



Comune di TOLENTINO

Provincia di Macerata

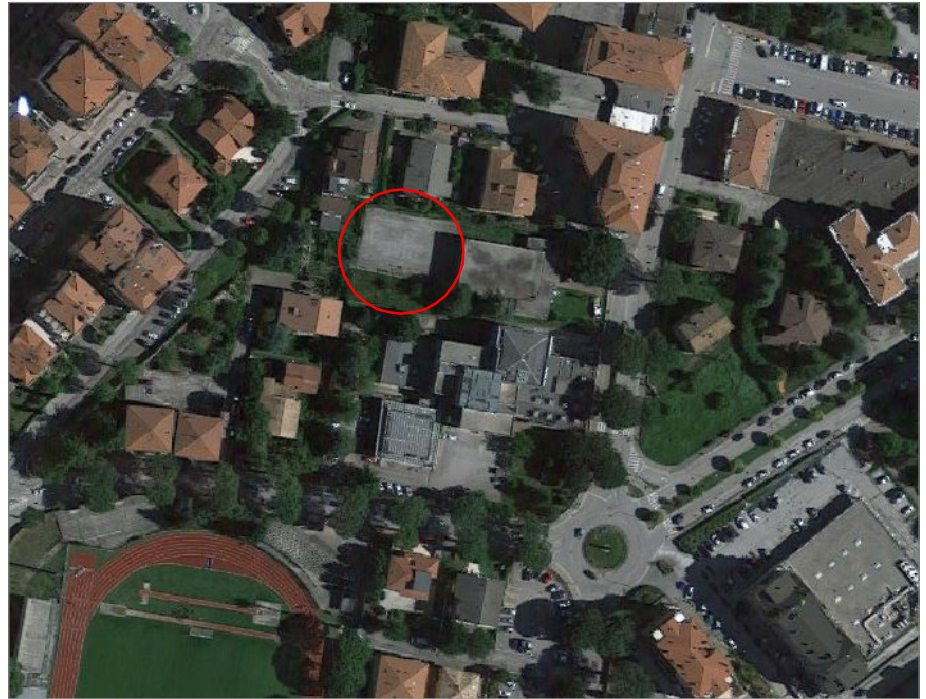
SETTORE TECNICO - UFFICIO LL.PP. e PROGETTAZIONE

Gruppo di progettazione:

Ing. Barbara CAPECCI - Coordinatore
Ing. Mariella ROTELLI

Località di intervento:

Comune di TOLENTINO



Collaborazioni esterne:

Progettazione strutturale
Ing. Paolo CAMPETTI

Progettazione impianti meccanici
Per. Ind. Marino BARA

Progettazione impianti elettrici
Per. Ind. Fabrizio MANCINI

Progettazione acustica
Ing. Matteo MASSACCESI

Documento informatico firmato digitalmente
ai sensi del D. Lgs. n. 82/2005, mod. ed int.
dal D. Lgs. n.235/2010 e dal DPR n. 445/2000
e norme collegate, il quale sostituisce
il documento cartaceo e la firma autografa

Oggetto:

PROGETTO ESECUTIVO

#SISM A2016: REALIZZAZIONE NUOVA PALESTRA PER LA SCUOLA "G. LUCATELLI"

Committente:

COMUNE DI TOLENTINO

Titolo:

RELAZIONE ACUSTICA

tav.n°

AC-01

Scala:

n° commessa:

2017_17

Categoria di progettazione:

acustica

Nome file:

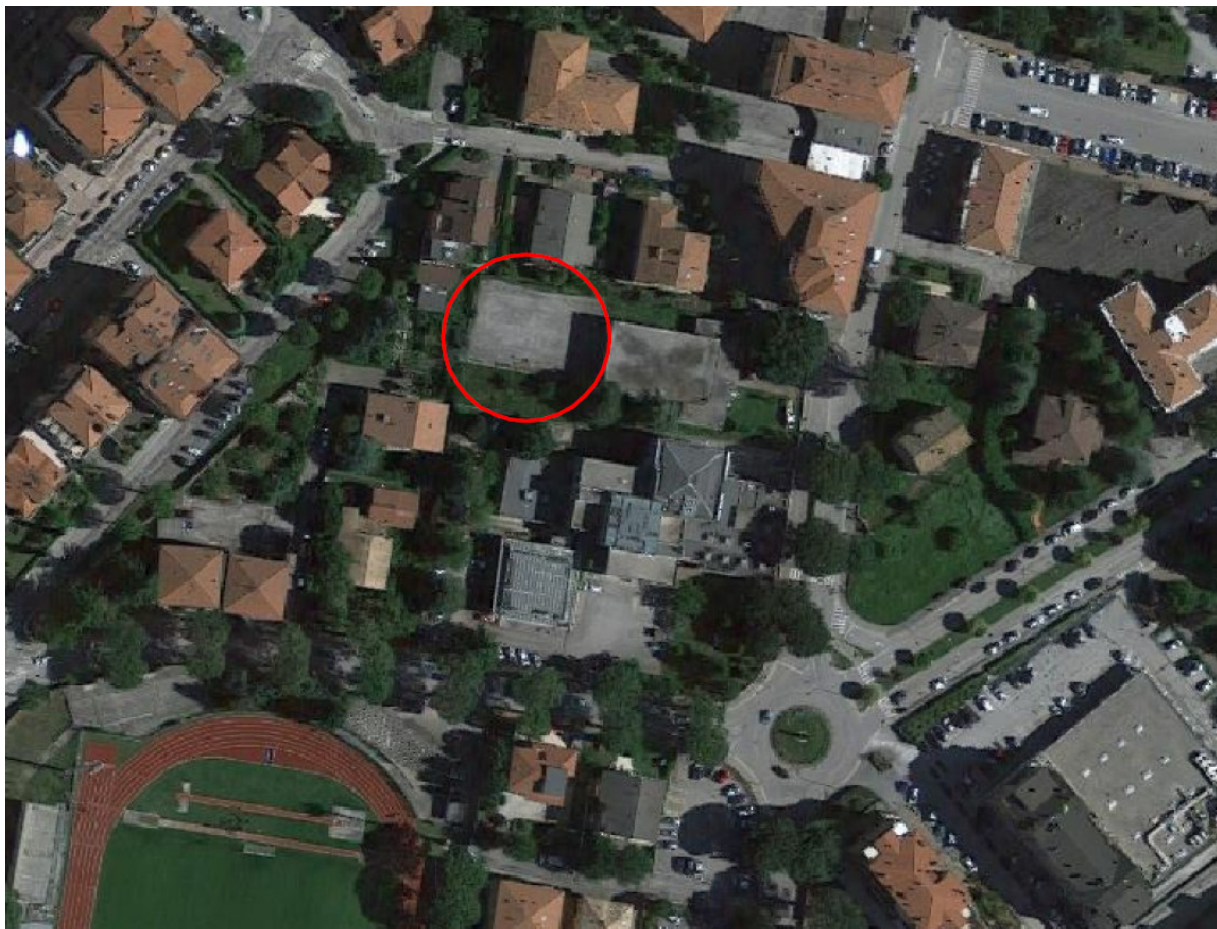
2017_17_AC-01_
Relazione.pdf

prot. n°:

Agg.	Rev.	Data agg.	Motivazione agg.	Redatto	Controllato	Approvato
01	01	maggio 2018	prima emissione	MM	MM	BC

Il sottoscritto Ing. Matteo Massaccesi, iscritto all'Albo dell'Ordine degli Ingegneri di Macerata al n° A1662, tecnico competente in acustica ambientale Decreto del Dirigente della P.F. Tutela delle Risorse Ambientali n. 40/TRA del 03/04/2013 è stato incaricato dal Comune di Tolentino sede in Galleria Europa n°8, di redigere la Relazione di calcolo del tempo di riverberazione ai sensi del DPCM 5 dicembre 1997 e della circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967.

L'edificio in oggetto, è ubicato in Viale Giovanni Benadduci n° 23, Tolentino (MC), trattasi di nuova palestra a servizio dell'Istituto Comprensivo G. Lucatelli. Di seguito si allega mappa con indicata la zona di realizzazione della nuova palestra.

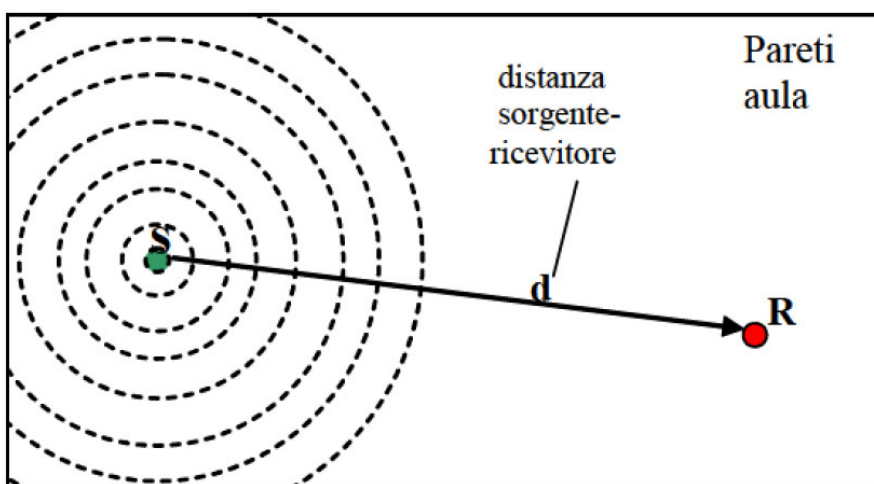




L'edificio in oggetto, appartiene, nel piano di zonizzazione acustica comunale, alle aree di classe III, aree di tipo misto.

PROPAGAZIONE DEL SUONO IN UN'AULA SCOLASTICA

All'interno di un'aula scolastica la propagazione della vibrazione sonora (nel caso solito della voce dell'insegnante) è paragonabile ad una sorgente S omnidirezionale che emette fronti d'onda sferici con uguale intensità in ogni direzione e un ricevitore R (nel caso gli alunni) posto a distanza d dalla sorgente, come mostra la figura.



Anche in questo caso avremo un raggio che parte dalla sorgente e arriva direttamente al ricevitore, ma gli altri raggi, che prima si disperdevano nello spazio, nel frangente rimbalzano contro le pareti e arrivano al ricevitore con un certo ritardo.

Di conseguenza oltre all'onda diretta dovremo considerare anche le onde riflesse che si sovrappongono all'onda fondamentale dando luogo a fenomeni di riverbero.

Dette onde di riverbero si riducono al passare del tempo fino a decadere a zero come conseguenza della riflessione multipla e il conseguente assorbimento delle pareti.

Col termine riverbero quindi si intende la persistenza del suono in un ambiente chiuso, dopo che la sorgente sonora ha cessato di irradiare, a causa della riflessione continuata del suono sulle pareti.

AMBIENTI RIVERBERANTI E SEMIRIVERBERANTI

Sostanzialmente possiamo dividere gli ambienti in due categorie, che si differenziano tra loro in base ad alcune proprietà.

Avremo:

-ambienti riverberanti

Gli ambienti riverberanti sono delle sale appositamente costruite che hanno un coefficiente di assorbimento nullo e sono munite di schermi atti a rendere uniforme la distribuzione del suono nell'ambiente.

Le pareti sono in grado di riflettere molto bene le onde sonore e quindi ad ogni riflessione le onde sonore subiscono perdite molto basse.

Queste riflessioni producono una distribuzione di energia acustica uniforme così che in ogni punto della sala si ha l'impressione che il suono arrivi da tutte le direzioni.

Normalmente sono camere di dimensioni non elevate e hanno la prerogativa di essere non regolari.

Esse vengono utilizzate per la determinazione del coefficiente di riduzione del rumore, per controllare il rendimento di materiali e strutture, etc.

-ambienti semiriverberanti

La maggior parte degli ambienti comuni aule scolastiche comprese sono di tipo semiriverberante.

A differenza degli ambienti riverberanti, gli ambienti semiriverberanti assorbono parte delle onde emesse dalla sorgente e di conseguenza si ha una perdita di energia.

PARAMETRI CARATTERISTICI DELL'AMBIENTE

Alcuni parametri caratteristici dell'ambiente, sono:

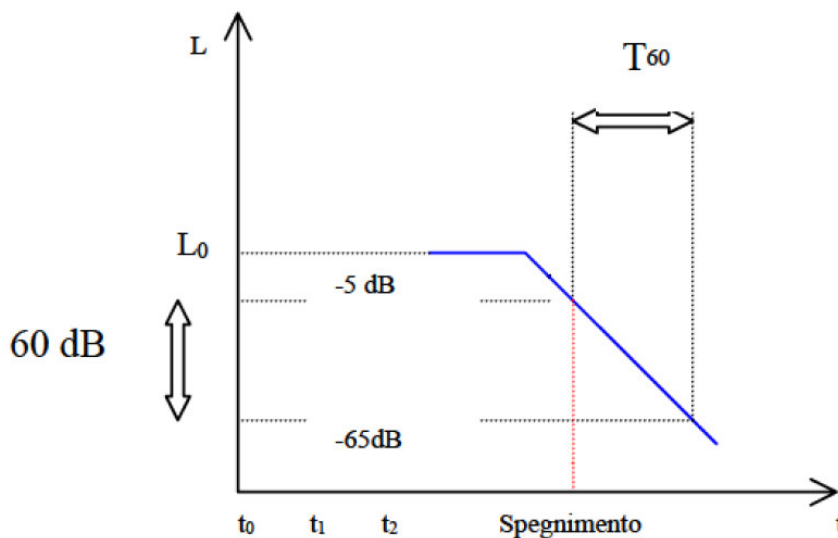
TR = tempo di riverbero

Lm = libero cammino medio

α = coefficiente d'assorbimento medio dell'ambiente

Tempo di riverbero

W. Sabine definì il tempo di riverbero come il tempo necessario affinché la pressione acustica nell'ambiente diminuisca di 60 dB, in seguito allo spegnimento della sorgente.



Viene indicato con il termine T_{60} .

Seguendo le disposizioni della normativa si usa far partire il cronometro quando il livello è sceso di 5 dB, in modo da evitare il tratto scalinato, e si ferma quando è sceso di 65 dB complessivamente.

Il tempo di riverbero è chiaro che questo è uno degli aspetti più importanti della progettazione acustica degli ambienti, soprattutto nelle aule scolastiche in quanto un tempo di riverbero eccessivo determina confusione, poca intelligibilità della parola e conseguente perdita di attenzione da parte degli studenti.

Il tempo di riverbero T_{60} e' calcolato mediante la formula di Sabine:

$$T_{60} = 0,16 \frac{V}{A}$$

V e' il volume dell'ambiente ricevente espresso in mc

A e' l'area equivalente di assorbimento acustico in mq

$$A = \sum a_i S_i$$

Dove a_i e' il coefficiente di assorbimento i-esimo dei singoli materiali e S_i e' l'area i-esima dei vari materiali.

Il DM 18/12/1975 all'articolo 5.1 indica i criteri di valutazione dei requisiti acustici dell'edilizia scolastica e i limiti per il tempo di riverberazione sono quelli riportati nella circolare del Ministero dei lavori pubblici n 3150 del 22 maggio 1967 come si evince dalla nota alla tabella B allegata al DPCM 5 dicembre 1997.

Detta circolare recante titolo "Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici" prevede i seguenti limiti per i tempi di riverbero:

1,2 secondi per le aule ad aula arredata con presenza massima di n 2 persone

2,2 secondi per le palestre

Per ridurre i tempi di riverbero entro i limiti consentiti si andranno ad utilizzare materiali fonoassorbenti per assorbire parte delle onde riflesse e determinando così un abbattimento delle stesse e quindi un tempo di riverbero inferiore.

Determinazione del tempo di riverbero nella nuova palestra:

Superficie palestra mq 462

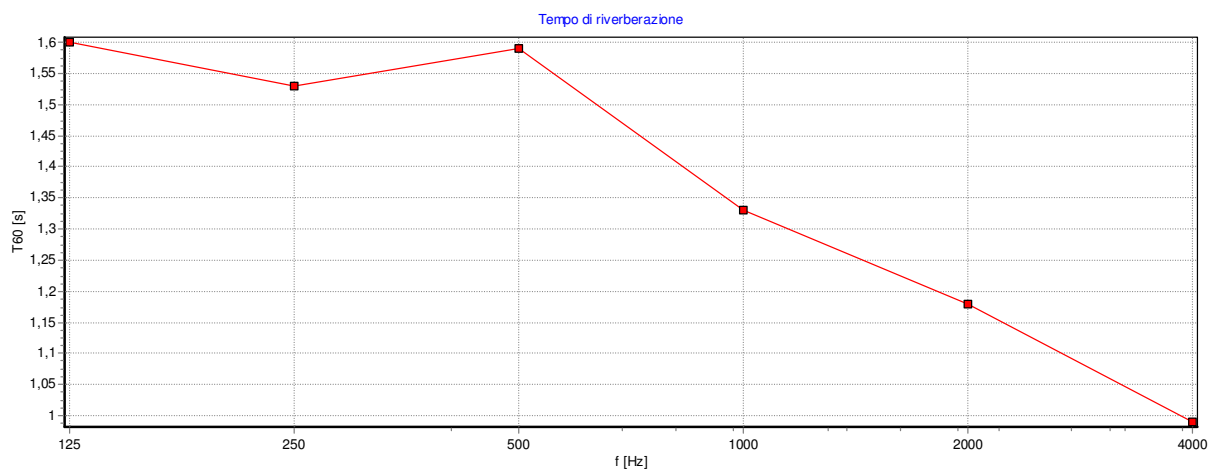
Altezza = m 7

Volume mc 3.234

Locale	Volume [m ³]	T60 medio [s]	Limite [s]	Verificato
palestra	3.234	1,41	2,20 (per palestre)	Sì

Materiale	Area [m ²]	125 [Hz]	250 [Hz]	500 [Hz]	1000 [Hz]	2000 [Hz]	4000 [Hz]
pavimento vinilico	462,00	0,04	0,04	0,06	0,08	0,08	0,06
soffitto acustico	462,00	0,45	0,55	0,50	0,65	0,80	1,00
Pareti in cartongesso	578,00	0,15	0,10	0,10	0,08	0,05	0,05
Lastra di vetro di infisso	30,24	0,35	0,25	0,20	0,10	0,05	0,05
Persona seduta o in piedi	12,00	0,15	0,30	0,40	0,40	0,45	0,40

	125 [Hz]	250 [Hz]	500 [Hz]	1000 [Hz]	2000 [Hz]	4000 [Hz]
Tempo di riverberazione	1,60	1,53	1,59	1,33	1,18	0,99



Per ridurre i tempi di riverbero entro i limiti consentiti è stato previsto un controsoffitto del tipo Celenit AB o equivalente. Pannello isolante termico ed acustico, in lana di legno sottile di abete rosso mineralizzata e legata con cemento Portland bianco. Larghezza lana di legno: 2 mm.

Conforme alla norma UNI EN 13168 e UNI EN 13964, spessore 25 o 30 mm.



Assorbimento acustico

Tipo di pannello ¹	Specifiche di prova ²			Certificato ³		Assorbimento acustico									
	Spessore [mm]	MW [mm]	TH [mm]	No.	Data	Frequenze α_p [Hz]				2000	4000	α_w	NRC	SAA	Classe
Intercapedine vuota															
CELENIT AB	25		425	331332-E	11.02.2016	0,45	0,55	0,50	0,65	0,80	1,00	0,60 (H)	0,60	0,62	C

Dati tecnici

Normativa	UNI EN 13168 - UNI EN 13964				CE
Codice di designazione CELENIT AB	WW-EN13168-L3-W2-T2-S2-CS(10)200-CI3				
Codice di designazione CELENIT A	WW-EN13168-L3-W2-T2-S2-CS(10)200-CI1				
Dimensioni [mm]	2400x600 - 2000x600 - 1200x600 - 600x600				
Spessore [mm]	15	25	35	50	
Massa superficiale [kg/m ²]	7,8	11,5	15,0	20,0	
Conducibilità termica dichiarata λ_c [W/mK]	0,070				
Resistenza termica dichiarata R_D [m ² K/W]	0,20	0,35	0,50	0,70	
Sollecitazione a compressione al 10% di deformazione σ_{10} [kPa]	≥ 200				
Resistenza alla diffusione del vapore μ	5				
Calore specifico c_p [kJ/kgK] ¹	1,81				
Reazione al fuoco ²	Euroclasse B-s1, d0				
Compatibilità con altri materiali CELENIT AB [%]	$\leq 0,06$				
Compatibilità con altri materiali CELENIT A [%]	$\leq 0,35$				
Assorbimento acustico	α_w fino a 0,95 - NRC fino a 0,90				
Durabilità	Classe C				
Riflessione luminosa CELENIT AB [%]	50,7 - 74,0 (colorato bianco 05/15)				
Riflessione luminosa CELENIT A [%]	31,2				
Rilascio di formaldeide	Classe E1				
Rilascio di amianto	non contiene amianto				

¹ Certificato dall'Università di Bologna - LEBSO no. 809 | rev. 07.05.2009

² La reazione al fuoco non cambia per i prodotti verniciati

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti mostrano pertanto che con i prodotti indicati nella presente relazione la nuova palestra a servizio della scuola Lucatelli rispetta le prescrizioni acustiche dettate dalle leggi vigenti.

Pertanto i Limiti del tempo di riverbero risultano VERIFICATI.

Recanati 04/05/2018



Il tecnico competente in acustica

Ing. Matteo Massaccesi, tecnico competente in acustica Decreto del Dirigente della
P.F. Tutela delle Risorse Ambientali n. 40/TRA del 03/04/2013