

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

ATC-Area Terziario Commerciale

ATC-Relazione di verifica dei requisiti acustici passivi degli edifici ai sensi del DPCM 5/12/97

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	6	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”	5
2.2 I parametri considerati per il progetto	6
3. VERIFICA ACUSTICA DELLE OPERE IN PROGETTO	8
3.1 Isolamento acustico di facciata	8
3.2 Rumore degli impianti tecnologici	12
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	14
3.2.2.2 Impianto di climatizzazione	15
3.2.2.3 Impianti fluido-meccanici	18
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.....	23
4.3 Calcolo del rumore complessivo: ST_PT_21 UFFICIO piano terreno	30
4.3.1 Prescrizioni sugli impianti tecnologici.....	32
4.4 Calcolo del rumore complessivo: ST_PT_05 SALA RELAX piano terreno	33
4.5 Calcolo del rumore complessivo: ST_PT_01 INGRESSO BAR - piano terreno....	35
4.6 Prescrizioni generali sugli impianti tecnologici	36
4.6.1 Prescrizioni specifiche per il fabbricato ATC.....	36
4.7 Prescrizioni generali	37
4.7.1 Dimensionamento e posizionamento degli elementi smorzanti/antivibranti.....	40
4.7.2 Climatizzazione.....	41
4.7.2.1 La velocità dell'aria	41
4.7.2.2 Prescrizioni da adottare per ridurre il rumore di break-in e break-out dei canali	42
4.7.3 Indicazione di corretta posa degli impianti idrico sanitari.....	43
4.7.3.1 Prescrizioni di montaggio degli impianti	44
5. CONCLUSIONI.....	45

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Pianta pianoterra del complesso immobiliare in progetto	4
Figura 2: Pianta piano terra e piano primo	4
Figura 3: Sezione schematica della tipologia di muratura esterna di progetto, $R_w=60$ dB	8
Figura 4: Serramento con vetrocamera	9
Figura 5: Pianta piano terra con indicata le facciate sulle quali sono state eseguite le verifiche	10
Figura 6: Pianta piano primo con indicate le facciate sulle quali sono state eseguite le verifiche	10
Figura 7: Corretta battuta di raccordo tra il controtelaio e il telaio del serramento	11
Figura 8: Tipologie di fissaggio delle tubazioni: a) fissaggio rigido (SCORRETTO); b), c) e d) fissaggi corretti con materiale disaccoppiante	12
Figura 9: a) Trasmissione dei rumori attraverso l'impianto di scarico; b) confronto prestazionale tra i diversi materiali in commercio (tubazioni di scarico)	13
Figura 10: Area generale e inquadramento del fabbricato Area Terziario Commerciale	21
Figura 11: Vista da Sud-Ovest dei corpi degli edifici	21
Figura 12: vista da Nord dei corpi degli edifici	21
Figura 13: ATC Piano terra, impianto di climatizzazione, posizione ventilconvettori e passaggio delle tubazioni	22
Figura 14: Progetto dell'impianto di climatizzazione, pianta piano terra, canalizzazioni di mandata e di ripresa dell'aria	24
Figura 15: Progetto impianto di climatizzazione, piano copertura, canalizzazione di mandata e di ripresa dell'aria	24
Figura 16: Sorgenti di rumore presenti nell'ambiente valutato	31
Figura 17: Specifiche tecniche dei condotti da utilizzare	32
Figura 18: Tratte di canali dell'aria da sostituire con condotti fonoassorbenti	33
Figura 19: ST_PT_05 SALA RELAX bocchette di mandata e ripresa dell'aria e passaggi del canale di estrazione dell'aria	33
Figura 20: ST_PT_05 SALA RELAX impianti di climatizzazione	34
Figura 21: ST_PT_01 INGRESSO/BAR bocchette di mandata dell'aria e lama d'aria all'ingresso	35
Figura 22: Canali di mandata e di ripresa dell'aria dei servizi igienici: attraversamento canali collocati nel cavedio tra solaio e controsoffitto negli ambienti	38
Figura 23: Fabbricato ATC piano primo: planimetria e unità di ventilazione su copertura	39
Figura 24: Fabbricato ATC piano terreno: sezione e unità di ventilazione su copertura	39
Figura 25: Fabbricato ATC piano terreno: sezione e unità di ventilazione su copertura	39
Figura 26: Base antivibrante per macchine	40
Figura 27: Piedinature antivibranti alla base del telaio dei ventilatori	40
Figura 28: Esempio di giunto flessibile commerciale	41
Figura 29: Schema di principio della tipologia di intervento da effettuare sul canale di espulsione per il ventilatore VE	42
Figura 30: Dettagli costruttivi per ridurre le perdite di isolamento acustico dovute al passaggio dei canali attraverso le partizioni	43
Figura 31: Tipologie di fissaggio delle tubazioni: a) fissaggio rigido (scorretto); b), c) e d) fissaggi corretti con materiale di disaccoppiamento	44
Figura 32: Trasmissione dei rumori attraverso l'impianto di scarico; b) confronto prestazionale tra i diversi materiali in commercio (tubazioni di scarico)	44

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.

Nelle Figura 1 e Figura 2 sono riportate le planimetrie del piano terra e del piano primo dello spazio ATC-stazione di servizio e area carburanti 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.

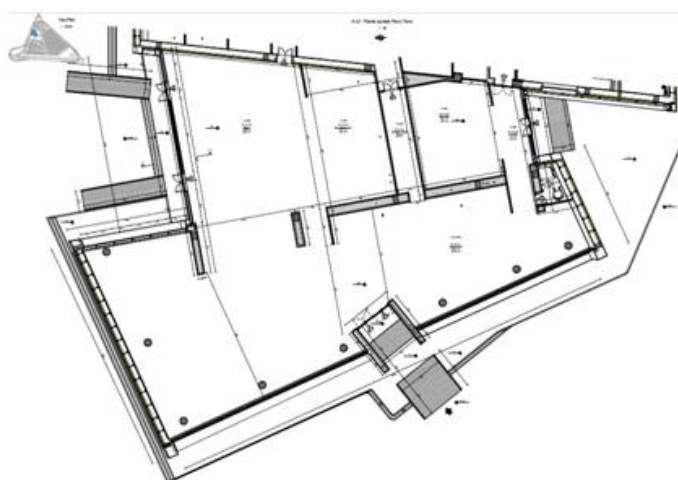


Figura 1: Pianta pianoterra del complesso immobiliare in progetto

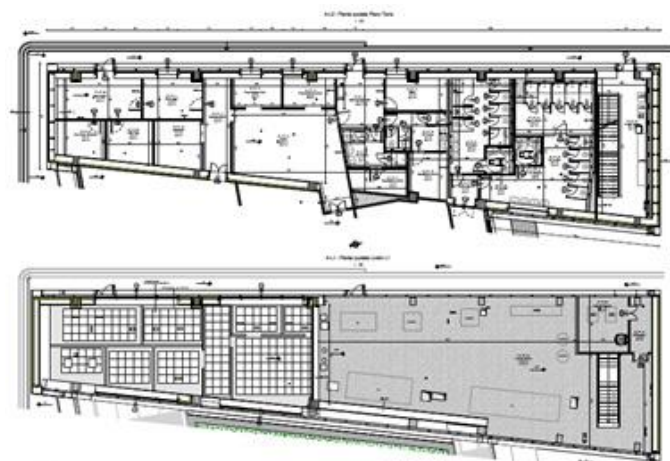


Figura 2: Pianta piano terra e piano primo

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;
- categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

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, F, G	50	42	55	35	35

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:

- a) 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}
G	50	42	55	35	35(*)

(*) 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 $[D2m,nT,w]$;
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)
II	≥ 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 (LA_{eq});
- Livello di rumorosità prodotta dagli impianti a funzionamento discontinuo (LA_{Smax}).

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 e 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 3)

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.

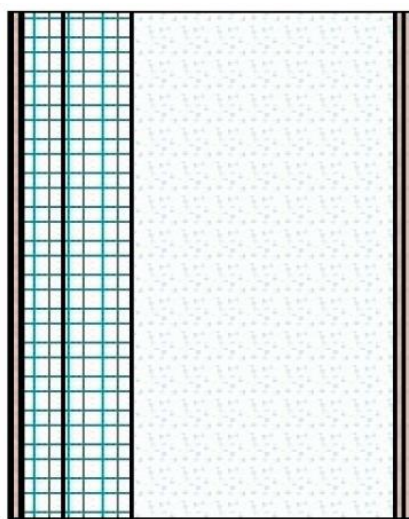


Figura 3: Sezione schematica della tipologia di muratura esterna di progetto, $R_w=60$ dB

• 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.

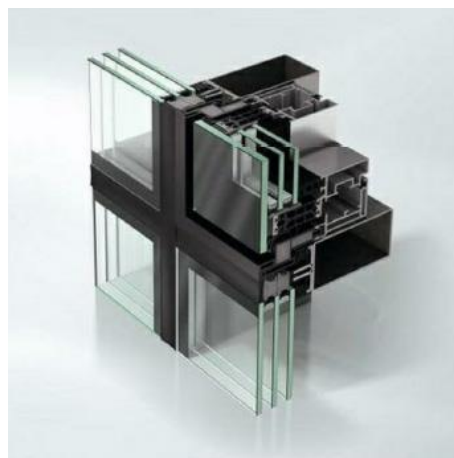


Figura 4: Serramento con vetrocamera

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

- piano terra (Ingresso bar) 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 (Preparazione carni) facciata Ovest
 - verificato con:
 - Serramento (vetro+telaio) $R_w=45$ dB
 - Parete esterna opaca $R_w=60$ dB
- piano terra (Stoccaggio) facciata Ovest
 - verificato con:
 - Parete esterna opaca $R_w=60$ dB
 - Porta accesso $R_w=40$ dB
- piano terra (Ufficio) facciata Ovest
 - verificato con:
 - Serramento (vetro+telaio) $R_w=45$ dB
 - Parete esterna opaca $R_w=60$ dB
- piano terra (Ingresso) facciata Sud
 - verificato con:
 - Serramento (vetro+telaio) $R_w=45$ dB
 - Porta accesso $R_w=40$ dB

- piano terra (Ristoro) facciata Sud verificato con:
 - Parete esterna opaca $R_w=60$ dB

Di seguito si riportano le differenti planimetrie con riportate le facciate sulle quali sono state eseguite le verifiche di rispetto dei limiti normativi (Figura 5 e Figura 6).

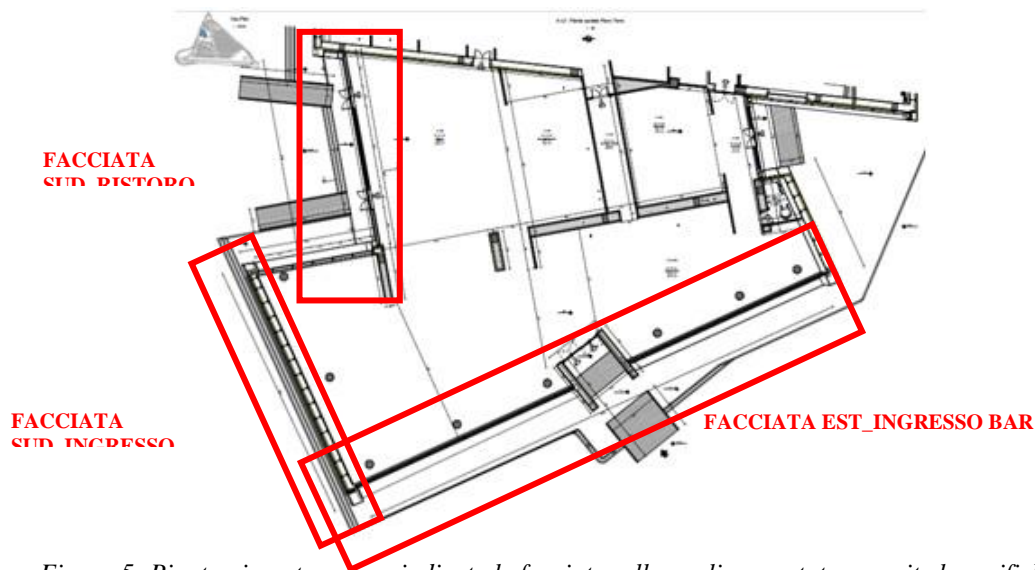


Figura 5: Pianta piano terra con indicata le facciate sulle quali sono state eseguite le verifiche

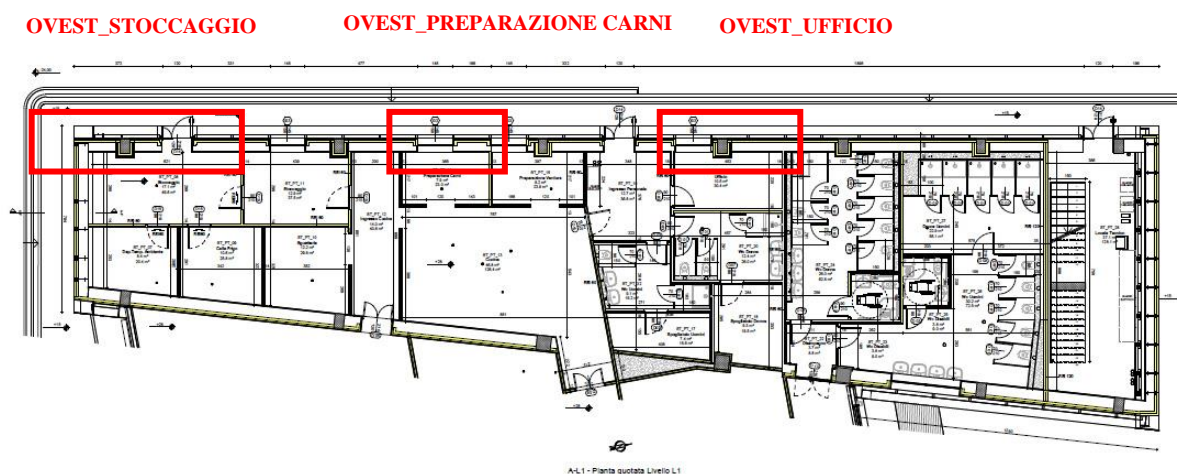


Figura 6: Pianta piano primo con indicate le facciate sulle quali sono state eseguite le verifiche

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_Ingresso bar	45 (-1,-4)
Terra	Facciata Ovest_Preparazione carni	44(-1,-3)
Terra	Facciata Ovest_Stoccaggio	47 (-1,-3)
Terra	Facciata Ovest_Ufficio	45 (-1,-3)
Terra	Facciata Sud_Ingresso	60 (-1,-5)
Terra	Facciata Sud_Ristoro	44 (-1,-4)

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 $R_w = 45$ dB.

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 7) e sulle battute.

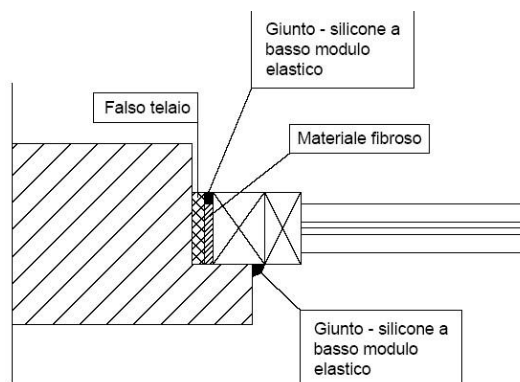


Figura 7: Corretta battuta di raccordo tra il controtelaio e il telaio del serramento

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 8).

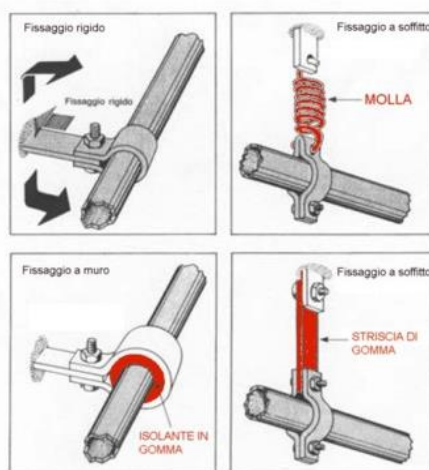


Figura 8: Tipologie di fissaggio delle tubazioni: a) fissaggio rigido (SCORRETTO); b), c) e d) fissaggi corretti con materiale disaccoppiante

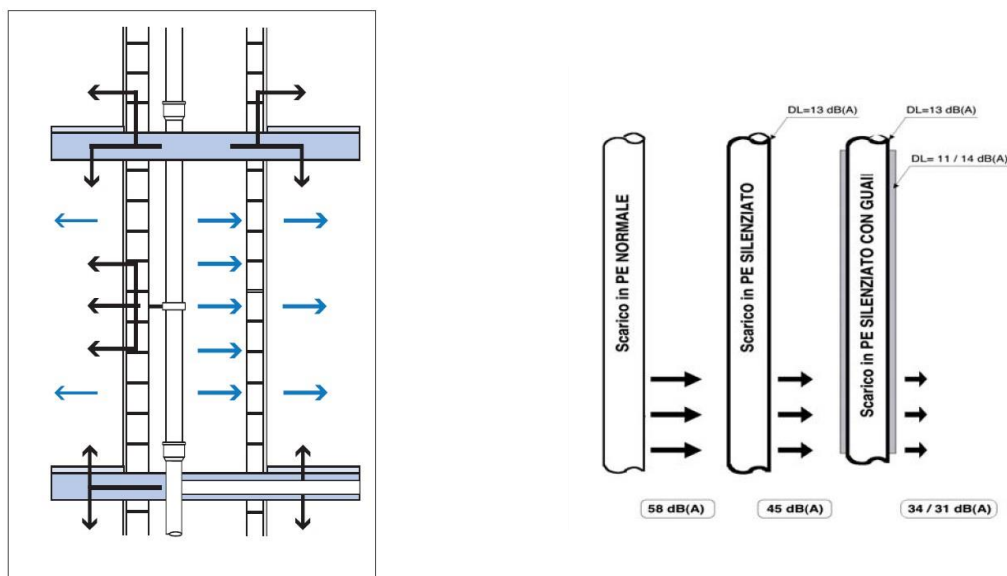


Figura 9: a) Trasmissione dei rumori attraverso l'impianto di scarico; b) confronto prestazionale tra i diversi materiali in commercio (tubazioni di scarico)

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/m³;
- **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/m³;
- **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 ³ /h	PORTATA ACQUA CALDA l/h	PORTATA ACQUA REFRIGERATA l/h	POTENZA TERMICA Watt	POTENZA FRIGORIFERA		ΔP ACQUA CALDA kPa max	ΔP 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 ³ /h	PORTATA ACQUA CALDA l/h	PORTATA ACQUA REFRIGERATA l/h	POTENZA TERMICA Watt	POTENZA FRIGORIFERA		ΔP ACQUA CALDA kPa max	ΔP 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 m³/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 m³/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 autoestinguenta 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 α_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 α_w minimo necessari per ottenere i tempi di riverberazione indicati precedentemente.

Ambiente	α_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

L'area terziario commerciale ATC è costituita dal complesso di fabbricati destinati alle seguenti attività:

- Ristorazione
- Market
- Servizi

Nello specifico i fabbricati verranno collocati nell'area indicata dal riquadro di Figura 10.

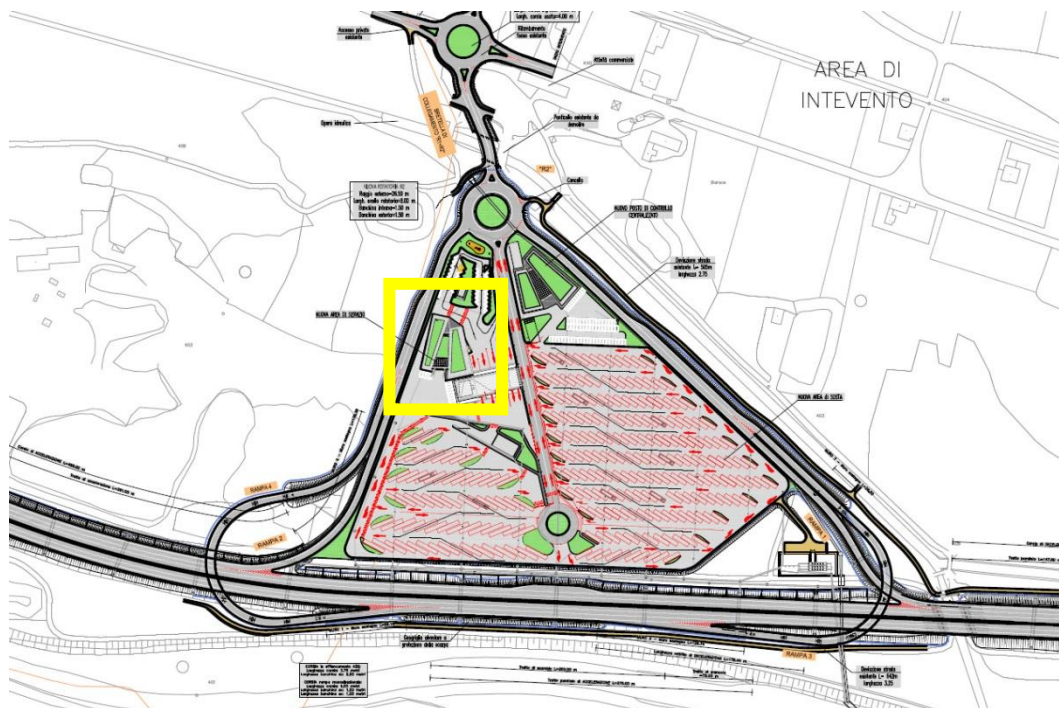


Figura 10: Area generale e inquadramento del fabbricato Area Terziario Commerciale

Per ogni area tematica sono state individuate le funzioni fondamentali che sono state dimensionate sulla base degli utenti previsti. L'area di ristoro è destinata, prevalentemente, agli autotrasportatori. Le Figura 11 e Figura 12 estratte dalla documentazione fornita riportano alcune viste tridimensionali dei fabbricati descritti.

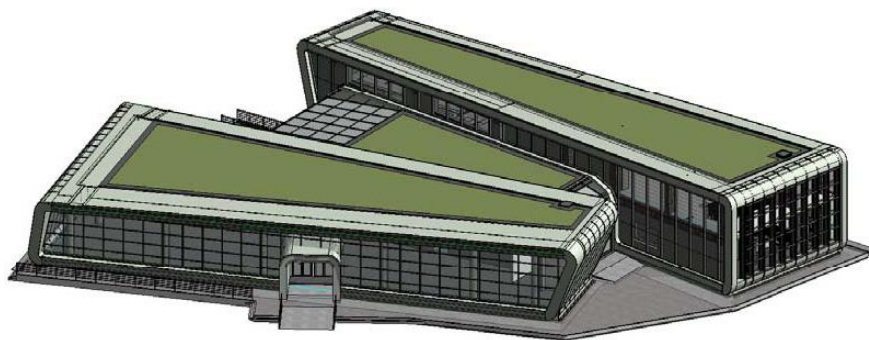


Figura 11: Vista da Sud-Ovest dei corpi degli edifici

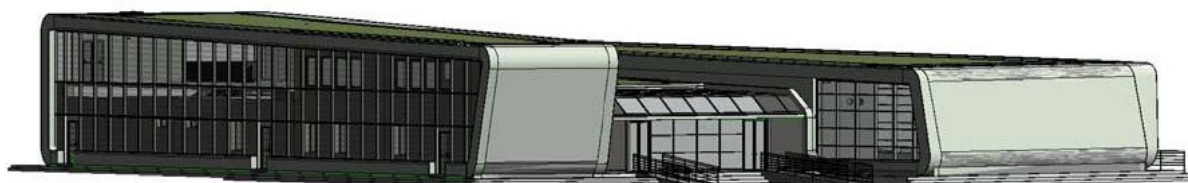


Figura 12: vista da Nord dei corpi degli edifici

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_5_E_IM_PL_2412_A	impianti ventilazione piano terreno
IMA1_O_5_E_IM_PL_2413_A	impianti ventilazione piano primo
IMA1_O_6_E_IM_PL_2411_A	impianti climatizzazione piano terreno
IMA1_O_7_E_IM_PL_2402_A	Schema funzionale centrale tecnologica
IMA1_O_7_E_IM_PL_2403_A	Schema funzionale centrale di ventilazione
IMA1_O_7_E_IM_PL_2414_A	Particolari e dettagli

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

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

Nella planimetria seguente (Figura 13) si riporta l'insieme degli ambienti e l'indicazione della posizione delle unità previste.

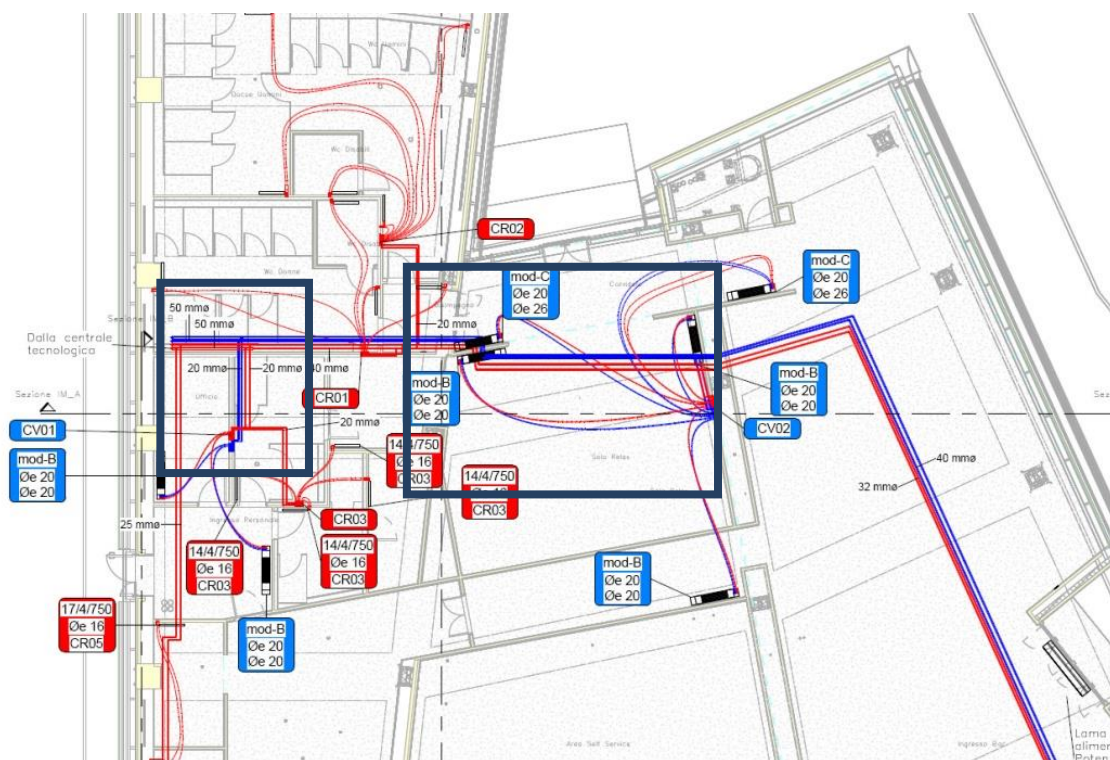


Figura 13: ATC Piano terra, impianto di climatizzazione, posizione ventilconvettori e passaggio delle tubazioni

Le planimetrie evidenziano due ambienti per i quali devono essere condotte le valutazioni, indicati nella tabella seguente:

Ambiente		Superficie pianta m ²	Ventilconvettori	
			modello	portata m ³ /h
ST_PT_21	Ufficio	10,5	B	350
ST_PT_05	Sala Relax	58,0	B	610

La valutazione del rumore nei locali sarà effettuata unicamente in questi locali, rappresentativi delle possibili criticità.

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

La previsione del rumore prodotto dagli impianti di ventilazione a servizio degli ambienti è effettuata sulla base delle informazioni desunte dalla documentazione in elenco.

IMPIANTI MECCANICI Impianti di climatizzazione

IMA1_O_5_E_IM_PL_2412_A	impianti ventilazione piano terreno
IMA1_O_5_E_IM_PL_2413_A	impianti ventilazione piano primo
IMA1_O_6_E_IM_PL_2411_A	impianti climatizzazione piano terreno
IMA1_O_7_E_IM_PL_2402_A	Schema funzionale centrale tecnologica
IMA1_O_7_E_IM_PL_2403_A	Schema funzionale centrale di ventilazione
IMA1_O_7_E_IM_PL_2414_A	Particolari e dettagli

Nelle Figura 14 e Figura 15 sono riportate le piante dei fabbricati Area Terziario Commerciale, che riportano integralmente il circuito aeraulico per i piani terreno e primo.

Le figure evidenziano la distribuzione delle canalizzazioni che afferiscono alla centrale tecnologica collocata in copertura.



Figura 14: Progetto dell'impianto di climatizzazione, pianta piano terra, canalizzazioni di mandata e di ripresa dell'aria

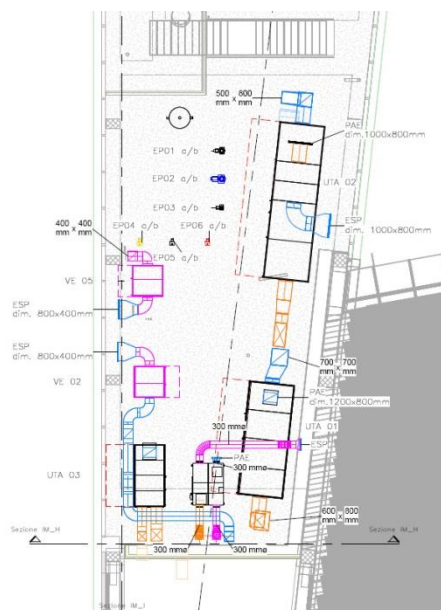

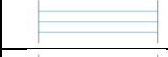
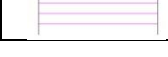


Figura 15: Progetto impianto di climatizzazione, piano copertura, canalizzazione di mandata e di ripresa

dell'aria

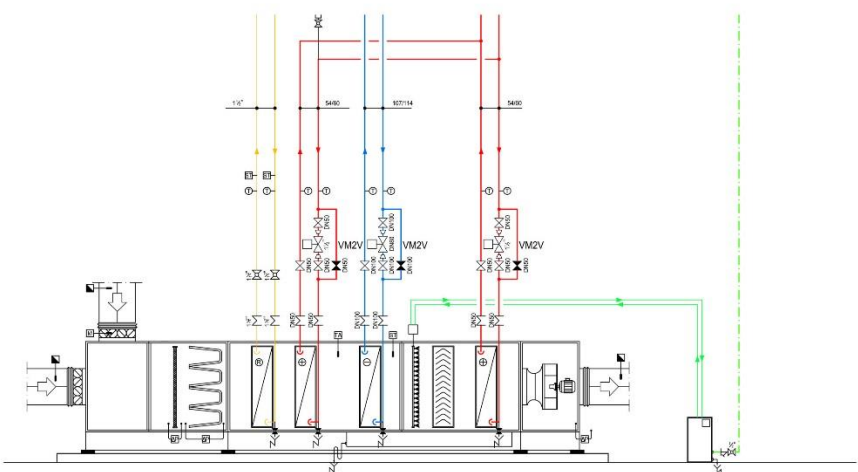
I canali di mandata e ripresa della CTA verso gli uffici sono codificate dai seguenti colori:

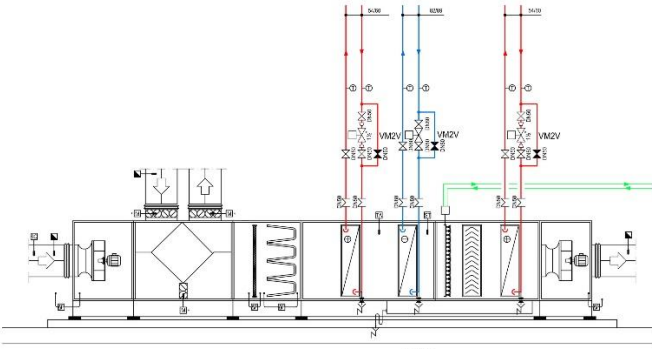
	condotta di mandata dell'aria
	condotta di ripresa dell'aria
	condotta di estrazione dell'aria

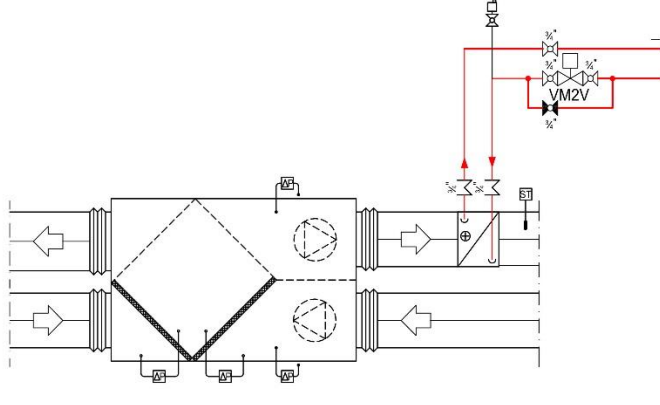
Le macchine previste a progetto sono costituite da unità di trattamento dell'aria di tipo componibile e a doppio flusso, codificate con le sigle UTA e VE (estrattori di aria).

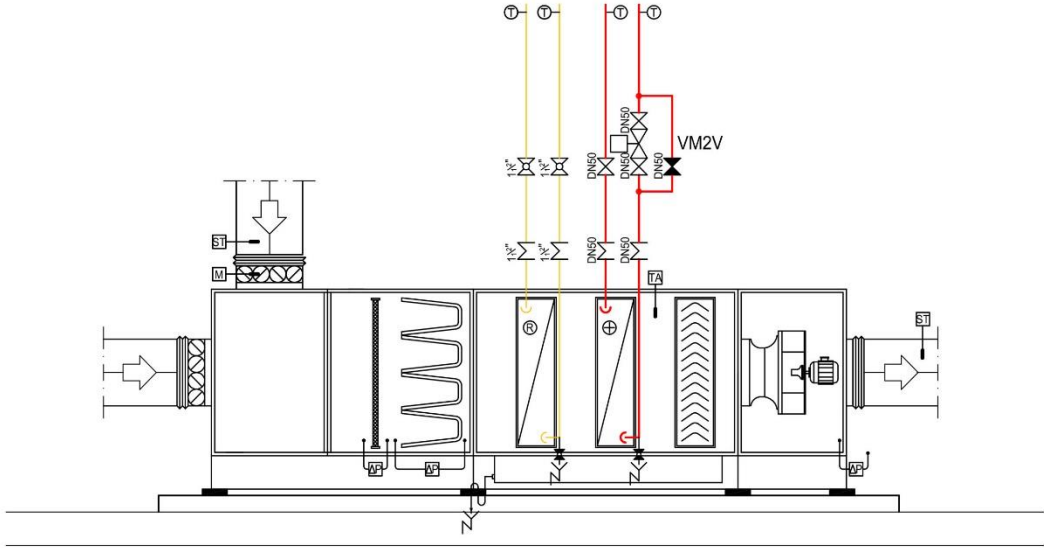
Gli schemi seguenti riportano, per il fabbricato Area Terziario Commerciale, le principali caratteristiche aerauliche e termiche delle unità citate.

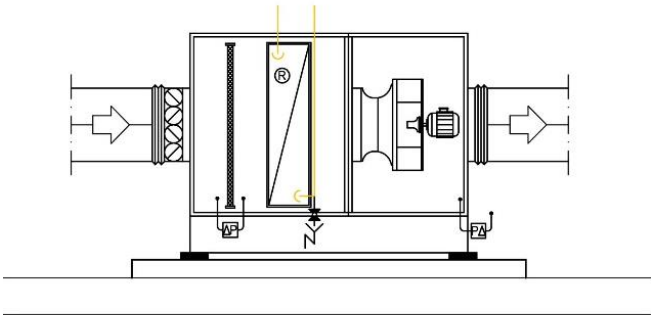
Macchine a servizio del piano terreno del fabbricato AREA TERZIARIO COMMERCIALE

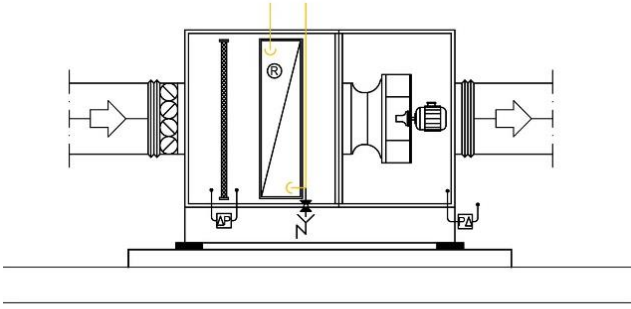
UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA	UTA 01										
											
UTA 01	<p>UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA COMPONIBILE PER CLIMATIZZAZIONE ZONA BAR E MARKET. CARATTERISTICHE:</p> <table border="0"> <tr> <td>-PORTATA MANDATA</td> <td>16.000,0m³/h</td> </tr> <tr> <td>-POTENZA BATTERIA DI RECUPERO</td> <td>6,12 kW</td> </tr> <tr> <td>-POTENZA BATTERIA DI RISCALDAMENTO</td> <td>51,0 kW</td> </tr> <tr> <td>-POTENZA BATTERIA DI RAFFREDDAMENTO</td> <td>123,1 kW</td> </tr> <tr> <td>-POTENZA BATTERIA DI POST-RISCALDAMENTO</td> <td>70,8 kW</td> </tr> </table>	-PORTATA MANDATA	16.000,0m ³ /h	-POTENZA BATTERIA DI RECUPERO	6,12 kW	-POTENZA BATTERIA DI RISCALDAMENTO	51,0 kW	-POTENZA BATTERIA DI RAFFREDDAMENTO	123,1 kW	-POTENZA BATTERIA DI POST-RISCALDAMENTO	70,8 kW
-PORTATA MANDATA	16.000,0m ³ /h										
-POTENZA BATTERIA DI RECUPERO	6,12 kW										
-POTENZA BATTERIA DI RISCALDAMENTO	51,0 kW										
-POTENZA BATTERIA DI RAFFREDDAMENTO	123,1 kW										
-POTENZA BATTERIA DI POST-RISCALDAMENTO	70,8 kW										

UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA	UTA 02										
											
UTA 02	<p>UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA COMPONIBILE PER CLIMATIZZAZIONE ZONA RISTORANTE. CARATTERISTICHE:</p> <table border="0"> <tr> <td>-PORTATA MANDATA</td> <td>15.000,0m³/h</td> </tr> <tr> <td>-PORTATA RIPRESA</td> <td>13.000,0m³/h</td> </tr> <tr> <td>-POTENZA BATTERIA DI RISCALDAMENTO</td> <td>61,2 kW</td> </tr> <tr> <td>-POTENZA BATTERIA DI RAFFREDDAMENTO</td> <td>123,1 kW</td> </tr> <tr> <td>-POTENZA BATTERIA DI POST-RISCALDAMENTO</td> <td>66,3 kW</td> </tr> </table>	-PORTATA MANDATA	15.000,0m ³ /h	-PORTATA RIPRESA	13.000,0m ³ /h	-POTENZA BATTERIA DI RISCALDAMENTO	61,2 kW	-POTENZA BATTERIA DI RAFFREDDAMENTO	123,1 kW	-POTENZA BATTERIA DI POST-RISCALDAMENTO	66,3 kW
-PORTATA MANDATA	15.000,0m ³ /h										
-PORTATA RIPRESA	13.000,0m ³ /h										
-POTENZA BATTERIA DI RISCALDAMENTO	61,2 kW										
-POTENZA BATTERIA DI RAFFREDDAMENTO	123,1 kW										
-POTENZA BATTERIA DI POST-RISCALDAMENTO	66,3 kW										

UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA	UTA 03						
							
UTA 03	<p>UNITÀ DI TRATTAMENTO A DOPPIO FLUSSO, COMPLETO DI RECUPERATORE DI CALORE, DI VENTILATORI CENTRIFUGHI, ESECUZIONE ORIZZONTALE, PER VENTILAZIONE UFFICI, SPOGLIATOI E SERVIZI CUCINA.</p> <p>CARATTERISTICHE:</p> <table border="0"> <tr> <td>-PORTATA MANDATA</td> <td>900,0 m³/h</td> </tr> <tr> <td>-PORTATA RIPRESA</td> <td>900,0 m³/h</td> </tr> <tr> <td>-POTENZA BATTERIA DI POST-RISCALDAMENTO AD ACQUA</td> <td>9,9 kW</td> </tr> </table>	-PORTATA MANDATA	900,0 m ³ /h	-PORTATA RIPRESA	900,0 m ³ /h	-POTENZA BATTERIA DI POST-RISCALDAMENTO AD ACQUA	9,9 kW
-PORTATA MANDATA	900,0 m ³ /h						
-PORTATA RIPRESA	900,0 m ³ /h						
-POTENZA BATTERIA DI POST-RISCALDAMENTO AD ACQUA	9,9 kW						

UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA	UTA 04						
							
UTA 04	<p>UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA COMPONIBILE PER TERMOVENTILAZIONE ZONA CUCINA. CARATTERISTICHE:</p> <table border="0"> <tr> <td>-PORTATA MANDATA</td> <td>7.400,0 m³/h</td> </tr> <tr> <td>-POTENZA BATTERIA DI RECUPERO</td> <td>20,1 kW</td> </tr> <tr> <td>-POTENZA BATTERIA DI RISCALDAMENTO</td> <td>100,7 kW</td> </tr> </table>	-PORTATA MANDATA	7.400,0 m ³ /h	-POTENZA BATTERIA DI RECUPERO	20,1 kW	-POTENZA BATTERIA DI RISCALDAMENTO	100,7 kW
-PORTATA MANDATA	7.400,0 m ³ /h						
-POTENZA BATTERIA DI RECUPERO	20,1 kW						
-POTENZA BATTERIA DI RISCALDAMENTO	100,7 kW						

ESTRATTORE ARIA	VE01				
					
VE 01	<p>ESTRATTORE ARIA SERVIZI IGIENICI STAZIONE DI SERVIZIO. CARATTERISTICHE:</p> <table border="0"> <tr> <td>-PORTATA ARIA</td> <td>2.200,0 m³/h</td> </tr> <tr> <td>-POTENZA BATTERIA DI RECUPERO</td> <td>6,12 kW</td> </tr> </table>	-PORTATA ARIA	2.200,0 m ³ /h	-POTENZA BATTERIA DI RECUPERO	6,12 kW
-PORTATA ARIA	2.200,0 m ³ /h				
-POTENZA BATTERIA DI RECUPERO	6,12 kW				

ESTRATTORE ARIA	VE02
	
VE 02	<p>ESTRATTORE ARIA CUCINA. CARATTERISTICHE:</p> <p>-PORTATA ARIA 3.100,0 m³/h</p> <p>-POTENZA BATTERIA DI RECUPERO 20,1 kW</p>

Si integrano le informazioni le informazioni meccaniche-aerauliche delle unità UTA/VE con le potenze estratte dai dati tecnici desunti dalla documentazione fornita: Tabella 2.

Si prescrive che, per garantire il rispetto dei requisiti acustici e delle condizioni minime di comfort in tutti gli ambienti valutati, la condizione necessaria consiste nella scelta delle macchine nelle versioni silenziate. Tale requisito equivale commercialmente ai modelli denominati esplicitamente "*low noise*" "*super silenced*" per i quali l'emissione sonora attraverso l'involucro e sui canali di ripresa e di mandata dell'aria, bocche di presa d'aria esterna, bocche di espulsione, adottano soluzioni atte a minimizzare il livello del rumore prodotto dai ventilatori presenti nell'unità.

La versione "silenziata" della macchina è generalmente chiusa in un involucro ad elevato potere fonoisolante costituito da un sandwich realizzato da due lamiere metalliche cieche con interposta lana minerale ad elevata densità in modo da garantire un isolamento adeguato.

Tabella 2: Sorgenti di rumore delle unità di trattamento aria (ATC)

Sorgente	Potenza sonora nei canali L _w [dB(A)]
UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA UTA01 a servizio della zona bar e market	91
UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA UTA02 a servizio della zona ristorante	90
UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA UTA03 doppio flusso a servizio degli uffici	63
UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA UTA04 a servizio delle cucine	90
ESTRATTORE ARIA-VE01 (ovvero VE05) per i servizi igienici	80
ESTRATTORE ARIA-VE02 per la cucina	80

Per la minimizzazione del rumore generato dai ventilatori sono inoltre previsti i seguenti componenti integrativi:

Per l'unità UTA01 a servizio della zona bar e market:

- Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO1 lunghezza minima 1800 mm su bocca di MANDATA dell'ARIA
- Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO1 lunghezza minima 1800 mm su bocca di RIPRESA dell'ARIA

Per l'unità UTA02 a servizio della zona ristorante:

- Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO1 lunghezza minima 1800 mm su bocca di MANDATA dell'ARIA
- Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO1 lunghezza minima 1800 mm su bocca di RIPRESA dell'ARIA

Per l'unità UTA03 tipo a doppio flusso a servizio degli uffici:

- Per ottenere il rispetto del requisito e un adeguato livello di comfort devono essere sostituiti i canali circolari in lamiera zincata dell'unità UTA03 a servizio degli uffici previsti a progetto, con un tratto di canale fonoassorbente avente le seguenti caratteristiche acustiche (dettagliate nel paragrafo successivo relativo alle prescrizioni da adottare:
 - Lunghezza minima pari a 2,5 m
 - Diametro dei canali 250 o 315 mm
 - Canale per l'aria di tipo fonoassorbente forato all'interno

Per l'unità UTA04a servizio delle cucine

- Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO1 lunghezza minima 1800 mm su bocca di MANDATA dell'ARIA

Per l'unità VE01 (ovvero VE05 sugli schemi) estrazione aria servizi igienici

- Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO2 lunghezza minima 1200 mm su bocca di RIPRESA dell'ARIA

Per l'unità VE02 estrazione aria cucine

- Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO2 lunghezza minima 1200 mm su bocca di RIPRESA dell'ARIA

I silenzianti a setti saranno del tipo rettilineo, flangiato, a sezione rettangolare con setti fonoassorbenti. Saranno inseriti sulle mandate delle U.T.A. e sulle aspirazioni dei ventilatori di estrazione, avranno carcassa in lamiera zincata con spessore minimo pari a 0,8 mm e i setti saranno in lana minerale con rivestimento in fibra di vetro. I setti saranno dotati di lamierino forato su tutta la superficie.

Caratteristiche tecniche:

Lunghezza: come indicato nei punti precedenti

Spessore dei setti: 200mm

Interasse tra i setti: 100mm

Le attenuazioni minime che i silenziatori indicati devono garantire sono le seguenti:

Attenuazione minima silenziatore TIPO 1 (Lmin = 1.800 mm)

Frequenza	Hz	63	125	250	500	1'000	2'000	4'000	8'000
Attenuazione	dB	7	10	26	40	44	42	44	28

Attenuazione minima silenziatore TIPO 2 (Lmin = 1.200 mm)

Frequenza	Hz	63	125	250	500	1'000	2'000	4'000	8'000
Attenuazione	dB	4	7	20	30	41	40	37	23

L'analisi del rumore prodotto dall'impianto di climatizzazione è effettuata sulle informazioni relative alle caratteristiche di emissione sonora delle macchine 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 ed in generale dove sono presenti elementi suscettibili di produrre emissioni sonore significative (locali più critici, prossimi alle macchine).

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: ST_PT_21 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 riporta le planimetria in cui sono presenti gli elementi costituenti gli impianti oggetto di analisi.

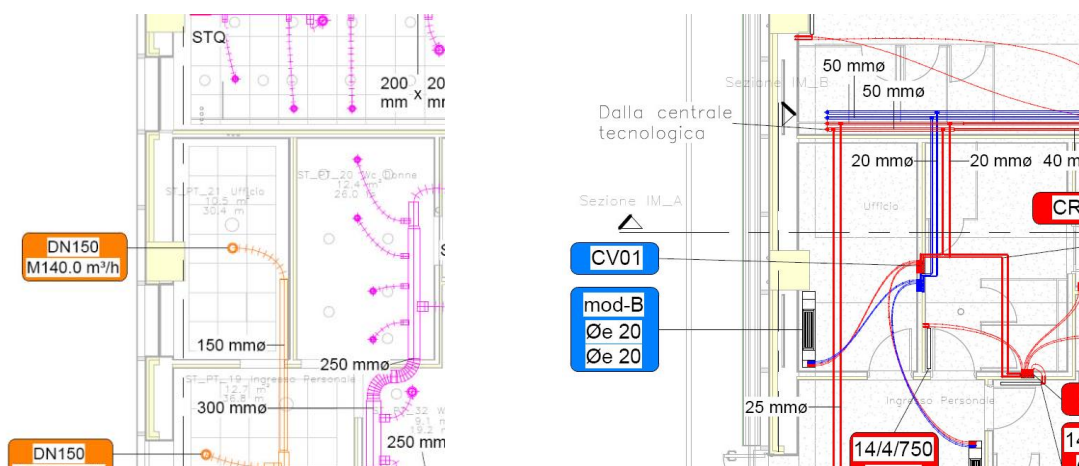


Figura 16: Sorgenti di rumore presenti nell'ambiente valutato

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

Unità di climatizzazione: UTA03
Circuito aeraulico: Canale Mandata

Per ottenere il rispetto del requisito e un adeguato livello di comfort, i canali di mandata e di ripresa a progetto circolari in lamiera zincata dell'unità UTA 03 a servizio degli uffici previsti a progetto, 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 2,5 m
- Diametro dei canali 250 o 315 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 $L_{p, mandata, DN150} = 31,8 \text{ dB(A)}$
2. Rumore prodotto dai ventilconvettori $L_{p, ventilconvettori} = 29,5 \text{ dB(A)}$

Il rumore complessivo di tutte le macchine in funzione, valutato al centro dello stesso ambiente in cui viene generato, è pari a $L_{p, globale} = 33,8 \text{ dB(A)}$.

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 pari a 56 dB e un potere fonoisolante R_w delle porte di accesso pari a 38 dB e dato il tempo di riverberazione definito per gli ambienti adiacenti inferiore a $T=1,0 \text{ s}$, si stabilisce che **il livello**

sonoro pari a 33,8 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.

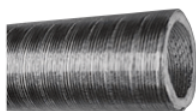
4.3.1 Prescrizioni sugli impianti tecnologici

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 17) e con rivestimento in poliesteri da 25 mm e densità maggiore di 16 kg/m³, 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

- Condotto in doppia parete di Alflex alu
- Isolante poliesteri
- Temperatura massima di utilizzo 250 °C
- Confezioni 3 metri

ALFLEX ALU INSO

- Condotto in doppia parete Alflex alu
- Condotto interno perforato
- Isolante in poliesteri
- Temp max 250 °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 17: 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°);
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 18. Tale coibentazione è generalmente prevista come stratificazione realizzata in più strati di alluminio e poliesteri laminato (spessore tipico 25 mm, densità 16 kg/m³).

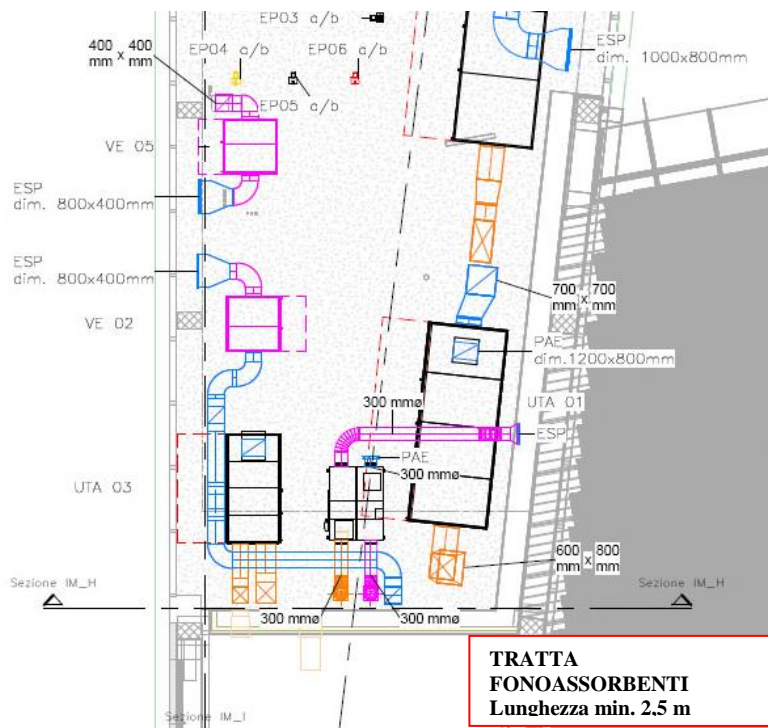


Figura 18: Tratte di canali dell'aria da sostituire con condotti fonoassorbenti

4.4 Calcolo del rumore complessivo: ST_PT_05 SALA RELAX piano terreno

L'ambiente è destinato alla presenza temporanea di persone, tuttavia è particolarmente significativo in quanto si ha la presenza di quattro diffusori di ripresa e l'ambiente è attraversato dai canali dell'aria di mandata afferenti alle UTA di maggiore potenza (nello specifico l'unità UTA 02).

Le Figura 19 e Figura 20 riportano le planimetrie in cui sono presenti gli elementi costituenti gli impianti oggetto di analisi.



Figura 19: ST_PT_05 SALA RELAX bocchette di mandata e ripresa dell'aria e passaggi del canale di estrazione

dell'aria

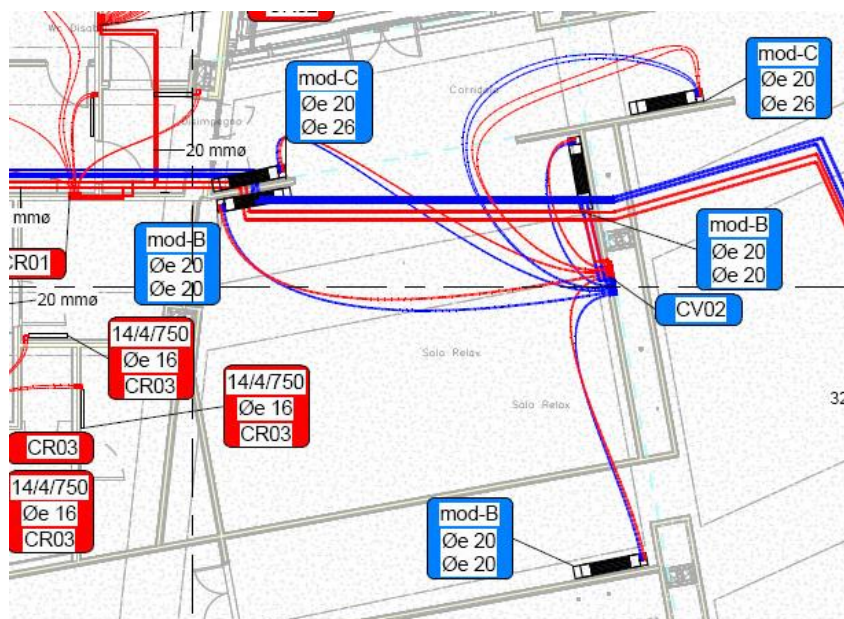


Figura 20: ST_PT_05 SALA RELAX impianti di climatizzazione

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

Unità climatizzazione	Circuito aeraulico
UTA02	Canale Mandata
UTA02	Canale Ripresa
Ventilconvettori	2 unità Mod B (350 m ³ /h)

La stima del rumore nell'ambiente è basata sull'adozione delle misure di riduzione di rumore descritte al paragrafo precedente 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

$$L_{p, mandata} = - \text{dB(A)}$$
2. Rumore circuito aeraulico di ripresa dal diffusore microforato quadrangolare

$$L_{p, ripresa} = 33,4 \text{ dB(A)}$$
3. Rumore di breakout circuito aeraulico di mandata estrazione aria servizi igienici

$$L_{p, breakout} = 26,1 \text{ dB(A)}$$
4. Rumore prodotto dai ventilconvettori

$$L_{p, ventilconvettori} = 29,1 \text{ dB(A)}$$

Il rumore complessivo di tutte le macchine in funzione, valutato al centro dello stesso ambiente in cui viene generato, è pari a $L_{p, globale} = 35,3 \text{ dB(A)}$.

Le misure del 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 di 56 dB e un potere fonoisolante R_w delle porte di accesso pari a 38 dB e dato il tempo di riverberazione definito

per gli ambienti adiacenti pari a $T=0,6$ s, si stabilisce che il livello sonoro pari a 35,3 dB(A) calcolato all'interno dello stesso ambiente in cui il rumore viene generato si ridurrà all'interno dell'ambiente adiacente al di sotto del livello massimo stabilito dalla normativa di riferimento pari a 35 dB(A).

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

4.5 Calcolo del rumore complessivo: ST_PT_01 INGRESSO BAR - piano terreno

L'ambiente è valutato in quanto è il primo interessato al rumore prodotto dai terminali di mandata della unità di ventilazione UTA 02. La diffusione dell'aria è realizzata da ugelli di mandata aria a lunga gittata orientabili. All'ingresso si rileva la presenza di una lama d'aria di potenza 12 kW e portata pari a 2.700 m³/h (Figura 21).



Figura 21: ST_PT_01 INGRESSO/BAR bocchette di mandata dell'aria e lama d'aria all'ingresso

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

Unità climatizzazione	Circuito aerulico
UTA02	Canale Mandata
Lama d'aria	1 unità (2.700 m ³ /h)

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

1. Rumore circuito aerulico di mandata dai diffusori

$$L_{p, \text{mandata}} = 31,1 \text{ dB(A)}$$

2. Rumore circuito aerulico di ripresa dal diffusore microforato quadrangolare

$$L_{p, \text{ripresa}} = - \text{dB(A)}$$

3. Rumore di breakout circuito aerulico di mandata estrazione aria servizi igienici

$$L_{p, \text{breakout}} = - \text{dB(A)}$$

4. Rumore prodotto dalla lama d'aria

$$L_{p, \text{lama aria}} = 28,9 \text{ dB(A)}$$

Il rumore complessivo di tutte le macchine in funzione, valutato al centro dello stesso ambiente in cui viene generato, è pari a $L_{p, globale} = 33,2$ dB(A).

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

4.6 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 ed in generale dagli utenti.

Tali indicazioni, di tipo generale, sono specificati nel 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.

4.6.1 Prescrizioni specifiche per il fabbricato ATC

Per garantire la compatibilità con i requisiti acustici e con le condizioni minime di comfort in tutti gli ambienti valutati la condizione necessaria consiste nella scelta delle macchine nelle versioni silenziate. Tale requisito è equivalente commercialmente ai modelli denominati esplicitamente "**low-noise**" "**super-silenced**" per i quali l'emissione sonora attraverso l'involucro e sui canali di ripresa e di mandata dell'aria, bocche di presa d'aria esterna, bocche di espulsione, adottano soluzioni atte a minimizzare il livello del rumore prodotto dai ventilatori presenti nell'unità.

La versione "silenziate" della macchina è generalmente chiusa in un involucro ad elevato potere fonoisolante costituito da un sandwich realizzato da due lamiere metalliche cieche con interposta lana minerale ad elevata densità in modo tale da garantire un isolamento adeguato.

Per la minimizzazione del rumore generato dai ventilatori sono inoltre previsti i componenti integrativi seguenti:

Per l'unità UTA01 a servizio della zona bar e market:

- Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO1 lunghezza minima 1800 mm su bocca di MANDATA dell'ARIA
- Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO1 lunghezza minima 1800 mm su bocca di RIPRESA dell'ARIA

Per l'unità UTA02 a servizio della zona ristorante:

- Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO1 lunghezza minima 1800 mm su bocca di MANDATA dell'ARIA
- Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO1 lunghezza minima 1800 mm su bocca di RIPRESA dell'ARIA

Per l'unità UTA03 tipo a doppio flusso a servizio degli uffici:

- **Per ottenere il rispetto del requisito e un adeguato livello di comfort devono essere sostituiti i canali circolari in lamiera zincata dell'unità UTA03 a servizio degli uffici previsti a progetto, con un tratto di canale fonoassorbente avente le seguenti caratteristiche acustiche (dettagliate nel paragrafo successivo relativo alle prescrizioni da adottare:**
 - **Lunghezza minima pari a 2,5 m**
 - **Diametro dei canali 250 o 315 mm**
 - **Canale per l'aria di tipo fonoassorbente forato all'interno**

Per l'unità UTA04a servizio delle cucine

- **Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO1 lunghezza minima 1800 mm su bocca di MANDATA dell'ARIA**

Per l'unità VE01 (ovvero VE05 sugli schemi) estrazione aria servizi igienici

- **Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO2 lunghezza minima 1200 mm su bocca di RIPRESA dell'ARIA**

Per l'unità VE02 estrazione aria cucine

- **Silenziatore a setti fonoassorbenti TIPO2 lunghezza minima 1200 mm su bocca di RIPRESA dell'ARIA**

I silenziatori a setti saranno del tipo rettilineo, flangiato, a sezione rettangolare con setti fonoassorbenti. Saranno inseriti sulle mandate delle U.T.A. e sulle aspirazioni dei ventilatori di estrazione VE, avranno carcassa in lamiera zincata con spessore minimo pari a 0,8 mm e i setti saranno in lana minerale con rivestimento in fibra di vetro. I setti saranno dotati di lamierino forato su tutta la superficie.

Caratteristiche tecniche:

Lunghezza: come indicato nei punti precedenti

Spessore dei setti: 200mm

Interasse tra i setti: 100mm

Le attenuazioni minime che i silenziatori indicati devono essere le seguenti:

Attenuazione minima silenziatore TIPO 1 (Lmin = 1.800 mm)

Frequenza	Hz	63	125	250	500	1'000	2'000	4'000	8'000
Attenuazione	dB	7	10	26	40	44	42	44	28

Attenuazione minima silenziatore TIPO 2 (Lmin = 1.200 mm)

Frequenza	Hz	63	125	250	500	1'000	2'000	4'000	8'000
Attenuazione	dB	4	7	20	30	41	40	37	23

4.7 Prescrizioni generali

L'analisi della documentazione ha evidenziato, come detto, diversi elementi che meritano maggior attenzione durante le fasi di realizzazione delle opere.

Le sezioni seguenti (Figura 22) illustrano con maggior chiarezza i problemi che possono nascere a seguito delle particolari soluzioni progettuali dell'impianto di ventilazione e climatizzazione, al passaggio di canali tra i diversi ambienti e alla vicinanza di componenti che possono generare rumore negli ambienti di lavoro.

Le sezioni riportate nella Figura 22 infatti indicano gli attraversamenti dei canali di mandata, di ripresa e di estrazione dell'aria dei servizi igienici (nello specifico al piano terra, ma il principio è generale) che costituiscono di fatto un indebolimento del potere fonoisolante delle

partizioni verticali e orizzontali. Inoltre le tubazioni che passano tra ambienti costituiscono una riduzione di 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.

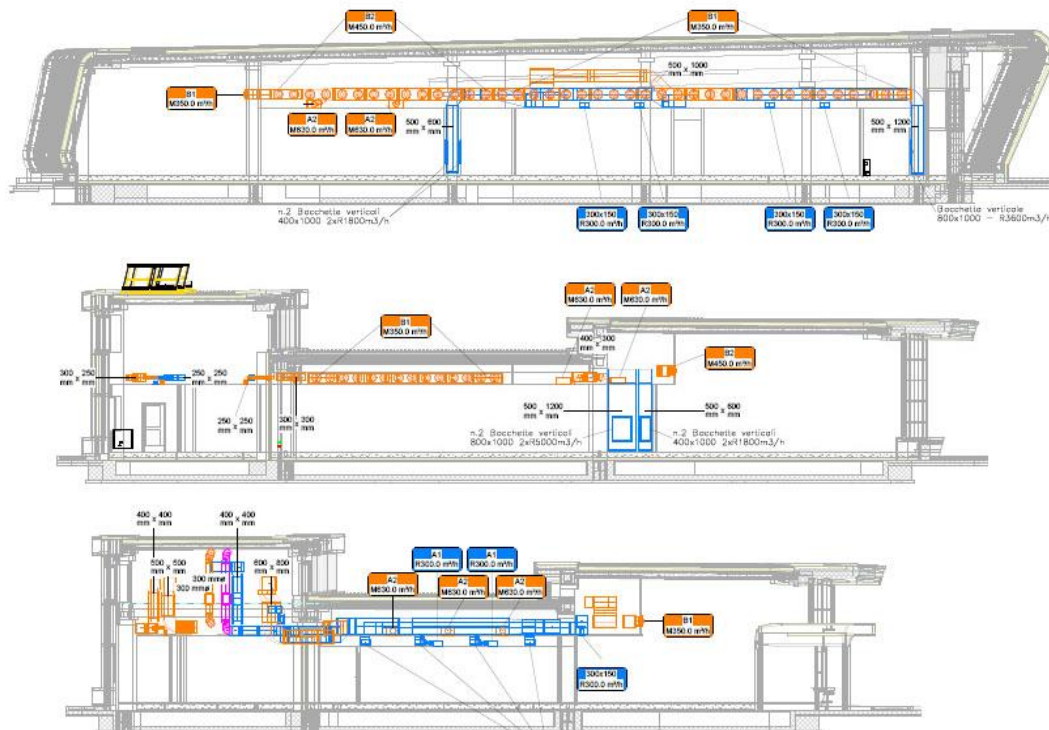


Figura 22: Canali di mandata e di ripresa dell'aria dei servizi igienici: attraversamento canali collocati nel cavedio tra solaio e controsoffitto negli ambienti

Per ridurre e minimizzare il fenomeno 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 paragrafo **Climatizzazione**).

Si ricorda inoltre che un secondo elemento di potenziale criticità che può rendere meno efficaci le soluzioni di riduzione del rumore è rappresentato dalle serrande ST presenti in prossimità degli ambienti di lavoro che possono produrre turbolenze e generare rumore che si propaga attraverso i canali verso gli ambienti. Le indicazioni fornite nel capitolo "*La velocità dell'aria*" (nel paragrafo **Climatizzazione**) relative alle velocità di progetto per i canali dell'aria indicano quali sono i valori che garantiscono la massima riduzione del fenomeno descritto.

Le Figura 23, Figura 24 e Figura 25 seguenti individuano, per il fabbricato ATC Area Terziario-Commerciale, le posizioni delle unità di ventilazione UTA 01, UTA 02, UTA 04 e degli estrattori dell'aria VE 01 e VE 02 che poggiano direttamente sulla copertura al di sopra dei locali oggetto della presente valutazione:



Figura 23: Fabbricato ATC piano primo: planimetria e unità di ventilazione su copertura

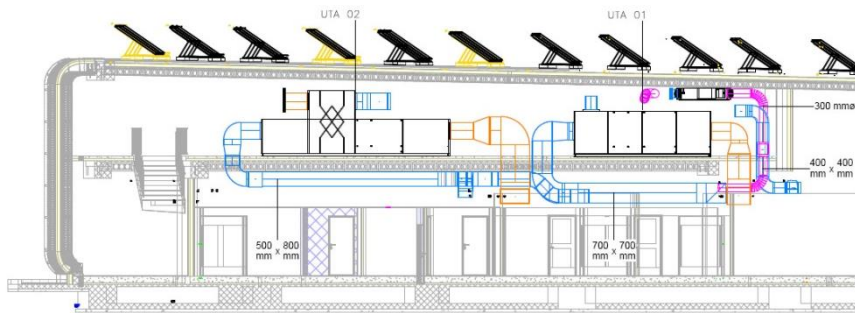


Figura 24: Fabbricato ATC piano terreno: sezione e unità di ventilazione su copertura

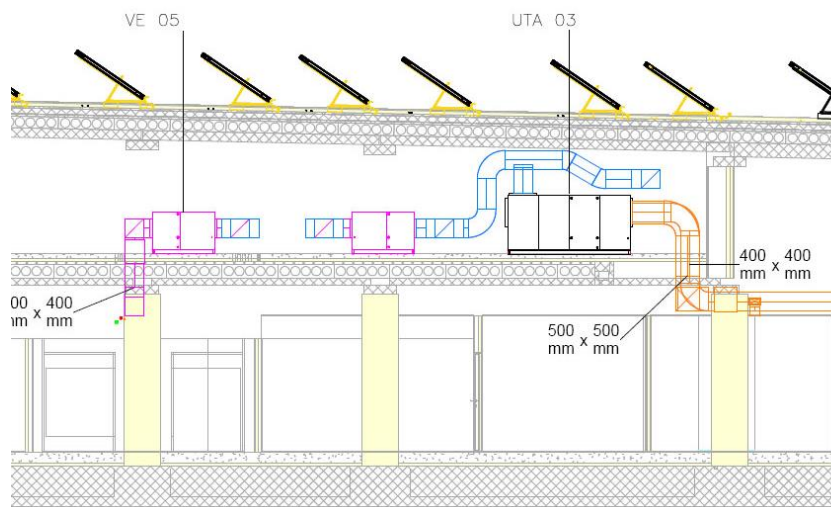


Figura 25: Fabbricato ATC piano terreno: sezione e unità di ventilazione su copertura

Le unità UTA e VE sono costituite da ventilatori in funzione che poggiano sulla copertura: durante il funzionamento 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").

4.7.1 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 26).

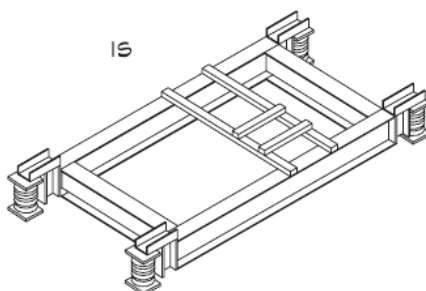


Figura 26: Base antivibrante per macchine

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 27). Si applicano, quindi, i giunti antivibranti alla base delle guide di supporto del ventilatore.

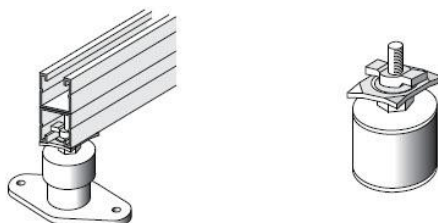


Figura 27: Piedinature antivibranti alla base del telaio dei ventilatori

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 28)



Figura 28: 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.**

4.7.2 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.

4.7.2.1 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

4.7.2.2 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 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si riporta un esempio:

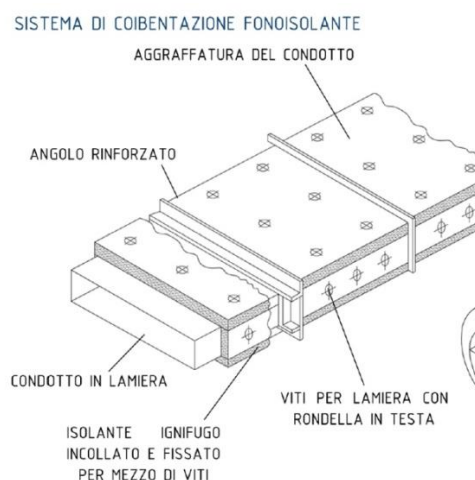


Figura 29: Schema di principio della tipologia di intervento da effettuare sul canale di espulsione per il

ventilatore VE

PENETRAZIONI E ATTRAVERSAMENTI DEI CANALI Negli attraversamenti dei condotti è necessario adottare le indicazioni riportate nella Figura 30. **L'origine riferimento non è stata trovata.** seguente:

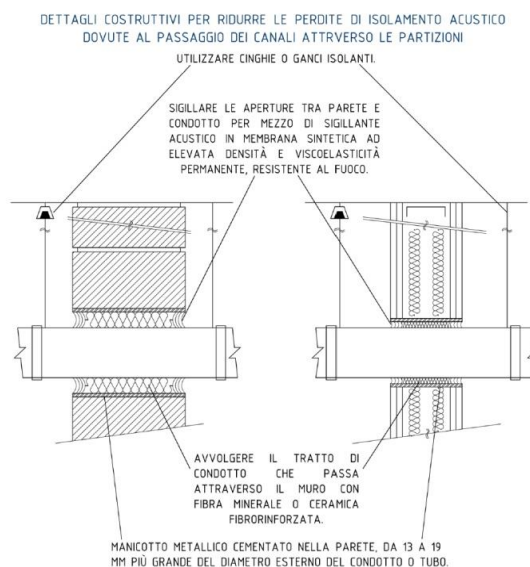


Figura 30: Dettagli costruttivi per ridurre le perdite di isolamento acustico dovute al passaggio dei canali attraverso le partizioni

4.7.3 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 (Figura 31).

Nella Figura 32 si riportano i livelli di attenuazione acustica garantita dall'utilizzo di differenti materiali presenti in commercio.

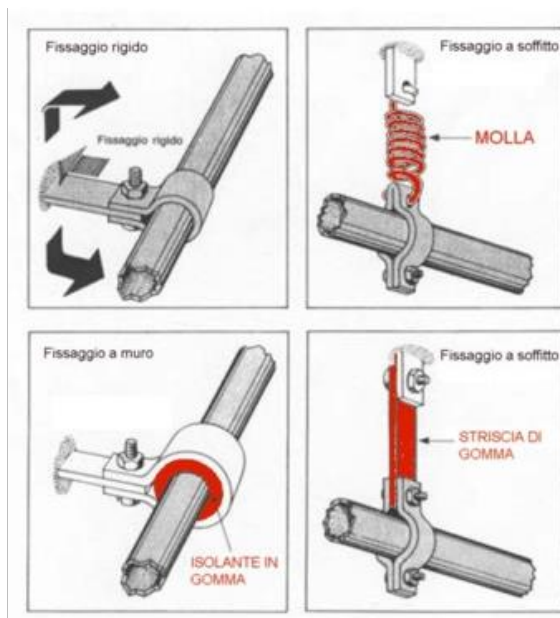


Figura 31: Tipologie di fissaggio delle tubazioni: a) fissaggio rigido (scorretto); b), c) e d) fissaggi corretti con materiale di disaccoppiamento

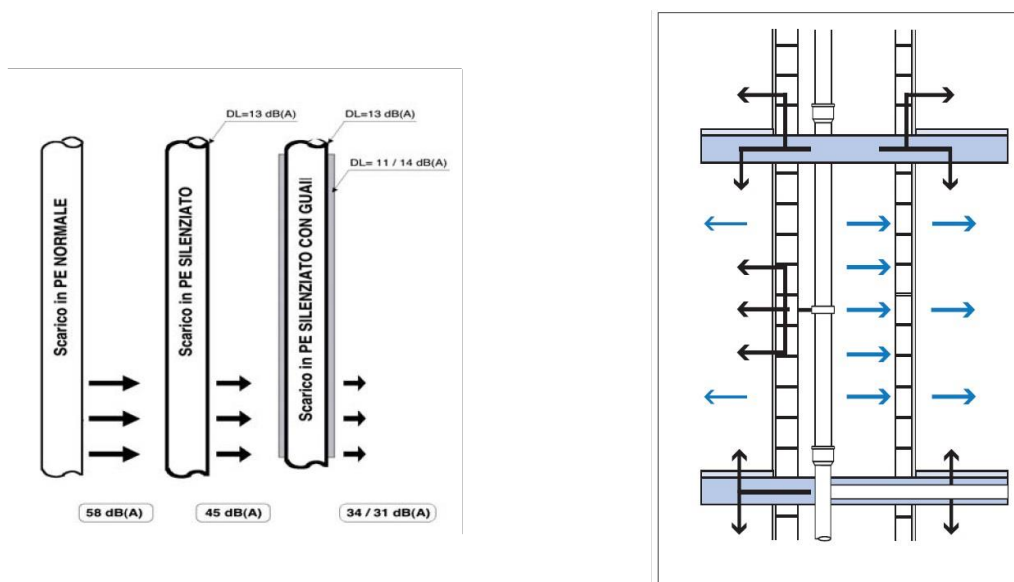


Figura 32: Trasmissione dei rumori attraverso l'impianto di scarico; b) confronto prestazionale tra i diversi materiali in commercio (tubazioni di scarico)

4.7.3.1 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 ATC – Stazione di servizio ed area carburanti 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

Tipo di struttura	Requisito minimo R_w [dB]
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 acustico standardizzato di facciata stimato $D_{2m,nT,w}$ [dB]	Valore imposto dal DPCM 5/12/1997 $D_{2m,nT,w}$ [dB]
Terra	Facciata Est_Ingresso Bar	45 (-1,-4)	≥ 42
Terra	Facciata Ovest_Preparazione carni	44 (-1,-3)	≥ 42
Terra	Facciata Ovest_Stoccaggio	47 (-1,-3)	≥ 42
Terra	Facciata Ovest_Ufficio	45 (-1,-3)	≥ 42
Terra	Facciata Sud_Ingresso Bar	60 (-1,-5)	≥ 42
Terra	Facciata Sud_Ristoro	44 (-1,-4)	≥ 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 dello Stazione di servizio e Area Carburanti 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, 30 aprile 2018



Arch. Chiara Deveccchi
(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)



