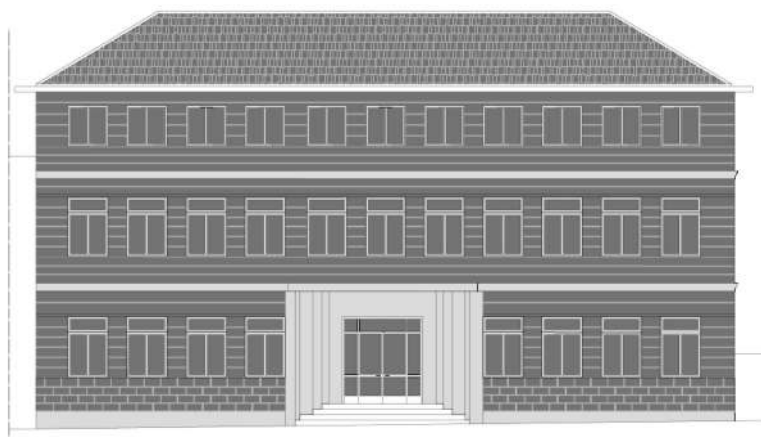


Valutazione Previsionale dei Requisiti Acustici Passivi

In relazione a progetto di ristrutturazione per l'insediamento di attività terziaria uffici Centro per L'impiego, presso edificio ex scolastico esistente in Corso Trieste 17 a Susa (TO).



Valutazione dei requisiti acustici passivi degli edifici in base al D.P.C.M. 5/12/1997, con riferimento alle norme UNI 11175, UNI EN 12354 e UNI 16283

Proprietario committente:

Agenzia Piemonte Lavoro
Ente strumentale della Regione Piemonte
Via Amedeo Avogadro 30
Torino

Progetto architettonico

Simona CURTETTI architetto
Via Santa Chiara 52
Torino

Progetto acustico

AB Sound

Arch. Vincenzo Bonardo
Dr. Gianluca Allemandi
Via C. Battisti 9,
Fossano (CN)

Il tecnico competente in acustica ambientale
(Determinazione Regione Piemonte N° 300 del 30.04.2010 –
ENTECA 4434)

Vincenzo Arch. Bonardo

Il tecnico competente in acustica ambientale
(Determinazione Regione Piemonte N° 165 del 08.07.2005 –
ENTECA 6343)

Gianluca Dr. Allemandi

Fossano, li 21/02/2023

INDICE

1. Premessa Normativa	3
2. Metodologia Operativa	4
3. Definizioni e limiti normativi (Allegato A del D.P.C.M. 5/12/1997)	5
4. Valutazione Requisiti Acustici Passivi: Progetto di ristrutturazione edilizia per redistribuzione interna e per installazione di nuovi impianti.	8
4.1. Calcolo del potere fonoisolante degli elementi costituenti l'involucro dell'edificio (R_w)	13
4.2. Calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (R'_w)	24
4.3. Calcolo dell'indice di isolamento acustico normalizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$)	25
1_ <i>Calcolo di verifica della facciata studio medico 1 PT</i>	26
2_ <i>Calcolo di verifica della facciata studio medico 3 PT</i>	27
3_ <i>Calcolo di verifica della facciata studio medico 4 P1</i>	27
4_ <i>Calcolo di verifica della facciata d'angolo break room 4 P1</i>	29
4.4. Calcolo dell'indice di livello di rumore di calpestio (L'_{nw})	29
4.5. Isolamento dal rumore degli impianti ($L_{AS\ max}$ e L_{Aeq})	34
4.5.1. <i>Impianti a funzionamento discontinuo</i>	34
4.5.2. <i>Impianti a funzionamento continuo</i>	35
5. Conclusioni	37
Allegato 01: Metodi di calcolo	38
Allegato 02: Nomina Tecnico Competente Acustico	43

1. Premessa Normativa

Il D.P.C.M. 5/12/1997 si prefigge di fissare dei limiti e dei parametri finalizzati a garantire il confort Acustico all'interno degli edifici civili, senza entrare nel merito della presenza di eventuali sorgenti di inquinamento acustico dall'esterno.

Il Decreto fissa dei valori minimi di isolamento acustico cui ogni edificio civile, classificati a loro volta in sette categorie (dalla A alla G), deve soddisfare. Tali valori e limiti rappresentano dei vincoli da rispettare durante le misurazioni in opera ovvero ad edificio realizzato. Questo implica che nella valutazione di tali indici si tenga conto sia della trasmissione diretta del rumore che di quella di fiancheggiamento, cioè di quella rumorosità connessa con le strutture solidamente legate a quella in esame.

Si sottolinea tuttavia come la normativa in materia sia tutt'oggi incompleta. La Legge Quadro sull'inquinamento Acustico prevede infatti in affiancamento al suddetto decreto due ulteriori normative inerenti le caratteristiche degli isolanti acustici e le modalità di progettazione acustica degli edifici. Ad oggi nessuno dei decreti è stato emanato con il rischio, se non di vanificare l'intero impianto normativo, di renderne sicuramente difficoltosa l'applicazione. La normativa di riferimento è in fase di riordino con non poche incertezze al momento attuale, anche al fine di raggiungere la conformità alle direttive europee.

Parallelamente alla Normativa vigente esistono tuttavia delle norme tecniche che contengono metodi di calcolo più o meno semplificati per la valutazione dei requisiti acustici passivi degli edifici. La norma UNI EN 12354 permette di valutare le proprietà acustiche di un edificio nei vari casi di trasmissione di rumore, partendo dalle prestazioni delle singole componenti. La norma UNI TR 11175 riporta invece un metodo di calcolo semplificato. Le misurazioni in opera e le modalità operative sono invece regolamentate dalle normative tecniche UNI ISO 16283 "Acustica - Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio".

Al fine di progettare edifici che rispondano ai requisiti acustici passivi ed evitare di costruire edifici che presentino, in fase di collaudo, delle caratteristiche del tutto difformi a quanto ipotizzato è bene utilizzare nella progettazione dei modelli previsionali basati sulle suddette norme tecniche, che trovano la loro origine in misure eseguite in laboratorio, in opera o da estrapolazioni matematiche su modelli sperimentali.

Si sottolinea tuttavia l'importanza dell'esecuzione a regola d'arte, del collaudo post-operam, della presenza in cantiere in affiancamento alla Direzione dei Lavori da parte di un Tecnico Competente in acustica ambientale. Talora piccole distrazioni, ovvero una errata posa in opera dei materiali, possono provocare significative variazioni delle caratteristiche di isolamento acustico degli edifici.

2. Metodologia Operativa

Per il calcolo dei requisiti acustici passivi sono state utilizzate le indicazioni riportate nelle seguenti norme tecniche:

UNI EN ISO 12354:2017 "Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti"

Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti

Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti

Parte 3: Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea

Rapporto Tecnico UNI TR 11175: "Acustica in edilizia. Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale"

In alcuni casi, considerate le tipologie costruttive adottate, sono state utilizzate formule matematiche tratte dalla più recente bibliografia, le quali, in base alla nostra esperienza, risultano essere maggiormente aderenti ai risultati delle misurazioni in opera ed a favore di sicurezza.

Il problema dei rumori generati dagli impianti tecnologici viene affrontato proponendo una serie di prescrizioni di realizzazione.

Per la posa in opera dei sistemi e materiali per l'isolamento acustico contenuti in questa relazione si fa riferimento alle seguenti normative:

UNI 11296:2018 "Acustica in edilizia - Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata – Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno"

UNI 11673:2017 "Posa in opera di serramenti – Parte 1: Requisiti e criteri di verifica della progettazione"

UNI 11516:2013 "Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l'isolamento acustico"

3. Definizioni e limiti normativi (Allegato A del D.P.C.M. 5/12/1997)

Grandezze di riferimento: definizioni, metodi di calcolo e misure

Le **grandezze** che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:

- il **tempo di riverberazione (T)**, definito dalla norma ISO 3382: 1975;
- il **potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti (R')**, definito dalla norma UNI EN ISO 140-5: 1996;
- l'**isolamento acustico standardizzato di facciata (D_{2m,nT})**, definito da:

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log T/T_0$$

dove:

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

è la differenza di livello di pressione sonora:

- $L_{1,2m}$ è il livello di pressione sonora esterno a 2 metri dalla facciata, prodotto da rumore da traffico se prevalente, o da altoparlante con incidenza del suono di 45° sulla facciata;
- L_2 è il livello di pressione sonora medio nell'ambiente ricevente, valutato a partire dai livelli misurati nell'ambiente ricevente mediante la seguente formula:

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

Le misure dei livelli L_i devono essere eseguite in numero di n **per ciascuna banda di terzi di ottava**. Il numero n è il numero intero immediatamente superiore ad un decimo del volume dell'ambiente; in ogni caso, il valore minimo di n è cinque;

T è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente in secondi;
 T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento assunto pari a 0,5 s;

- il **livello di rumore di calpestio di solai normalizzato (L'_n)** definito dalla norma UNI EN ISO 140-7: 1996;
- **L_{ASmax}**: livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow;
- **L_{Aeq}**: livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A.

Gli **indici di valutazione** che caratterizzano i requisiti acustici passivi degli edifici sono:

- a.) **indice del potere fonoisolante apparente di ripartizioni fra ambienti (R'_w)** da calcolare secondo la norma UNI EN ISO 717-1
- b.) **indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata (D_{2m,nT,w})** da calcolare secondo le stesse procedure di cui al precedente punto a.; UNI EN ISO 717-1
- c.) **indice del livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato (L'_{n,w})** da calcolare secondo la norma UNI EN ISO 717-2

Rumore prodotto dagli impianti tecnologici

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici NON deve superare i seguenti limiti:

- a) **35 dB(A) L_{ASmax}** con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento **discontinuo** (quali ascensori, scarichi idraulici etc.);
- b) **25 dB(A) L_{Aeq}** per i servizi a funzionamento **continuo** (quali impianti di condizionamento, aerazione, riscaldamento etc.).

Le misure di livello 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.

Classificazione degli ambienti abitativi e Limiti Normativi

In base alla destinazione d'uso gli ambienti e gli edifici sono classificati come segue:

Tabella A: CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (art. 2)

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

In base alla suddetta classificazione vengono stabiliti dei limiti normativi;

Tabella B: REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

<i>Categorie di cui alla Tab. A</i>	Parametri				
	$R'w$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

I valori di $R'w$ e $D_{2m,nT,w}$ sono da intendersi come valori minimi consentiti.

I valori di $L'_{n,w}$, L_{ASmax} e L_{Aeq} sono da intendersi come valori massimi consentiti.

I valori di $R'w$ sono riferiti a elementi di separazione tra differenti unità immobiliari.

I valori di $D_{2m,nT,w}$ sono riferiti a elementi di separazione tra ambienti abitativi e l'esterno.

I valori di $L'_{n,w}$ sono riferiti a elementi di separazioni tra differenti ambienti abitativi.

Si sottolinea che, considerate le attuali definizioni legislative di “unità immobiliari” resta non chiara l’applicabilità dei valori di $R'w$ riportati nel Decreto per quanto riguarda i muri divisorii tra due differenti aule scolastiche o tra due differenti camere di ospedale, o ancora tra due camere d’albergo.

Sempre in merito ai limiti di riferimento ed ai requisiti acustici passivi è utile a questo punto sottolineare che nel luglio del 2010 è stata pubblicata la norma UNI 1136700/2010 che stabilisce i nuovi criteri di valutazione dei requisiti acustici, andando a correggere le lacune della norma in vigore; tale norma tecnica è solamente “volontaria” in quanto non è ancora stata recepita ed approvata dal legislatore.

Nella tabella sottostante è riportata la classificazione acustica volontaria degli edifici secondo la Norma UNI 1136700_2010, dove si evidenzia come la nuova classificazione divide gli edifici in 4 fasce con qualità acustiche crescenti. La classificazione acustica deriva da una media aritmetica dei coefficienti di alcuni parametri (che sono tipicamente quelli già previsti dal DPCM 5/12/97.)

prospetto 1 Valori dei parametri descrittivi delle caratteristiche prestazionali degli elementi edilizi da utilizzare ai fini della classificazione acustica di unità immobiliari

Classe	Indici di valutazione				
	a) Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ dB	b) Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari R'_{w} dB	c) Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari L'_{nw} dB	d) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo L_{ic} dB(A)	e) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo L_{id} dB(A)
I	≥ 43	≥ 56	≤ 53	≤ 25	≤ 30
II	≥ 40	≥ 53	≤ 58	≤ 28	≤ 33
III	≥ 37	≥ 50	≤ 63	≤ 32	≤ 37
IV	≥ 32	≥ 45	≤ 68	≤ 37	≤ 42

4. Valutazione Requisiti Acustici Passivi: Progetto di ristrutturazione edilizia per redistribuzione interna e per installazione di nuovi impianti.

L'intenzione progettuale è quella di ristrutturare, ed ammodernare i locali della ex scuola Elementare di C.so Trieste 17 per adibirli a uffici pubblici, ed in particolare per l'insediamento del locale Centro per l'Impiego.

Il lavori prevedono in primis, la ristrutturazione interna di locali per l'adeguamento dei 3 piani del fabbricato alla nuova destinazione d'uso terziaria.

Con la ristrutturazione saranno pertanto realizzate:

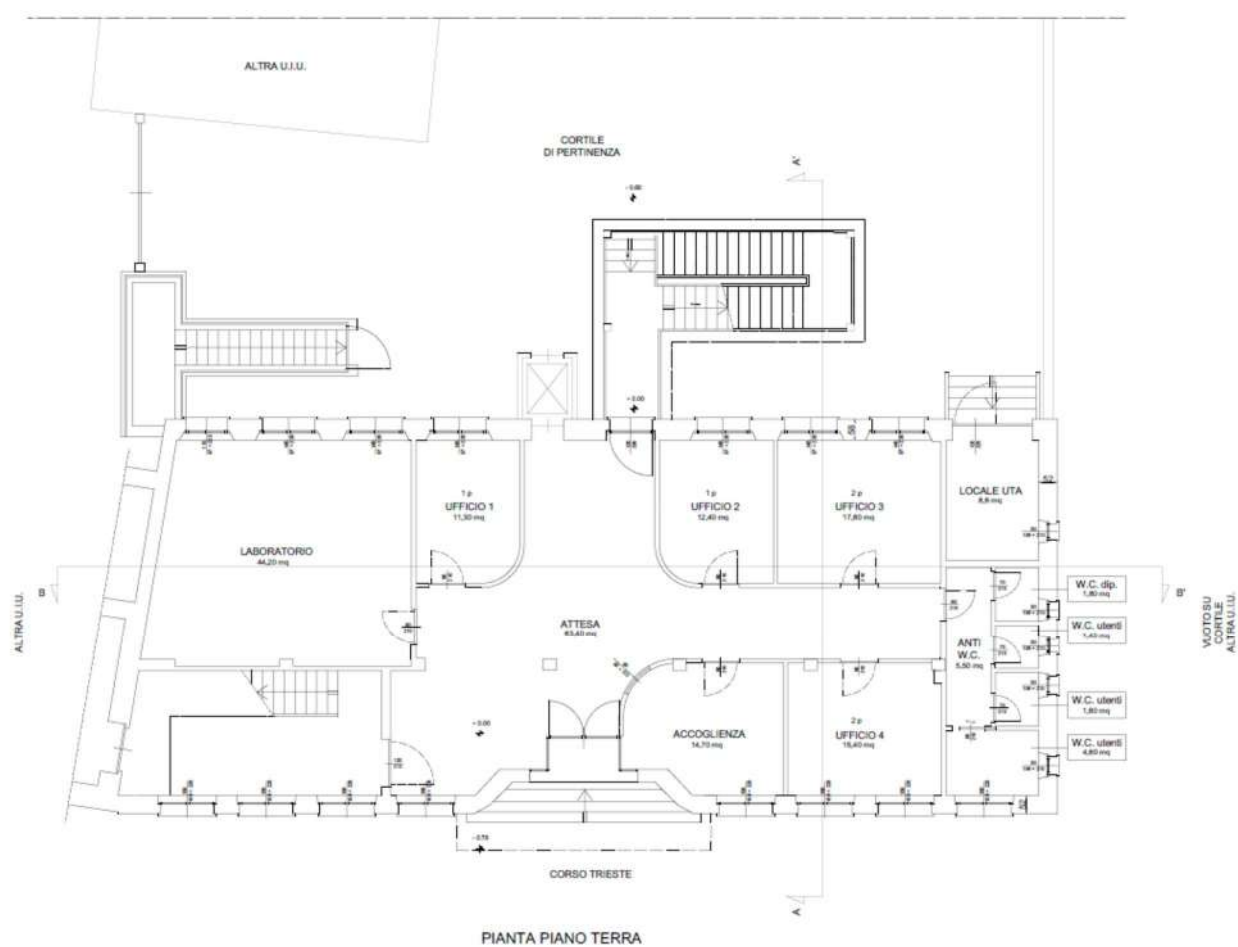
- A piano rialzato, oltre all'atrio d'ingresso ed un ufficio accoglienza saranno realizzati 4 uffici ed un locale laboratorio, oltre ai servizi igienici ed il vano scala per l'accesso ai piani superiori.
- Al piano primo saranno realizzati 5 uffici chiusi, oltre che sala riunioni, archivio una sala relax ed un back office, sempre raggiungibili mediante corridoio disimpegno
- Al secondo piano saranno realizzate sei sale da assegnare a varie associazioni del territorio, oltre ad un deposito ed ai servizi igienici.

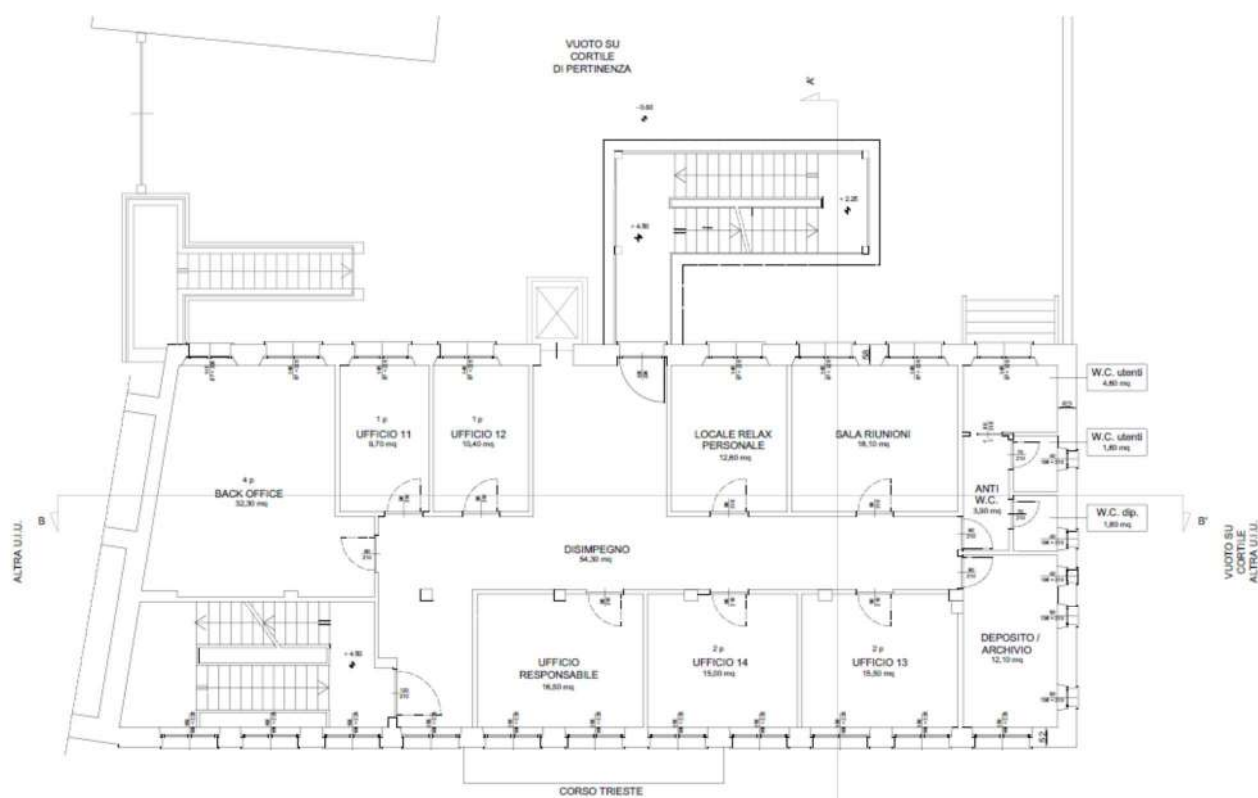
Con la ristrutturazione sarà anche realizzata una nuova scala di sicurezza ed un nuovo ascensore per accesso ai piani delle persone disabili, entrambi saranno realizzati nel cortile interno al fabbricato.

Si anticipa che a livello impiantistico si prevede l'installazione di un nuovo impianto di riscaldamento/raffrescamento in pompa di calore con unità esterna in locale tecnico al piano terra collegata con split ad espansione diretta installati nei locali uffici.

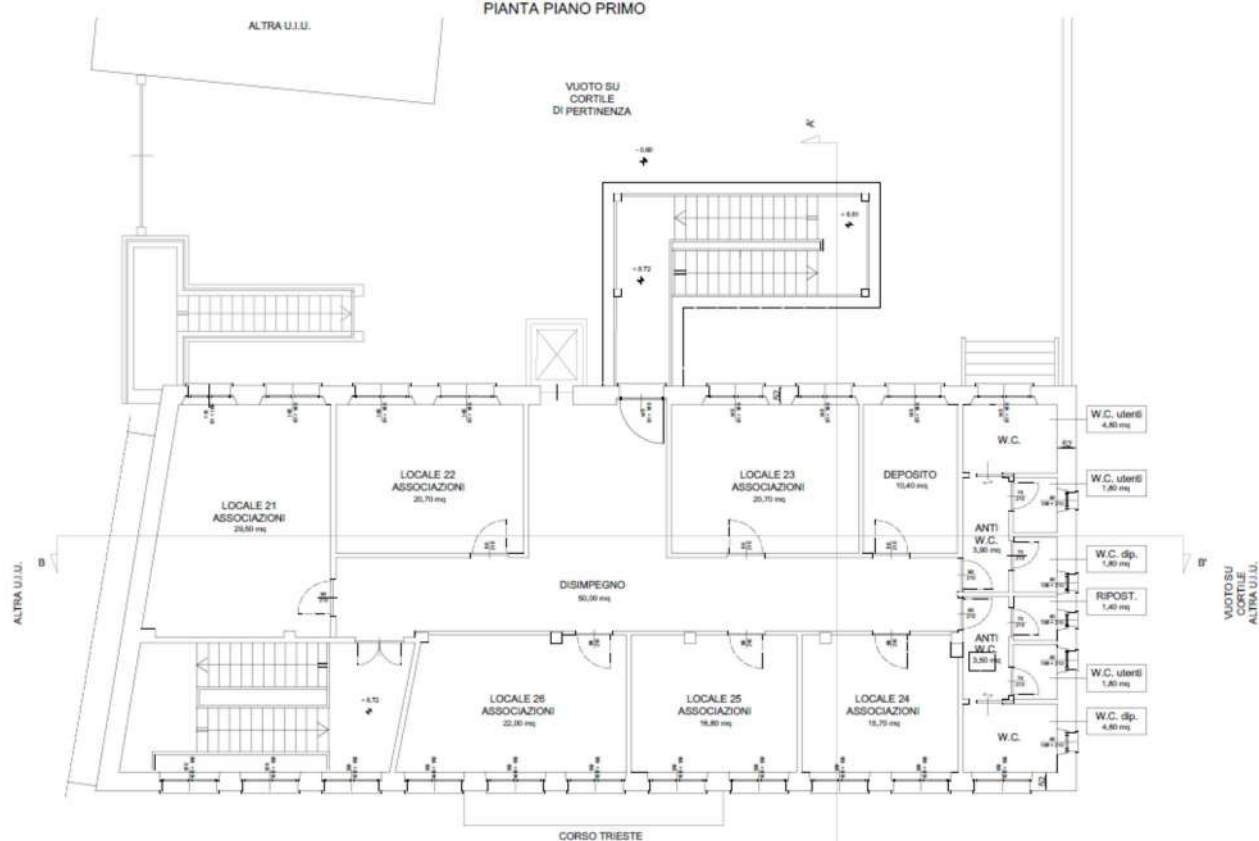
Dal punto di vista strutturale si evidenzia che non sono note le stratigrafie murarie e delle solette, e non sono previsti neppure saggi per valutarne la consistenza, pertanto, sulla base degli spessori e delle finiture oltre che della tipologia di struttura portante in pilastri e travi di c.a. si andrà nel seguito ad ipotizzare e calcolare il potere fonoisolante di una stratigrafia simile per tipologia ed epoca di costruzione.

Di seguito si riportano planimetrie di progetto dell'edificio.

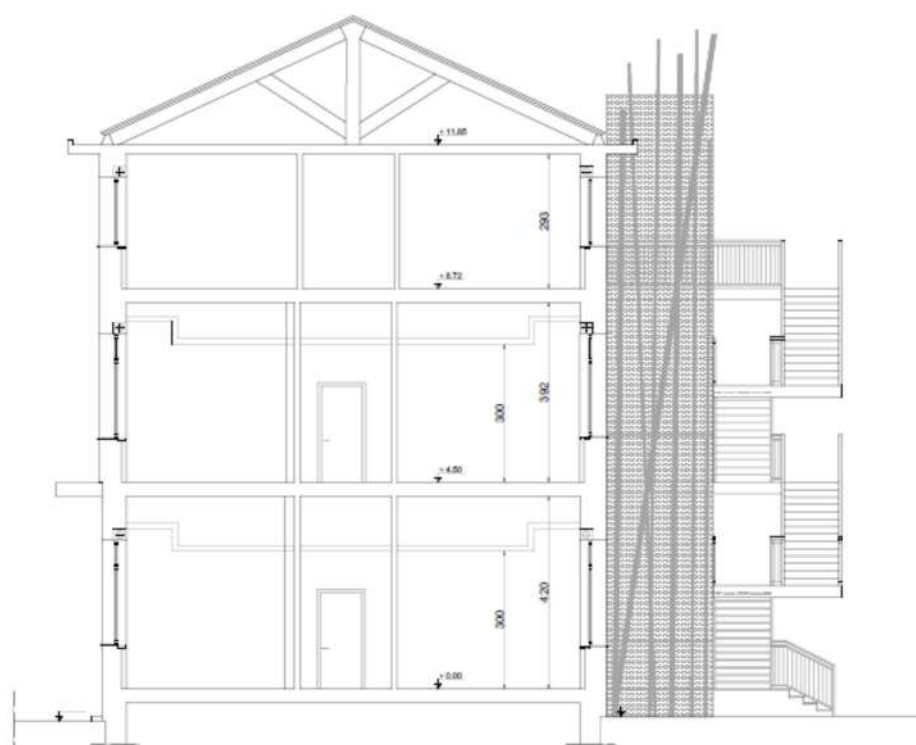




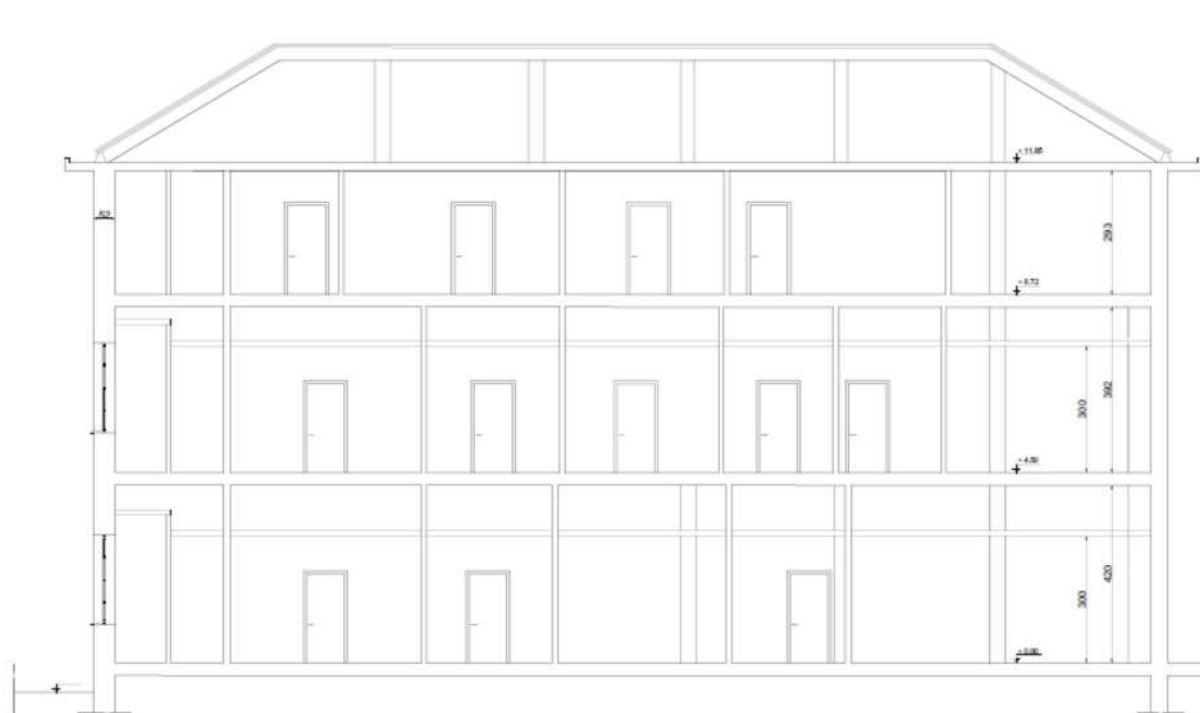
PIANTA PIANO PRIMO



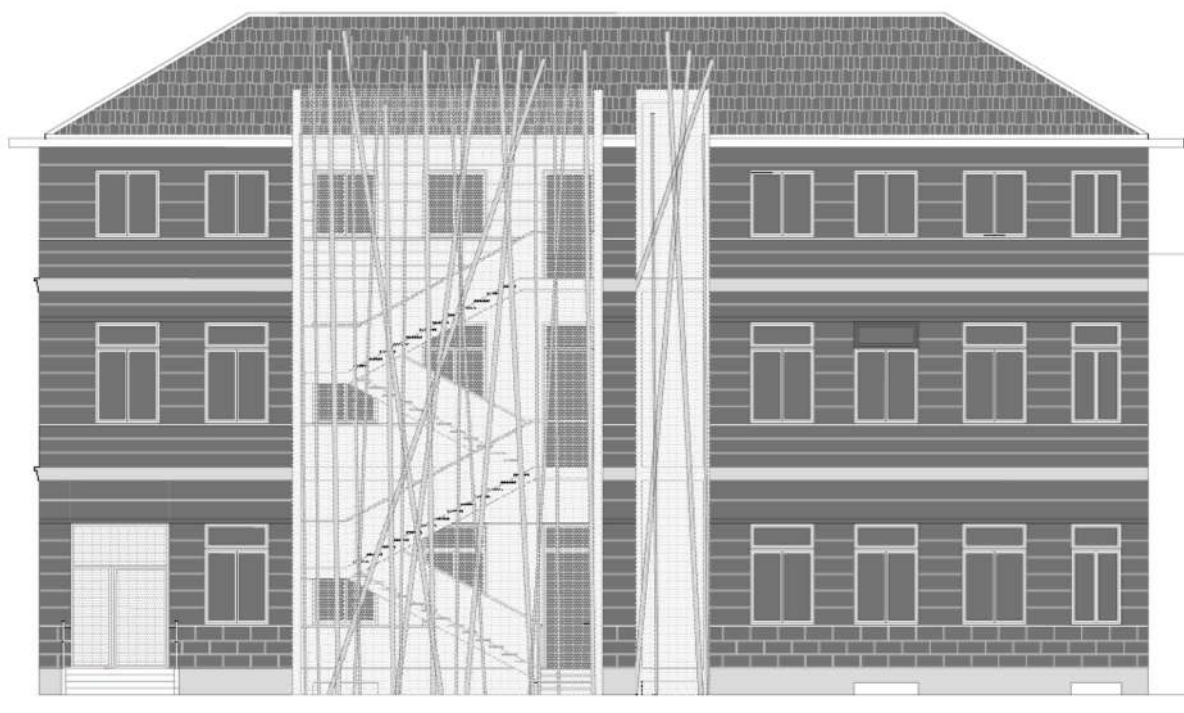
PIANTA PIANO SECONDO



SEZIONE AA'



SEZIONE BB'



PROSPETTO SU CORTILE, LATO SUD-OVEST

L'unità immobiliare in oggetto, essendo sede di uffici, oltre che sale per associazioni del territorio, rientra nella tipologia di locali adibiti ad uffici ed assimilabili.

- edifici adibiti ad uffici e assimilabili; (Categoria B)

I limiti in vigore in ottemperanza al D.P.C.M. 5/12/97 sono riportati nella tabella sottostante:

<i>Categorie di cui alla Tab. A</i>	$R'_w(*)$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
4. B, F, G	50	42	55	35	25

(*) Valori di R'_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

In relazione al carattere dell'intervento di ristrutturazione edilizia, nel seguito della relazione andremo a verificare solamente i limiti relativi a partizioni che subiranno lavori sostanziali, pertanto considerato che sono previsti la sostituzione degli infissi di facciata, si andrà a verificare il requisito di isolamento acustico di facciata (D_{2mntw}) oltre che le verifiche per la rumorosità degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo.

Essendo il fabbricato un'unica unità immobiliare, oltre al fatto che non sono previsti lavori sostanziali sulle partizioni verso il fabbricato adiacente, non vi sono partizioni orizzontali o verticali a cui possano essere applicati il limite di isolamento acustica tra differenti unità immobiliari R'_w .

In ultimo si rileva che non sarà modificata la soletta interpiano, e pertanto non potranno essere messe in opera le soluzioni necessarie alla limitazione dei rumori da calpestio.

Prima di procedere con le verifiche delle partizioni in progetto, si andranno nel seguito a calcolare i poteri fonoisolanti R_w degli elementi costituenti l'edificio.

4.1. Calcolo del potere fonoisolante degli elementi costituenti l'involucro dell'edificio (R_w)

In questa sezione si procede a calcolare i poteri fonoisolanti di tutti gli elementi principali costituenti l'involucro dell'edificio con il metodo della massa aerica, utilizzando relazioni sperimentali ricavate da letteratura, in riferimento alle stratigrafie indicate dai progetti architettonici e strutturali delle stratigrafie della legge 10, che costituiscono la base per il calcolo dei requisiti acustici passivi ai sensi del DPCM 5-12-1997.

Tipo di componente edile: **Parete verticale con intercapedine (parete desolidarizzata)**

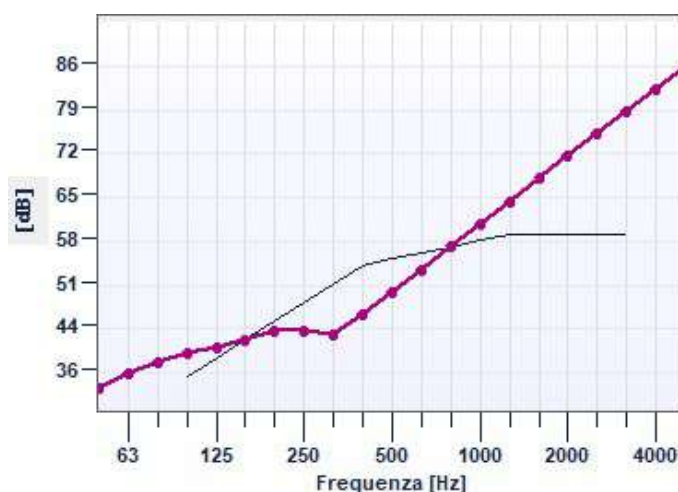
Teoria applicata: **Parete doppia in laterizio: SEA**

Descrizione dell'elemento: **M1 parete perimetrale PT esistente**

Risultati di calcolo

$$R_w (C; C_{tr}) = 55 (-2; -5) \text{ dB}$$

Frequenza [Hz]	Ri [dB]	Riferimento [dB]
50	34,1	
63	36,5	
80	38,5	
100	40,0	36
125	40,7	39
160	41,9	42
200	43,4	45
250	43,4	48
315	42,8	51
400	46,2	54
500	49,8	55
630	53,4	56
800	57,1	57
1000	60,8	58
1250	64,4	59
1600	68,1	59
2000	71,8	59
2500	75,4	59
3150	79,1	59
4000	82,7	
5000	86,3	



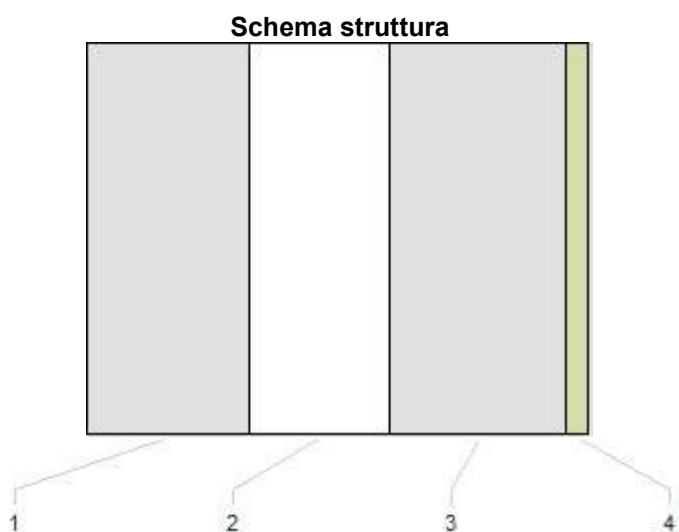
— Potere fonoisolante Ri
— Curva di riferimento UNI EN ISO 717-1

Descrizione stratigrafia

N°	Descrizione strato	s [mm]	ρ [Kg/m³]	E [GPa]	η_{int}	s' [MN]	r [Pa s/m²]
1	Mattone semipieno UNI 10355 1.1.05 (a) 140[mm] 192[kg/m²]	140	1.371,4	4	0,01		
2	Intercapedine d'aria	150					
3	Mattone forato UNI 10355 1.1.22 150[mm] 114[kg/m²]	150	760,0	4	0,01		
4	Malta per intonaco (1800 kg/m³)	20	1.800,0	2	0,015		

Spessore totale [mm]: **460,0**

Massa superficiale [Kg/m²]: **342,00**



Simbologia

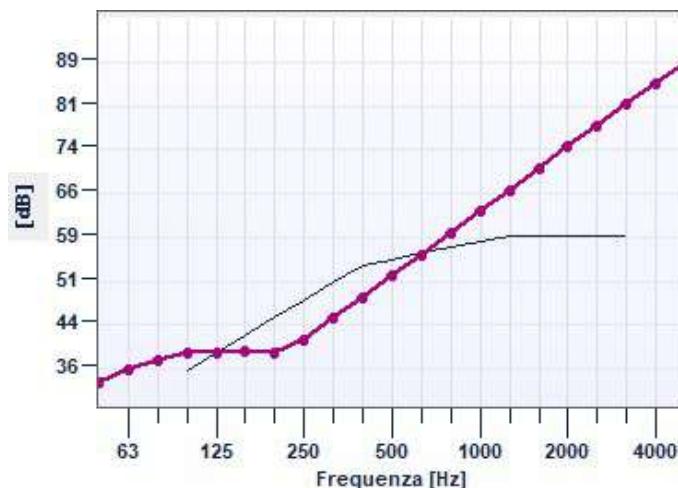
s	Spessore dello strato	η_{int}	Fattore di perdita interna
ρ	Densità	s'	Rigidità dinamica apparente
E	Modulo di Young	r	Resistenza specifica al flusso

Tipo di componente edile: **Parete verticale con intercapedine (parete desolidarizzata)**
 Teoria applicata: **Parete doppia in laterizio: SEA**
 Descrizione dell'elemento: **M2 parete perimetrale P1-P2 esistente**

Risultati di calcolo

$$R_w (C; C_{tr}) = 55 (-2; -6) \text{ dB}$$

Frequenza [Hz]	Ri [dB]	Riferimento [dB]
50	33,9	
63	36,2	
80	38,0	
100	39,1	36
125	39,2	39
160	39,4	42
200	39,0	45
250	41,4	48
315	45,1	51
400	48,7	54
500	52,3	55
630	56,0	56
800	59,6	57
1000	63,3	58
1250	67,0	59
1600	70,7	59
2000	74,3	59
2500	78,0	59
3150	81,6	59
4000	85,2	
5000	88,7	



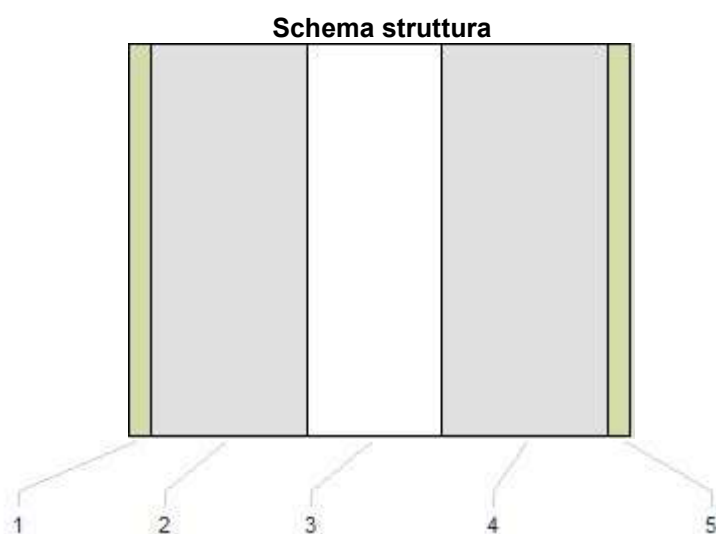
— Potere fonoisolante Ri
 — Curva di riferimento UNI EN ISO 717-1

Descrizione stratigrafia

N°	Descrizione strato	s [mm]	ρ [Kg/m³]	E [GPa]	η_{int}	s' [MN]	r [Pa s/m²]
1	Malta per intonaco (1800 kg/m³)	20	1.800,0	2	0,015		
2	Mattone semipieno UNI 10355 1.1.05 (a) 140[mm] 192[kg/m²]	140	1.371,4	4	0,01		
3	Intercapedine d'aria	150					
4	Mattone forato UNI 10355 1.1.22 150[mm] 114[kg/m²]	150	760,0	4	0,01		
5	Malta per intonaco (1800 kg/m³)	20	1.800,0	2	0,015		

Spessore totale [mm]: **470,0**

Massa superficiale [Kg/m²]: **378,00**



Simbologia

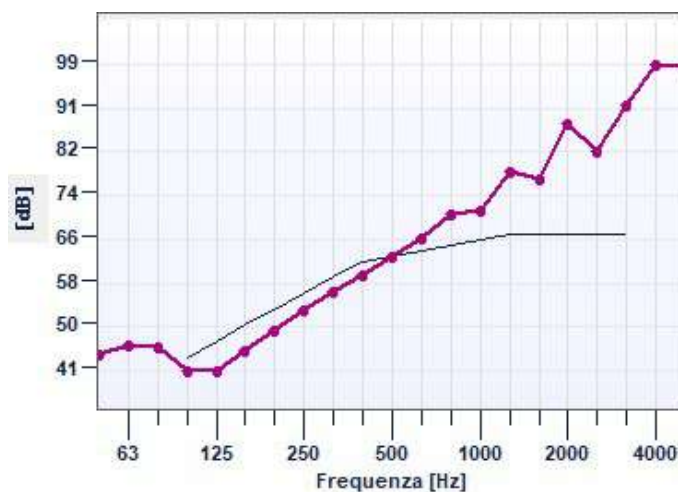
s	Spessore dello strato	η_{int}	Fattore di perdita interna
ρ	Densità	s'	Rigidità dinamica apparente
E	Modulo di Young	r	Resistenza specifica al flusso

Tipo di componente edile:	Parete verticale singola
Teoria applicata:	Parete singola generica: Metodo delle Impedenze Progressive, MIP
Descrizione dell'elemento:	M3 parete divisorio con edificio ex scolastico adiacente

Risultati di calcolo

$$R_w (C; C_{tr}) = 63 (-2; -7) \text{ dB}$$

Frequenza [Hz]	Ri [dB]	Riferimento [dB]
50	44,6	
63	46,3	
80	46,1	
100	41,7	44
125	41,5	47
160	45,4	50
200	49,0	53
250	53,0	56
315	56,3	59
400	59,6	62
500	62,8	63
630	66,3	64
800	70,9	65
1000	71,7	66
1250	78,7	67
1600	77,4	67
2000	87,6	67
2500	82,7	67
3150	91,3	67
4000	98,9	
5000	98,3	



— Potere fonoisolante R_i

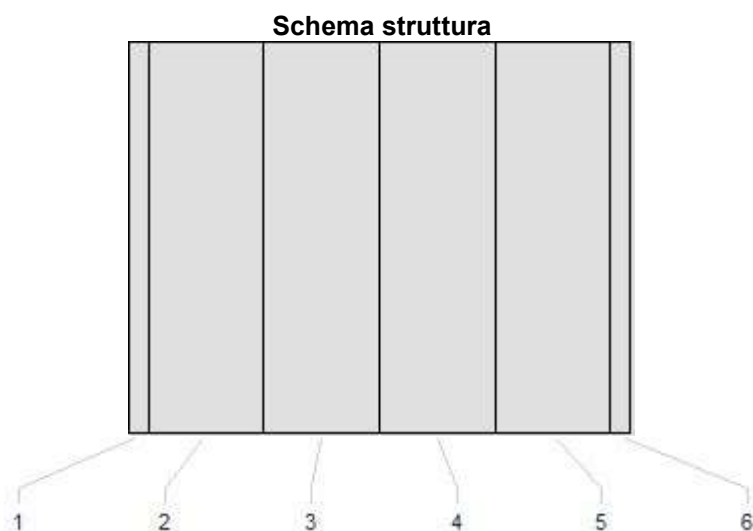
— Curva di riferimento UNI EN ISO 717-1

Descrizione stratigrafia

N°	Descrizione strato	s [mm]	ρ [Kg/m³]	E [GPa]	η_{int}	s' [MN]	r [Pa s/m²]
1	Malta per intonaco (1800 kg/m³)	20	1.800,0	2	0,015		
2	Mattone pieno UNI 10355 1.1.02 (a) 120[mm] 216[kg/m²]	120	1.800,0	4	0,01		
3	Mattone pieno UNI 10355 1.1.02 (a) 120[mm] 216[kg/m²]	120	1.800,0	4	0,01		
4	Mattone pieno UNI 10355 1.1.02 (a) 120[mm] 216[kg/m²]	120	1.800,0	4	0,01		
5	Mattone pieno UNI 10355 1.1.02 (a) 120[mm] 216[kg/m²]	120	1.800,0	4	0,01		
6	Malta per intonaco (1800 kg/m³)	20	1.800,0	2	0,015		

Spessore totale [mm]: **520,0**

Massa superficiale [Kg/m²]: **936,00**



Simbologia

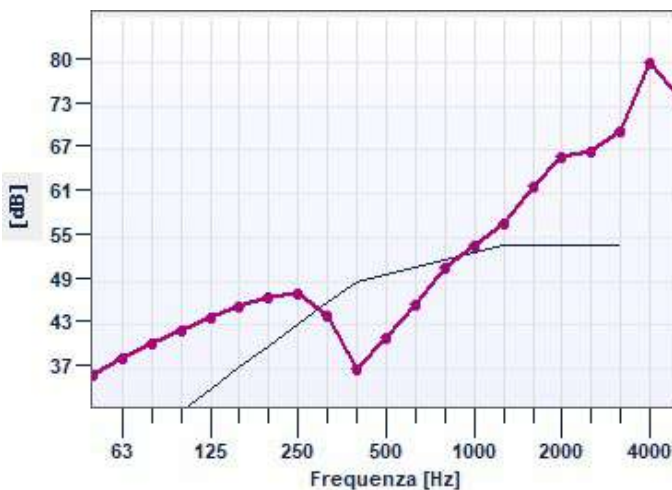
s	Spessore dello strato	η_{int}	Fattore di perdita interna
ρ	Densità	s'	Rigidità dinamica apparente
E	Modulo di Young	r	Resistenza specifica al flusso

Tipo di componente edile:	Parete verticale con intercapedine
Teoria applicata:	Parete doppia generica [MIA]: Metodo delle Impedenze Accoppiate, MIA
Descrizione dell'elemento:	M4 cassonetto per avvolgibile esistente

Risultati di calcolo

$$R_w (C; C_{tr}) = 50 (-2; -4) \text{ dB}$$

Frequenza [Hz]	Ri [dB]	Riferimento [dB]
50	36,1	
63	38,2	
80	40,3	
100	42,2	31
125	43,9	34
160	45,6	37
200	46,8	40
250	47,3	43
315	44,3	46
400	36,7	49
500	41,2	50
630	45,9	51
800	51,0	52
1000	54,0	53
1250	57,1	54
1600	62,4	54
2000	66,4	54
2500	67,2	54
3150	70,1	54
4000	79,6	
5000	74,6	



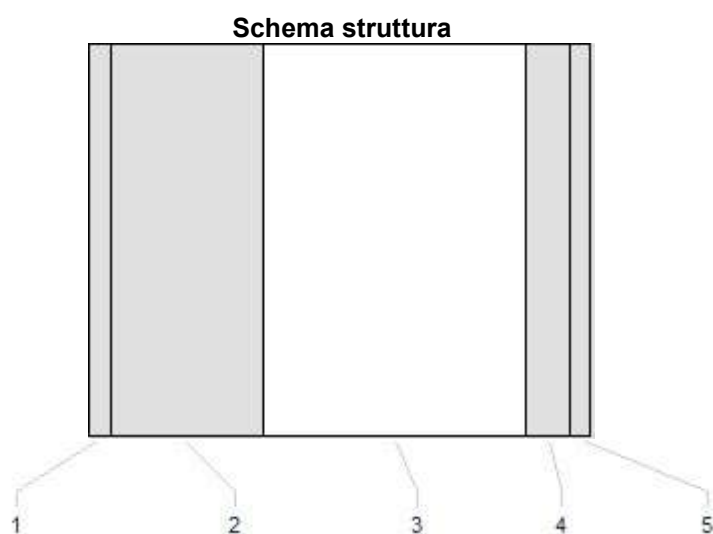
— Potere fonoisolante Ri
 — Curva di riferimento UNI EN ISO 717-1

Descrizione stratigrafia

N°	Descrizione strato	s [mm]	ρ [Kg/m³]	E [GPa]	η_{int}	s' [MN]	r [Pa s/m²]
1	Malta per intonaco (1800 kg/m³)	20	1.800,0	2	0,015		
2	Mattone semipieno UNI 10355 1.1.05 (a) 140[mm] 192[kg/m²]	140	1.371,4	4	0,01		
3	Intercapedine d'aria	240					
4	Tavellone per divisori UNI 10355 1.1.27i 40[mm] 34[kg/m²]	40	850,0	2	0,01		
5	Malta per intonaco (1800 kg/m³)	20	1.800,0	2	0,015		

Spessore totale [mm]: **460,0**

Massa superficiale [Kg/m²]: **298,00**



Simbologia

s	Spessore dello strato	η_{int}	Fattore di perdita interna
ρ	Densità	s'	Rigidità dinamica apparente
E	Modulo di Young	r	Resistenza specifica al flusso

Tipo di componente edile: **Parete verticale singola**

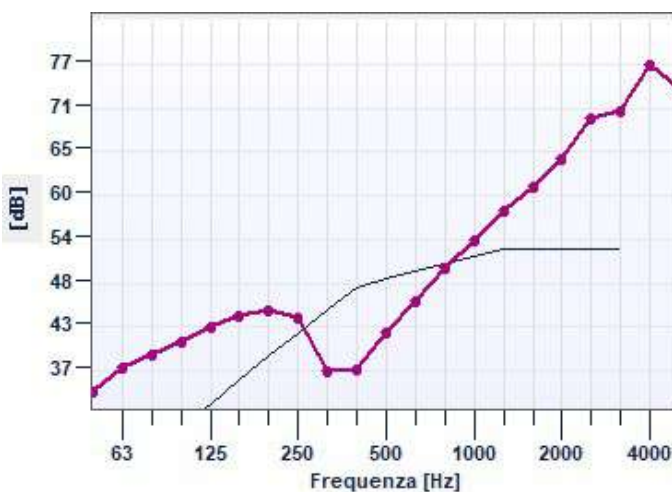
Teoria applicata: **Parete singola generica: Metodo delle Impedenze Progressive, MIP**

Descrizione dell'elemento: **M5 parete sottofinestra**

Risultati di calcolo

$$R_w (C; C_{tr}) = 49 (-1; -4) \text{ dB}$$

Frequenza [Hz]	Ri [dB]	Riferimento [dB]
50	34,5	
63	37,6	
80	39,3	
100	41,1	30
125	43,0	33
160	44,2	36
200	45,1	39
250	44,2	42
315	37,1	45
400	37,4	48
500	42,2	49
630	46,3	50
800	50,5	51
1000	54,1	52
1250	57,9	53
1600	61,1	53
2000	64,5	53
2500	69,7	53
3150	70,7	53
4000	76,8	
5000	73,5	



— Potere fonoisolante Ri

— Curva di riferimento UNI EN ISO 717-1

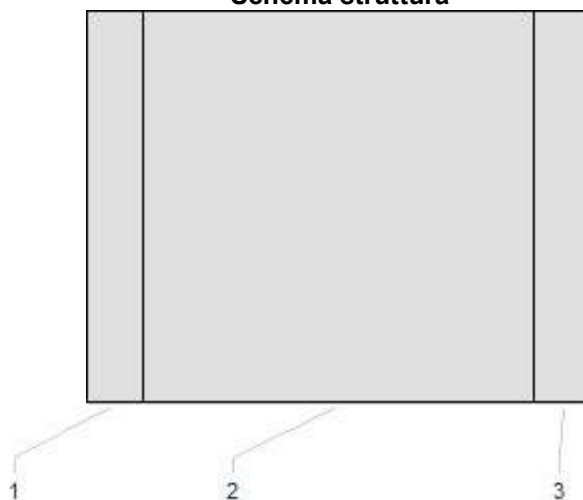
Descrizione stratigrafia

N°	Descrizione strato	s [mm]	ρ [Kg/m³]	E [GPa]	η_{int}	s' [MN]	r [Pa s/m²]
1	Malta per intonaco (1800 kg/m³)	20	1.800,0	2	0,015		
2	Mattone semipieno UNI 10355 1.1.05 (a) 140[mm] 192[kg/m²]	140	1.371,4	4	0,01		
3	Malta per intonaco (1800 kg/m³)	20	1.800,0	2	0,015		

Spessore totale [mm]: **180,0**

Massa superficiale [Kg/m²]: **264,00**

Schema struttura



Simbologia

s	Spessore dello strato	η_{int}	Fattore di perdita interna
ρ	Densità	s'	Rigidità dinamica apparente
E	Modulo di Young	r	Resistenza specifica al flusso

Di seguito riportiamo il riepilogo dei poteri fonoisolanti degli elementi costituenti l'edificio e che verranno nel seguito utilizzati nei calcoli di verifica degli indici e nel confronto con i limiti normativi.

Descrizione	Tipologia di stratigrafia	Potere fonoisolante Rw [dB]
M1 parete perimetrale esistente	Parete perimetrale esistente in doppia muratura con intercapedine vuota e finitura faccia a vista	55
M2 parete perimetrale esistente	Parete perimetrale esistente in doppia muratura con intercapedine vuota e finitura ad intonaco	55
M3 Perimetrale divisoria con edificio adiacente	Parete in mattoni pieni portante	63
M4 cassonetto	Muratura esistente in corrispondenza del cassonetto per avvolgibile	50
M5 muratura sottofinestra	Muratura esistente in mattoni semipieni sottofinestra	49

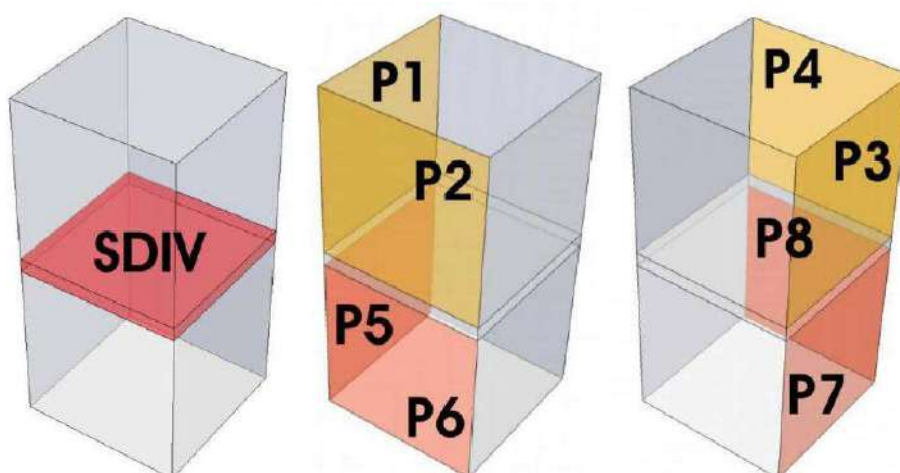
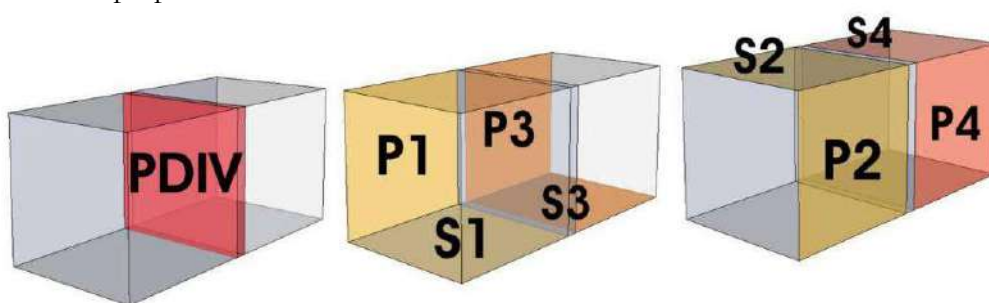
4.2. Calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (R'_w)

Si evidenzia l'immobile è a tutti gli effetti un'unica unità immobiliare, e che non sono previsti lavori sulle partizioni esistenti con il fabbricato adiacente, pertanto non è verificabile il requisito acustico dell'isolamento tra differenti unità immobiliari ai sensi del DPCM 5/12/97.

Si traslascia quindi l'analisi delle partizioni con unità immobiliare adiacente, in quanto non si conoscono le dimensioni, e le stratigrafie delle pareti degli ambienti adiacenti, ma ogni caso le pareti portanti in mattoni pieni ipotizzata ed analizzata in precedenza ha un potere fonoisolante stimato superiore a 60 dB, e pertanto si può concludere in ipotesi cautelative che il requisito sia ampiamente rispettato.

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w caratterizza la capacità di un elemento divisorio di abbattere il rumore aereo, e tiene conto, oltre che delle caratteristiche di fonoisolamento intrinseche della partizione, anche di tutti i percorsi di trasmissione sonora laterali, come esemplificato nelle figure seguenti che riportano gli esempi per parete divisoria e per solaio di divisione tra unità differenti (si veda schema seguente)

Verifica tipo parete divisoria:



4.3. Calcolo dell'indice di isolamento acustico normalizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$)

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata, normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, misurato a 2 metri di distanza dalla parete ($D_{2m,nT,w}$), caratterizza la capacità della facciata di una specifica stanza, di abbattere il rumore proveniente dall'esterno. Tale indice dipende dal potere fonoisolante apparente di tutti gli elementi che costituiscono la facciata, dalla presenza o meno di elementi schermanti esterni, e dalle dimensioni della stanza in esame.

Per il calcolo dell'indice di valutazione acustico di facciata, oltre al potere fonoisolante della muratura è necessario anche prevedere le caratteristiche acustiche di tutti i particolari che formano la facciata in esame, quindi gli infissi, le bocchette di ricambio aria, i cassonetti per avvolgibili etc.

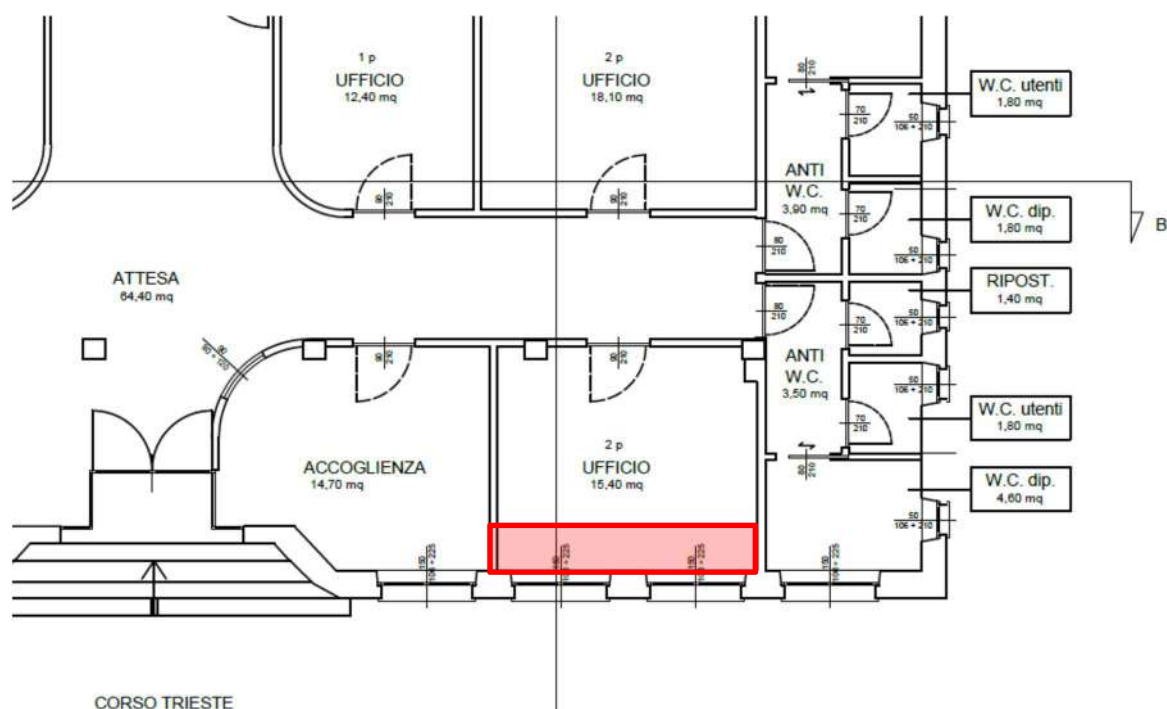
Nei calcoli che seguono, essendo noto il potere fonoisolante del pacchetto murario, si andrà a calcolare il valore minimo del potere fonoisolante delle vetrate/serramenti, in opera affinché sia rispettato il limite imposto dal DPCM 05/12/97

Di seguito si andranno ad analizzare alcune partizioni più delicate dal punto di vista acustico, per quantitativo e dimensioni di elementi finestrati o per dimensioni degli ambienti in analisi, e per la loro specifica utilizzazione nel contesto di utilizzo.

Si sottolinea che il progetto di ristrutturazione prevede di mantenere il sistema oscurante a cassonetto incassato nella muratura, di cui è stato stimato l'attuale potere fonoisolante, in caso di parziali demolizioni per installazione di nuovo cassonetto, si prescrive che il nuovo cassonetto abbia un certificato di isolamento acustico R_w pari o migliore a quello calcolato per il cassonetto attuale, ovvero il nuovo cassonetto dovrà avere un $R_w \geq 50$ dB.

Si torna ad evidenziare che con la ristrutturazione, oltre ai lavori interni di adeguamento per la nuova funzione ad uffici e sale per associazioni, sostanzialmente saranno solamente sostituiti gli infissi, pertanto nel seguito si daranno le indicazioni per il potere fonoisolante degli infissi affinché sia rispettato il limite di isolamento acustico di facciata.

1_ Calcolo di verifica della facciata Ufficio 2 postazioni PT su strada



Volume dell'ambiente 64,70 m³
 Superficie della facciata 17,90 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m ²]	R _w / D _{new} [dB]
1	M1 parete perimetrale	7,10	55,00
2	M4 Cassonetto	0,90	50,00
3	M5 muro sottofinestra	3,00	50,00
4	Serramento R _w minimo	6,90	38,00

Correzioni

Trasmissione laterale K = 0 dB

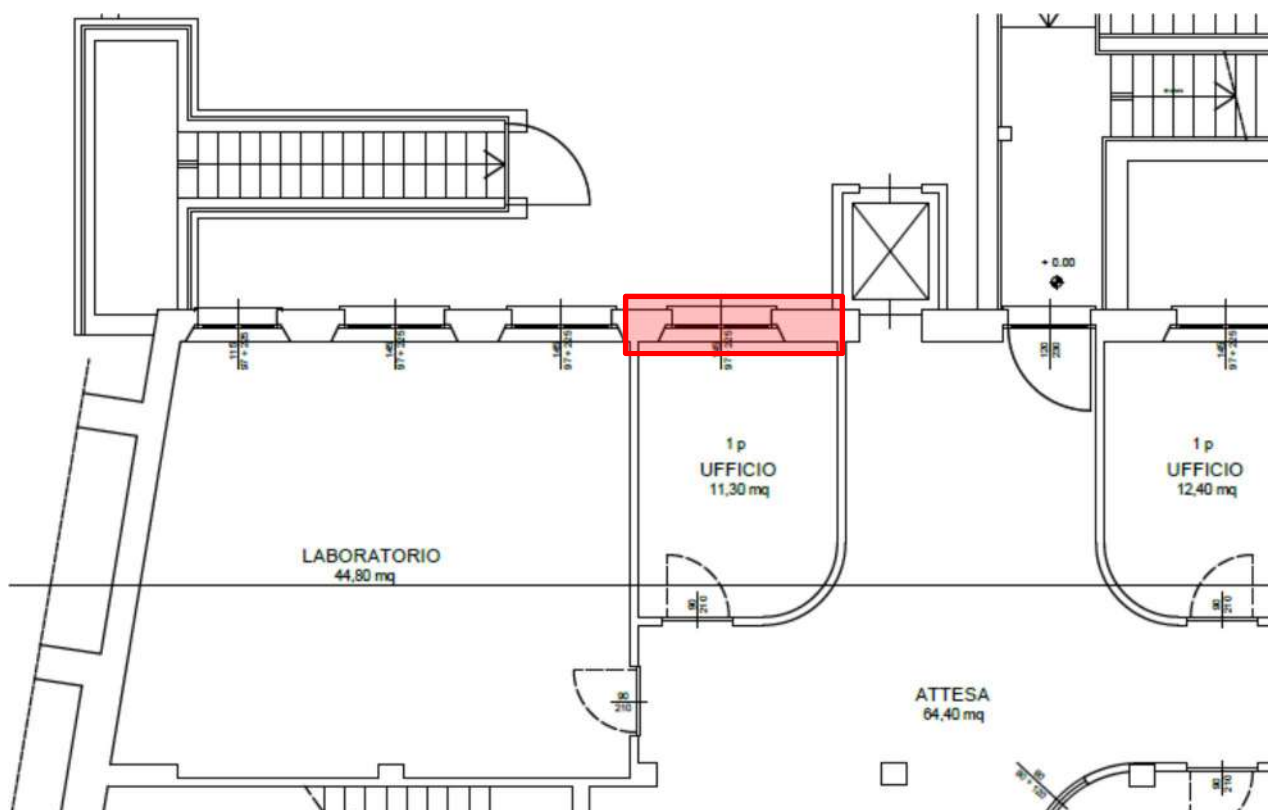
Forma di facciata DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 41,9 dB
 D_{2m,nT,w} 42,5 dB
 Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
 D_{2m,nT,w} minimo 42,0 dB

Limite verificato

2_ Calcolo di verifica della facciata ufficio 1 postazione PT su cortile interno



Volume dell'ambiente 47,50 m³
 Superficie della facciata 12,10 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m ²]	R _w / D _{new} [dB]
1	M1 parete perimetrale	6,75	55,00
2	M4 Cassonetto	0,45	50,00
3	M5 muro sottofinestra	1,50	50,00
4	Serramento R _w minimo	3,40	36,00

Correzioni

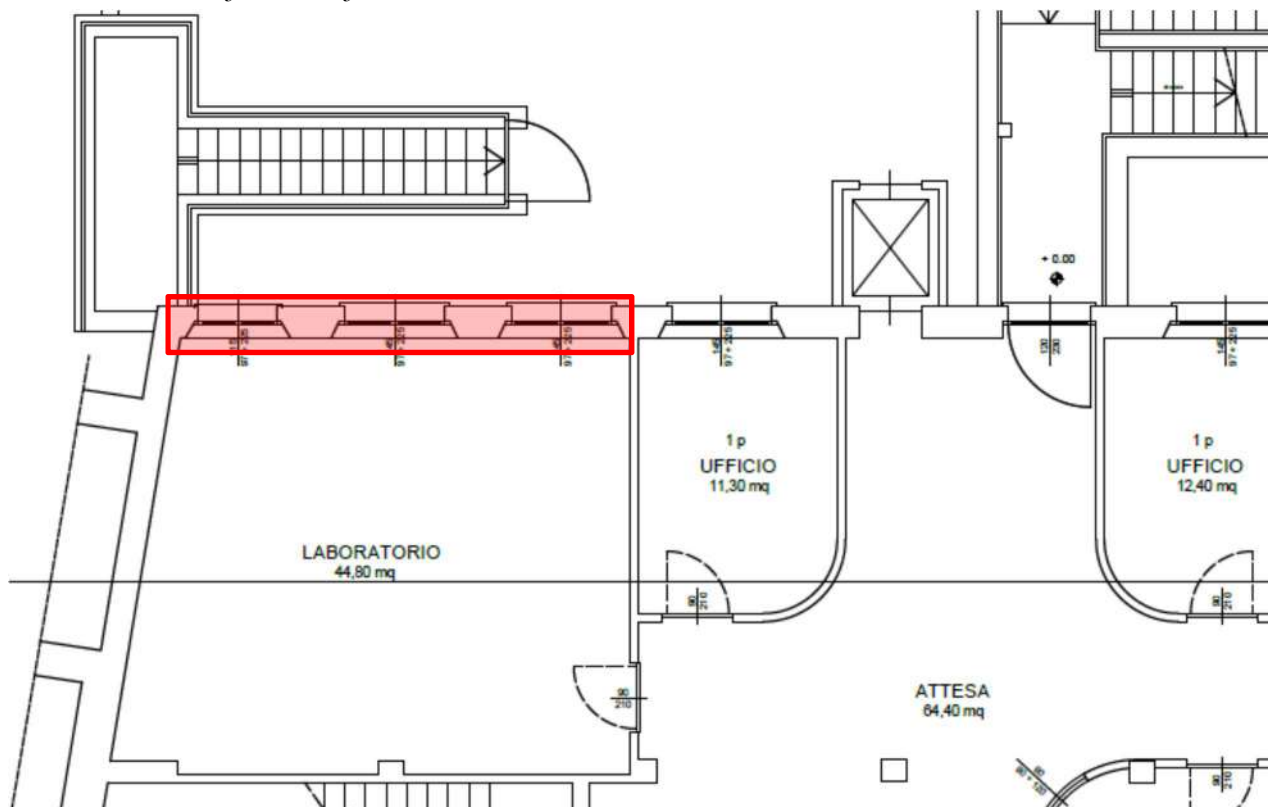
Trasmissione laterale K = 0 dB
 Forma di facciata DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 41,3 dB
 D_{2m,nT,w} 42,3 dB
 Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
 D_{2m,nT,w} minimo 42,0 dB

Limite verificato

3_ Calcolo di verifica della facciata laboratorio PT su cortile interno



Volume dell'ambiente 188,00 m³
 Superficie della facciata 27,40 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m ²]	R _w / D _{new} [dB]
1	M1 parete perimetrale	13,90	55,00
2	M4 Cassonetto	1,10	50,00
3	M5 muro sottofinestra	4,50	50,00
4	Serramento R _w minimo	7,90	34,00

Correzioni

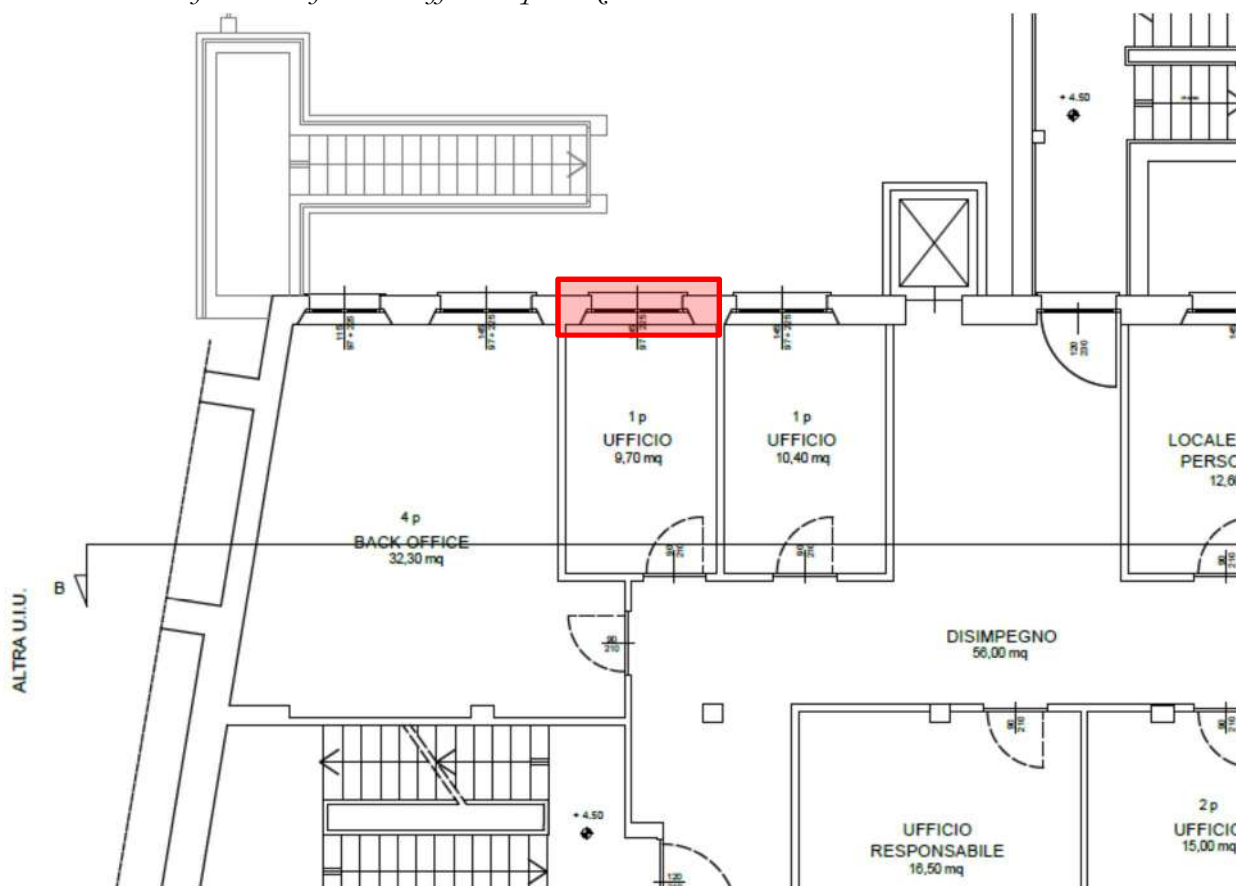
Trasmissione laterale K = 0 dB
 Forma di facciata DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 39,3 dB
 D_{2m,nT,w} 42,7 dB
 Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
 D_{2m,nT,w} minimo 42,0 dB

Limite verificato

4_ Calcolo di verifica della facciata ufficio 1 postazione P1 su cortile interno



Volume dell'ambiente 38,00 m³
 Superficie della facciata 9,60 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m ²]	R _w / D _{new} [dB]
1	M1 parete perimetrale	4,25	55,00
2	M4 Cassonetto	0,45	50,00
3	M5 muro sottofinestra	1,50	50,00
4	Serramento R _w minimo	3,40	37,00

Correzioni

Trasmissione laterale K = 0 dB

Forma di facciata D_{Lfs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 41,3 dB

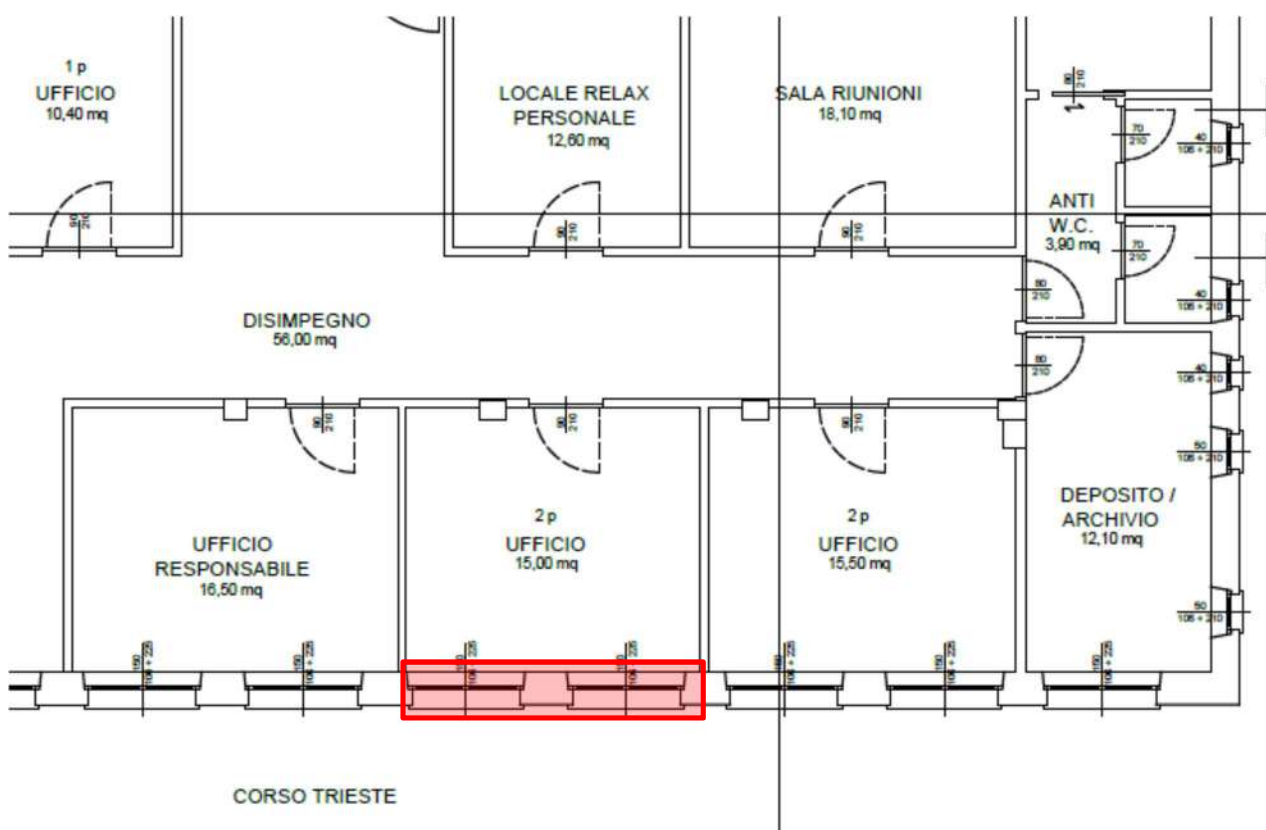
D_{2m,nT,w} 42,3 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto

D_{2m,nT,w} minimo 42,0 dB

Limite verificato

5_ Calcolo di verifica della facciata ufficio 2 postazione P1 su strada



Volume dell'ambiente 58,80 m³
 Superficie della facciata 16,00 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m ²]	R _w / D _{new} [dB]
1	M1 parete perimetrale	5,30	55,00
2	M4 Cassonetto	0,90	50,00
3	M5 muro sottofinestra	3,00	50,00
4	Serramento Rw minimo	6,80	38,00

Correzioni

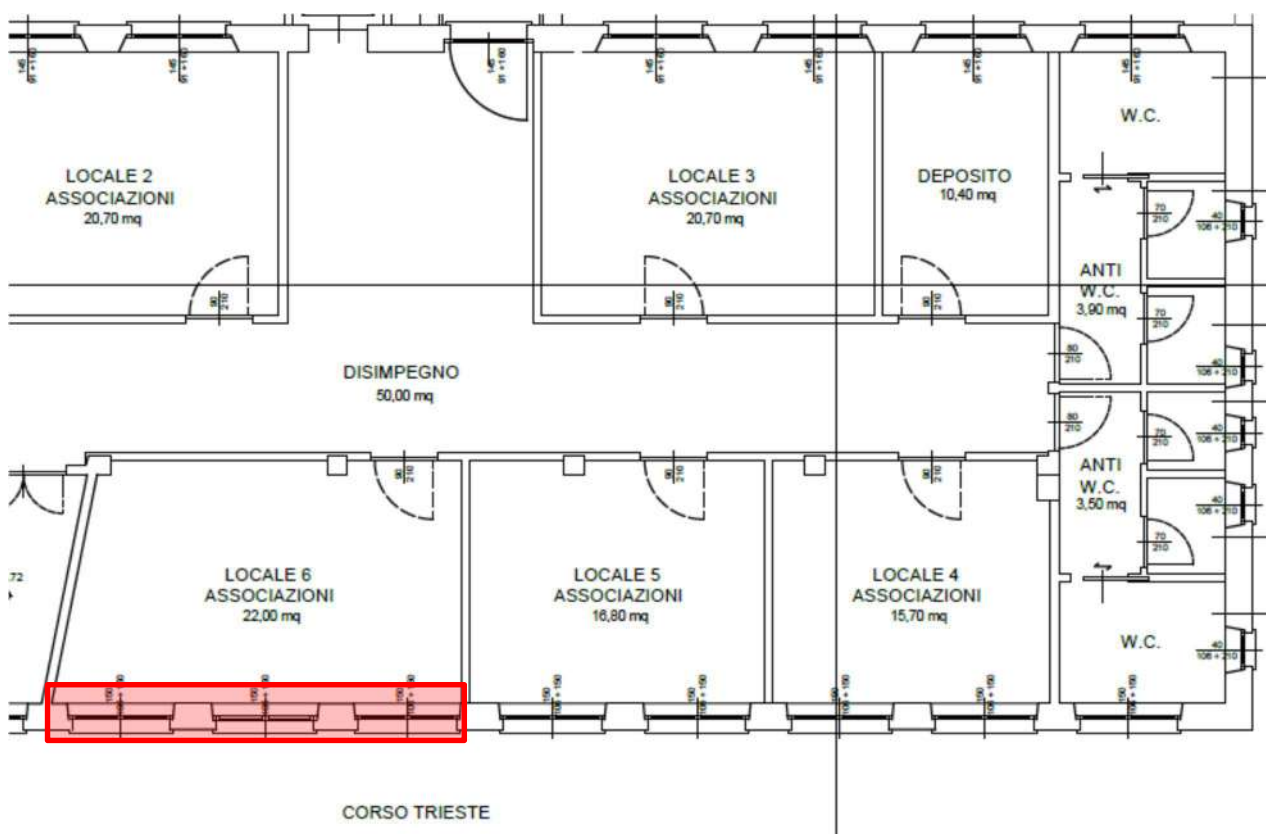
Trasmissione laterale K = 0 dB
 Forma di facciata DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 41,5 dB
 D_{2m,nT,w} 42,2 dB
 Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
 D_{2m,nT,w} minimo 42,0 dB

Limite verificato

6_ Calcolo di verifica della facciata locale associazioni 6 su strada



Volume dell'ambiente 64,50 m³
 Superficie della facciata 18,50 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m ²]	R _w / D _{new} [dB]
1	M1 parete perimetrale	5,85	55,00
2	M4 Cassonetto	1,35	50,00
3	M5 muro sottofinestra	4,50	50,00
4	Serramento R _w minimo	6,80	38,00

Correzioni

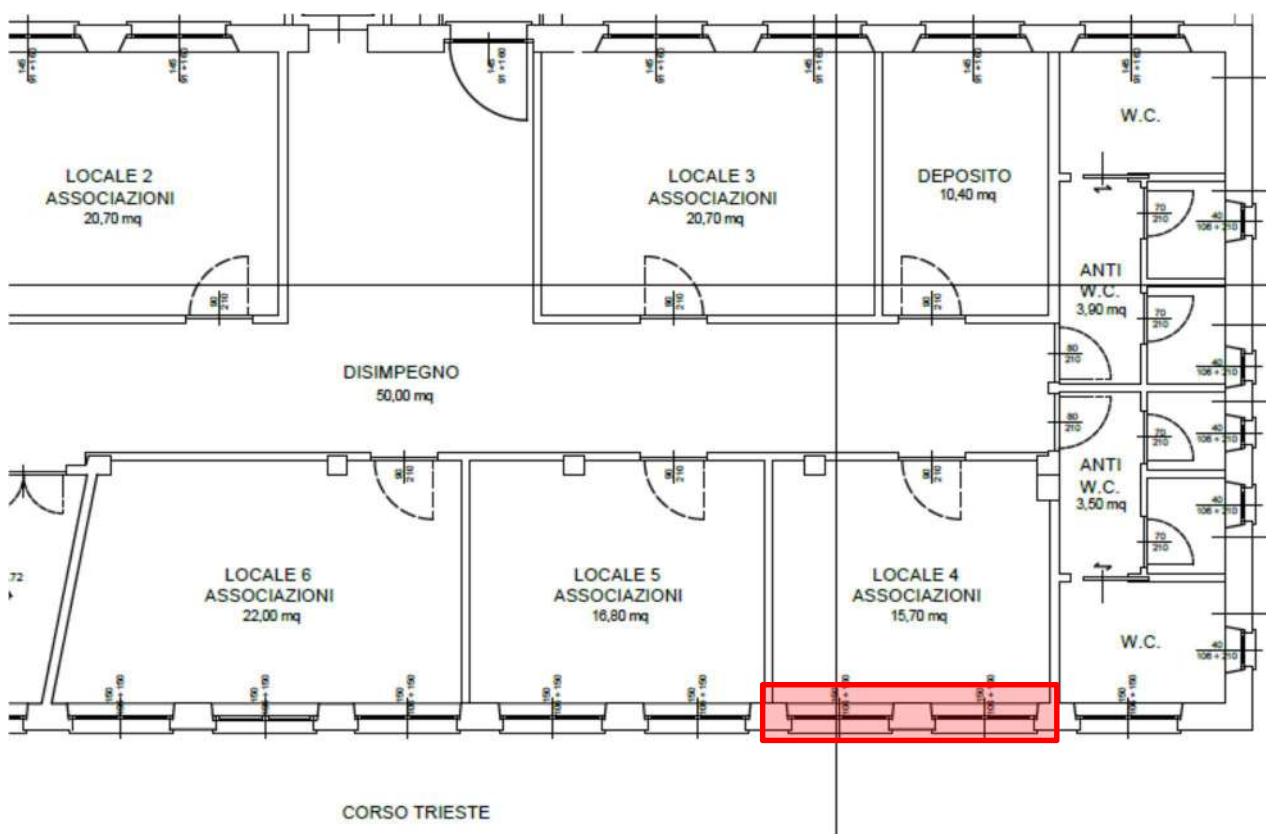
Trasmissione laterale K = 0 dB
 Forma di facciata DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 42,0 dB
 D_{2m,nT,w} 42,5 dB
 Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
 D_{2m,nT,w} minimo 42,0 dB

Limite verificato

6_ Calcolo di verifica della facciata locale associazioni 6 su strada



Volume dell'ambiente 46,00 m³
 Superficie della facciata 12,50 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m ²]	R _w / D _{new} [dB]
1	M1 parete perimetrale	4,10	55,00
2	M4 Cassonetto	0,90	50,00
3	M5 muro sottofinestra	3,00	50,00
4	Serramento R _w minimo	4,50	38,00

Correzioni

Trasmissione laterale K = 0 dB
 Forma di facciata DL_{fs} = 0 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 42,1 dB
 D_{2m,nT,w} 42,8 dB
 Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative o di culto
 D_{2m,nT,w} minimo 42,0 dB

Limite verificato

4.4. Calcolo dell'indice di livello di rumore di calpestio (L'_{nw})

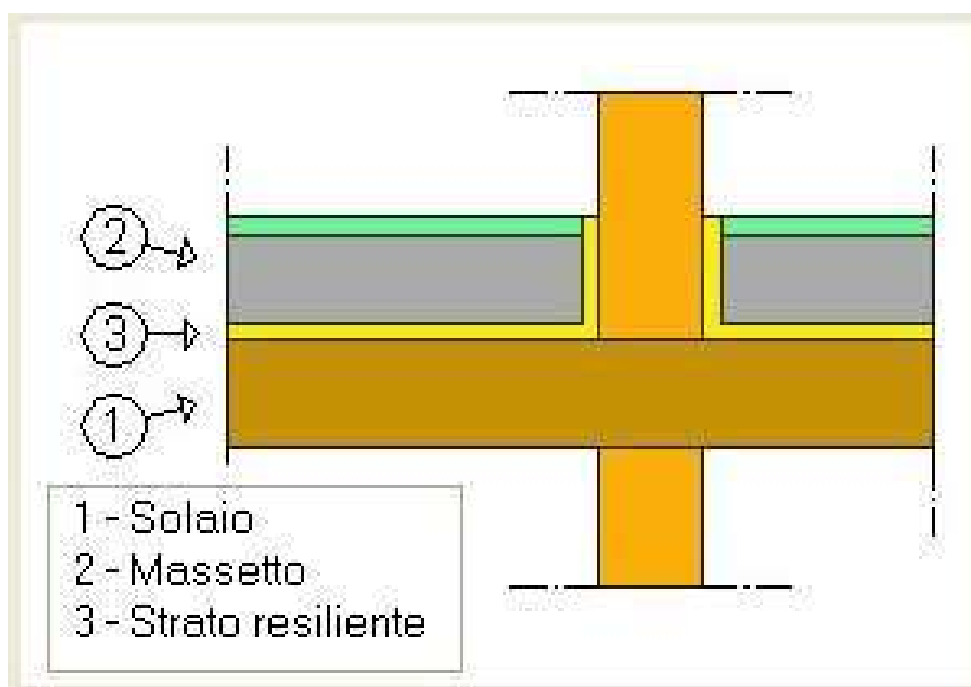
L'indice di valutazione del livello di rumore di calpestio apparente di un solaio (L'_{nw}) caratterizza il rumore percepito al piano sottostante dai rumori dovuti al calpestio sul pavimento del piano superiore. Tale indice è da intendersi come valore “massimo” nel senso che più basso è il valore calcolato, maggiore sarà la capacità del solaio di attenuare il rumore prodotto dal calpestio.

I modelli di calcolo per l'indice di livello di rumore da calpestio sono tutti basati sul fenomeno della MASSA – MOLLA – MASSA, dove la molla è rappresentata dal materiale resiliente interposto tra la massa della soletta e quella dello strato di livellamento.

Come già anticipato in riferimento all'indice di isolamento acustico dai rumori aerei (R'_{w}) si evidenzia l'oggetto della presente verifica è costituito da un'unica unità immobiliare posta su tre livelli dove non sono previsti lavori sulla soletta esistente di separazione, pertanto non sono applicabili i limiti di cui al DPCM 5/12/97 in riferimento al livello di rumorosità da calpestio.

Si torna ad evidenziare che non sono previste opere interne di rifacimento della soletta interpiano, ma che se tali opere si rendessero necessarie, ovvero se si dovesse intervenire per il rifacimento del massetto di calpestio si prescrive la posa di strato di desolidarizzazione in materassino tipo ISOLMANT' under special oltre che delle fasce laterali, in modo che sia attenuata la rumorosità da calpestio. Senza questo accorgimento risulta molto difficile che venga rispettato il limite del DPCM 05/12/97

Si veda ad esempio la sezione tipo sotto riportata.



Schema esemplificativo di posa strato di desolidarizzazione anti calpestio (3) tra solaio portante e massetto di calpestio

4.5. Isolamento dal rumore degli impianti (LAS max e LAeq)

Si ricorda che per impianti a funzionamento discontinui si intendono le sorgenti di rumore prodotto da impianti di scarico dell'acqua, gli ascensori e tutti i tipi di impianti che hanno un funzionamento temporaneo. Per impianti a funzionamento continuo si intendono tutte le sorgenti di rumore continuo come impianti di riscaldamento, condizionamento etc. , I limiti normativi devono essere rispettati nell'ambiente differente, il più prossimo all'ambiente in cui viene generato il rumore.

4.5.1. Impianti a funzionamento discontinuo

○ TUBAZIONI DI SCARICO

Gli impianti a funzionamento discontinuo nel caso in oggetto, sono costituiti solamente dagli impianti di scarico del bagno: pertanto per minimizzarne il rumore prodotto negli scarichi idraulici si raccomanda, nel caso di modifiche a tali impianti, di eseguire in opera tutte le accortezze dell'impiantistica a regola d'arte, quindi:

- utilizzare tubazioni silenziate e con massa elevata per limitare i rumori aerei.
- inserire le tubazioni in appositi cavedi sempre per minimizzare la propagazione dei rumori aerei verso le unità adiacenti, chiusi con pannelli in cartongesso, o con pareti in mattoni forati, eventualmente con inserimento in cavedio di materiale fonoassorbente quali lana minerale.
- eliminare tutti i possibili collegamenti rigidi tra le tubazioni e le strutture laterali utilizzando collari e staffe di aggancio alle pareti con giunti antivibranti, ed interponendo tra il tubo e le strutture rigide delle guaine in materiale elastico.

Si sconsigliano in oltre le curve e i raccordi a 90° ed un opportuno dimensionamento dei diametri dei tubi in relazione alla velocità massima dei fluidi contenuti. Si consiglia l'utilizzo di Geberit SILENT.

Si evidenzia in oltre che le tubazioni di scarico dovranno essere convogliate in apposito cavedio chiuso con pareti isolate, la cui stratigrafia potrà essere definita in fase di esecuzione dei lavori. Internamente al cavedio, per evitare amplificazione sonora dovuta a riflessioni interne, dovrà essere posto su un lato del materiale fonoassorbente tipo lana minerale/fibra di vetro o fibra di poliestere.

Nella posa in opera dei sanitari (vasche, vasi, lavabi e piatti doccia) dovrà essere prevista l'interposizione di uno strato di materiale elastico (sp. minimo 5 mm) tra l'apparecchio sanitario e la struttura muraria. Le cassette WC dovranno essere de-solidarizzate dalle strutture al contorno mediante la posa di materiale elastico.

○ ASCENSORE

In questa fase progettuale non è ancora stata scelta la tipologia e la ditta fornitrice, ma per questa tipologia di ascensori, da verifica di impianti esistenti oltre che da dati di letteratura, si stima una rumorosità compresa tra i 60 dB e 65 dB misurata all'interno della cabina dell'ascensore. La rumorosità in movimento della cabina non dovrebbe essere superiore ai 65 dB misurata all'interno della stessa cabina.

Si può pertanto stimare che sui pianerottoli di sbarco esterni vi potrà essere un livello di pressione sonora massimo di L_p 60 dB dovuti al passaggio della cabina stessa al piano.

In considerazione delle caratteristiche costruttive del fabbricato per il quale si è stimato un abbattimento acustico di facciata di 42 dB, pertanto, anche trascurando l'isolamento acustico del tamponamento in pannelli metallici o vetro del vano corsa, tale valore di isolamento acustico garantisce che il livello sonoro indotto per via aerea verso i locali più prossimi al nuovo vano ed impianto ascensore sia di circa 25 dB e che quindi sia assolutamente rispettato il limite massimo $L_{AS(MAX)}$ di 35 dB misurata con costante slow all'interno degli ambienti asserviti dal nuovo impianto.

La previsione dell'impatto dell'impianto in progetto nei confronti degli ambienti di vita più prossimi è stata condotta basandosi sull'assunto che esso sarà installato a regola d'arte e che siano state adottate le soluzioni tecniche elencate a seguire per la riduzione del rumore e delle vibrazioni indotte:

- tutte le parti dell'impianto (motore / argano, organi meccanici, guide, ecc.) dovranno essere desolidarizzate dal terreno e dalle strutture dell'edificio tramite adeguati supporti o sospensioni antivibranti e, se necessario, dovranno essere solidalmente connessi a basi rigide e pesanti (isolate dalle strutture); le tubazioni che trasportano fluidi dovranno essere rivestite con materiale fonoisolante e tra le tubazioni e le staffe di sostegno dovranno essere interposte guarnizioni elastiche per evitare la trasmissione di vibrazioni;
- le guide di scorrimento della cabina dovranno essere mantenute pulite e lubrificate;
- la velocità di arrivo/partenza della cabina dovrà essere regolabile in modo da poter limitare la rumorosità prodotta nelle fasi transitorie;
- i meccanismi di apertura delle porte ai piani dovranno essere regolabili in modo da evitare il verificarsi di eventi impattivi.

4.5.2. Impianti a funzionamento continuo

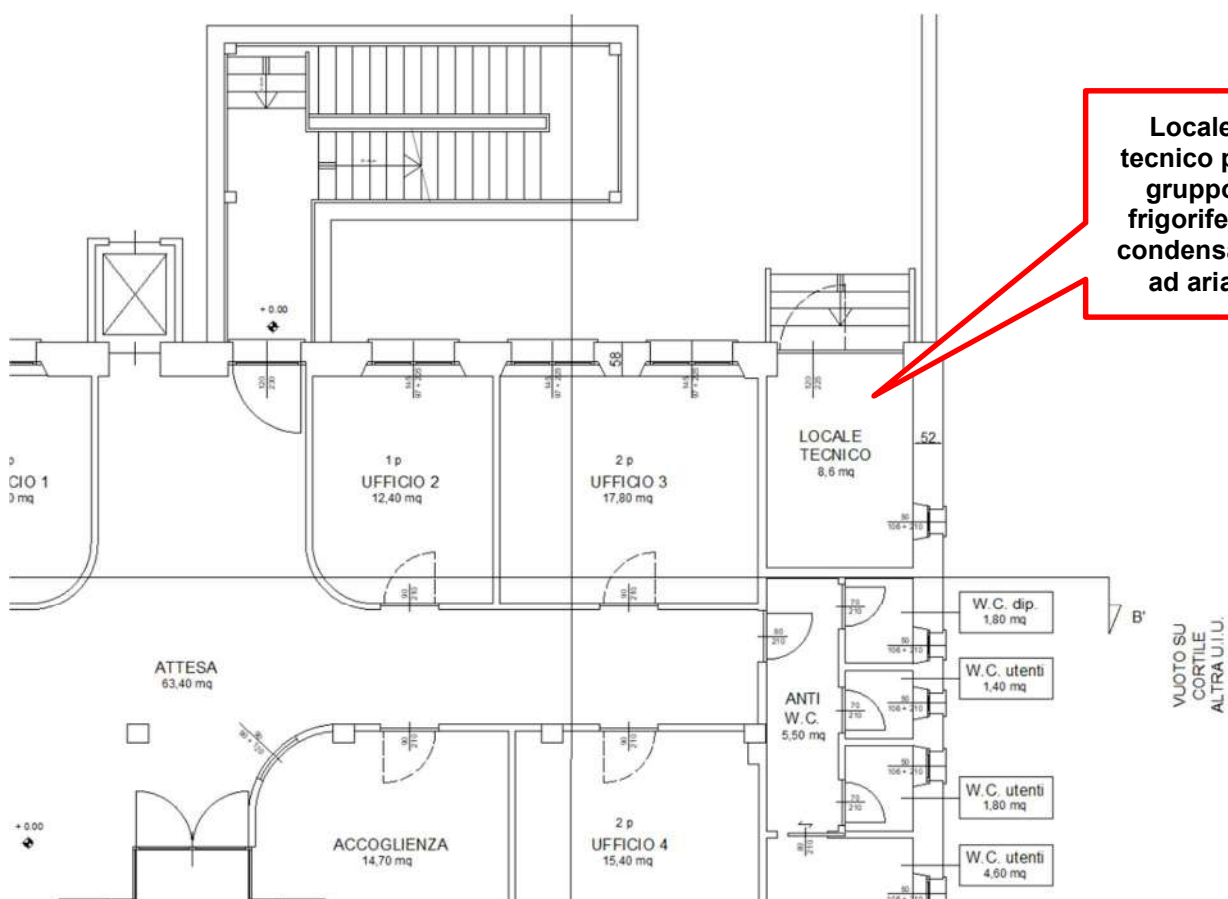
Impianto di condizionamento/riscaldamento

Si evidenzia che per il riscaldamento invernale, l'impianto in progetto (Pompa di Calore e cassette split a parete o soffitto) saranno collegate con l'impianto di riscaldamento condominiale esistente e in comune con Fabbricato adiacente. L'impianto essendo in pompa di calore sarà pertanto attivo quasi esclusivamente in estate e nelle mezze stagioni, quando non sarà ancora in funzione la caldaia condominiale.

Con la ristrutturazione si prevede la realizzazione di un impianto di climatizzazione estiva e delle mezze stagioni mediante sistema in pompa di calore **AERMEC MVAS 1601 S** che sarà posizionata in vano tecnico in piano terra che avrà la facciata grigliata per il ricambio d'aria interno ed il buon funzionamento dello stesso.

Il gruppo frigorifero in pompa di calore sarà collegata ai vari terminali interni costituiti da split a parete o da incasso in controsoffitto.

Di seguito si riportano dettagli del progetto impiantistico meccanico:



Dettaglio planimetria piano terra con indicazione locale tecnico per gruppo frigorifero

Scheda tecnica Gruppo Frigorifero in progetto

Dati Tecnici Unità Esterne

SISTEMA 2 TUBI

Unità Esterne	MVAS	1201S	1401S	1601S	1201T	1401T	1601T	2242T	2802T	3351T
Potenza Frigorifera (Nominale)	kW	12,10	14,00	16,00	12,10	14,00	16,00	22,4	28,0	33,5
Potenza Assorbita (Nominale)	kW	3,03	3,59	4,75	3,03	3,59	4,75	6,12	7,78	9,57
Corrente Assorbita (Nominale)	A	-	-	-	-	-	-	10,90	13,90	17,10
EER	W/W	3,99	3,90	3,37	3,99	3,90	3,37	3,66	3,60	3,50
Potenza Termica (Nominale)	kW	14,00	16,50	18,00	14,00	16,50	18,00	24,0	30,0	35,0
Potenza Assorbita (Nominale)	kW	3,27	3,95	4,65	3,27	3,95	4,65	4,90	6,12	7,14
Corrente Assorbita (Nominale)	A	-	-	-	-	-	-	8,80	10,90	12,80
COP	W/W	4,28	4,18	3,87	4,28	4,18	3,87	4,90	4,90	4,90
Potenza Nominale Assorbita (1)	kW	-	-	-	-	-	-	9,6	12,5	13,7
Corrente Nominale Assorbita (1)	A	30,4	33,7	36,3	11,1	12,0	12,5	17,2	22,4	24,5
Gas Refrigerante	Tipo / GWP	R410A / 2088kgCO2eq								
Carica di Gas Refrigerante	kg	3,3	3,3	3,3	3,30	3,30	3,30	5,5	7,1	8,0
Compressori	DC Inverter	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Portata Aria Nominale	m³/h	6000	6300	6600	6000	6300	6600	8000	11000	11000
Lunghezza Massima Totale Linee	m	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Ventilatori	n.	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pressione Sonora (2)	dB (A)	57	58	58	57	58	58	63	65	65
Attacchi Frigoriferi	Ø liquido	mm (inch)	9,52(3/8")	9,52(3/8")	9,52(3/8")	9,52(3/8")	9,52(3/8")	19,05 (3/4")	22,2 (7/8")	25,4 (1")
	Ø gas	mm (inch)	15,9(5/8")	15,9(5/8")	19,05(3/4")	15,9(5/8")	15,9(5/8")	19,05(3/4")	9,52 (3/8")	12,7 (1/2")
Tipo		A cartella	A cartella	A cartella	A cartella	A cartella	A cartella	A saldare	A saldare	A saldare
Alimentazione Elettrica		220-240V ~ 50Hz 208-230V ~ 60Hz			380-415V 3N ~ 50Hz 380-415V 3N ~ 60Hz			380-415V 3N ~ 50Hz 380-415V 3N ~ 60Hz		

Valutazione della propagazione verso ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare

Considerata il livello di pressione sonora della pompa di calore (L_p 58 dB) e considerata la sua installazione in locale tecnico e separato da locali adiacenti da partizione in muratura in laterizi intonacati dello spessore di 15 cm, di cui si stima un potere fonoisolante R_w 40 dB risulta evidente che la rumorosità della stessa non sarà superiore al limite normativo di 25 dB(A)

Unità interne

In riferimento alle unità interne di tipo split, la pressione sonora risulta compresa tra 35 e 30 dB (a seconda della velocità di rotazione del ventilatore misurata ad 1 mt dall'unità); e pertanto, considerando il potere fonoisolante della soletta esistente di separazione con le unità soprastanti valutabile in $R_w=50$ dB(A), si può concludere in maniera semplificata e con margini cautelativi che la rumorosità propagata per via aerea sarà inferiore al limite normativo di 25 dB(A).

5. Conclusioni

Si conclude che sono progettualmente rispettati, salvo il rispetto delle indicazioni del presente progetto, i requisiti acustici passivi dell'edificio in esame in riferimento al DPCM 5/12/97. Deve essere cura della Direzione Lavori assicurare la conformità dei materiali e delle strutture alle richieste progettuali e verificarne la corretta messa in posa.

- **Si specifica che i valori minimi prescritti per il potere fono isolante dei serramenti in opera devono essere pari o superiore a R_w 38 dB.**

Considerate le tolleranze di montaggio degli infissi e di questi sulla facciata, oltre che alle eventuali imperfezioni di installazione di infissi, si prescrive cautelativamente l'utilizzo degli infissi con vetrocamera doppia stratificata con potere fonoisolante certificato di 42 dB.

Dovranno in oltre essere realizzati i seguenti interventi di mitigazione acustica:

- **Installazione antivibrante di tutti gli impianti con organi in movimento (compressori ventilatori pompe etc);**
- **Utilizzo tubature, raccordi e gomiti silenziati per le colonne di scarico acque di nuova realizzazione, tipo GEBERIT Silent;**

Allegato 01: Metodi di calcolo

Metodo di calcolo D_{2mnTw}

CALCOLO DELL'INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO DI FACCIATA D_{2mnTw}

Premessa

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, a 2 metri di distanza della facciata (D_{2mnTw}), caratterizza la capacità della facciata, di una specifica stanza, di abbattere il rumore proveniente dall'esterno.

Tale indice dipende dal potere fonoisolante apparente della facciata, dalla forma esterna della facciata e dalle dimensioni della stanza in esame.

Le procedure utilizzate per calcolare D_{2mnTw} di seguito esposte sono tratte direttamente dal rapporto tecnico, in elaborazione da parte dell'UNI, sviluppato per applicare alla tipologia costruttiva nazionale le norme serie EN 12354.

Metodo di calcolo

Calcolo di D_{2mnTw}

L'indice D_{2mnTw} viene calcolato con la seguente formula

$$D_{2mnTw} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \log \left(\frac{V}{6T_0 S_{tot}} \right)$$

dove:

- R'_w è l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente della facciata [dB]
- ΔL_{fs} è il termine correttivo che quantifica l'influenza delle caratteristiche della facciata [dB]
- V è il volume interno del locale considerato [m³]
- T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento, assunto pari a 0,5 s
- S_{tot} è la superficie di facciata vista dall'interno [m²]

Calcolo di R'_w

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (R'_w) della facciata è calcolato sulla base dei valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante (R_w) dei singoli elementi che la costituiscono (elementi opachi e serramenti) e sulla base degli indici di isolamento acustico ($D_{n,e,i}$) dei piccoli elementi presenti su di essa.

Per piccoli elementi si intendono gli elementi di edificio, con l'eccezione di porte e finestre, con area minore di 1 m². Ad esempio vengono considerati piccoli elementi le bocchette di ventilazione, gli ingressi d'aria e i cassonetti delle tapparelle.

$$R_w = -10 \log \left(\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{\frac{-R_{w,i}}{10}} + \frac{A_0}{S_{tot}} \sum_{i=1}^p 10^{\frac{-D_{n,e,i}}{10}} \right) - K$$

dove:

$R_{w,i}$ è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento i-esimo costituente la facciata [dB]

S_i è la superficie dell'elemento i-esimo di facciata visto dall'interno del locale [m²]

A_0 sono le unità di assorbimento di riferimento, pari a 10 m²

$D_{n,e,i}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato del piccolo elemento i-esimo [dB]

K è la correzione relativa al contributo della trasmissione laterale

Calcolo di R_{wi}

La capacità di abbattere i rumori di una singola struttura può essere definita con un unico numero denominato: indice di valutazione del potere fonoisolante (R_w).

La determinazione di tale indice può essere effettuata basandosi su (in ordine di attendibilità):

- dati di laboratorio
- correlazioni specifiche
- relazioni generali

Dati di laboratorio

Come dati di laboratorio devono essere utilizzate informazioni riportate in rapporti di prova ottenuti mediante misurazioni conformi alla normativa europea di più recente approvazione.

Per tali informazioni occorre puntualizzare alcuni aspetti.

Il campione di laboratorio:

- sarà sicuramente diverso, in particolar modo per la cura durante la posa, dalla struttura realmente realizzata in cantiere;
- non presenta normalmente le disomogeneità dovute a componenti strutturali, impianti, ecc.
- non è soggetto agli stessi periodi di stagionatura del cantiere;

Infine i rapporti di miscela delle malte utilizzate per realizzare il campione di prova normalmente non sono uguali a quelli utilizzati per realizzare la struttura in opera. Per cui quando si utilizzano dati di laboratorio occorre sempre applicare un fattore cautelativo che tenga conto di queste difformità; l'entità di tale fattore deve essere valutata dal progettista in base alla propria esperienza.

Correlazioni specifiche

Per correlazioni specifiche invece si intende l'utilizzo di prove di laboratorio effettuate su elementi costituiti dallo stesso materiale di quello in esame, aventi caratteristiche morfologiche analoghe ad esso.

Relazioni generali

Infine per relazioni generali si intendono opportuni algoritmi matematici.

In funzione della massa frontale della struttura (m') (Kg/mq) (definita come il prodotto tra la densità e lo spessore dell'elemento), ed eventualmente di altri parametri, si ricava il valore di R_w dell'elemento divisorio mediante una apposita equazione.

Calcolo di D_{neiw}

L'indice di isolamento acustico proprio dei piccoli elementi può essere ricavato da certificati di prove di laboratorio.

Nel caso invece si disponga del valore di potere fonoisolante del piccolo elemento (R_w), il valore dell'isolamento acustico può essere ricavato mediante la formula:

$$D_{neiw} = R_w - 10 \log \frac{S}{A_0}$$

dove:

R_w è l'indice di valutazione del potere fonoisolante del piccolo elemento [dB]

S è la superficie del piccolo elemento [m²]

A_0 sono le unità di assorbimento di riferimento, pari a 10 m²

Calcolo di K

Il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile. Se però elementi di facciata rigidi e pesanti (quali calcestruzzo o mattoni) sono collegati rigidamente ad altri elementi rigidi all'interno dell'ambiente ricevente, come pavimenti o pareti divisorie, la trasmissione laterale può contribuire alla trasmissione sonora totale. Ciò potrebbe diventare rilevante se sono richiesti elevati requisiti di isolamento dal rumore. Di conseguenza, a favore di sicurezza, nei casi che comportano la presenza di elementi rigidi si può considerare la trasmissione laterale in maniera "globale" diminuendo il potere fonoisolante di 2 dB. ($K = 2$ dB). Altrimenti $K = 0$

Calcolo di ΔL_{fs}

Il termine correttivo che quantifica l'influenza delle caratteristiche della facciata dipende dalla forma della facciata, dall'assorbimento acustico delle eventuali superfici di sottobalcone e dal modo di incidenza delle onde sonore.

Calcolo di L'_{nw}

L'indice L'_{nw} viene calcolato con la seguente formula

$$L'_{nw} = L_{nweq} - \Delta L_w + K$$

dove:

L_{nweq} è il livello di rumore da calpestio equivalente riferito al solaio “nudo”, privo dello strato di pavimento galleggiante [dB]

ΔL_w è l'indice di valutazione relativo alla riduzione dei rumori di calpestio dovuto alla presenza di pavimento galleggiante o rivestimento resiliente [dB]

K è la correzione da apportare per la presenza di trasmissione laterale di rumore. Il suo valore dipende dalla massa superficiale del solaio “nudo” e dalla massa superficiale delle strutture laterali [dB]

Calcolo di L_{nweq}

Il valore di L_{nweq} , relativo alla struttura priva di pavimento galleggiante, può essere ricavata da prove di laboratorio oppure calcolata con la seguente formula.

$$L_{nweq} = 164 - 35 \log \frac{m'}{m'_0}$$

dove:

m' è la massa superficiale del solaio “nudo” (kg/m²)

m'_0 è la massa di riferimento pari a 1 kg/m²

Secondo quanto prescritto dalla normativa UNI EN 12354-2; 2002, tale formula è utilizzabile per solai di tipo “omogeneo” aventi massa per unità di area (m') compresa tra 100 e 600 kg/m².

Calcolo di ΔL_w

L'indice ΔL_w può essere ricavato da certificati di laboratorio conformi alle seguenti normative:

UNI EN ISO 140-6	nel caso di strati resilienti utilizzati sotto il massetto (pavimenti galleggianti). Si fa presente che per i “pavimenti galleggianti” si richiede che la prova venga effettuata su un campione di almeno 10 m ² di massetto.
UNI EN ISO 140-8	nel caso di strati resilienti utilizzati come rivestimento (ad esempio rivestimenti in linoleum).

L'indice può anche essere ricavato analiticamente, per quanto riguarda i pavimenti galleggianti, mediante le seguenti formule.

$$\Delta L_w = 30 \log \frac{f}{f_0} + 3 \quad (\text{per pavimenti galleggianti realizzati con massetto in calcestruzzo})$$

$$\Delta L_w = 40 \log \frac{f}{f_0} - 3 \quad (\text{per pavimenti galleggianti realizzati con massetto a secco})$$

dove:

f è la frequenza di riferimento pari a 500 Hz

f_0 è la frequenza di risonanza del sistema massetto+strato resiliente, calcolata in base alla seguente relazione:

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$$

dove:

s' è la rigidità dinamica dello strato resiliente interposto ottenuta secondo prove di laboratorio conformi alla UNI EN 29052-1; 1993 [MN/m³]

m' è la massa superficiale del massetto soprastante lo strato resiliente [kg/m²]

Calcolo di K

Il valore dell'indice K è ricavabile da una tabella riportata nella normativa. Esso dipende dalla massa superficiale del solaio "nudo", privo di pavimento galleggiante e dalla massa superficiale media della pareti laterali. La massa superficiale media delle pareti laterali si calcola facendo la media ponderata secondo la dimensione delle varie strutture, senza considerare le masse proprie di eventuali strati di rivestimento.

Allegato 02: Nomina Tecnico Competente Acustico



Direzione Ambiente

Risanamento Acustico, Elettromagnetico ed Atmosferico

carla.contardi@regione.piemonte.it

06 MAG. 2010

Data

Protocollo 17876 /DB10.04

Egr. Sig.

BONARDO Vincenzo

Via G. Mazzini 17

12045 - FOSSANO (CN)

Oggetto: L. 447/1995 - Attività di tecnico competente in acustica ambientale.

Si comunica che con determinazione dirigenziale n. 300/DB10.04 del 30 Aprile 2010 allegata, la domanda da Lei presentata ai sensi dell'art.2, comma 7, della L. 26/10/1995 n. 447 è stata accolta. Detta determinazione sarà pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte unitamente al elenco di Tecnici riconosciuti.

Come previsto dall'art. 16, comma 2, della legge regionale 20 ottobre 2000, n. 52, i dati personali utili al fine del Suo reperimento, da Lei forniti in allegato alla domanda (cognome, nome, comune, numero di telefono fisso, numero di cellulare e indirizzo e-mail), saranno inseriti nell'elenco dei tecnici riconosciuti da questa Regione. Le eventuali comunicazioni di aggiornamento di tali dati possono essere comunicate a questa Direzione Ambiente, via Principe Amedeo 17 - 10123 TORINO anche via FAX al numero 011 432 3665.

Distinti saluti.

Il Dirigente del Settore
(ing. Carla CONTARDI)referente:
Baudino/Semeraro
Tel. 011/4324678-2786

Lettera accoglimento domanda tecnico competente in acustica

Via Principe Amedeo, 17
10123 Torino
Tel. 011-43.21420
Fax 011-43.23665



*Direzione Tutela e Risanamento
Ambientale - Programmazione
Gestione Rifiuti*

Settore Risanamento acustico ed atmosferico

14 LUG. 2005

Torino _____

Prot. n. 10344/22.4

RACC. A.R.

Egr. Sig.
ALLEMANDI Gianluca
Via Berthollet 42
10125 - TORINO (TO)

Oggetto: L. 447/1995 - Attività di tecnico competente in acustica ambientale.

Ho il piacere di comunicare che, con determinazione dirigenziale n. 165 dell'8/7/2005 (Settore 22.4) allegata in copia fotostatica, la domanda da Lei presentata ai sensi dell'art. 2, comma 7, della L. 26/10/1995 n. 447 è stata accolta. Detta determinazione sarà pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte unitamente al trentasettesimo elenco di Tecnici riconosciuti.

Come previsto dall'art. 16, comma 2, della legge regionale 20 ottobre 2000, n. 52, i dati personali utili al fine del Suo reperimento, da Lei forniti in allegato alla domanda (cognome, nome, comune, numero di telefono fisso, numero di cellulare e indirizzo e-mail), saranno inseriti nell'elenco dei tecnici riconosciuti da questa Regione. Le eventuali comunicazioni di aggiornamento di tali dati possono essere comunicate a questa Direzione Tutela risanamento ambientale Programmazione gestione rifiuti, via Principe Amedeo 17 - 10123 TORINO anche via FAX al numero 011 432 3665.

Distinti saluti.

Il Responsabile del Settore
Carla CONTARDI

ALL.

DR/cr

Via Principe Amedeo 17
10123 Torino
Tel. 011 4321430
Fax 011 4323665