsti dal progetto

Gli impianti a funzionamento continuo previsti dal progetto sono quelli di riscaldamento e di ventilazione meccanica controllata. Il riscaldamento viene effettuato tramite pannelli radianti a pavimento ed è alimentato da una pompa di Calore Thaety 234 HT da 57 kW, posizionata all'esterno nell'area verde retrostante la scuola. Per tale pompa di calore il costruttore dichiara un livello di potenza sonora emessa pari a 78 dB ed un livello di pressione sonora pari a 46 dB a 10 metri. Visto il livello di isolamento acustico richiesto per le facciate (che si trovano ad almeno 8 metri di distanza dalla pompa) si ritiene che il contributo di tale sorgente all'interno delle aule della stessa scuola risulti trascurabile.

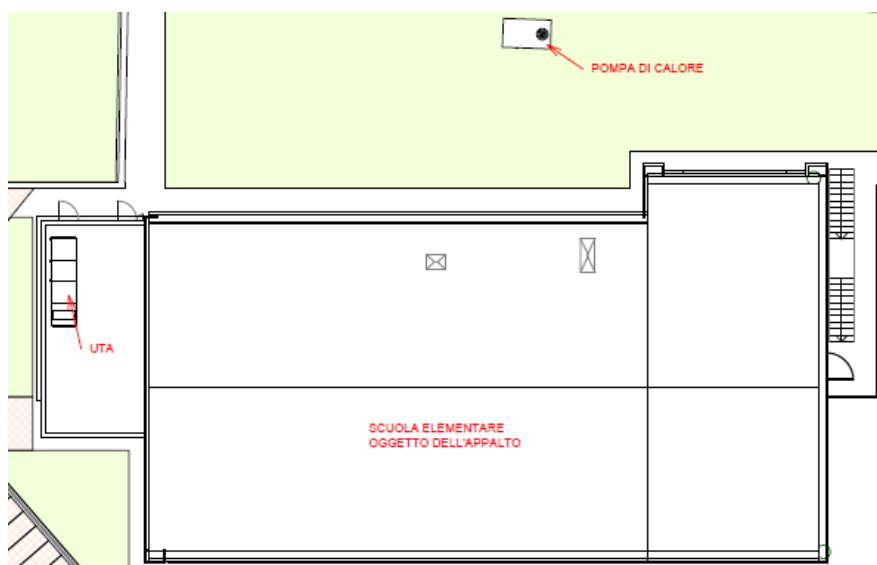


Figura 3 – Posizione delle macchine esterne

L'impianto di ventilazione meccanica invece è servito da una Unità di Trattamento Aria ADV-A 2080-6046 con mandata pari a 6235 mc/ora, sita all'esterno, sulla terrazza che si trova sopra all'ingresso della scuola. Il produttore indica i seguenti dati di emissione sonora per tale UTA:

Potenza sonora	[Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
Aspirazione (aria di ripresa)	[dB]	57	51	42	38	34	28	37	47 dBA
Mandata (aria di ripresa)	[dB]	68	70	66	65	59	56	54	69 dBA
Aspirazione (aria di mandata)	[dB]	52	66	57	54	50	47	47	61 dBA
Mandata (aria di mandata)	[dB]	56	59	47	38	34	37	46	53 dBA
Irradiata	[dB]	55	66	57	58	57	39	39	63 dBA

Tabella 1 – Potenza sonora della UTA

L'aula della nuova scuola maggiormente prossima alla terrazza non presenta aperture sul lato verso di essa, per cui si può stimare che il contributo di tale macchinario in facciata, stimato pari a 39 dBA, sia completamente abbattuto dall'isolamento aereo del muro perimetrale.

Si sono stimati quindi i contributi del rumore prodotto da tali impianti presso gli edifici maggiormente prossimi tramite un modello di simulazione creato con il software SoundPlan Essential. In tale modello, di cui si riporta in figura lo schema, sono stati inseriti gli edifici attualmente presenti ed il nuovo edificio di progetto con le due nuove sorgenti esterne.

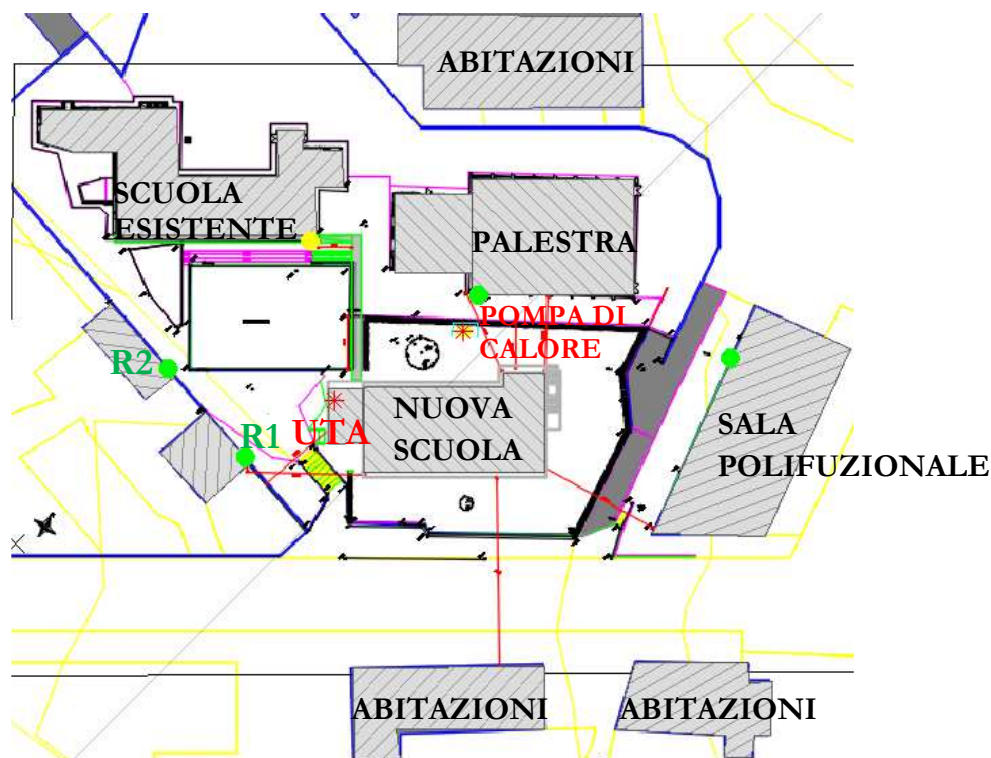


Figura 4 – Modello di simulazione

Come sopra descritto la Pompa di calore è posizionata a terra, mentre la U.T.A. è situata sul terrazzo del primo piano della nuova scuola, attorno al quale è prevista la presenza di un muretto con altezza pari alla macchina. Si sono calcolati i contributi delle due sorgenti, assimilate a sorgenti puntuali omnidirezionali, presso gli edifici scolastici vicini (al piano terra ed al primo piano) e presso i ricettori residenziali maggiormente esposti, identificati come R1 ed R2.

	Palestra		R1		R2		Sala		Scuola	
	PT	1P	PT	1P	PT	1P	PT	1P	PT	1P
Pompa di Calore	53,4	52,4	31,1	32,3	32,2	33,4	35,4	36,8	39,7	41,6
UTA	25,3	26,3	27	28,9	24,7	26,1	12,3	12,8	26,3	27,2
Contributo totale	53,4	52,4	32,5	33,9	32,9	34,1	35,4	36,8	39,9	41,7
Limite diurno	50		60				50			

Tabella 2 – Contributi degli impianti esterni della nuova scuola

Dato che nell'area sono presenti anche altre sorgenti legate al traffico veicolare, si sono ricalcolati i contributi prevedibili nel caso si preveda una barriera su tre lati della Pompa di Calore con altezza pari a due metri. Si è inoltre tenuto conto che tali impianti saranno attivi solo nel periodo di riferimento diurno per un tempo massimo di dieci ore al giorno, calcolando il livello medio diurno:

	Palestra		R1		R2		Sala		Scuola	
	1,5 m	4 m	PT	1P	PT	1P	1,5 m	4 m	PT	1P
Pompa di Calore	43,7	48	24,3	25	30,4	31,4	32,6	33,8	36,6	38
UTA	25,3	26,3	27	28,9	24,7	26,1	12,3	12,8	26,3	27,2
Contributo totale	43,8	48,0	28,9	30,4	31,4	32,5	32,6	33,8	37,0	38,3
Livello diurno	41,7	46,0	26,8	28,3	29,4	30,5	30,6	31,8	34,9	36,3
Limite diurno	50		60				50			

Tabella 3 – Contributi con barriera attorno alla Pompa di calore

In presenza di tale barriera i contributi delle due sorgenti esterne risultano inferiori al limite di immissione diurno in tutti i punti ed anche inferiori al limite di emissione per tutti i ricettori, ad esclusione della palestra. Non si conoscono i livelli sonori attualmente presenti nell'area, ma l'unica posizione in cui le nuove sorgenti introdotte potrebbero influenzare significativamente il livello sonoro risulta la facciata della Palestra prospiciente la nuova scuola. Presso i ricettori residenziali, la scuola esistente e la Sala Polifunzionale invece i contributi delle sorgenti oggetto di verifica risultano molto ridotti.

Analoga considerazione va fatta relativamente al limite di immissione differenziale (non applicabile per la Palestra), pari a 5 dBA nel periodo di riferimento diurno. Per superare tale limite con i contributi delle nuove sorgenti il livello di rumore residuo dovrebbe essere pari a 28 dBA presso le abitazioni ed a 35 dBA per la scuola, valori sicuramente superati in un'area urbana (soprattutto vista la presenza di una via trafficata in prossimità).

5 Conclusioni

Si è analizzato il possibile impatto acustico degli impianti esterni a servizio della nuova scuola elementare di Pont Canavese (TO) in progetto in via Roma. Partendo dai dati di potenza sonora dichiarati dai produttori dei macchinari previsti dal progetto e presupponendo la presenza di barriere acustiche attorno alle macchine si è valutato che i contributi del rumore prodotto dai macchinari in facciata ai ricettori residenziali maggiormente prossimi all'area di intervento, alla scuola esistente ed alla Sala Polifunzionale saranno molto contenuti e quindi non tali da portare ad un superamento dei limiti di immissione assoluti o differenziali.

Ferrara, li 11/01/17

Ing. Sara Zatelli



Tecnico Competente in Acustica
abilitato con Delibera Dirigenziale n.11394 del 9/11/98
della Regione Emilia-Romagna