

NUOVA LINEA TORINO LIONE - NOUVELLE LIGNE LYON TURIN  
PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE - PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE

LOTTO COSTRUTTIVO 1 / LOT DE CONSTRUCTION 1  
CANTIERE OPERATIVO 02C/CHANTIER DE CONSTRUCTION 02C  
RILOCALIZZAZIONE DELL'AUTOPORTO DI SUSÀ  
DEPLACEMENT DE L'AUTOPORTO DE SUSE  
PROGETTO ESECUTIVO - ETUDES D'EXECUTION  
CUP C11J05000030001 - CIG 682325367F

FABBRICATI  
CEC-CASSE E CARBURANTI

CEC-Relazione di verifica dei requisiti acustici passivi degli edifici ai sensi del DPCM 5/12/1997

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/04//2018	Prime emissione Première diffusion	C. DEVECCHI (-)	L. BARBERIS (MUSINET ENG.)	C. GIOVANNETTI (MUSINET ENG.)

1	0	2	C	C	1	6	1	6	7	F	A	A	1	O	G
Lot Cos. Lot.Con.	Cantiere operativo/ Chantier de construction		Contratto/Contrat				Opera/Oeuvre			Tratto Tronçon	Parte Partie				

E	S	T	R	E	1	5	1	8	0
Fase Phase	Tipo documento Type de document		Oggetto Object		Numero documento Numéro de document			Indice Index	

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE/  
/INTÉGRATION SPÉCIALISTE

Dott. Arch. Chiara DEVECCHI  
Albo di Torino  
N°9334

SCALA / ÉCHELLE

-

IL PROGETTISTA/LE DESIGNER



Dott. Arch. Corrado GIOVANNETTI  
Albo di Torino  
N° 2736

L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR

IL DIRETTORE DEI LAVORI/LE MAÎTRE D'ŒUVRE

## SOMMAIRE / INDICE

1. PREMESSA .....	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
2.1 Il DPCM del 5 dicembre 1997 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici” .....	4
2.2 I parametri considerati per il progetto .....	6
3. VERIFICA ACUSTICA DELLE OPERE IN PROGETTO .....	7
3.1 Isolamento acustico di facciata .....	8
3.2 Rumore degli impianti tecnologici .....	11
3.2.1 Impianti a funzionamento discontinuo idrico-sanitari .....	12
3.2.2 Impianti a funzionamento continuo: la valutazione acustica del rumore prodotto dagli impianti tecnologici .....	13
3.2.2.1 Impianti di ventilazione .....	13
3.2.2.2 Impianto di climatizzazione .....	14
3.2.2.3 Impianti fluido-meccanici .....	17
3.2.2.4 Il tempo di riverberazione degli ambienti .....	19
4. VERIFICA RUMOROSITÀ DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI .....	20
4.1 Impianto di climatizzazione: rumore prodotto dai ventilcovettori .....	21
4.2 Impianto di ventilazione: rumore prodotto dalle unità di trattamento aria e ventilatori di estrazione dell'aria.....	22
4.3 Calcolo del rumore complessivo: EC_PT_01 UFFICIO piano terreno.....	24
4.3.1 Prescrizioni sugli impianti tecnologici.....	25
4.4 Prescrizioni generali sugli impianti tecnologici .....	26
4.5 Prescrizioni generali .....	26
4.5.1 Dimensionamento e posizionamento degli elementi smorzanti/antivibranti .....	27
4.5.2 Climatizzazione.....	29
4.5.2.1 La velocità dell'aria .....	29
4.5.2.2 Prescrizioni da adottare per ridurre il rumore di break-in e break-out dei canali 30	
4.5.3 Indicazione di corretta posa degli impianti idrico sanitari.....	31
4.5.3.1 Prescrizioni di montaggio degli impianti .....	33
5. CONCLUSIONI.....	33

## LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Pianta piano terra del complesso immobiliare in progetto .....	4
Figura 2: Sezione schematica della tipologia di muratura esterna di progetto, $R_w=60$ dB .....	8
Figura 3: Serramento con vetrocamera .....	9
Figura 4: Pianta piano terra con indicate le facciate sulle quali sono state eseguite le verifiche .....	10
Figura 5: Corretta battuta di raccordo tra il controtelaio e il telaio del serramento .....	11
Figura 6: Tipologie di fissaggio delle tubazioni: a) fissaggio rigido (SCORRETTO); b), c) e d) fissaggi corretti con materiale disaccoppiante .....	12
Figura 7: a) Trasmissione dei rumori attraverso l'impianto di scarico; b) confronto prestazionale tra i diversi materiali in commercio (tubazioni di scarico) .....	12
Figura 8: Area generale e inquadramento del fabbricato Casse e Carburanti .....	20
Figura 9: Edificio Casse e Carburanti sotto la struttura della pensilina in acciaio.....	21
Figura 10: CEC: progetto dell'impianto di climatizzazione, posizione dei ventilconvettori e passaggio delle tubazioni .....	22
Figura 11: Progetto impianto di climatizzazione; pianta piano terreno, canalizzazioni di mandata e di ripresa dell'aria.....	23
Figura 12: Sorgenti di rumore presenti nell'ambiente valutato .....	24
Figura 13: Specifiche tecniche dei condotti da utilizzare .....	25
Figura 14: Tratte di canali dell'aria da sostituire con condotti fonoassorbenti.....	26
Figura 15: Canali di estrazione dell'aria dei servizi igienici: attraversamento dei canali collocati nel cavedio tra solaio e controsoffitto negli ambienti .....	27
Figura 16: Base antivibrante per macchine .....	28
Figura 17: Piedinature antivibranti alla base del telaio dei ventilatori.....	28
Figura 18: Esempio di giunto flessibile commerciale .....	29
Figura 19: Schema di principio della tipologia di intervento da effettuare sul canale di espulsione per il ventilatore VE .....	30
Figura 20: Dettagli costruttivi per ridurre le perdite di isolamento acustico dovute al passaggio dei canali attraverso le partizioni .....	31
Figura 21: Tipologie di fissaggio delle tubazioni: a) fissaggio rigido (scorretto); b) c) d) fissaggi corretti con materiale di disaccoppiamento.....	32
Figura 22: Trasmissione dei rumore attraverso l'impianto di scarico; b) confronto prestazionale tra i diversi materiali in commercio (tubazioni di scarico) .....	32

## 1. Premessa

La finalità del presente lavoro, redatto dagli scriventi Arch. Devecchi e ing. Onali, ai sensi della Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico n°447/95, del DPCM 5/12/1997 e nel rispetto del DM 24 dicembre 2015 è quello di valutare la conformità delle opere in progetto alle prescrizioni della normativa vigente per quanto riguarda i requisiti acustici passivi degli edifici e definire gli interventi eventualmente necessari al fine dell'adeguamento normativo.

Nella Figura 1 è riportata la planimetria del piano terra dello spazio CEC –CARBURANTI E CASSE sito nel comune di San Didero, provincia di Torino.

Nel seguito, dopo un breve riferimento alle normative vigenti, verranno, invece, illustrati i risultati dello studio in relazione agli indici di valutazione considerati.

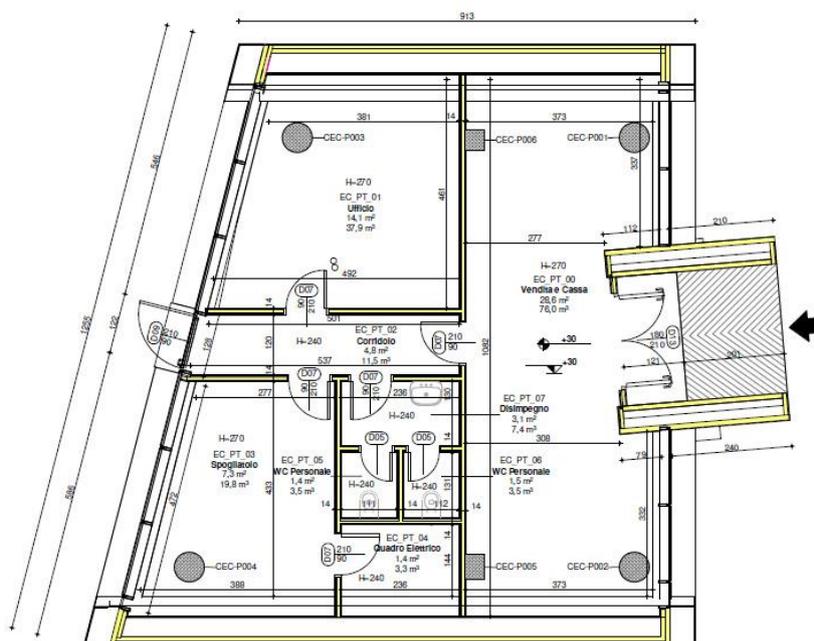


Figura 1: Pianta piano terra del complesso immobiliare in progetto

## 2. Riferimenti normativi

Fra i diversi decreti attuativi della Legge Quadro n. 447 del 1995 viene considerato in particolare quello che definisce i parametri inerenti le prestazioni acustiche passive degli edifici. Si premette che il DPCM 5/12/1997 stabilisce i limiti ammessi per i singoli requisiti acustici degli edifici.

### 2.1 Il DPCM del 5 dicembre 1997 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”

Il decreto come citato nell'Art.1 (Campo di applicazione) “*determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore*”.

L'Art. 2 del decreto fornisce una serie di definizioni ai fini di una corretta applicazione del decreto stesso.

Nel comma 1 gli ambienti abitativi vengono distinti nelle categorie riportate nella seguente tabella (Tabella A in allegato al decreto).

Tabella A: Classificazione degli ambienti abitativi (art. 2)

- categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili;
- categoria B: edifici adibiti ad uffici o 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;
<b>- categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.</b>

Per ambiente abitativo si intende (legge 26 ottobre 1995, n. 447) “ogni ambiente interno a un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive”.

Le componenti degli edifici vengono distinte in “partizioni orizzontali e verticali”(art.2, comma 2).

Il comma 3 definisce come “servizi a funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria”

Il comma 4 definisce “servizi a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento”

L’art.3 del decreto riguarda “i valori limite delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne”; tali valori sono riportati nella tabella seguente (Tabella B dell’Allegato A al decreto).

Tabella B: Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	$R'_w$ (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{nw}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
<b>B, F, G</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>55</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

dove:

$R'_w$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, riferito a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari;

$D_{2m,nT,w}$  è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato al tempo di riverberazione;

$L'_{nw}$  è l'indice di valutazione del livello di rumore da calpestio normalizzato al tempo di riverberazione.

Per quanto riguarda gli impianti tecnologici il testo del Decreto prescrive il rispetto dei seguenti limiti:

- 35 dB(A)  $L_{Amax}$  con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;

b) 25 dB(A)  $L_{Aeq}$  per i servizi a funzionamento continuo.

## 2.2 I parametri considerati per il progetto

Le opere in progetto sono di tipo destinati ad ufficio ed assimilabili (**Categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili**) secondo la classificazione della *Tabella A* in allegato al già citato D.P.C.M.

I valori consentiti per i parametri principali che definiscono i requisiti acustici degli ambienti considerati sono riportati nella Tabella 1 seguente che è un estratto della *Tabella B* in allegato al decreto.

*Tabella 1: Estratto della Tabella B: Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici*

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	$R'_w$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{nw}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
<b>G</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>55</b>	<b>35</b>	<b>35(*)</b>

(\*) Si assume come riferimento il limite di 35 dB(A), in contraddizione con quanto specificato nel testo del Decreto (25 dB(A)) secondo quanto specificato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, sezioni riunite Prima e Quinta del Cons. Superiore dei LL.PP., con nota del 16/02/2004.

Si ricorda che il decreto specifica che i limiti riferiti alla rumorosità degli impianti tecnologici sono valori massimi consentiti e che il disturbo deve essere misurato in ambienti diversi da quello in cui il rumore viene generato.

**DM 24 dicembre 2015 " Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l'incontinenza."** impone che: "...i valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere a quelli della Classe II ai sensi della norma UNI 11367 e UNI 11444..."

I criteri di base della classificazione acustica sono applicabili alle unità immobiliari aventi le seguenti destinazioni d'uso:

- Residenziale,
- Direzionale ed ufficio
- Ricettiva (alberghi, pensioni e simili)
- Ricreativa
- Di culto
- Commerciale

Sono definite le classi acustiche rispetto ai seguenti requisiti:

1. Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata [ $D_{2m,nT,w}$ ];
2. Descrittore del potere fono isolante apparente di partizioni verticali ed orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari [ $R'_w$ ];

3. Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari [L'nw];
4. Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo [Lic];
5. Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo [Lid].

La norma riporta i valori dei parametri descrittivi delle caratteristiche prestazionali degli elementi edilizi da utilizzare ai fini della classificazione acustica dell'unità immobiliare e nello specifico le prestazioni richieste per la Classe II sono le seguenti:

Classe	INDICI VALUTAZIONE				
	a) Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata [D2m,nT,w] dB	b) Descrittore del potere fono isolante apparente di partizioni verticali ed 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 [Lic] dB(A)	e) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo [Lid] dB(A)
<b>II</b>	≥ 40	≥ 53	≤ 58	≤ 28	≤ 33

**Sono esclusi dalla classificazione i seguenti casi:**

- **Le unità immobiliari di edifici ad esclusivo uso commerciale, destinate a ristoranti, bar, negozi con accesso diretto all'esterno, centri commerciali, autofficine, distributori di carburante (e altre aventi caratteristiche similari).**

Nel caso specifico in oggetto, quindi, essendo un immobile ad uso esclusivamente commerciale non si devono verificare i parametri richiesti per la Classe II dal DM 24 dicembre 2015, ma si deve verificare il rispetto dei limiti imposti dalla normativa, ovvero, essendo unica unità immobiliare appartenente ad un'unica proprietà e con una destinazione d'uso unica:

- Indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato al tempo di riverberazione (D2m,nT,w);
- Livello di rumorosità prodotta dagli impianti a funzionamento continuo (LAeq);
- Livello di rumorosità prodotta dagli impianti a funzionamento discontinuo (LASmax).

### 3. Verifica acustica delle opere in progetto

Le verifiche effettuate si basano su dati sperimentali ed algoritmi di calcolo definiti dalla norma EN 12354, attraverso cui è possibile prevedere il livello di protezione acustica offerto dalle strutture verticali ed orizzontali e valutare quando esso debba essere integrato con un opportuno isolamento per riportarlo entro i limiti fissati dal D.P.C.M. 5/12/97.

Nel presente studio, trattandosi di una unica unità sono state considerate le prescrizioni sull'isolamento acustico di facciata  $D_{2m,nT,w}$  e sul rumore degli impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo.

Nel seguito verranno considerati di volta in volta due ambienti a campione, rappresentativi ed analoghi per tipologia e costituzione.

Il dettaglio dei risultati delle verifiche è riportato nelle schede dell'Allegato B.

### 3.1 Isolamento acustico di facciata

Il valore dell'indice dell'isolamento acustico di facciata  $D_{2m,nT,w}$  richiesto dal D.P.C.M. 5/12/97 è pari a 42 dB per le unità adibite ad attività commerciali o assimilabili. Tale indice si riferisce a misurazioni effettuate in opera e tiene conto non solo del potere fonoisolante della parte opaca ma anche dell'incidenza delle vetrate e di eventuali altre discontinuità di facciata, come ad esempio le bocchette di ventilazione a parete.

Esso dipende inoltre da numerosi fattori tra i quali la forma della facciata e le relazioni geometriche tra la sorgente di rumore e la stanza ricevente.

Le verifiche acustiche sono state condotte individuando gli ambienti più critici, rappresentati dai locali caratterizzati da una maggiore superficie finestrata, che costituisce il punto debole della facciata e dagli ambienti con la presenza continuativa delle persone al proprio interno, in quanto ambienti più critici dal punto di vista della necessità di comfort acustico.

Gli elementi edilizi considerati sono i seguenti:

- **Parete esterna opaca di tamponamento della struttura**

Stratigrafia di progetto: (fornita dai progettisti: Figura 2)

Muratura costituita da:

- Rasatura, sp. 7mm;
- Lastra di cemento fibrorinforzato, sp. 15mm;
- Membrana per tetto EPDM;
- Lana di roccia, sp. 60mm densità 120 kg/mc;
- Lana di roccia, sp. 100mm densità 120 kg/mc;
- Aria, sp. 380mm;
- Barriera al vapore;
- Cartongesso sp. 12,5mm;
- Cartongesso sp. 12,5mm;
- Rasatura, sp. 7mm;

La composizione stratigrafica, in oggetto, è stata effettuata mediante l'utilizzo del software previsionale e ha determinato un potere fonoisolante della partizione  $R_w$  pari a 60 dB.

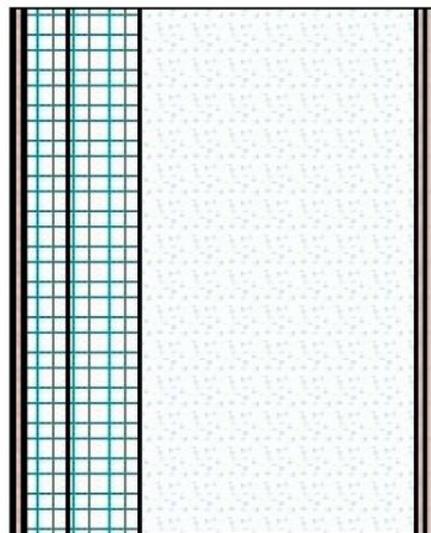


Figura 2: Sezione schematica della tipologia di muratura esterna di progetto,  $R_w=60$  dB

- **Il serramento esterno vetrato**

Tutti i serramenti vetrati, utilizzati per le partizioni verticali ed orizzontali dovranno essere realizzate con serramenti vetrati, (realizzati con vetrocamera stratificati) che dovranno garantire per il complesso (telaio+vetro) un potere fono isolante almeno pari a  $R_w \geq 45$  dB (-1,-5).

**I serramenti (comprensivi di telaio+vetro) dovranno garantire un potere fonoisolante  $R_w$ , attestato mediante prova di isolamento acustico eseguita in un laboratorio accreditato, non inferiore a 45 dB.**

**N.B. Le prestazioni dei serramenti che verranno installati dovranno essere certificate presso laboratori accreditati ed i test dovranno essere effettuati su serramenti di dimensioni rappresentative di quelle che verranno montate in opera.**

Nota bene:

*la natura del materiale che compone il telaio non ha un'incidenza di rilievo sulla qualità acustica del serramento.*

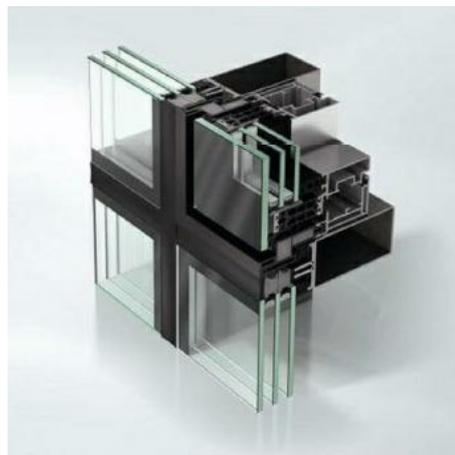


Figura 3: Serramento con vetrocamera

È stato verificato l'isolamento acustico delle pareti di facciata dei differenti ambienti collocati al piano terra ed al piano primo, eseguendo nello specifico le seguenti verifiche:

- piano terra (Vendita e cassa) facciata Est
  - verificato con:
  - Serramento (vetro+telaio)  $R_w=45$  dB
  - Porta accesso  $R_w=40$  dB
  - Parete cieca bussola ingresso  $R_w=56$  dB
- piano terra (Ufficio) facciata Nord
  - verificato con:
  - Parete esterna opaca  $R_w=60$  dB
- piano terra (Ufficio) facciata Ovest
  - verificato con:
  - Parete esterna opaca  $R_w=60$  dB
  - Serramento (vetro+telaio)  $R_w=45$  dB
- piano terra (Spogliatoio) facciata Ovest
  - verificato con:
  - Serramento (vetro+telaio)  $R_w=45$  dB
- piano terra (Vendita e cassa) facciata Sud
  - verificato con:
  - Parete esterna opaca  $R_w=60$  dB

Di seguito si riportano in planimetria le facciate sulle quali sono state eseguite le verifiche di rispetto dei limiti normativi (Figura 4).

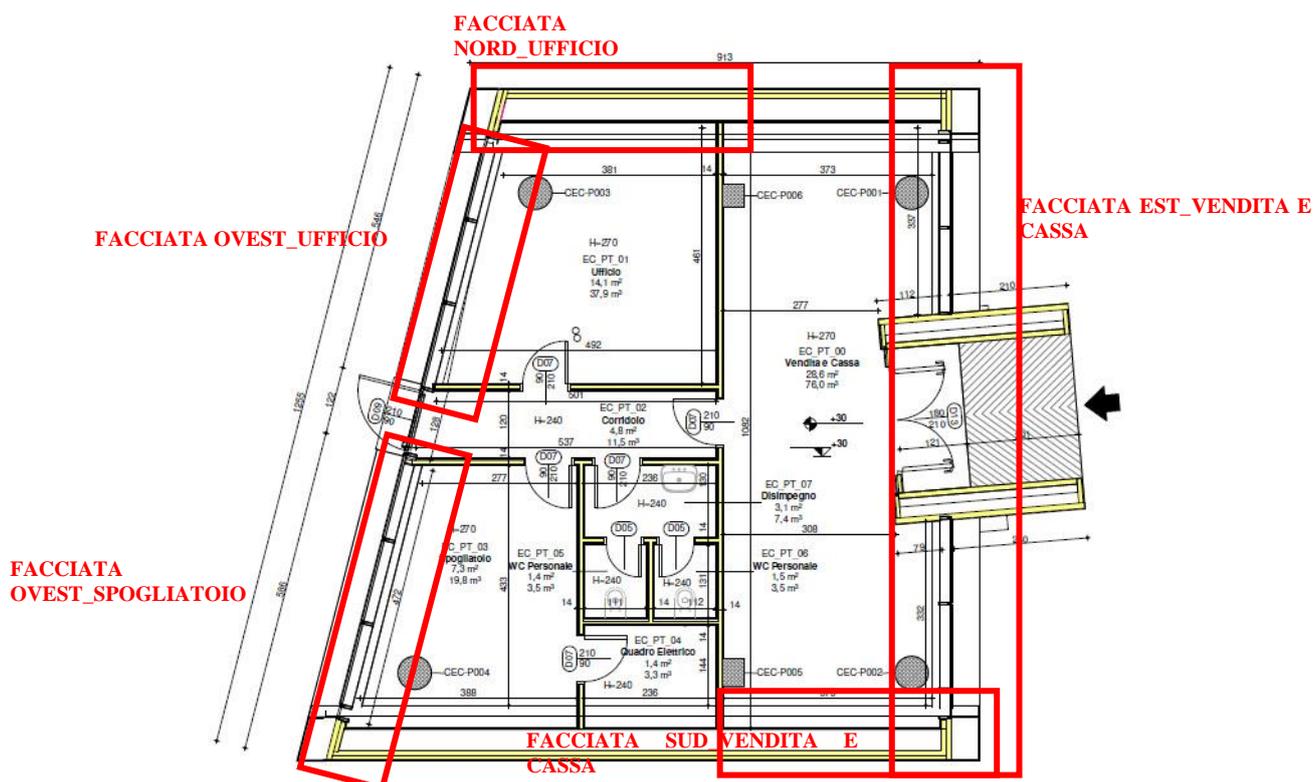


Figura 4: Pianta piano terra con indicate le facciate sulle quali sono state eseguite le verifiche

## RISULTATI

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva degli ambienti analizzati e i risultati dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ ) calcolato:

Piano	Ambiente ricevente	Isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ [dB]
Terra	Facciata Est_Vendita e cassa	43 (-1,-4)
Terra	Facciata Nord_Ufficio	59 (-1,-4)
Terra	Facciata Ovest_Spogliatoio	44 (-1,-5)
Terra	Facciata Ovest_Ufficio	45 (-1,-5)
Terra	Facciata Sud_Vendita e cassa	60 (-1,-5)

**In tutti i casi considerati si ottengono valori dell'indice di isolamento acustico di facciata conformi alle prescrizioni del D.P.C.M. prevedendo serramenti aventi un potere fonoisolante certificato  $R_w \geq 45$  dB, e Classe 3 di tenuta all'aria, ottenendo valori minimi stimati dell'isolamento acustico di facciata  $D_{2m,nT,w}$  [dB]= 43dB > 42 dB per gli ambienti verificati.**

Nell'**Allegato B** si riportano i dettagli dei risultati delle verifiche acustiche effettuate presso gli ambienti considerati.

## NB: PRESCRIZIONI

Al fine di raggiungere i livelli necessari a rispettare i valori minimi richiesti per l'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$  rispettivamente pari a 42dB, tenendo conto dell'approssimazione legata al metodo di calcolo previsionale utilizzato e della perdita di prestazione che solitamente si ha con la messa in opera, si prescrive pertanto l'utilizzo di serramenti (telaio + vetro) con caratteristiche fonoisolanti minime certificate in un laboratorio accreditato, pari a  $R_w = 45dB$ .

Relativamente alle classi di **tenuta all'aria**, in accordo con la norma UNI EN 12207:2000, si prescrive l'utilizzo di serramenti vetrati esterni almeno di **Classe 3**. Per ottenere suddette prestazioni di tenuta all'aria, le finestre dovranno essere opportunamente sigillate sul perimetro tra parete opaca e controtelaio (evitando il montaggio "in luce": Figura 5) e sulle battute.

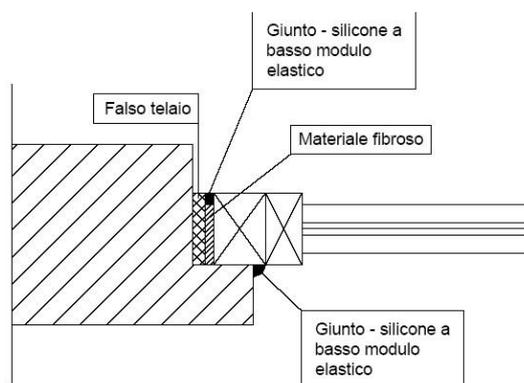


Figura 5: Corretta battuta di raccordo tra il controtelaio e il telaio del serramento

### 3.2 Rumore degli impianti tecnologici

Tutti gli impianti tecnologici a funzionamento continuo e discontinuo dovranno essere realizzati in conformità alle prescrizioni del D.P.C.M. sopra citato, nel rispetto dei requisiti minimi quali:

- $L_{ASmax} \leq 35$  dB
- $L_{Aeq} \leq 35$  dB

Ciò significa che gli impianti a funzionamento continuo e discontinuo potranno generare, negli ambienti diversi da quelli in cui si trovano, un livello di rumore pari al massimo a 35 dB(A).

Per impianti a funzionamento discontinuo si intendono:

- Ascensori
- Scarichi idraulici
- Bagni e servizi igienici
- Rubinetterie

Per impianti a funzionamento continuo si intendono:

- Impianti di riscaldamento
- Impianti di aerazione
- Impianti di condizionamento

### 3.2.1 Impianti a funzionamento discontinuo idrico-sanitari

I rumori causati all'interno di una tubazione di scarico, sia per caduta o scorrimento, sia per urto dell'acqua sulle pareti della tubazione stessa, possono trasmettersi sia per via indiretta che per via diretta tramite il fissaggio della tubazione (vedi Figura 6).

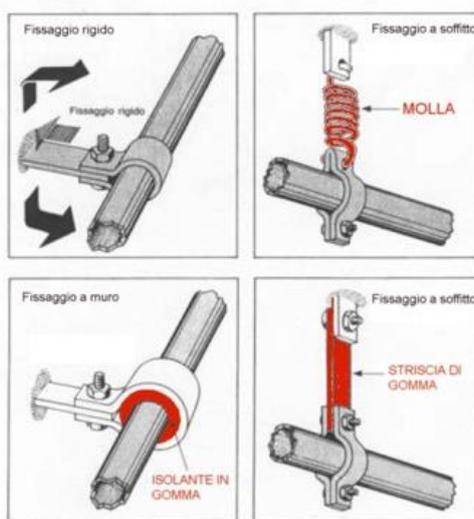


Figura 6: Tipologie di fissaggio delle tubazioni: a) fissaggio rigido (SCORRETTO); b), c) e d) fissaggi corretti con materiale disaccoppiante

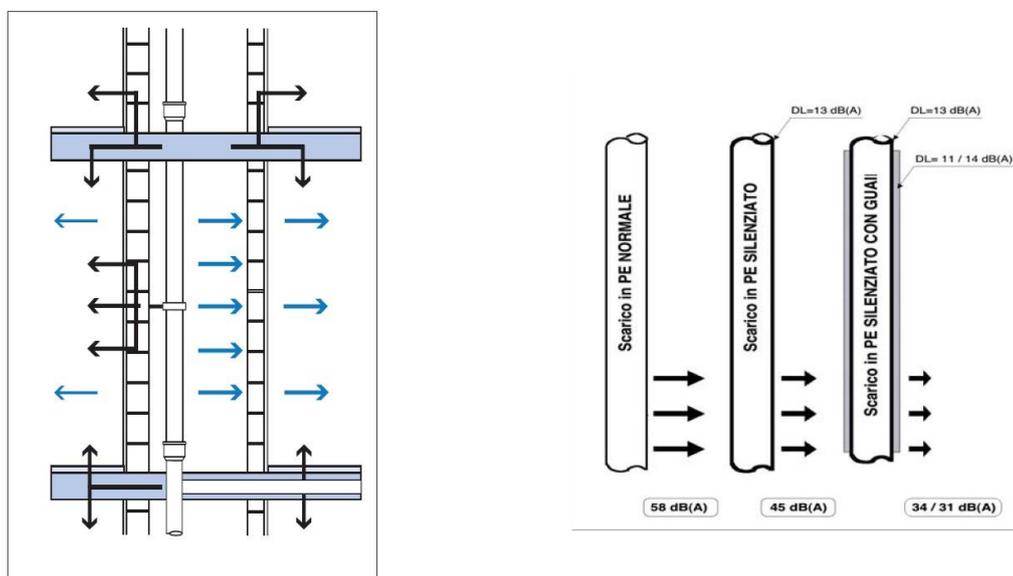


Figura 7: a) Trasmissione dei rumori attraverso l'impianto di scarico; b) confronto prestazionale tra i diversi materiali in commercio (tubazioni di scarico)

### NB: PRESCRIZIONI

**Dovranno pertanto essere isolate acusticamente tutte le tubazioni impiantistiche, sia per via aerea che per via strutturale, mediante l'utilizzo di specifici accorgimenti e materiali, ed interponendo degli elementi resilienti ad elevato fattore di smorzamento.**

**Si prescrive inoltre l'utilizzo di tubi e raccordi insonorizzati tipo Geberit Silent, Blu Phon (Faraplan) o Raupiano Plus (Rehau).**

Al fine di limitare il disturbo presso gli ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, determinato dal funzionamento degli apparecchi sanitari, occorrerà dimensionare lo spessore delle pareti, in considerazione del fatto di dover integrare i passaggi impiantistici nelle murature (impianti idraulici, scatole di derivazione etc.).

L'isolamento acustico effettivo dei tramezzi interni sarà maggiormente garantito mediante la realizzazione di pareti divisorie con almeno potere fono isolante pari a  $R_w=56$  dB. **Occorrerà inoltre prevedere, in fase di montaggio dei sanitari, la messa in opera di elementi antivibranti in gomma o materiali equivalenti. Le eventuali cassette di scarico per WC incassate nei muri dei bagni, andranno invece isolate mediante il posizionamento di feltro in lana di vetro ISOVER PAR 45 tra la cassetta e il paramento murario retrostante.**

### ***3.2.2 Impianti a funzionamento continuo: la valutazione acustica del rumore prodotto dagli impianti tecnologici***

Le informazioni estratte dalla documentazione fornita evidenziano due tipologie di macchine che possono provocare emissioni sonore significative; tali sorgenti di rumore sono:

- impianto di ventilazione, presente negli ambienti di vita e costituito da diffusori di mandata e di ripresa dell'aria primaria che fa capo alle centrali tecnologiche di trattamento dell'aria (Unità di Trattamenti dell'Aria UTA e Ventilatori VE)
- impianto di climatizzazione, costituito da ventilconvettori verticali a pavimento e orizzontali a soffitto
- impianti fluido-meccanici, le tubazioni e gli scarichi degli impianti igienico-sanitari e dei ventilconvettori

Premessa alla valutazione del rumore presente negli ambienti consiste nella definizione del tempo di riverberazione dei locali, come riportato nel prossimo capitolo.

Si riportano di seguito le indicazioni presenti a capitolato (documento 1\_02C\_C16167\_OOA0\_OG\_E\_GN\_RE\_0010\_A\_cap nt capitolato norme tecniche) rilevanti ai fini della riduzione delle emissioni sonore prodotte dalle singole macchine.

Alle indicazioni generali di capitolato saranno integrate particolari prescrizioni ed eventuali componenti integrativi relativi agli impianti, laddove si rendessero necessari interventi atti a ridurre il disturbo verso gli ambienti serviti.

#### ***3.2.2.1 Impianti di ventilazione***

##### **Unità di estrazione e trattamento aria**

L'Unità di Trattamento dell'Aria (UTA) a elementi componibili, idonea all'installazione diretta all'esterno, ha componenti e dimensioni di ingombro riportate nei disegni e ha le seguenti caratteristiche generali:

- **INVOLUCRO:** La struttura sarà completata esternamente da pannellature di spessore minimo pari a 40 mm, ricavate da due lamiere pressopiegate a scatola e iniettate a caldo con poliuretano di densità 40-50 kg/m<sup>3</sup>;
- **SEZIONE VENTILANTE:** Ventilatore centrifugo a singola aspirazione direttamente accoppiato. Girante centrifuga realizzata in alluminio con 7 pale curve indietro saldate, energeticamente ottimizzate per funzionare senza coclea, grazie allo speciale design della pala con diffusore rotante, per il recupero dell'energia statica, per una più elevata efficienza e un ottimale comportamento acustico.
- **CRITERI DI INSTALLAZIONE:** Il collegamento tra l'UTA e le condotte di distribuzione dell'aria dovrà avvenire mediante l'inserimento di giunti antivibranti in tela e profilati. Al di sotto dei piedi di appoggio dovranno essere inseriti elementi antivibranti di tipo monoblocco in gomma.

### **Unità di ventilazione a doppio flusso con recuperatore di calore statico ad alta efficienza**

L'Unità di Trattamento dell'Aria (UTA) a elementi componibili, idonea all'installazione diretta all'esterno, ha componenti e dimensioni di ingombro riportate nei disegni e ha le seguenti caratteristiche generali:

- **INVOLUCRO:** La struttura sarà completata esternamente da pannellature di spessore minimo pari a 40 mm, ricavate da due lamiere pressopiegate a scatola e iniettate a caldo con poliuretano di densità 40-50 kg/m<sup>3</sup>;
- **SEZIONE VENTILANTE:** Ventilatore centrifugo a singola aspirazione direttamente accoppiato. Girante centrifuga realizzata in alluminio con 7 pale curve indietro saldate, energeticamente ottimizzate per funzionare senza coclea, grazie allo speciale design della pala con diffusore rotante, per il recupero dell'energia statica, per una più elevata efficienza e un ottimale comportamento acustico;
- **CRITERI DI INSTALLAZIONE:** Il collegamento tra l'UTA e le condotte di distribuzione dell'aria dovrà avvenire mediante l'inserimento di giunti antivibranti in tela e profilati. Al di sotto dei piedi di appoggio dovranno essere inseriti elementi antivibranti di tipo monoblocco in gomma.

#### ***3.2.2.2 Impianto di climatizzazione***

### **Ventilconvettori verticali con motore elettronico**

I ventilconvettori da installare dovranno appartenere a una stessa serie di modelli di una unica casa costruttrice, in modo da soddisfare le caratteristiche di potenzialità richieste dall'impianto di condizionamento.

I ventilconvettori dovranno garantire un livello di potenza sonora a 40 dB(A) alla velocità nominale di funzionamento (carico nominale di progetto).

- **MONTAGGIO A INCASSO:** nel caso di eventuale montaggio a incasso, l'apparecchio dovrà essere fornito senza mobile di copertura e completo di tutti gli accessori e dei componenti necessari per il corretto funzionamento, quali bocchette di mandata e

ripresa, condotti di mandata e ripresa fonoassorbenti, staffe di supporto, etc. Le principali caratteristiche dell'apparecchio, dovranno essere le seguenti:

TIPOLOGIA	POTENZA SONORA $L_{w}$ dB(A)	PORTATA ARIA m <sup>3</sup> /h	PORTATA ACQUA CALDA l/h	PORTATA ACQUA REFRIGERATA l/h	POTENZA TERMICA Watt	POTENZA FRIGORIFERA		$\Delta P$ ACQUA CALDA kPa max	$\Delta P$ ACQUA REFRIGERATA kPa max
						Sensibile	Totale		
						Watt	Watt		
A	44	220	80	180	920	820	1.000	1,6	13,0
B	42	350	140	330	1.600	1.450	1.880	5,4	12,7
C	48	610	230	550	2.690	2.550	3.150	3,1	14,5

### **Ventilconvettori da incasso in controsoffitto con motore elettronico**

I ventilconvettori da installare dovranno appartenere a una stessa serie di modelli di una unica casa costruttrice, in modo da soddisfare le caratteristiche di potenzialità richieste dall'impianto di condizionamento.

Nei disegni sono riportati i dati tecnici relativi alle grandezze da impiegare.

I ventilconvettori dovranno garantire un livello di potenza sonora a 40 dB(A) alla velocità nominale di funzionamento (carico nominale di progetto).

Le principali caratteristiche dell'apparecchio, dovranno essere le seguenti:

TIPOLOGIA	POTENZA SONORA $L_{w}$ dB(A)	PORTATA ARIA m <sup>3</sup> /h	PORTATA ACQUA CALDA l/h	PORTATA ACQUA REFRIGERATA l/h	POTENZA TERMICA Watt	POTENZA FRIGORIFERA		$\Delta P$ ACQUA CALDA kPa max	$\Delta P$ ACQUA REFRIGERATA kPa max
						Sensibile	Totale		
						Watt	Watt		
D	39	380	140	330	1.553	1.424	1.866	2,6	4,6
E	43	445	110	410	1.267	1.800	2.380	1,5	4,0
F	50	610	130	520	1.505	2.327	2.983	2,1	6,1

### **Bocchette e diffusori di immissione e estrazione aria**

I componenti di interesse sono riportati di seguito.

- **SERRANDE DI REGOLAZIONE:** Tutte le bocchette di immissione ed estrazione aria dovranno garantire un livello di potenza sonora a 30 dB(A) alla velocità nominale di funzionamento (carico nominale di progetto). Tale livello massimo ammissibile deve essere garantito tenendo conto anche del rumore indotto dalla relativa unità di trattamento aria di alimentazione e dal rumore generato dalle serrande e dispositivi installati lungo il condotto.
- **MANDATA ARIA: DIFFUSORE A PARETE.** Diffusore a microugelli orientabili su piastra microforata per montaggio a parete, corredato di camera di raccordo con attacco posteriore circolare completa di serranda di regolazione.
- **MANDATA ARIA: DIFFUSORE A SOFFITTO.** Diffusore ad alta induzione per montaggio a filo soffitto costituito da schermo frontale forato e cupola posteriore priva di elementi o deflettori interni. Direzione di scarico orizzontale con flusso di scarico turbolento. Altezza di installazione da 2,5 a 4 m con portata da 60 a 800 m<sup>3</sup>/h.

- **MANDATA ARIA: UGELLO.** Ugello orientabile emisferico per lanci profondi e ingresso aria arrotondato per garantire prestazioni aerauliche ottimali. Altezza di installazione da 2,8 a 10 m con lancio da 3 a 50 m e portata da 40 a 2120 m<sup>3</sup>/h.
- **RIPRESA ARIA: DIFFUSORE A PARETE.** Diffusore di ripresa con piastra microforata analoga alla mandata, per montaggio a parete, corredato di camera di raccordo con attacco posteriore circolare completa di serranda di regolazione.
- **RIPRESA ARIA: DIFFUSORE A SOFFITTO.** Diffusore di ripresa per montaggio a filo soffitto costituito da schermo frontale forato, analogo alla mandata. Installazione con cassetta di raccordo o collegamento diretto al tubo flessibile. Versione speciale con altezza del plenum ridotta e imbocco arrotondato del diffusore, completo di serranda di regolazione.
- **RIPRESA ARIA: VALVOLA DI VENTILAZIONE.** Valvola di ventilazione in acciaio verniciato, con disco centrale ellittico, regolabile a vite, completa di collare per il collegamento al flessibile.
- **RIPRESA ARIA: GRIGLIA STANDARD.** Griglia di ripresa in alluminio anodizzato, a semplice fila di alette orizzontali fisse, inclinate, parallele al lato orizzontale, completa di controtelaio e serranda di taratura ad alette con rotazione contraria.

## **Silenziatori**

### *Generalità:*

Silenziatore rettangolare con cassa in acciaio zincato e setti fonoassorbenti in lana minerale ad alta densità con rivestimento antierosione. Le caratteristiche riportate nella presente scheda fanno riferimento ai valori di prestazione minimi accettabili. In sede di cantierizzazione del progetto dovranno essere verificati e selezionati, senza alcun onere aggiuntivo per l'E.A., silenziatori idonei alle caratteristiche dichiarate dai produttori dei componenti impiantistici (UTA, serrande, bocchette) al fine di verificare e rispettare i livelli massimi ammissibili di rumorosità in ambiente.

### *Caratteristiche costruttive:*

Carcassa metallica per il contenimento dei setti, realizzata in lamiera zincata di spessore minimo pari a 1 mm, completa di flange forate alle due estremità. I setti sono costituiti da telaio in lamiera zincata contenente lana minerale ad alta densità e ad alto coefficiente di assorbimento acustico con rivestimento in fibra di vetro per impedirne lo sfaldamento con velocità dell'aria fino a 20 m/s.

### *Dimensioni:*

Spessore dei setti: 200 mm.

Larghezza dei passaggi dell'aria: 100 mm.

Area frontale libera: 33%.

Attenuazione acustica in dB (secondo la ISO 7235)

Lungh. mm	Bande d'ottava - Hz							
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
600	4	4	14	18	25	27	22	15
900	4	5	19	24	34	38	30	19
1.200	4	7	20	30	41	40	37	23
1.500	7	8	22	36	42	40	39	25
1.800	7	10	26	40	44	42	44	28
2.100	9	12	28	41	44	42	46	31

### **Condotte aria**

Tutti i condotti, quando verranno posati, dovranno essere staffati al soffitto o alle pareti con i profilati metallici, opportunamente irrigiditi in modo da evitare alcuna flessione o vibrazione delle lamiere.

#### *Coibentazione acustica interna per le condotte dell'aria*

Rivestimento interno eseguito con materassino fonoassorbente, realizzato in fibra di poliestere termolegata, ignifuga, "Classe 1", con superficie piana, spessore 30 mm, incollato per mezzo di collante a dispersione acquosa.

#### *Coibentazione acustica esterna per le condotte dell'aria*

Rivestimento esterno eseguito con materassino fonoisolante costituito da due strati di resina di poliuretano con interposta guaina elastometrica carica ad alta densità, "Classe 1", con superficie piana, spessore 20 mm, incollato per mezzo di collante a dispersione acquosa.

#### *Schiuma isolante per sigillature termoacustiche*

Schiuma isolante autoestingente per sigillature, in bombole da 500 ml, con ottima capacità adesiva ed elevato isolamento termoacustico.

### **3.2.2.3 Impianti fluido-meccanici**

Con riferimento a quanto contenuto nel "Capitolato speciale d'appalto norme tecniche - impianti" si rileva la presenza dei seguenti componenti.

#### **Umidificatore a vapore elettrico a resistenza**

Produttore di vapore elettrico a resistenze immerse, modulante a funzionamento automatico.

#### **Scambiatore di calore a piastre**

Scambiatore di calore a piastre saldobrasate, per impianti di riscaldamento, raffreddamento, produzione di acqua calda igienico-sanitaria.

### **Impianto di trattamento acqua a doppia colonna**

L'addolcitore per il trattamento dell'acqua dovrà essere di tipo completamente automatico, a doppia colonna, con rigenerazione automatica volumetrica alternata.

### **Collettore solare piano**

Collettore solare piano per sistemi a circolazione forzata, montaggio orizzontale o inclinato.

### **Bollitore per acqua calda sanitaria**

Il bollitore dovrà essere di tipo cilindrico verticale, costruito in lamiera di acciaio zincato a caldo, completo di piedini di appoggio, con doppio scambiatore di calore a fascio tubero estraibile in acciaio inox. Il serbatoio dovrà essere protetto internamente mediante un trattamento anticorrosivo adatto per uso alimentare, e corredato di anodi al magnesio cortocircuiti, gruppo di scarico e di sfiato automatico, attacchi per sonde ed accessori. La coibentazione dovrà essere eseguita mediante materassini in fibra di vetro ad alta densità dello spessore di 100 mm, rifinita con lamierino d'alluminio lucido sagomato spessore 10/10.

### **Elettropompe**

Le elettropompe, centrifughe, dovranno essere in-line, monostadio, idonee per acqua calda refrigerata.

### **Collettori di distribuzione di zona**

### **Radiatori tubolari in acciaio**

Radiatori ad elementi tubolari in acciaio preverniciati, completi di mensole a parete ed accessori.

### **Valvolame**

Giunti antivibranti:

- corpo elastico di forma sferica, in gomma, con rete di supporto in nylon e filo d'acciaio;
- pressione massima ammissibile pari a 16 bar;
- temperatura di esercizio pari a 120°C;
- flange dimensionate secondo UNI PN 16 con gradino di tenuta.

Le reti dovranno essere montate a regola d'arte con l'impiego di:

- staffaggi per guida, sostegno e fissaggio;
- sfoghi aria nei punti più alti con funzione di separatori e accumulatori di aria con rubinetti o valvole di scarico automatiche;

- giunti elastici per evitare la trasmissione delle vibrazioni alle strutture;
- compensatori di dilatazione assiali ove necessario e relativi punti fissi;
- rubinetti di scarico nei punti bassi.

### **Tubazioni e coibentazioni**

La classe comprende tubazioni in acciaio nero, tubazioni in acciaio zincato, tubazioni preisolate idonee per interrimento diretto, tubazioni in rame per circuiti di acqua calda, tubazioni in polietilene per condotte di acqua in pressione, tubazioni multistrato, tubazioni di scarico in Pehd, tubazioni in polietilene per gas e le relative coibentazioni termico-acustiche indicate in capitolato.

### **Gruppo di pressurizzazione UNI 12845 con motopompa**

Gruppo di pressurizzazione antincendio secondo UNI 12845/10779 preassemblato e pronto per la messa in servizio, costituito da pompa principale elettrica, motopompa principale diesel e pompa pilota in configurazione sottobattente.

**Dal punto di vista acustico le sorgenti descritte nell'elenco, con riferimento alle pompe ed alle parti dell'impianto, non costituiscono sorgenti di rumore e vibrazione significative, sia per la tipologia delle sorgenti, sia per la collocazione. Tuttavia è doveroso sottolineare che, per quanto possibile, devono essere seguite le prescrizioni di cui al capitolo "Prescrizioni generali".**

#### ***3.2.2.4 Il tempo di riverberazione degli ambienti***

In base alla tipologia degli ambienti si definisce un tempo di riverberazione ottimale che determina gli indici di assorbimento per un generico trattamento a soffitto, necessario per ridurre il rumore tipico presente nei locali. I requisiti relativi agli ambienti indicati in planimetria sono i seguenti:

- Tempo di riverberazione medio per le segreterie, uffici  $T < 0,7$  s
- Tempo di riverberazione medio per le sale riunione  $T < 0,6$  s
- Tempo di riverberazione medio per i locali tecnici (CED)  $T < 0,4$  s
- Tempo di riverberazione medio per le sale destinate alla riproduzione di contenuti multimediali o teleconferenze (CED, Video, Formazione, Corsi)  $T < 0,4$  s
- Tempo di riverberazione medio per sale ristoro, aree bar  $T < 0,8$ s.

I valori indicati determinano un trattamento acustico da realizzare: questo consiste generalmente in un controsoffitto fonoassorbente il cui indice di assorbimento acustico  $\alpha_w$  varia in base alla destinazione d'uso dello spazio e alla presenza di rumore (numero di persone presenti e sorgenti di rumore, ventilconvettori, bocchette di presa d'aria etc).

La tabella di seguito indica gli indici di assorbimento acustico  $\alpha_w$  minimo necessari per ottenere i tempi di riverberazione indicati precedentemente.

Ambiente	$\alpha_w$ , minimo
Tipo	[-]
Uffici	0,60
Segreterie	0,60
Sala riunioni	0,80
Locali tecnici, CED	0,90
Sale video, formazione	0,90
Altre (corridoi, ristoro, Hall, etc)	0,90

Il calcolo del rumore presente negli ambienti si basa sul trattamento acustico già realizzato.

#### 4. Verifica rumorosità degli impianti tecnologici

I documenti di riferimento sono i seguenti

- 1\_02C\_C16167\_OOA0\_OG\_E\_GN\_PL\_0006\_A\_AREA GEN
- 1\_02C\_C16167\_OOA0\_O\_G\_E\_GN\_RE\_0002\_A\_Relazione generale
- 1\_02C\_C16167\_OCA0\_O\_G\_E\_GC\_RE\_0003\_A\_Tecnico descrittiva

Il fabbricato carburanti e casse è collocato in prossimità dell'edificio terziario-commerciale: è prevista la realizzazione di una zona dedicata al rifornimento di carburante, costituita da una pensilina in acciaio, un piccolo edificio adibito ad uso del gestore (casse) e una vasca di contenimento delle cisterne del carburante (Figura 8).

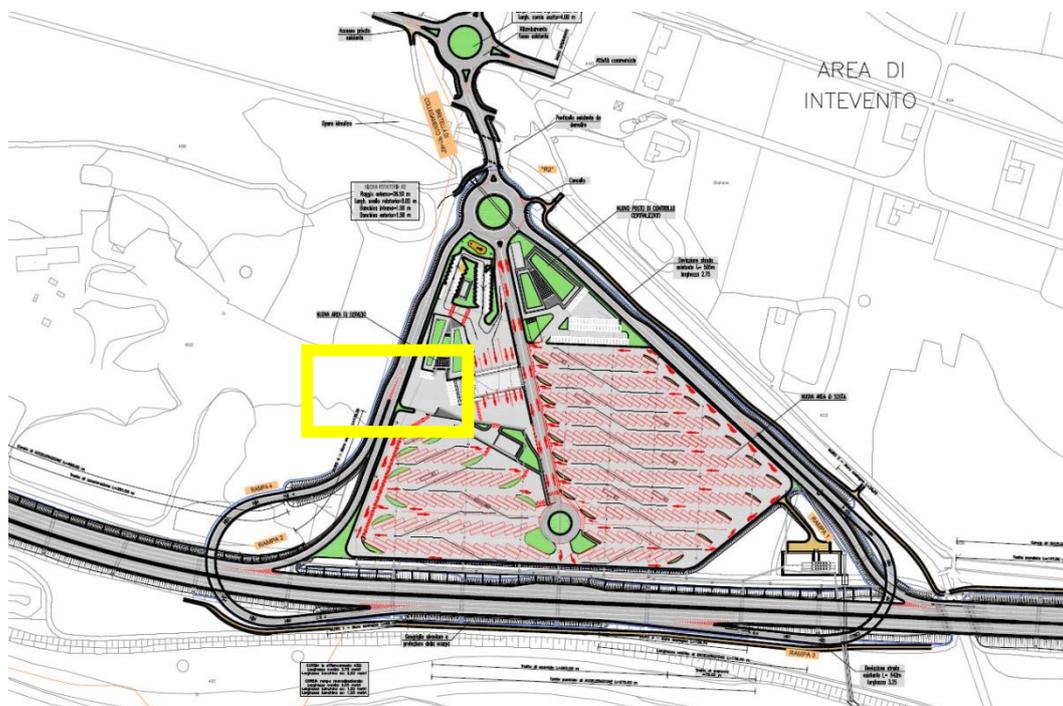


Figura 8: Area generale e inquadramento del fabbricato Casse e Carburanti

Il fabbricato è localizzato lateralmente sotto la struttura della pensilina in acciaio di Figura 9, l'edificio mantiene le caratteristiche architettoniche degli edifici "ATC" e "PCC".

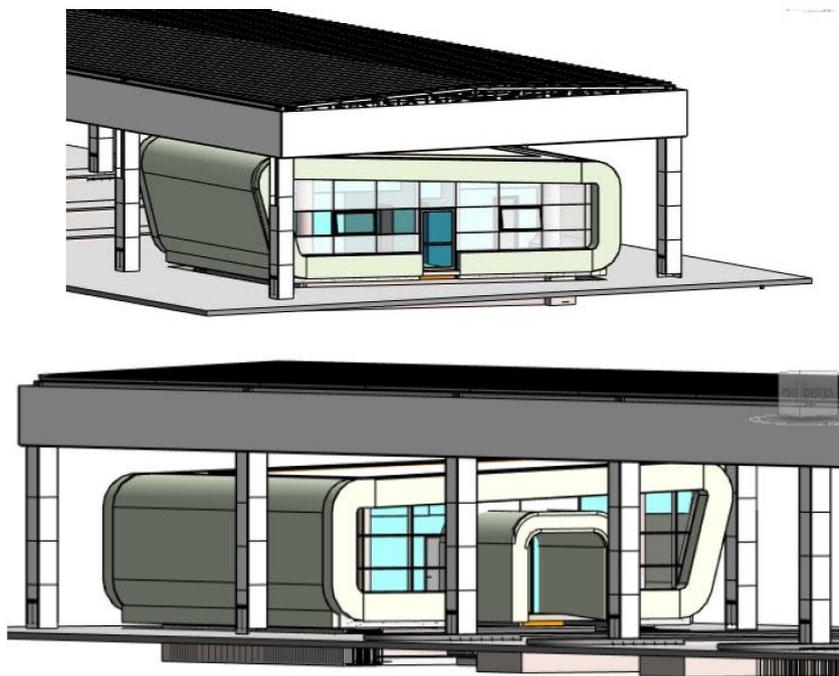


Figura 9: Edificio Casse e Carburanti sotto la struttura della pensilina in acciaio

#### 4.1 Impianto di climatizzazione: rumore prodotto dai ventilcovettori

In relazione al rumore prodotto dalle unità in funzione, si specifica che i ventilconvettori presenti nel complesso sono del tipo verticale per installazione a pavimento.

Le informazioni necessarie alla valutazione del rumore sono estratte dalle tavole di progetto.

##### IMPIANTI MECCANICI Impianti di climatizzazione

IMA1_O_6_E_IM_PL_2415_A	impianti climatizzazione e ventilazione
-------------------------	---

Le caratteristiche di emissione sonora delle unità presenti nel fabbricato, espresse come livello di potenza sonora  $L_w$ , sono riportate nella tabella seguente.

GRANDEZZA	PORTATA ARIA	Livello di potenza sonora $L_w$
	$m^3/h$	dB(A)
B	350	42
C	610	48

Nella planimetria seguente (Figura 10) si riporta l'insieme degli ambienti e l'indicazione della posizione delle unità previste.

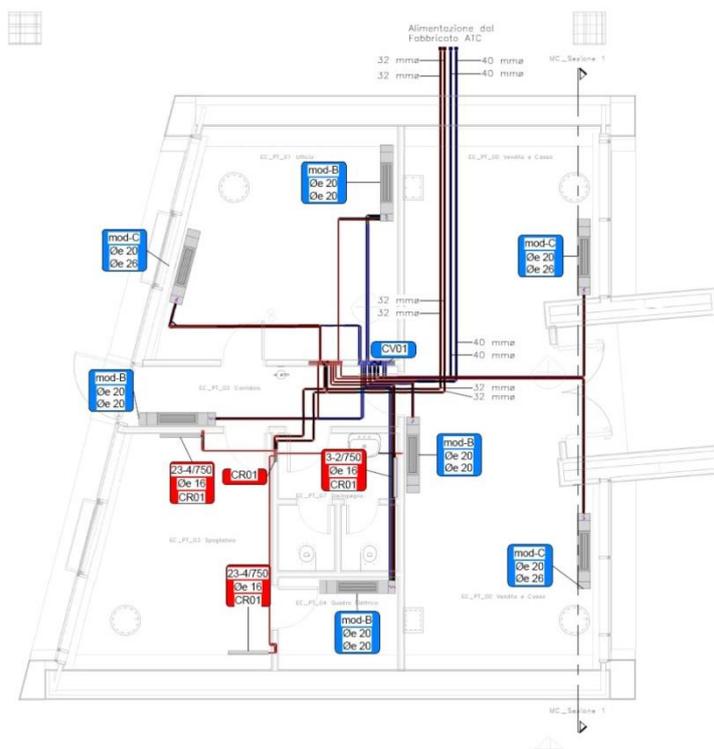


Figura 10: CEC: progetto dell'impianto di climatizzazione, posizione dei ventilconvettori e passaggio delle tubazioni

#### 4.2 Impianto di ventilazione: rumore prodotto dalle unità di trattamento aria e ventilatori di estrazione dell'aria

L'unità di trattamento aria è l'oggetto di analisi del presente capitolo ed è sinteticamente descritta di seguito. Ci si riferisce al documento *IMAI\_O\_6\_E\_IM\_PL\_2415\_A "impianti climatizzazione e ventilazione"*.

LEGENDA	
UTA 05	<p>UNITA' DI VENTILAZIONE A DOPPIO FLUSSO, COMPLETO DI RECUPERATORE DI CALORE A DI VENTILATORI CENTRIFUGHI, ESECUZIONE ORIZZONTALE, PER VENTILAZIONE UFFICI , SPOGLIATOI E SERVIZI EDIFICIO CASSA E CARURANTE,CARATTERISTICHE:</p> <p>PORTATA <span style="float: right;">400,0 m<sup>3</sup>/h</span></p> <p>PORTATA RIPRESA <span style="float: right;">400,0 m<sup>3</sup>/h</span></p> <p>POTENZA BATTERIA DI POST-RISCALDAMENTO ELETTRICA 2,1 kW</p>

La macchina è collocata nel cavedio del controsoffitto in corrispondenza del corridoio ed è identificata dalla sigla UTA\_05 (Figura 11).

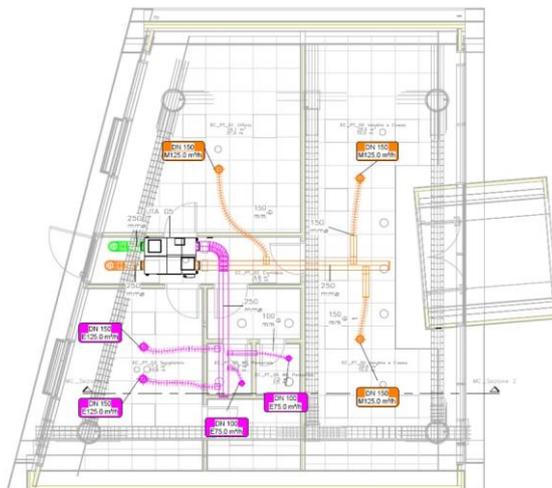


Figura 11: Progetto impianto di climatizzazione; pianta piano terreno, canalizzazioni di mandata e di ripresa dell'aria

Si integrano le informazioni della UTA 05 con le potenze estratte dai dati tecnici desunti da macchine analoghe (Tabella 2).

Tabella 2: Sorgenti di rumore delle unità di trattamento aria UTA 05

Sorgente	Livello di potenza sonora $L_w$ [dB(A)]
Interno dei canali	53
irradiata attraverso l'involucro	36

L'analisi del rumore prodotto dall'impianto di climatizzazione è effettuata sulle informazioni relative alle caratteristiche di emissione sonora della macchina e delle parti che compongono il circuito aeraulico per i canali di mandata e di ripresa dell'aria (griglie, serrande, diramazioni, etc).

I paragrafi successivi valutano e prescrivono tutti gli accorgimenti che possono essere adottati per ridurre il disturbo negli ambienti limitrofi e, in generale, dove sono presenti elementi che possono produrre emissioni sonore significative.

I punti valutati sono relativi agli aspetti seguenti:

1. rumore che può essere generato in funzione della velocità dell'aria nel circuito aeraulico (cfr. capitolo "Prescrizioni generali").
2. rumore prodotto negli ambienti dalle bocchette di mandata e ripresa
3. rumore che fuoriesce dai canali che transitano negli ambienti (rumore di breakout)
4. rumore che fuoriesce dall'involucro della Centrale di Trattamento dell'Aria
5. trasmissione delle vibrazioni indotte dal funzionamento della Centrale di Trattamento dell'Aria

Si osserva che le valutazioni della rumorosità sono effettuate per alcuni ambienti campione particolarmente rappresentativi in quanto più vicini alle sorgenti di rumore e quindi maggiormente vincolanti rispetto alle caratteristiche acustiche di attenuazione degli eventuali

componenti da inserire per ridurre i livelli di rumore. **Come detto si considerano attuate tutte le prescrizioni relative alla rumorosità delle macchine ed alla presenza dei silenziatori sui canali di mandata e ripresa, laddove sono stati indicati.**

#### 4.3 Calcolo del rumore complessivo: EC\_PT\_01 UFFICIO piano terreno

La stima del rumore è effettuata nell'ambiente più rappresentativo dal punto di vista della possibile criticità rispetto ai requisiti acustici e alle condizioni minime di comfort. La Figura 12 riporta le planimetrie in cui sono presenti gli elementi costituenti gli impianti oggetto di analisi.

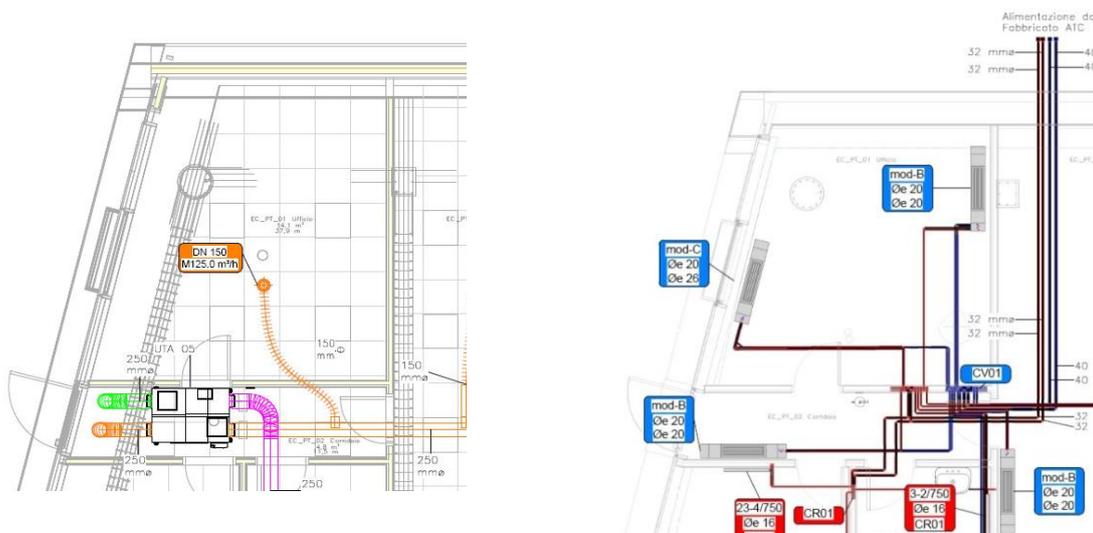


Figura 12: Sorgenti di rumore presenti nell'ambiente valutato

Le sorgenti di rumore che producono il rumore che si propaga attraverso i canali aeraulici sono le seguenti:

Unità di climatizzazione: UTA05  
Circuito aeraulico: Canale Mandata

**Per ottenere il rispetto del requisito ed un adeguato livello di comfort, i canali di mandata e di ripresa a progetto circolari in lamiera zincata dell'unità UTA 05 a servizio dei locali del fabbricato CASSA e CARBUANTI devono essere sostituiti con un tratto di canale fonoassorbente con le seguenti caratteristiche acustiche che saranno dettagliate nel paragrafo successivo relativo alla prescrizioni da adottare:**

- Lunghezza minima pari a 1,8 m
- Diametro dei canali 250 mm
- Canale per l'aria di tipo fonoassorbente forato all'interno

Si dovrà tener conto della perdita di pressione introdotta dal componente aeraulico.

La stima del rumore nell'ambiente è basata sull'adozione delle misure di riduzione di rumore descritte e delle prescrizioni generali. Il livello di rumore complessivo calcolato al centro dell'ambiente è il seguente:

1. Rumore circuito aeraulico di mandata dal diffusore DN150  $L_{p, mandata, DN150} = 33,6 \text{ dB(A)}$

## 2. Rumore prodotto dai ventilconvettori

$L_{p, \text{ventilconvettori}} = 33,0 \text{ dB(A)}$

Il rumore complessivo di tutte le macchine in funzione, valutato al centro dello stesso ambiente in cui viene generato, è pari a  $L_{p, \text{globale}} = 36,6 \text{ dB(A)}$ .

**Le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato e tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.** In questo caso, determinato un potere fonoisolante  $R_w$  delle pareti di separazione maggiore di 50 dB e un potere fonoisolante  $R_w$  delle porte di accesso maggiore di 30 dB e dato il tempo di riverberazione definito per il reparto vendita e casse EC\_PT\_00 pari a  $T=0,8 \text{ s}$ , si stabilisce che **il livello sonoro pari a 36,6 dB(A) calcolato all'interno dello stesso ambiente si ridurrà all'interno dell'ambiente adiacente al di sotto dei 35 dB(A) stabiliti dalla normativa, date le prestazioni di isolamento delle partizioni sopra riportate.**

Si conclude che il livello del rumore è conforme al livello limite di legge.

### 4.3.1 Prescrizioni sugli impianti tecnologici

Poiché i canali in lamiera, se non opportunamente trattati (coibentati con materiali fonoassorbenti), non dissipano l'energia sonora lungo il percorso dalla sorgente (macchina) ma la trasmettono alle bocchette di mandata e ripresa dell'aria, si dovrà prevedere, per ovviare a questa problematica, **la sostituzione dei condotti aeraulici con condotti in doppia parete in alluminio, perforati internamente** (Figura 13) e con rivestimento in poliesteri da 25 mm e densità maggiore di  $16 \text{ Kg/m}^3$ , tipo ALDES ALFLEX ALU INSO.

Tali canali, inoltre, dovranno essere appesi al solaio o fissati alle pareti mediante supporti e giunti antivibranti. Sarà importante seguire le prescrizioni di montaggio fornite dai produttori delle macchine.

I raccordi tra i segmenti dei condotti dovranno essere dotati di tenute in gomma per evitare la trasmissione delle vibrazioni per via solida ai condotti stessi.

#### Alflex ALU ISO E INSO



#### DESCRIZIONE

##### ALFLEX ALU ISO

- Condotta in doppia parete di Alflex alu
- Isolante poliesteri
- Temperatura massima di utilizzo  $250 \text{ }^\circ\text{C}$
- Confezioni 3 metri

##### ALFLEX ALU INSO

- Condotta in doppia parete Alflex alu
- Condotta interno perforato
- Isolante in poliesteri
- Temp max  $250 \text{ }^\circ\text{C}$
- Confezioni 3 metri

#### ALFLEX ALU ISO E INSO

R/O	Ø (mm)	Alflex ALU isolato Codice	Alflex ALU insonorizzato Codice
2	80	11091950	11091970
2	100	11091951	11091971
2	125	11091952	11091972
2	150	11091953	11091973
2,5	160	11091954	11091974
2,5	200	11091955	11091975
2,5	250	11091956	11091976
3	315	11091957	11091977
3	355	11091958	11091978
3	400	11091959	11091979
3	450	11091960	11091980
4	500	11091961	11091981

Figura 13: Specifiche tecniche dei condotti da utilizzare

Per questo motivo per i condotti si prescrive che:

1. i condotti flessibili abbiano il minor numero di curve possibili: devono essere evitate curve in prossimità delle macchine (dove la velocità dell'aria è maggiore) e in generale i tratti in curva devono essere realizzati con raggi di curvatura minimi (da evitare le curve a  $180^\circ$ );

2. i canali devono essere appesi al solaio o fissati alle pareti mediante supporti e giunti antivibranti;
3. i canali presenti devono essere coibentati come indicato in Figura 14. Tale coibentazione è generalmente prevista come stratificazione realizzata in più strati di alluminio e poliestere laminato (spessore tipico 25 mm, densità 16 kg/m<sup>3</sup>).

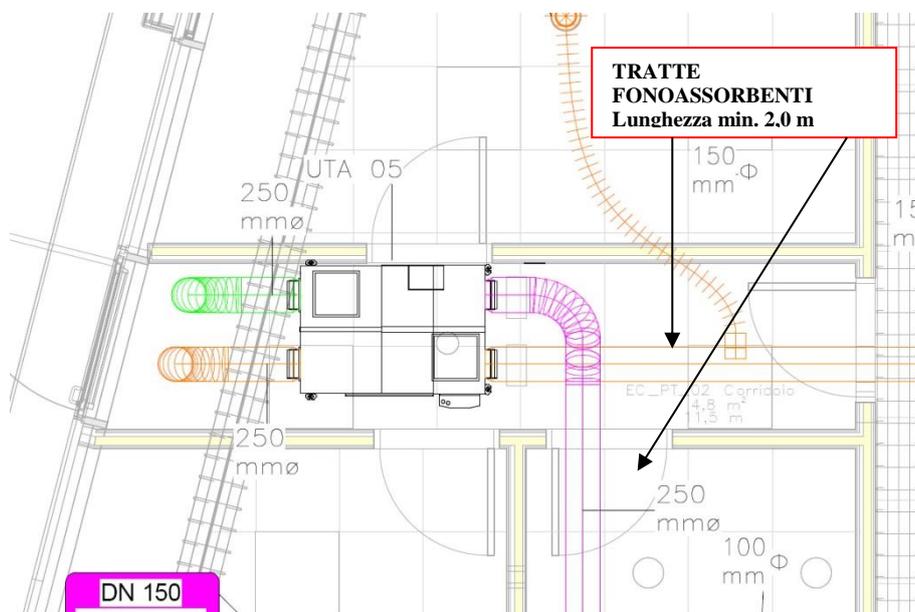


Figura 14: Tratte di canali dell'aria da sostituire con condotti fonoassorbenti

#### 4.4 Prescrizioni generali sugli impianti tecnologici

La valutazione del rumore prodotto dagli impianti di climatizzazione e ventilazione ha fornito le indicazioni necessarie per definire le soluzioni specifiche per gli impianti definiti a progetto, secondo i dati desunti dai documenti forniti.

Ulteriori accorgimenti devono essere seguiti, per quanto possibile, al fine di massimizzare gli aspetti connessi alla vivibilità degli ambienti, utilizzati per lunghi periodi dagli impiegati e, in generale, dagli utenti.

Tali indicazioni, di tipo generale, sono specificate in dettaglio nell'apposito paragrafo "Prescrizioni generali". Il paragrafo seguente chiarisce nello specifico gli elementi posti alla base delle scelte progettuali che hanno permesso di definire le necessarie opere di mitigazione.

#### 4.5 Prescrizioni generali

L'analisi della documentazione ha evidenziato diversi elementi che meritano particolari attenzioni durante le fasi di realizzazione delle opere.

Le figure seguenti illustrano con maggior chiarezza i problemi che possono nascere a seguito delle particolari soluzioni progettuali dell'impianto di ventilazione e climatizzazione e relative al passaggio di canali tra i diversi ambienti e alla vicinanza di componenti suscettibili di generare rumore negli ambienti di lavoro.

La sezione riportata nella Figura 15 infatti indica gli attraversamenti dei canali di estrazione dell'aria dei servizi igienici (nello specifico al piano terra, ma il principio è generale) che costituiscono un indebolimento del potere fonoisolante delle partizioni verticali e orizzontali. Inoltre, le tubazioni che passano tra ambienti riducono la privacy anche per il fenomeno del break-in, ovvero la possibilità che un dialogo tra persone presenti in un ambiente può passare attraverso i canali metallici senza ostacoli ad un altro ambiente: la prestazione di isolamento dovrà essere degradata il meno possibile.

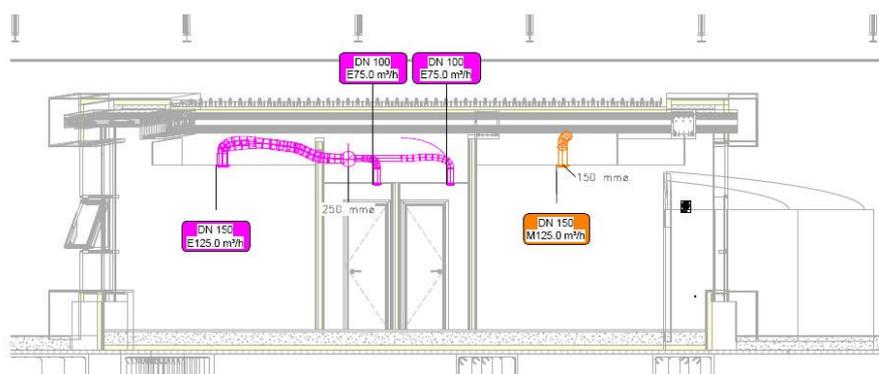


Figura 15: Canali di estrazione dell'aria dei servizi igienici: attraversamento dei canali collocati nel cavedio tra solaio e controsoffitto negli ambienti

Per ridurre e minimizzare i fenomeni del break-in/break-out devono essere adottate le misure descritte nei paragrafi specifici: "*Prescrizioni da adottare per ridurre il rumore di break-in e break-out dei canali*" (nel capitolo di "*Prescrizioni generali*"->"*Climatizzazione*").

Un secondo fattore di potenziale criticità che può rendere meno efficaci le soluzioni di riduzione del rumore è data dall'influenza della velocità dell'aria che attraversa i canali e che può facilmente produrre turbolenze e quindi generare rumore. Le indicazioni fornite nel capitolo "*La velocità dell'aria*" (nel capitolo di "*Prescrizioni generali*"->"*Climatizzazione*") relative alle velocità di progetto per i canali dell'aria indicano quali sono i valori che minimizzano tale fenomeno e garantiscono la massima riduzione del fenomeno descritto.

Infine, l'unità UTA 05 in esame è costituita da ventilatori in funzione agganciati alle strutture: durante il funzionamento i ventilatori producono vibrazioni che si trasmettono integralmente alle partizioni dei fabbricati e quindi generano rumore negli ambienti. Le vibrazioni che si trasmettono tra gli elementi rigidi devono essere attenuate mediante l'interposizione di elementi smorzanti/antivibranti tra gli elementi rigidi e le soluzioni più comuni da adottare sono riportate nel capitolo "*Dimensionamento e posizionamento degli elementi smorzanti/antivibranti*" (nel capitolo di "*Prescrizioni generali*").

#### 4.5.1 Dimensionamento e posizionamento degli elementi smorzanti/antivibranti

I ventilatori delle unità di trattamento aria UTA e di estrazione aria VE producono, durante il funzionamento, vibrazioni e quindi del rumore trasmesso per via solida, che possono raggiungere livelli significativi quando le macchine sono alla massima potenzialità: si descrivono gli accorgimenti integrativi che devono essere attuati per garantire la riduzione dei livelli indotti negli ambienti di vita prossimi.

Come riportato dal capitolato, è indicata la presenza di un antivibrante (generalmente in elastomero di neoprene sugli appoggi della macchina): si evidenzia l'**importanza della presenza di una base antivibrante per eliminare le vibrazioni** che dal telaio della macchina si trasmettono al pavimento. Tale dispositivo è generalmente fornito dal produttore dell'impianto e costituito da profilati a C adattati alle dimensioni della macchina e fissati a pavimento mediante strati di materiali gommosi correttamente dimensionati in funzione del peso della macchina e in funzione dello spettro di emissione della stessa. (Figura 16).

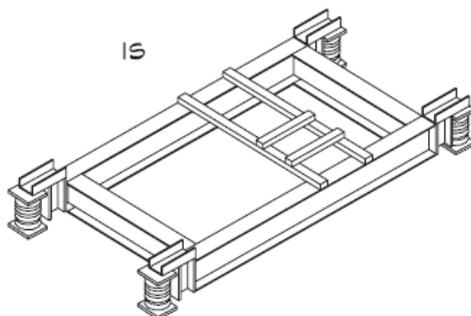


Figura 16: Base antivibrante per macchine

La riduzione delle vibrazioni può altrimenti essere ridotta posizionando piedinature o strisce elastiche alla base della macchina, anch'esse opportunamente dimensionate in funzione delle caratteristiche dell'impianto (Figura 17). Si applicano, quindi, i giunti antivibranti alla base delle guide di supporto del ventilatore.

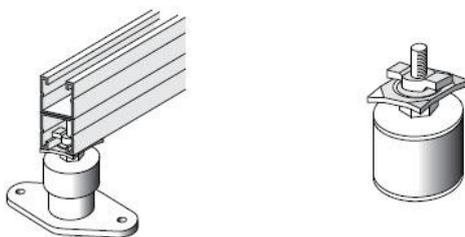


Figura 17: Piedinature antivibranti alla base del telaio dei ventilatori

Per evitare la propagazione delle vibrazioni e dei colpi provocati dai ventilatori in accensione nel normale funzionamento, **i canali della macchina devono essere fissati mediante giunti formati da flange di connessione disaccoppiate rispetto ai canali e al corpo della macchina.** Il disaccoppiamento deve essere realizzato mediante materiale elastico antivibrante (esempio di giunto flessibile commerciale è raffigurato in Figura 18).



Figura 18: Esempio di giunto flessibile commerciale

**Infine, i canali dell'aria, qualora dovessero essere appesi al solaio o fissati alle pareti, devono essere fissati per mezzo di supporti e giunti antivibranti.**

#### 4.5.2 Climatizzazione

Per ridurre i livelli di rumorosità presenti all'interno dei singoli ambienti attribuibili al funzionamento degli impianti tecnologici, si propone la realizzazione di alcuni accorgimenti al fine di minimizzare i livelli sonori prodotti negli ambienti. Sarà pertanto necessario trattare acusticamente gli impianti in maniera tale da diminuire i livelli sonori e aumentare il comfort per gli utilizzatori degli uffici.

##### 4.5.2.1 La velocità dell'aria

La velocità dell'aria è parametro fondamentale nei circuiti aeraulici (canalizzazioni) che costituiscono l'impianto di ventilazione; in particolare, i componenti che possono produrre turbolenze e quindi rumore verso i diffusori (rumore "autogenerato" dai componenti) sono le serrande, gli adattatori che riducono la sezione, i gomiti e le stesse griglie/diffusori.

Si riportano i vincoli relativi alle massime velocità dell'aria nei condotti e ai diffusori in ambiente per garantire il rispetto dei requisiti acustici.

La compatibilità secondo il criterio RC (Room Criteria) orientato agli ambienti nei quali sono presenti impianti di ventilazione è infatti assicurata mediante la limitazione della velocità dell'aria nei componenti dell'impianto in modo tale da garantire le prestazioni termiche e, nel contempo, minimizzare le turbolenze dell'aria (causa del rumore che fuoriesce dai condotti).

In relazione ai condotti dell'aria valgono i seguenti limiti, riportati per le condotte circolari e rettangolari.

**Massima velocità dell'aria nei condotti per il rispetto del criterio RC in m/s**

Posizione del condotto	RC(N) di progetto	Condotto rettangolare	Condotto circolare
Dietro cavedio o muri a secco	30	10,0	15,0
Sopra controsoffitti	30	7,5	13,0
In spazi occupati (a vista)	30	6,0	11,0

La velocità nei seguenti elementi dovrebbe essere ridotta in ragione di:

- riduzione dell'80%: velocità indicata per le diramazioni
- riduzione del 50%: velocità indicata per i tratti finali verso i diffusori

In particolare la velocità massima in prossimità dei diffusori e delle griglie deve essere la seguente:

**Massima velocità dell'aria nei diffusori /griglie per il rispetto del criterio RC in m/s**

Tipo apertura	RC(N) di progetto	Velocità del flusso d'aria apertura "libera"
Mandata	30	2,2
Ripresa	30	2,5

#### 4.5.2.2 Prescrizioni da adottare per ridurre il rumore di break-in e break-out dei canali

In generale i canali in lamiera che transitano nei locali se non opportunamente isolati (ovvero coibentati con materiali fonoisolanti) non costituiscono ostacolo sufficiente al rumore che può così fuoriuscire dal canale verso gli ambienti (break-out prodotto dalle macchine) e dagli ambienti verso altri ambienti (break-in, ovvero persone che parlano in un locale "possono" venire percepite in ambienti molto silenziosi).

Per ridurre il contributo al rumore complessivo dovuto al fenomeno del break-out, si adottano le seguenti misure :

**ISOLAMENTO ACUSTICO DELLE PARTIZIONI:** se il condotto passa in locali tecnici o cavedi è **necessario incrementare il potere fonoisolante delle partizioni verticali e orizzontali a valori adeguati**

**COIBENTAZIONE CANALI:** se il condotto passa in un controsoffitto "leggero" (ad esempio controsoffitto a quadrotti forati con retrostante materiale poroso con funzione fonoassorbente) oppure a vista è necessario coibentare il condotto con strati di materiale tipo foam o lana minerale con spessore minimo 25 mm e carta Kraft. In Figura 19 si riporta un esempio:

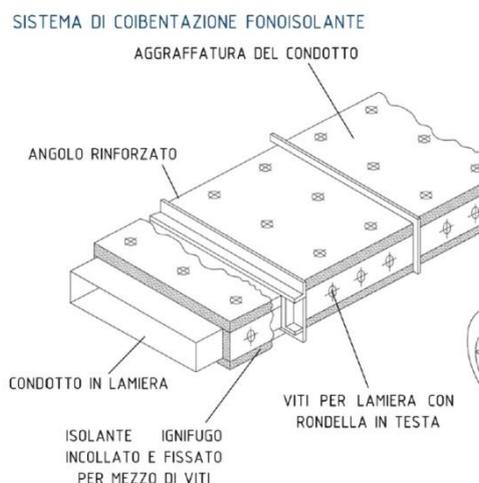


Figura 19: Schema di principio della tipologia di intervento da effettuare sul canale di espulsione per il

*ventilatore VE*

**PENETRAZIONI E ATTRAVERSAMENTI DEI CANALI** Negli attraversamenti dei condotti è necessario adottare le indicazioni riportate nella Figura 20 seguente:

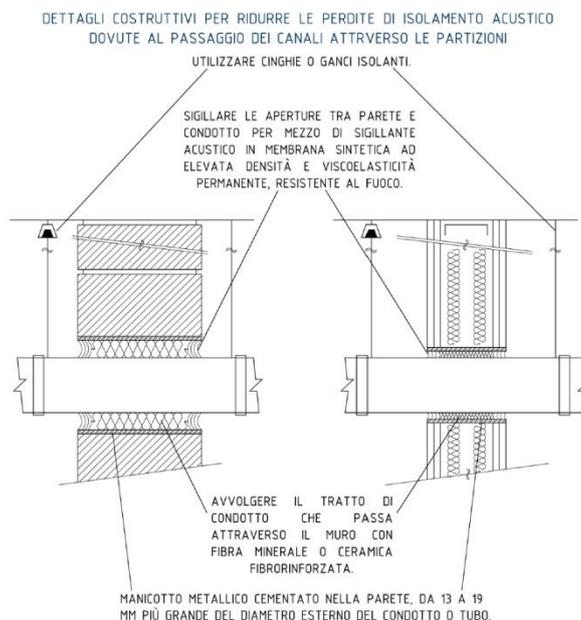


Figura 20: Dettagli costruttivi per ridurre le perdite di isolamento acustico dovute al passaggio dei canali attraverso le partizioni

#### 4.5.3 Indicazione di corretta posa degli impianti idrico sanitari

Le **elettropompe EP** non costituiscono di fatto una significativa fonte di rumore, in quanto il livello di pressione sonora nominale è trascurabile; tuttavia le vibrazioni che la macchina può indurre sulle strutture può determinare emissioni sonore critiche.

Di seguito si indicano, quindi, gli accorgimenti che devono essere attuati per garantire la riduzione delle vibrazioni e quindi del rumore trasmesso per via solida che le pompe potrebbero produrre durante il funzionamento:

- deve essere posizionata una base antivibrante per eliminare le vibrazioni che dalla macchina si trasmettono al pavimento. Tale dispositivo è abitualmente fornito dal produttore ed è generalmente costituito da strati di materiali gommosi correttamente dimensionati in funzione del peso della macchina, e in funzione dello spettro di emissione della stessa.
- se la pompa viene fissata a parete è necessaria la desolidarizzazione da parete e la flangia metallica di collegamento deve essere desolidarizzata mediante appositi smorzatori (tipo gomme, elastomeri).
- giunti elastici: i tubi non devono essere rigidamente collegati alle pompe: deve essere interposto materiale smorzante tra le flange di attacco metalliche.
- supporti smorzanti: se i tubi devono essere sospesi al soffitto del locale è consigliabile utilizzare apposite sospensioni che prevedono elementi smorzanti (pendini con smorzatori oppure con anelli smorzanti).

I rumori causati all'interno di una tubazione di scarico, per caduta o scorrimento, oppure per urto dell'acqua sulle pareti della tubazione stessa, possono trasmettersi sia per via indiretta sia per via diretta tramite il fissaggio della tubazione (vedi Figura 21).

Nella Figura 22 si riportano i livelli di attenuazione acustica garantita dall'utilizzo di differenti materiali presenti in commercio.

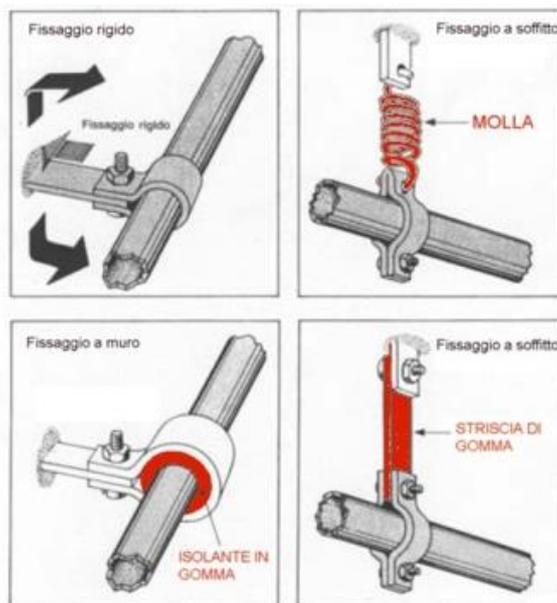


Figura 21: Tipologie di fissaggio delle tubazioni: a) fissaggio rigido (scorretto); b) c) d) fissaggi corretti con materiale di disaccoppiamento

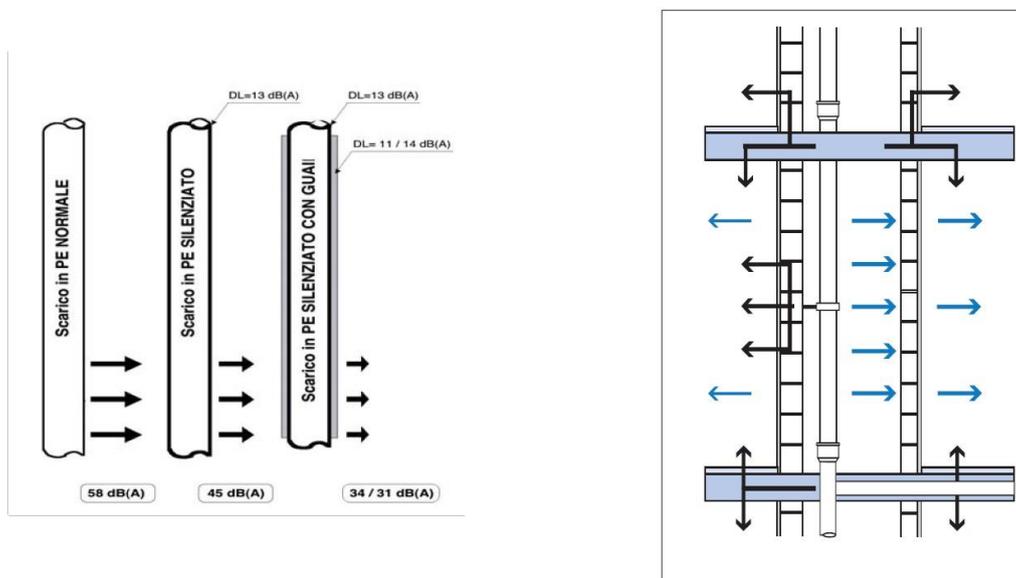


Figura 22: Trasmissione dei rumore attraverso l'impianto di scarico; b) confronto prestazionale tra i diversi materiali in commercio (tubazioni di scarico)

#### 4.5.3.1 Prescrizioni di montaggio degli impianti

Alla luce di quanto indicato nelle prescrizioni a capitolato dovranno essere isolate acusticamente tutte le tubazioni impiantistiche, sia per via aerea sia per via strutturale, mediante l'utilizzo di specifici accorgimenti e materiali, e interponendo degli elementi resilienti ad elevato fattore di smorzamento.

Si prescrive inoltre l'utilizzo di tubi e raccordi insonorizzati tipo Geberit Silent, Blu Phon (Faraplan) o Raupiano Plus (Rehau).

Al fine di limitare il disturbo presso gli ambienti adiacenti, determinato dal funzionamento degli apparecchi sanitari, occorrerà dimensionare lo spessore delle pareti, in considerazione del fatto di dover integrare i passaggi impiantistici nelle murature (impianti idraulici, scatole di derivazione etc.).

**Occorrerà inoltre prevedere, in fase di montaggio dei sanitari, la messa in opera di elementi antivibranti in gomma o materiali equivalenti. Le eventuali cassette di scarico per WC incassate nei muri dei bagni, andranno invece isolate mediante il posizionamento di feltro in lana di vetro tipo ISOVER PAR 45 tra la cassetta ed il paramento murario retrostante.**

## 5. Conclusioni

I sottoscritti Arch. Chiara Devecchi Ing. Paolo Onali, tecnici competenti in acustica ambientale hanno analizzato le tavole progettuali dell'edificio CEC – Carburanti e casse ed hanno condotto uno studio tramite calcoli analitici previsionali con l'ausilio del calcolatore.

Lo studio è stato effettuato sugli ritenuti più significativi, individuati all'interno dell'intero complesso, considerando differenti tipologie costruttive con gli spessori definiti nelle tavole del progetto architettonico.

Nella Tabella 3 seguente si riassumono i requisiti acustici minimi richiesti (indice di valutazione  $R_w$ ) per le partizioni e per i serramenti in esame, ai fini del rispetto delle prescrizioni del D.P.C.M del 5/12/97.

Tabella 3: Requisiti acustici minimi degli elementi costruttivi in progetto

<i>Tipo di struttura</i>	<i>Requisito minimo <math>R_w</math> [dB]</i>
Parete Esterna opaca	60,0
Parete opaca di tamponamento della bussola di ingresso	56,0
Parete divisoria interna fra diversi ambienti	56,0
Porta interna di ingresso ai differenti ambienti	33,0
Porta esterna di ingresso	40,0
Serramenti (telaio+vetro) vetrata	45,0

La Tabella 4 riporta il dettaglio delle verifiche effettuate (vedi Schede Allegato B) con indicazione dei valori minimi riscontrati nel rispetto dei requisiti imposti dal Decreto DPCM 5/12/1997.

Tabella 4: Risultati delle verifiche effettuate sugli elementi costruttivi\*

Piano	Ambiente ricevente	Isolamento standardizzato stimato [dB]	acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$	Valore imposto dal DPCM 5/12/1997 $D_{2m,nT,w}$ [dB]
Terra	Facciata Est_Vendita e cassa	43 (-1,-4)		$\geq 42$
Terra	Facciata Nord_Ufficio	59 (-1,-4)		$\geq 42$
Terra	Facciata Ovest_Spogliatoio	44 (-1,-5)		$\geq 42$
Terra	Facciata Ovest_Ufficio	45 (-1,-5)		$\geq 42$
Terra	Facciata Sud_Vendita e cassa	60 (-1,-5)		$\geq 42$

(\*) secondo le stratigrafie considerate

**A seguito della valutazione acustica del progetto in epigrafe si dichiara che le opere, se realizzate a regola d'arte nel rispetto delle indicazioni fornite e delle prescrizioni dei produttori, SONO CONFORMI ALLA NORMATIVA VIGENTE IN TERMINI DI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI (DPCM 5/12/1997)**

La presente relazione ha riportato anche la valutazione previsionale delle immissioni sonore prodotte dagli impianti tecnologici di climatizzazione a servizio del fabbricato Carburanti e Casse verso gli ambienti interni.

È stata valutata la rumorosità verso i differenti ambienti prodotta dagli impianti a funzionamento continuo (impianti di condizionamento) e sulla base dei risultati sono state determinate le soluzioni progettuali necessarie alla riduzione delle immissioni sonore all'interno degli ambienti.

Se si attueranno tutte le prescrizioni in merito all'isolamento e all'assorbimento acustico previste sulle differenti partizioni e all'interno degli ambienti, si garantirà il rispetto dei limiti imposti dalla normativa.

**In virtù del tipo di attività e della conformazione degli spazi, si sono riportate le prescrizioni determinate al fine di ridurre i livelli di rumorosità all'interno dell'ambiente e quindi GARANTIRE SIA IL RISPETTO DEI LIMITI NORMATIVI (DPCM 5/12/1997) SIA UN ADEGUATO LIVELLO DI COMFORT INTERNO.**

Torino, 9 maggio 2018



Arch. Chiara Devecchi  
(Tecnico competente in acustica ambientale  
Regione Piemonte Determina Dirigenziale  
n.222/DB 10.04 del 14 luglio 2011)



Collaboratore:  
Ing. Paolo Onali  
(Tecnico competente in acustica ambientale  
Regione Piemonte Determina Dirigenziale  
n.143/DB 10.13 del 15 aprile 2014)