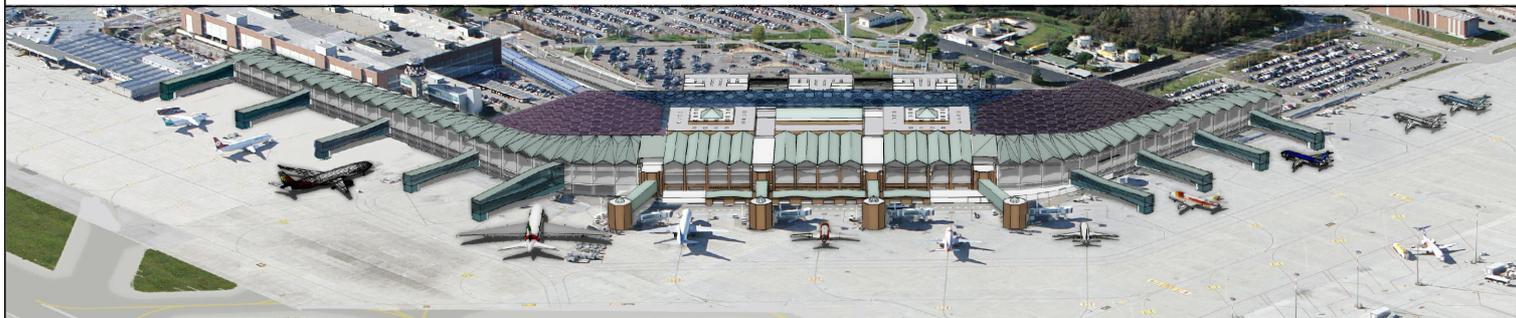


Committente



AEROPORTO "MARCO POLO" DI TESSERA - VENEZIA

concessionaria del MINISTERO DEI TRASPORTI E DELLA NAVIGAZIONE DIREZIONE GENERALE DELL'AVIAZIONE CIVILE



AMPLIAMENTO TERMINAL PASSEGGERI

Rif. CdP:
Cluster 1 TERMINAL
(commesse : 1.01, 1.03, 1.10 nc, 1.04)

APPROFONDIMENTI PROGETTUALI

Titolo
Relazione preliminare acustica

Data: 28/08/2014 Commessa: **C O 8 1 1**

Elaborato:
G009

Rev.	Descrizione	Data	Società	Redazione	Verifica	Approvazione	Nome File:
01	Approfondimenti progettuali	28/08/2014	MT	MT	MC	GF	Scala: 1.20000/1:10000
							File di Stampa:

Progettista:



SAVE ENGINEERING S.r.l.
Sede Legale: V.le G. Galilei, 30/1 - 30173
Venezia - Tessera (Italia)
Uffici: Via A. Ca' Da Mosto, 12/3 - 30173
Venezia - Tessera (Italia)
telefono: +39/041 260 6191
telefax: +39/041 2606199
e-mail: saveeng@veniceairport.it



Committente:

SAVE S.p.A.
DIREZIONE OPERATIVA
R.U.P./R.L.
ing. Corrado Fischer

SAVE S.p.A.
POST HOLDER
PROGETTAZIONE
ing. Franco Dal Pos

SAVE S.p.A.
POST HOLDER
MANUTENZIONE
ing. Virginio Stramazzone

SAVE S.p.A.
POST HOLDER
AREA MOVIMENTO-TERMINAL
sig. Francesco Rocchetto

SAVE S.p.A.
RESPONSABILE COMMERCIALE E
MARKETING NON AVIATION
dr. Andrea Geretto

SAVE S.p.A.
COMMERCIALE E
SVILUPPO AVIATION
dott. Camillo Bozzolo - dott. Giovanni Rebecchi

SAVE S.p.A.
QUALITA' AMBIENTE
E SICUREZZA
ing. Davide Bassano

SAVE S.p.A.
SAFETY MANAGER
sig. Adriano Andreon

Consulente Incaricato:

ONWORKS:

Milano
Via Statuto 11
20121 Milan, Italy

Venezia
Via dell'Elettricità 3d
30175 Marghera, Italy

arch. Giulio De Carli
Ordine degli Architetti di Venezia n.1853

arch. Domenico Santini
arch. Francesca Venturoni
arch. Davide Aprea
ing. Simona D'Urso
arch. Diana Fullin
arch. Pierluigi Bortolozzo

ing. Gianluigi Santinello
arch. Francesca Sartor
ing. Mariano Palazzolo
ing. Riccardo Pauletto
ing. Filippo Ruzzon
ing. Giuseppe Muscolino

Consulente:

IMPIANTI ELETTRICI, TERMOMECCANICI E PREVENZIONE INCENDI



Manens-Tifs S.p.A.
Corso Stati Uniti n. 56
35127 Padova

ing. Giorgio Finotti
ing. Massimo Cadorn
ing. Viliam Stefanutti

Aeroporto di Venezia Ampliamento del Terminal passeggeri

Approfondimenti progettuali G009 Relazione preliminare acustica

ONE WORKS Spa
Via Statuto 11
20121 Milano, Italia

capitale sociale versato
1.065.048,00 Euro
P. IVA n° 05811040962
R.E.A. di Milano n° 1850174

Milano (headoffice)
Via Statuto 11
20121 Milano, Italia
T +39 02 655913.1
F +39 02 655913.60
milano@one-works.com

Roma
Via dei Reti 23
00185 Roma, Italia
T +39 06 8068752.1
F +39 06 44340608
roma@one-works.com

Venezia
Via dell'Elettricità 3/d
30175 Marghera, Italia
T +39 041 50967.00
F +39 041 50967.20
venezia@one-works.com

ONE WORKS JLT Dubai
15-03 JBC 2 Jumeirah Lakes Towers
Dubai, UAE
T +971 4 4534805
F +971 4 4534806
dubai@one-works.com

INDICE

0. PREMESSA.....	4
1. PRESCRIZIONI DI LEGGE E NORMATIVE	5
2. DEFINIZIONE DELLE MODALITÀ DI ISOLAMENTO ACUSTICO DELL'EDIFICIO	7
2.1. Generalità	7
2.2. Modelli di calcolo per la valutazione delle prestazioni acustiche	7
2.3. Individuazione delle modalità di isolamento	8
3. IL CONTROLLO DELLA RUMOROSITÀ DEGLI IMPIANTI.....	19
4. MITIGAZIONE ACUSTICA DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERIZZAZIONE.....	21
5. CONCLUSIONI	22
6. APPENDICE A – DISPOSITIVI DI LEGGE PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO	23

0. PREMESSA

Il lavoro in oggetto riguarda l'ampliamento dell'attuale Terminal dell'aeroporto di Venezia, mediante la realizzazione di tre volumi in ampliamento (Nord, Sud, Ovest) ed in completa contiguità con il fabbricato esistente.

Obiettivo della presente relazione è quello di individuare i **requisiti acustici prestazionali** e le **soluzioni costruttive di massima** da adottare, al fine di garantire il rispetto della legislazione, nell'ambito del quadro di riferimento attualmente applicabile.

A tal fine sono stati considerati i parametri acustici usualmente applicati quali:

- il potere fonoisolante;
- l'isolamento acustico normalizzato;
- il livello di rumore di calpestio dei solai;
- l'isolamento acustico di facciata;
- il rumore generato dagli impianti a funzionamento continuo e discontinuo.

La definizione di elementi tecnici di adeguate caratteristiche funzionali e prestazionali, la scelta di specifici rivestimenti delle strutture orizzontali e verticali, associate a particolari accorgimenti nella realizzazione dei solai e delle partizioni, consente di ottenere le richieste prestazioni acustiche in opera, sia per quanto riguarda la propagazione del rumore per via aerea che per via solida (rumore di calpestio).

Particolare riguardo è inoltre rivolto al controllo della rumorosità trasmessa all'interno degli ambienti più sensibili dell'aerostazione (Vip lounge).

Gli aspetti acustici affrontati riguardano inoltre **l'insonorizzazione delle nuove apparecchiature tecnologiche**, sia con riferimento alle condizioni di comfort interno, sia all'impatto delle stesse sull'ambiente circostante, per il quale valgono i limiti previsti dalla classificazione acustica comunale.

1. PRESCRIZIONI DI LEGGE E NORMATIVE

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", uno dei decreti di attuazione della legge quadro 447/95, stabilisce i valori guida dei parametri acustici dei componenti degli edifici in opera.

Le prestazioni in opera degli edifici sono altresì trattate nella norma UNI 11367 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera", la quale presumibilmente sostituirà, tramite un nuovo dispositivo di legge, l'attuale DPCM. La norma introduce importanti innovazioni nella caratterizzazione acustica degli ambienti abitativi, prevedendo quattro differenti classi di prestazione acustica: si va dalla classe I, che identifica il livello di più elevata qualità, alla classe IV. La classificazione, che viene effettuata sulla base di misurazioni di cinque parametri acustici (gli stessi del D.P.C.M. 5-12-97), non è prevista per l'intero edificio, ma per singole unità immobiliari.

Nella seguente figura sono riportati i valori delle prestazioni minime dell'isolamento acustico in opera per edifici adibiti a fissati dal DPCM per le categorie B, F, G, cui si può fare riferimento per l'ampliamento in oggetto.

Categoria - DPCM 5-12-97	R'_w dB	$D_{2m,nT,w}$ dB	$L'_{n,w}$ dB
Edifici adibiti a uffici, ad attività ricreative, ad attività commerciali e assimilabili (categoria B, F, G)	50 (*)	42	55
(*) Valori riferiti ad elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari			

In tabella R'_w indica l'indice del potere fonoisolante apparente di partizioni tra ambienti, $D_{2m,nT,w}$ l'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata, e $L'_{n,w}$ l'indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato.

Con riferimento all'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ si osserva che le prestazioni minime indicate dal decreto sono indipendenti dal clima acustico esterno.

Il decreto precisa che il valore di R'_w si riferisce ad "elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari". Tuttavia non risulta chiaro che cosa il decreto intenda per "unità immobiliari", soprattutto per categorie di edifici nei quali, in una stessa area, vi sono molteplici e differenti attività mentre, d'altra parte, ambienti appartenenti a diverse funzioni (per esempio area vip lounge) possono costituire un'area unitaria. Pertanto non è univoca l'applicabilità di tale valore alle diverse combinazioni di locali attigui e si ritiene di interpretare lo spirito della legge nel senso di **garantire sufficiente isolamento acustico nelle situazioni effettivamente critiche di contiguità tra ambienti disturbanti** (p. es. vani tecnici, cucine ecc.) e **ricettori sensibili** (p. es. sale vip).

Esistono altri dispositivi di legge che definiscono l'unità immobiliare, come il DM 28 del 1998 relativo al nuovo catasto, che precisa che "l'unità immobiliare è costituita da una porzione di fabbricato, o un fabbricato, o da un insieme di fabbricati ovvero da un'aerea, che, nello stato in cui si trova e secondo l'uso locale, presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale". Nel presente documento si farà riferimento a questo concetto come peraltro ormai consolidato nella pratica corrente, e ora recepito in toto nella suddetta norma UNI 11367.

Con riferimento a quest'ultimo aspetto, va osservato che nel progetto non si verifica la contiguità tra due distinte unità immobiliari, in quanto Save risulta essere l'unico soggetto presente. Al fine di garantire comunque un adeguato isolamento, il valore citato dal suddetto decreto per l'indice R'_w sarà assunto come riferimento progettuale tra ambienti abitativi (uffici, sale riunioni, ecc.) adiacenti a locali caratterizzati dalla presenza di sorgenti di rumore (vani tecnici, ecc.).

Al cap. 3 sono descritte le caratteristiche tecnologiche dei componenti edilizi atti a conseguire le prestazioni richieste.

Per quanto attiene alla rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici a funzionamento continuo (impianti di climatizzazione) e discontinuo (scarichi, rubinetterie, servizi igienici, ascensori) si farà riferimento ai seguenti limiti (tabella B del DPCM 5-12-97).

Rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici (DPCM 5-12-97)

Parametro	Valore limite
$L_{A_{\text{max}}}$ - Livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo	5 dB(A)
$L_{A_{\text{eq}}}$ - Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A per i servizi a funzionamento continuo	35 dB(A) (*)

(*) Nel testo iniziale del decreto viene indicato un livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A per i servizi a funzionamento continuo pari a 25 dB(A), in contraddizione con quanto riportato nella tabella del decreto stesso. In merito si sono espressi alcuni Ministeri in modo contraddittorio. Data la destinazione d'uso dell'edificio in esame, si ritiene tuttavia ragionevole considerare il valore limite di 35 dB(A), che risulta coerente con i livelli sonori usualmente riscontrabili ad esempio in un ufficio (vedi più oltre); diversamente un livello di 25 dB(A) rappresenta un vincolo eccessivamente restrittivo, di difficile acquisizione strumentale, in particolare durante il periodo diurno.

Il controllo della qualità acustica di ambienti destinati al parlato quali, sale riunioni o conferenze, sarà effettuata mediante gli standard prestazionali forniti dalla norma UNI 11367 (appendice C).

Per quanto concerne i livelli di rumorosità indotti dal funzionamento degli impianti di climatizzazione negli ambienti serviti dai specifici impianti di estrazione e climatizzazione si fa riferimento alle seguenti norme:

- UNI EN 15251:2008 –“Criteri per la progettazione dell’ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell’aria interna, all’ambiente termico, all’illuminazione e all’acustica”;
- UNI 8199:1998 -"Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: linee guida contrattuali e modalità di misurazione".

Con riferimento alle suddette norme, di seguito sono riportati i livelli di rumore di riferimento L_{rif} all’interno dei principali ambienti.

Livelli massimi di rumore (UNI EN 15251, UNI 8199) per gli ambienti serviti dagli impianti.	
Ambiente	Livello di riferimento (dB(A))
Ufficio dirigenti	35
Ufficio impiegati singoli, Sale conferenze	35-40
Uffici collettivi, Open space, Sale d’attesa, Zone di passaggio	40-45
Centri di calcolo	50
Hall partenze, Hall arrivi, Aree lounge	40
Negozi, Biglietterie	40
Mensa, Ristoranti, Aree Food	40-45
Cucina	55

I valori limite accettabili saranno valutati secondo la norma UNI8199 (paragrafo 7:Verifiche e collaudo), con i valori del livello di rumore di riferimento coerenti con la destinazione d’uso degli ambienti.

Il metodo descritto nella norma UNI 8199 è peraltro menzionato nell’Appendice D della norma UNI 11367, con riferimento alla rumorosità immessa all’interno di una unità immobiliare dovuta agli impianti di climatizzazione e ventilazione a servizio della stessa.

Nella norma UNI 8199 viene inoltre specificato che i valori riportati nella stessa si applicano agli ambienti serviti dall’impianto, mentre per la rumorosità che può interessare ambienti di terzi è da fare riferimento al DPCM 5 dicembre 1997 (tab. 2.2) e al DPCM 14 novembre 1997 (limite di zona e limite differenziale).

2. DEFINIZIONE DELLE MODALITÀ DI ISOLAMENTO ACUSTICO DELL'EDIFICIO

2.1. GENERALITÀ

Il presente capitolo contiene la definizione delle caratteristiche qualitative acustiche ipotizzate per la costruzione dell'edificio in oggetto e la verifica delle stesse su alcune soluzioni tipo che possono essere assunte a riferimento.

Le caratteristiche acustiche minime sono state definite in base ai criteri stabiliti dalle leggi vigenti e in base all'uso previsto dell'edificio.

Per quanto concerne il controllo della riverberazione ambientale saranno installati materiali fonoassorbenti a parete o a soffitto, la cui disposizione e conformazione saranno definite in base alle dimensioni ed alla destinazione d'uso dell'ambiente.

Altri ambienti potranno richiedere l'adozione di controsoffitti fonoisolanti o fonoisolanti e fonoassorbenti, come ad esempio vani tecnici adiacenti ad ambienti abitativi.

Più oltre vengono definite le caratteristiche qualitative acustiche da prevedere per la costruzione dell'edificio in oggetto e alcune verifiche delle stesse, a titolo di esempio, su alcune soluzioni tipo.

2.2. MODELLI DI CALCOLO PER LA VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE

Il parametro inteso a valutare le caratteristiche intrinseche di isolamento acustico, dal rumore generato per via aerea, di un divisorio di separazione tra due ambienti è il potere fonoisolante, definito dalla relazione seguente:

$$R = 10 \log_{10}(1/t)$$

dove t (fattore di trasmissione) è il rapporto tra la potenza sonora irradiata W_2 dalla faccia del divisorio verso l'ambiente disturbato e la potenza sonora incidente W_1 sulla faccia opposta verso l'ambiente disturbante:

$$t = W_2/W_1$$

Nel caso di una partizione in opera non è corretto far riferimento esclusivamente al potere fonoisolante, come precedentemente definito, ma al potere fonoisolante apparente R' , grandezza che esprime la quantità di energia sonora trasmessa dalla partizione nelle effettive condizioni di utilizzo. Quest'ultima grandezza differisce dal potere fonoisolante R , ottenuto da misure in laboratorio, poiché oltre al contributo diretto attraverso la partizione in esame, in opera intervengono ulteriori vie di propagazione sonora (flanking transmission) tramite le strutture adiacenti all'elemento di separazione, come schematizzato in figura 1.

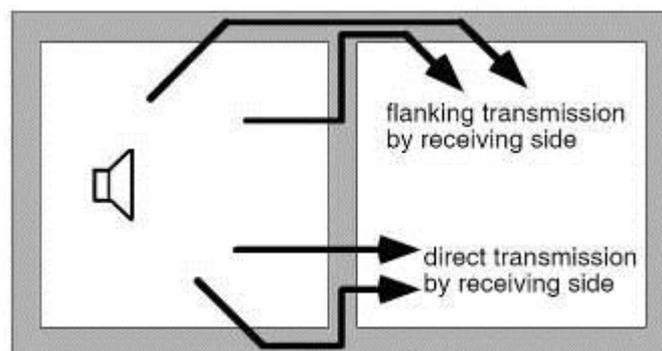


Figura 2.1 Percorsi laterali di propagazione dell'energia sonora.

E' possibile pertanto definire il potere fonoisolante di una parete in opera tramite la seguente espressione:

$$R' = 10 \log_{10}[W_1/(W_2+W_3)]$$

Dove W_3 è la potenza trasmessa dagli elementi fiancheggianti l'elemento di separazione o da altri componenti.

L'isolamento acustico standardizzato di facciata è correlato al potere fonoisolante apparente tramite la seguente espressione:

$$DnT = R' + 10 \log (0,16V/(T_0 S_s))$$

con $T_0=0,5$ s è il tempo di riverberazione di riferimento, S_s è la superficie della facciata del locale e V il suo volume. Quanto esposto vale per le singole bande di frequenza. Tramite procedure codificate (ISO 717-1) è possibile esprimere le proprietà acustiche degli edifici e dei loro componenti mediante indici mononumerici globali ($R'w$, $D2m,nT,w$, L_n,w), denominati indici di valutazione.

Nel caso di edifici esistenti il potere fonoisolante apparente $R'w$, può essere determinato tramite misurazioni fonometriche, mentre in fase progettuale può essere valutato mediante uno specifico modello di calcolo.

A tale scopo le recenti norme della serie UNI EN 12354 definiscono le modalità di calcolo dei parametri acustici previsti dal DPCM 5-12-97, tra i quali, oltre a $R'w$, anche l'indice di valutazione dell'isolamento del rumore da calpestio $L'n,w$ (legato al rumore di origine impattiva tra ambienti sovrastanti) e l'indice di valutazione dell'isolamento a suoni aerei di facciata $D2m,nT,w$.

Le norme in questione sono le UNI EN 12354-1 (Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti), UNI EN 12354-2 (Acustica in edilizia- Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento acustico al calpestio tra ambienti), UNI EN 12354-3 (Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea), e UNI EN ISO 717-1 (Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Isolamento a rumori aerei tra ambienti), e UNI EN ISO 717-2 (Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Isolamento al rumore di calpestio).

Legata alle precedenti è il rapporto tecnico UNI/TR 11175: Acustica in edilizia- Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche di edifici – Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale.

Nelle valutazioni per la stima delle prestazioni acustiche dei singoli elementi edilizi si è fatto riferimento a:

- norme UNI/TR 11175 (per singole partizioni) e UNI EN 12354-1;
- certificati di laboratorio di prodotti analoghi;
- software previsionale INSUL;
- dati di letteratura.

I risultati ottenuti fanno riferimento ad edifici con buone caratteristiche costruttive; in particolare risulta di fondamentale importanza la corretta posa in opera dei materiali edili (assenza di ponti acustici), che seppur dotati di un'intrinseca qualità tecnologica, non sono da soli in grado di fornire le prestazioni poste a base del progetto. Le partizioni orizzontali e verticali, e il posizionamento dei materiali isolanti, saranno pertanto eseguiti a regola d'arte.

2.3. INDIVIDUAZIONE DELLE MODALITÀ DI ISOLAMENTO

In questo paragrafo sono analizzate le proprietà acustiche dei componenti impiegati negli ambienti di principale interesse in relazione alla partizione di separazione tra ambienti e verso l'ambiente esterno.

Oggetto di particolare attenzione sono le proprietà acustiche degli elementi tecnici previsti negli ambienti di principale interesse (area food, sale vip, ecc.).

Solai

I solai saranno realizzati con un getto in calcestruzzo con interposizione di elementi alleggeriti (tipo Cobiast). Lo spessore sarà variabile da 30 cm a 70 cm. Per migliorare l'isolamento acustico sarà realizzata una pavimentazione galleggiante mediante il posizionamento di strati resilienti (in polietilene espanso, in granuli di gomma, ecc.) e successivo getto di massetto in cemento. In fig.2.2 è riportata la stratigrafia del solaio in esame.

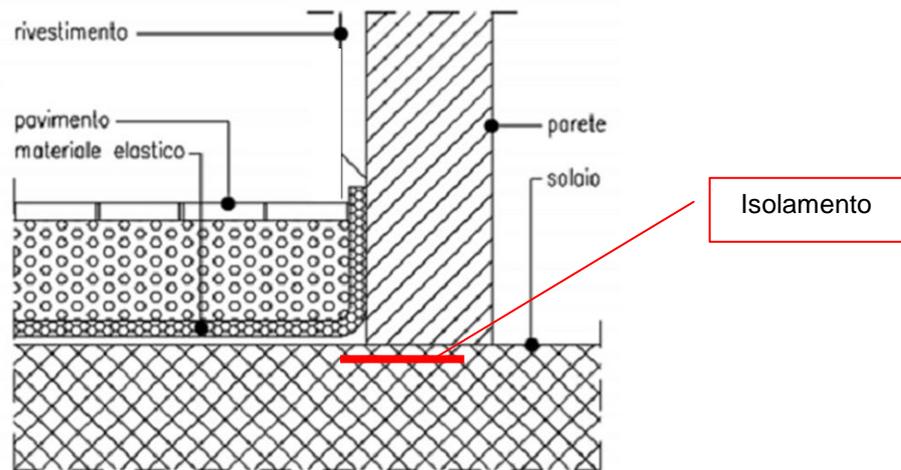


Figura 2.2 Ipotesi per la realizzazione del nodo parete-solaio (pareti ad elevato isolamento)

Al fine di non vanificare l'isolamento acustico delle pavimentazioni galleggianti non vi saranno, in alcun punto, connessioni rigide con altre strutture quali: pareti, contropareti, cordoli, pilastri, ecc.: sarà realizzato un idoneo collegamento resiliente per tutta l'altezza del massetto, come illustrato nella fig.2.3, tramite una fascia perimetrale di materiale resiliente (tipo polietilene espanso a cellule chiuse).

Eventuali tubazioni che attraversano la pavimentazione saranno desolidarizzate al fine di non creare un contatto rigido con la pavimentazione galleggiante stessa; nella fig.2.4 è illustrato il disaccoppiamento realizzato mediante il rivestimento delle tubazioni con nastro resiliente in polietilene espanso di spessore non inferiore a 5 mm.

Per limitare le trasmissioni di energia sonora lungo il massetto sarà realizzata in corrispondenza dei divisori, un'interruzione dello stesso (taglio acustico), per uno spessore di 1-2 cm, all'interno del quale sarà posizionato uno strato di materiale resiliente (lana minerale, polietilene a cellule chiuse, ecc).

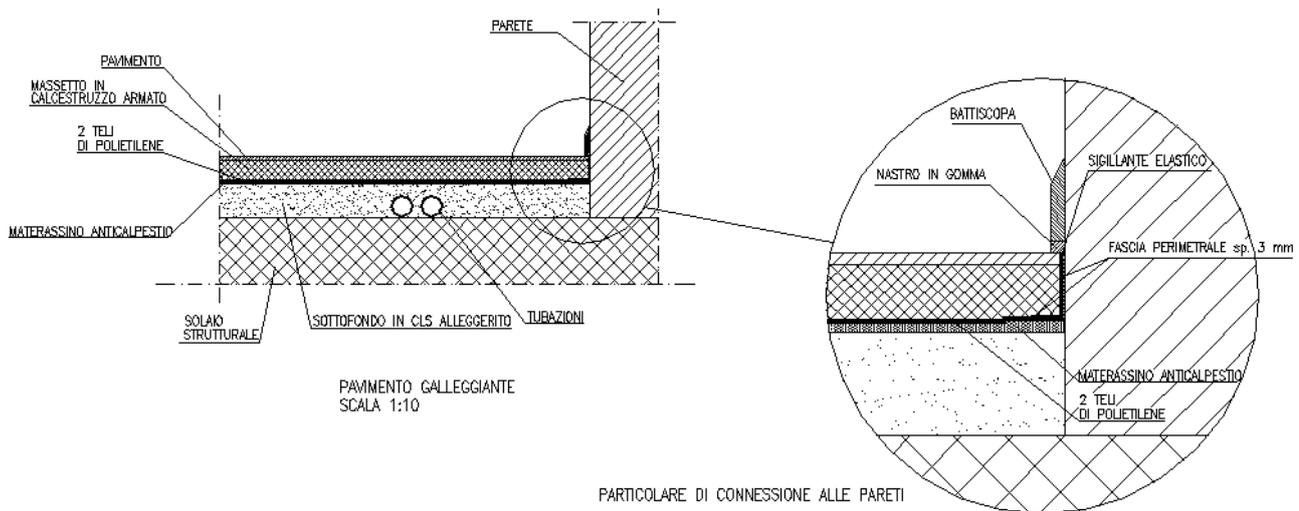


Fig.2.3 - Ipotesi di collegamento tra la pavimentazione galleggiante e le altre strutture.

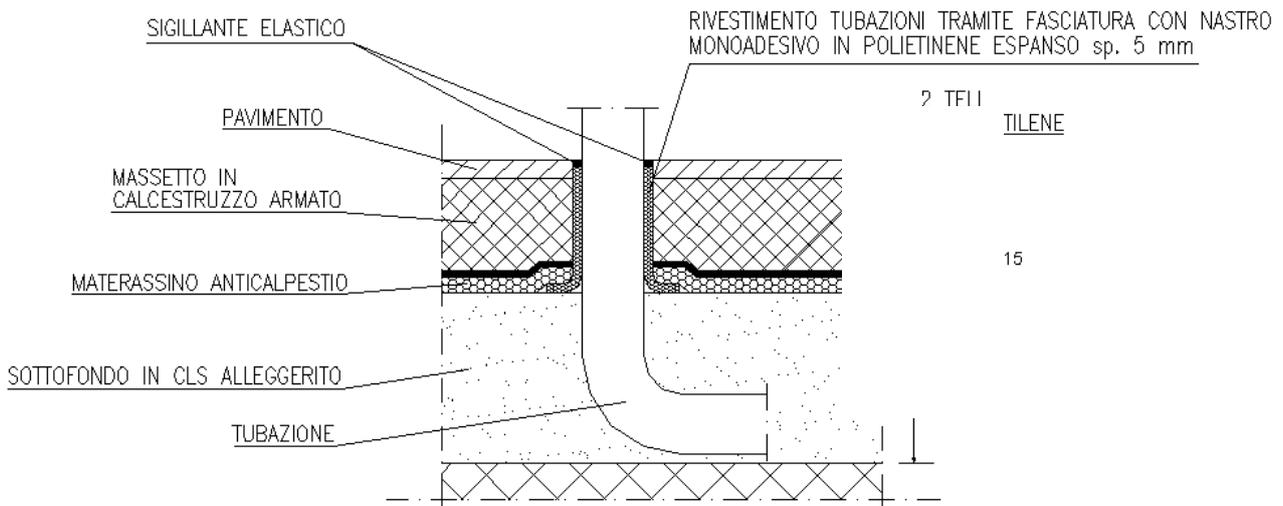


Fig.2.4 – ipotesi di desolidarizzazione tra massetto e tubazione.

Partizioni interne

Le partizioni interne saranno realizzate principalmente con tecnologia a secco e garantiranno un adeguato fonoisolamento. Esse potranno essere costituite da una doppia lastra di cartongesso per lato, ciascuno di spessore pari ad almeno 12.5 mm ed una intercapedine minima di 75 mm, ove sarà collocato un pannello in lana minerale o simili. Laddove si necessita una prestazione maggiore (parete divisoria con locali tecnici, tra sale riunioni, ecc.) sarà realizzata una controparete in cartongesso o raddoppiata la struttura metallica, con eventuale incremento del numero delle lastre.

Particolare attenzione sarà posta in relazione agli elementi impiantistici che inevitabilmente interrompono la continuità dei divisori:

- per eliminare i ponti acustici saranno adottati alcuni accorgimenti, opportunamente combinati a seconda delle situazioni, quali l'interposizione tra struttura e l'orditura metallica di un elemento resiliente (nastro di guarnizione isolante);
- analogo strato in polietilene sarà applicato tra i montanti e le prime due lastre addossate all'orditura;
- saranno evitati ponti acustici nei controsoffitti tra ambienti adiacenti;
- gli attraversamenti dei canali dell'aria saranno adeguatamente sigillati e dotati di tratti flessibili fonoassorbenti.

Le pareti interessate dalla presenza di apparecchi sanitari saranno costituite da una doppia orditura metallica, piuttosto che singola, con lastra centrale in cartongesso di spessore non inferiore a 12,5 mm. L'intervento potrà essere limitato alle pareti di separazione con ambienti "abitativi" destinati alla permanenza di persone.

Facciata

Il potere fonoisolante degli elementi che costituiranno la facciata sarà tale da garantire quantomeno il valore minimo dell'isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$ previsto dalla legislazione, pari a 42 dB.

Essa sarà principalmente realizzata con una struttura a "facciata continua" che garantirà un indice di valutazione del potere fonoisolante R'_w di progetto (in opera) non inferiore a 44 dB. Tale indice sarà ottenuto mediante l'adozione di vetrocamera stratificato montato su telai metallici, dotati di guarnizioni a tenuta.

In generale l'isolamento acustico della porzione opaca della facciata potrà essere realizzata sia mediante elementi "massivi" (pannelli in calcestruzzo, muratura, ecc.) accoppiati a materiali isolanti fibrosi racchiusi da lastre di gesso, oppure mediante una stratigrafia più leggera composta da una successione di strati isolanti quali, pannelli in fibrocemento o in gessofibra - accoppiati a materassini in lana minerale o fibre di poliestere - di spessori tali da garantire sia le performance acustiche che termiche.

Nei casi di contiguità di ambienti a diversa destinazione d'uso, come avviene ad es. tra il "Canale Sanitario" e la sala imbarchi "Extra-Schengen", saranno adottati accorgimenti atti a limitare le trasmissioni laterali lungo le partizioni orizzontali e verticali ortogonali alla facciata stessa.

Per il controllo dei ponti acustici sarà garantita la tenuta acustica tra telaio del serramento ed elementi opachi, mediante il riempimento dei giunti con materiale fonoimpedente.

Saranno inoltre adottati accorgimenti atti a limitare le trasmissioni laterali lungo la facciata stessa quali:

- sigillatura dei pannelli di chiusura (lamiere, cartongessi, ecc.) con le strutture e con gli altri elementi edilizi (pannelli dei pavimenti sopraelevati, ecc.), oltre che con gli elementi che costituiscono la vetrata stessa;
- desolidarizzazione dei pannelli della pavimentazione sopraelevata rispetto agli elementi della facciata, al fine di evitare anche la propagazione delle vibrazioni generate dal calpestio sulla pavimentazione stessa.

Per il controllo dei ponti acustici sarà garantita la tenuta acustica tra telaio del serramento e gli elementi opachi, mediante il riempimento dei giunti con materiale fonoimpedente.

La prestazione della facciata è stata valutata mediante appositi modelli di simulazione che tengono conto del potere fonoisolante degli elementi edilizi, dei giunti tra gli elementi stessi e della geometria dell'ambiente.

Si osserva che la valutazione previsionale in opera dell'isolamento di facciata dipende dai seguenti parametri:

- superficie dell'ambiente considerato esposta al rumore esterno,
- volume dell'ambiente,
- potere fonoisolante R_w degli elementi che costituiscono la facciata (serramenti, parti cieche, eventuali aperture, ecc.),
- tipologia degli elementi tecnici interni, ortogonali alla facciata,
- tipi di giunti della facciata con partizioni e solai,
- forma della facciata.

Copertura

Per quanto attiene alla copertura, analogamente alla facciata essa dovrà garantire adeguata protezione al rumore proveniente dall'ambiente esterno generato dagli aeromobili.

Il progetto prevede due tipologie di copertura:

- con struttura metallica con interposto un isolamento;
- con struttura mista realizzata da serramenti vetrati ed elementi metallici.

Le soluzioni progettuali adottate garantiranno prestazioni superiori a quelle previste per la facciata continua.

Valutazione previsionale delle prestazioni acustiche degli elementi edilizi

Con riferimento a quanto indicato ai paragrafi precedenti, nelle schede seguenti sono riportate le analisi acustiche preliminari effettuate mediante il software BASTIAN (basato sulle norme EN 12354) per alcuni ambienti significativi, con riferimento a partizioni verticali, orizzontali ed alla facciata.

Nelle schede seguenti sono riportate alcune analisi acustiche effettuate mediante il citato software BASTIAN (basato sulle norme EN 12354), per alcuni ambienti tipici.

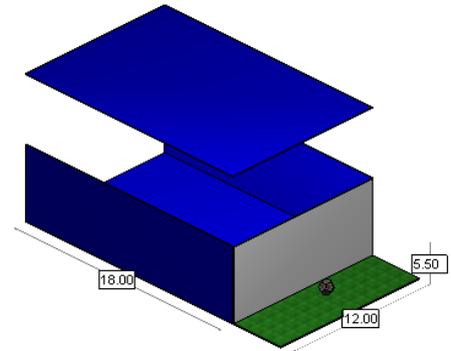
Nelle schede seguenti sono riportati:

- la pianta o la sezione dell'ambiente;
- il modello tridimensionale di calcolo;
- l'indice o gli indici del potere fonoisolante dei principali elementi costruttivi;
- gli indici dei parametri acustici in opera calcolati;
- gli indici previsti dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997.

SCHEDA A - ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA



Sala Vip al secondo piano

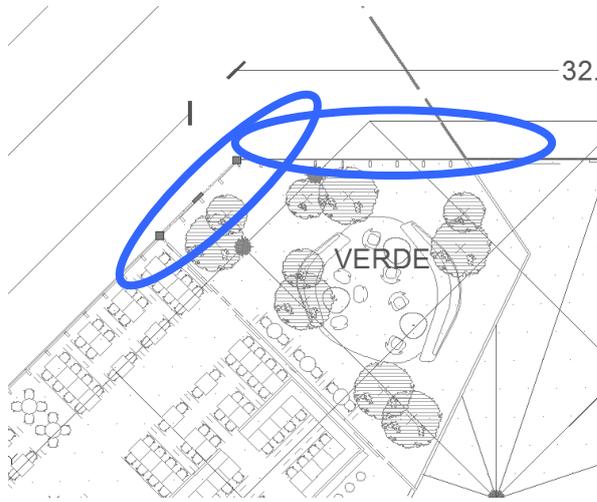


Modello di Bastian

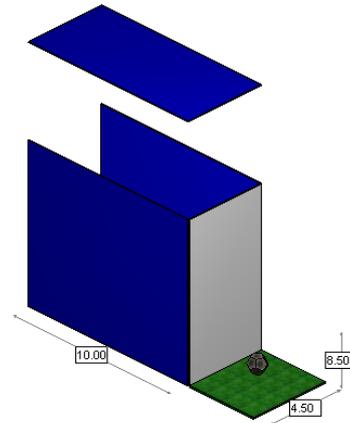
Indice di valutazione della parete opaca	Rw = 50 dB
Indice di valutazione del sistema "facciata continua" in opera	R'w = 44 dB
Indice di valutazione della copertura	Rw = 55 dB
Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata calcolato (*)	D2m,nt,w = 45 dB
Indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato – DPCM 5 dicembre 1997	D2m,nt,w ≥ 42 dB

(*) Valore medio come previsto dalla norma UNI EN ISO 140-5

SCHEDA B - ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA



Sala Verde al primo piano

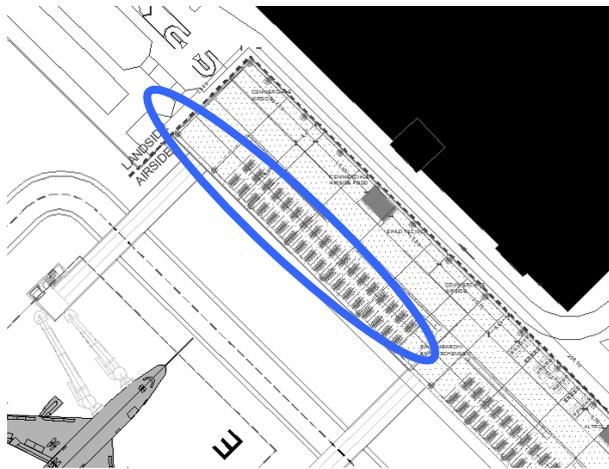


Modello di Bastian

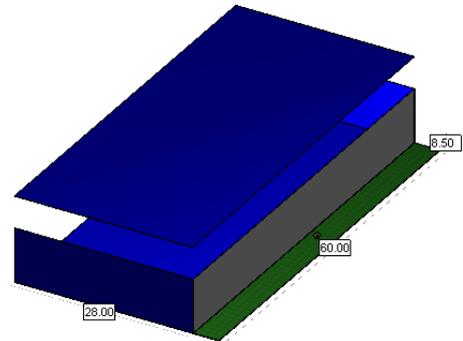
Indice di valutazione del sistema "facciata continua" in opera	R'w = 44 dB
Indice di valutazione della copertura	Rw = 55 dB
Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata calcolato (*)	D2m,nt,w = 45 dB
Indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato – DPCM 5 dicembre 1997	D2m,nt,w ≥ 42 dB

(*) Valore medio come previsto dalla norma UNI EN ISO 140-5

SCHEDA C - ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

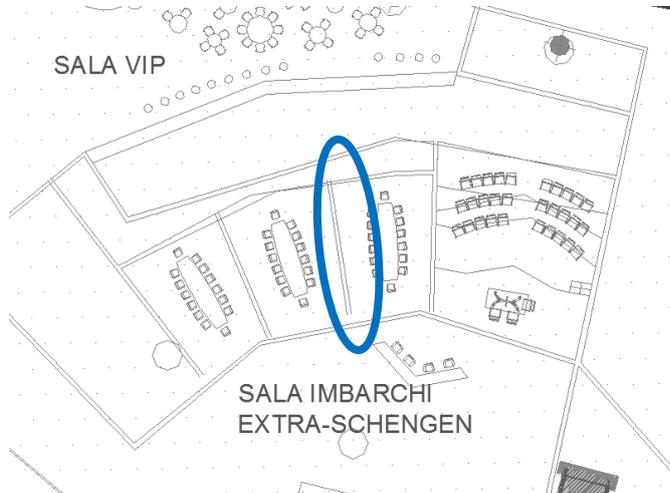
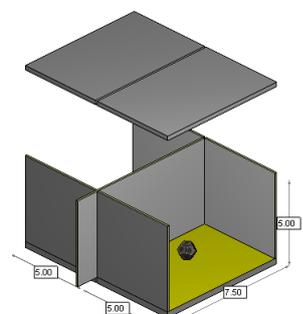


Sala Imbarchi al primo piano

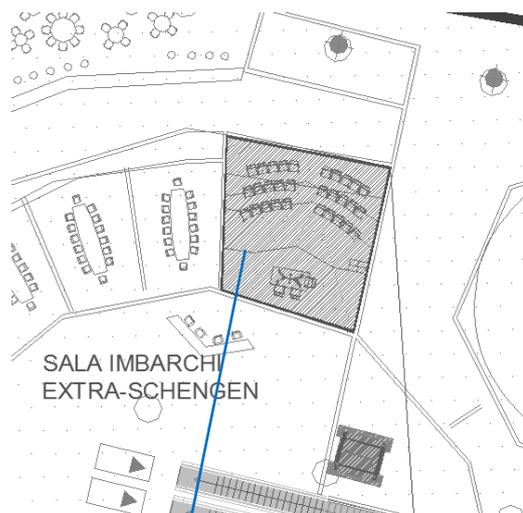


Modello di Bastian

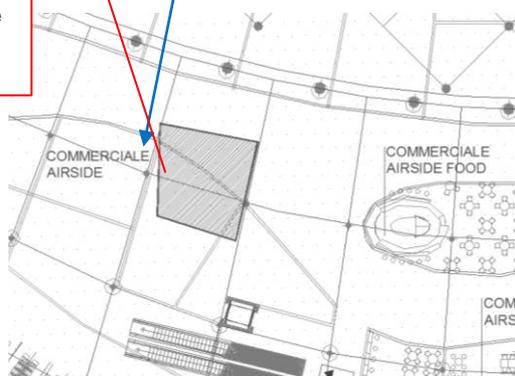
Indice di valutazione del sistema "facciata continua" in opera	R'w = 44 dB
Indice di valutazione della copertura	Rw = 55 dB
Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata calcolato	D2m,nt,w = 47 dB
Indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato – DPCM 5 dicembre 1997	D2m,nt,w ≥ 42 dB

SCHEDA D - ISOLAMENTO DAL RUMORE AEREO	
 <p style="text-align: center;">Partizione sala riunioni al piano secondo</p>	 <p style="text-align: center;">Modello di calcolo</p>
Indice di valutazione del potere fonoisolante del divisorio	$R_w = 55 \text{ dB}$
Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente calcolato	$R'w = 52 \text{ dB}$

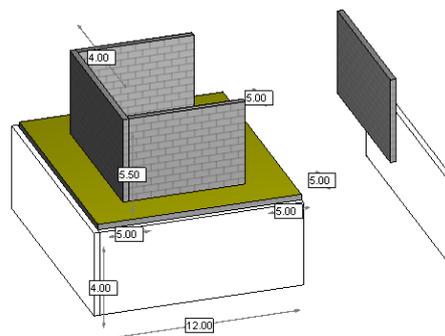
SCHEDA F - ISOLAMENTO AL RUMORE AEREO E DI CALPESTIO



Proiezione della porzione di solaio soprastante



Solaio Piano secondo/Piano primo



Modello di calcolo

Indice di valutazione del potere fonoisolante del divisorio	$R_w = 53 \text{ dB}$
Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente calcolato	$R'w = 56 \text{ dB}$
Indice del livello di rumore di calpestio del solaio	67 dB
Indice della riduzione del rumore al calpestio ΔL_w (da UNI EN 12354-2) della pavimentazione galleggiante	28 dB
Indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato calcolato	$L'_{n,w} = 44 \text{ dB}$

Per quanto concerne il rumore dovuto principalmente al traffico degli aeromobili trasmesso all'interno degli ambienti, le caratteristiche prestazionali della facciata e della copertura saranno tali da conseguire adeguati valori di comfort acustico.

A tal proposito uno strumento normativo che individua livelli sonori di riferimento per gli ambienti in esame è rappresentato dalla norma tedesca VDI 2719 "Insonorizzazione di finestre e rispettivi accessori", i cui valori sono riportati nella sottostante tabella.

Valori di riferimento del livello sonoro in dB(A) interno secondo VDI 2719.		
	Livello medio	Livello massimo
Uffici singoli che richiedono silenzio, sale conferenze	30 - 40	40 - 50
Uffici per più persone, sale attesa(*), lounge	35 - 45	45 - 55
Uffici open space, biglietterie, negozi, hall partenze(*), hall arrivi(*), area food(*), zone di passaggio(*)	40 - 50	50 - 60

(*) Ambiente considerato per analogia

Il clima acustico in facciata data la vicinanza con la pista di atterraggio risente delle emissioni sonore degli aeromobili.

Per valutare la rumorosità all'interno dell'edificio è stato assunto come livello di pressione sonora in facciata un valore pari a 85 dB(A). Tale valore è stato ottenuto a seguito di una specifica campagna di monitoraggio effettuata in copertura del terminale esistente adiacente alle porzioni di edificio in progetto.

L'ambiente ritenuto maggiormente sensibile è ubicato al secondo piano ed è all'interno dell'area vip. Nella figura seguente è indicato l'ambiente oggetto di analisi.



Fig.2.5 – Sala relax nell'area vip al piano secondo

f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Lp pressione esterno, dB(A)	41	80	64	77	80	77	70	52	85,0
Lp pressione esterno (no rifl), dB(A)	38	77	61	74	77	74	67	49	
LI intensità, dB(A)	38	77	61	74	77	74	67	49	
Potere fonoisolante facciata in opera, dB	27,3	32,5	37,8	38,9	46,7	45,4	45,4	45,4	
LI intensità, dB(A)	10,7	44,5	23,2	35,1	30,3	28,6	21,6	3,6	
Superficie facciata, mq	68,0								
Lw potenza, dB(A)	29,0	62,8	41,5	53,4	48,6	46,9	39,9	21,9	
Volume, mc	336								
Assorbimento medio, mq	0,175								
Assorbimento, mq	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	
Lp pressione, dB(A)	17,4	51,1	29,8	41,7	36,9	35,3	28,3	10,3	

Livello di pressione sonora interno	51,9	dB(A)
-------------------------------------	------	-------

Fig.2.6 – Livello di pressione proveniente dalla facciata

f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Lp pressione esterno, dB(A)	41	80	64	77	80	77	70	52	85,0
Lp pressione esterno (no rifl), dB(A)	38	77	61	74	77	74	67	49	
Ll intensità, dB(A)	38	77	61	74	77	74	67	49	
Potere fonoisolante copertura, dB	18,0	33,0	48,0	56,0	62,0	67,0	70,0	70,0	
Ll intensità, dB(A)	20,0	44,0	13,0	18,0	15,0	7,0	-3,0	-21,0	
Superficie facciata, mq	61,0								
Lw potenza, dB(A)	37,9	61,9	30,9	35,9	32,9	24,9	14,9	-3,1	
Volume, mc	336								
Assorbimento medio, mq	0,175								
Assorbimento, mq	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	
Lp pressione, dB(A)	26,2	50,2	19,2	24,2	21,2	13,2	3,2	-14,8	

Livello di pressione sonora interno		50,2	dB(A)
-------------------------------------	--	------	-------

Fig.2.7 – Livello di pressione proveniente dalla copertura

Il livello di pressione sonora all'interno, combinando il contributo proveniente dalla copertura e dalla facciata si attesta all'interno a 53 dB(A) e risulta un valore compatibile con la norma VDI 2719 per le sale lounge.

3. IL CONTROLLO DELLA RUMOROSITÀ DEGLI IMPIANTI

Per quanto riguarda il rumore generato dagli impianti, le opere di mitigazione acustica previste consentiranno di rispettare i limiti, assoluti e differenziali, imposti dal DPCM 14 Novembre 1997 e dalla classificazione acustica redatta dal Comune di Venezia.

Se non adeguatamente insonorizzate la rumorosità di tali apparecchiature potrà interessare sia ricettori interni al complesso di cui si tratta che le adiacenti aree esterne occupate dal pubblico. In questa prospettiva sono previste le necessarie opere di mitigazione acustica, più oltre descritte.

Le apparecchiature saranno caratterizzate intrinsecamente da ridotta potenza sonora, compatibilmente con quanto reperibile nel mercato.

In linea generale gli interventi di insonorizzazione previsti per diverse tipologie di apparecchiature e di locali tecnici, possono essere schematizzati nel modo seguente.

- **gruppi elettrogeni:** il gruppo potrà essere dotato di un'apposita cofanatura insonorizzata oppure in alternativa sarà installato all'interno di un vano tecnico insonorizzato con rivestimenti fonoassorbenti e fonoisolanti; le prese e le espulsioni dell'aria saranno dotate di silenziatori acustici a setti di adeguata lunghezza. La marmitta prevista sul condotto di scarico presenterà adeguate proprietà di abbattimento della potenza sonora generata dal motore. La porta di accesso al locale sarà di tipo insonorizzato ad elevata massa superficiale, coibentata con materiale fibroso ad alta densità. I dissipatori saranno caratterizzati da una potenza sonora irradiata compatibile con l'ubicazione prevista.
- **trasformatori:** saranno insonorizzate le prese e le espulsioni dell'aria mediante l'adozione di griglie afoniche.
- **locali pompe:** saranno insonorizzate le aperture di ventilazione dell'aria mediante l'adozione di griglie afoniche.
- altri vani tecnici o apparecchiature qui non menzionate potranno essere insonorizzate con interventi analoghi ai precedenti.

Il funzionamento dei gruppi elettrogeni sarà comunque generalmente limitato (fatta eccezione per i casi di emergenza dovuti all'assenza di fornitura di energia elettrica dalla rete) a collaudi periodici, durante il periodo diurno e per una durata non superiore a mezz'ora.

Per quanto concerne le unità di trattamento dell'aria (UTA) saranno adottati i seguenti interventi:

- saranno installati silenziatori sulla ripresa, sulla mandata, sulla presa d'aria esterna e sull'espulsione;
- i canali di mandata e ripresa che collegano ambienti adiacenti saranno dotati, ove necessario, di tronchi afonizzati per evitare fenomeni di "cross talk";
- saranno acusticamente isolati, tramite appositi placcaggi fonoisolanti i tratti di canale, ove presenti, compresi tra le UTA e i silenziatori;
- saranno acusticamente isolati i passaggi delle tubazioni e delle canalizzazioni attraverso le partizioni, per mantenere sostanzialmente invariato il potere fonoisolante della parete attraversata e per evitare contatti rigidi tra tubazioni e strutture che comporterebbero la propagazione di vibrazioni (e quindi di rumore) anche in ambienti distanti;
- i pannelli che costituiscono ciascuna unità di trattamento dell'aria saranno di tipo fonoisolante;
- saranno installati silenziatori aggiuntivi in presenza di dispositivi che generano rumore lungo la canalizzazione (ad es. regolatori di portata);
- le bocchette di mandata e le griglie di ripresa dell'aria presenteranno adeguati livelli di potenza sonora generati dal flusso dell'aria.

Altri interventi potranno riguardare il parziale rivestimento dei vani tecnici mediante materiali fonoassorbenti installati a parete o a soffitto, in funzione anche delle esigenze impiantistiche e di ingombro. Sarà posta particolare attenzione nell'esecuzione dei lavori di insonorizzazione al fine di non vanificare l'impiego di costosi manufatti. In particolare:

- per ridurre la trasmissione delle vibrazioni dalle apparecchiature alle strutture degli edifici saranno utilizzati supporti antivibranti collocati tra le apparecchiature e la struttura su cui poggiano;

- i transiti dell'aria esterna, dotati di griglie afoniche o silenziatori, saranno accuratamente attestati sul bordo della partizione, evitando laschi o fessure che costituirebbero ponte acustico tra interno ed esterno della centrale.
- le tubazioni saranno connesse alle macchine tramite giunti flessibili in metallo o elastomero; analogamente per i canali saranno realizzate connessioni flessibili nei collegamenti di mandata e ripresa delle UTA; i canali saranno sostenuti tramite collegamenti elastici alla struttura dell'edificio;
- saranno isolati i passaggi delle tubazioni attraverso le partizioni, per mantenere sostanzialmente invariato il potere fonoisolante della parete attraversata e per evitare contatti rigidi tra tubazioni e strutture che comporterebbero la propagazione di vibrazioni (e quindi di rumore) anche in ambienti distanti.
- Per aumentare l'isolamento acustico del solaio dei vani tecnici, saranno adottati specifici accorgimenti di insonorizzazione; ad esempio i basamenti in calcestruzzo saranno completamente desolidarizzati dal resto della pavimentazione.

Per quanto riguarda gli ambienti interni, la potenza sonora delle macchine, contestualmente all'adozione dei dispositivi di insonorizzazione previsti, rispetterà i valori citati dalle norme UNI 8199 e UNI 11367 a finestre chiuse.

La rumorosità prodotta dagli impianti a funzionamento discontinuo (ascensori, scarichi, ecc.) rispetterà il livello massimo di pressione sonora con costante di tempo slow LAmax, pari a 35 dB(A), previsto dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997.

Le tubazioni di scarico saranno costituite da materiale di tipo insonorizzato (ghisa, polietilene ad alta densità, ecc.), caratterizzate pertanto intrinsecamente da una bassa rumorosità irradiata.

Si evidenziano inoltre gli accorgimenti previsti nella realizzazione delle tubazioni di scarico al fine di ridurre la generazione e la propagazione del rumore:

- collari di sostegno delle tubazioni dotati di anello in elastomero (per limitare i rumori che si propagano per via strutturale);
- corretta ventilazione della colonna;
- assenza, per quanto possibile, di deviazioni della condotta;

Inoltre per quanto riguarda le installazioni igienico-sanitarie:

- sarà interposto materiale resiliente tra le tubazioni/rubinetterie e componenti dell'edificio;
- tutte le tubazioni saranno fissate alle pareti mediante collari di sostegno dotati di anello in elastomero (per limitare i rumori che si propagano per via strutturale)

4. MITIGAZIONE ACUSTICA DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERIZZAZIONE

Le immissioni di rumore nel territorio durante la fase di costruzione e ristrutturazione (corso d'opera) derivano dalle attività di cantiere, con sorgenti sonore pertanto ubicate all'interno dell'area e dal transito degli automezzi lungo la viabilità attuale o modificata dal presente progetto.

Sarà fatto riferimento ai valori di potenza sonora emessa dalle apparecchiature nel rispetto delle normative vigenti nazionali e comunitarie; a tale proposito, infatti, le norme per il controllo dell'inquinamento prevedono sia limiti del rumore prodotto dalle attrezzature sia i valori massimi del livello sonoro ai confini delle aree di cantiere, in base alla zonizzazione acustica o ad altri regolamenti comunali. Nella fattispecie gli strumenti legislativi che regolamentano le emissioni acustiche delle macchine sono il D.L. 4 settembre 2002, n.262 "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto", e il successivo aggiornamento di cui al D.M. 24 luglio 2006 "Modifiche dell'allegato I – Parte b, del decreto legislativo 4 settembre 2002, n.262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno"; tali decreti disciplinano i valori massimi del livello di potenza sonora LWA in dB(A), e quindi di pressione sonora immessa nell'ambiente. Le limitazioni sono suddivise in due fasi temporali, la prima dal 3 gennaio 2003, la seconda, più restrittiva, dal 3 gennaio 2006.

La mitigazione acustica potrà avvenire tramite l'adozione di barriere acustiche mobili secondo differenti modalità di installazione:

- lungo i confini dei cantieri;
- in prossimità della sorgente di rumore.

Saranno altresì adottati tutti gli accorgimenti tecnici e operativi atti a minimizzare il disturbo, come l'utilizzo di macchine di recente fabbricazione (coerentemente con le prescrizioni dei citati decreti), l'ubicazione scelta in modo da ridurre il più possibile le immissioni verso i ricettori, isolando o allontanando i macchinari rumorosi o, quando possibile, l'adozione di dispositivi di insonorizzazione dei macchinari utilizzati.

Qualora sia gli accorgimenti tecnici e operativi che gli interventi di mitigazione previsti non siano sufficienti a contenere i livelli entro i valori limite, si potrà far riferimento a quanto stabilito all'art.6 comma 1 lettera h) della legge 447/95, che prevede il rilascio di deroghe previa richiesta al Comune interessato, per lo svolgimento di attività temporanee.

Per motivi eccezionali (come peraltro avviene con la costruzione di edifici altamente impattanti sulla comunità) per tali limiti può essere concessa deroga, ferma restando l'adozione di tutte le misure attuabili dal punto di vista tecnico ed organizzativo.

Le emissioni acustiche generate dal cantiere sarà comunque oggetto di monitoraggio in corso d'opera con la finalità di individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione dell'infrastruttura di progetto, allo scopo di individuare e attivare le necessarie modifiche alla gestione delle attività di cantiere.

5. CONCLUSIONI

La presente relazione tecnica preliminare affronta le principali soluzioni progettuali adottate relativamente al controllo dell'isolamento acustico in opera dei componenti dell'edificio. Esse saranno in grado di adempiere agli standard legislativi mediante la realizzazione di soluzioni tecniche di adeguate caratteristiche, contestualmente all'adozione di opportuni accorgimenti realizzativi finalizzati a controllare le trasmissioni laterali di rumore lungo le partizioni.

Individuate le situazioni di principale interesse e assegnate le proprietà acustiche dei materiali edili in relazione all'effettiva situazione in opera, sono state condotte le necessarie simulazioni per verificare i valori in rapporto a quanto imposto dalla legislazione.

Per quanto riguarda gli impianti tecnologici, gli interventi di mitigazione acustica e le caratteristiche di emissione delle apparecchiature presenteranno caratteristiche tali da consentire il rispetto dei limiti di legge diurni e notturni, previsti dalla classificazioni acustica, nonché il limite differenziale.

6. APPENDICE A – DISPOSITIVI DI LEGGE PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO

Lo scopo della presente appendice è quello di fornire un quadro essenziale, relativo alle procedure per il controllo dell'**inquinamento acustico ambientale** elencando le principali normative.

Ancorchè questo aspetto non rientri nei limiti dell'incarico, in quanto attinente ad una documentazione specifica da allegare alla procedura di V.I.A., si ritiene opportuno evidenziarlo al fine di fornire un quadro generale della legislazione vigente.

D.P.C.M. 14 Novembre 1997 – Valori limite delle sorgenti sonore

Per quanto concerne le prescrizioni di legge si fa riferimento alla legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge 447/95) con il relativo decreto di attuazione, D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", che stabilisce i limiti di emissione ed immissione di rumore. L'applicabilità dei limiti suddetti e' subordinata alla zonizzazione del territorio, che compete ai singoli Comuni.

Classe	Descrizione – LIMITI DI EMISSIONE	Limite diurno Leq (A)	Limite notturno Leq (A)
I	Aree particolarmente protette – la quiete ne rappresenta un elemento base per l'utilizzazione. Ne sono esempio: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo e allo svago, residenziali rurali, di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.;	45	35
II	Aree prevalentemente residenziali – aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, limitata presenza di attività commerciali, assenza di attività industriali ed artigianali;	50	40
III	Aree di tipo misto – aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali e di uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali, aree rurali interessate ad attività che impiegano macchine operatrici;	55	45
IV	Aree di intensa attività umana – aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, elevata presenza di attività commerciali ed uffici, presenza di attività artigianali, aree in prossimità di strade di grande comunicazione, di linee ferroviarie, di aeroporti e porti, aree con limitata presenza di piccole industrie;	60	50
V	Aree prevalentemente industriali – aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.	65	55
VI	Aree esclusivamente industriali – esclusivamente interessate da insediamenti industriali e prive di insediamenti abitativi.	65	65

* I limiti di immissione sono superiori di 5 dB(A) rispetto a quelli di emissione.

L'articolo 4 del DPCM 14 novembre 1997 prevede inoltre il rispetto di un "criterio differenziale" all'interno degli ambienti abitativi, cioè di un valore massimo dell'incremento del livello di rumore indotto dal funzionamento delle apparecchiature rispetto al "livello di rumore residuo". L'incremento massimo ammesso è di 3 dB(A) per il periodo notturno e di 5 dB(A) per quello diurno.

Secondo il decreto i valori limite differenziali non si applicano quando si verificano contestualmente i seguenti casi:

- il livello di rumore ambientale misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;

- il livello di rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

Va osservato che al comma 3 dell'art.4 del suddetto DPCM si cita che i valori limite differenziali non si applicano alla rumorosità prodotta da:

- infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali, da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

D.M. 16 marzo 1998 – Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico

Le modalità di accertamento dei valori limite di emissione e di immissione vengono fissate dal Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", che descrive le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore, nonché le caratteristiche degli strumenti di misura. Nel D.M. 16/3/98 sono inoltre previste delle penalizzazioni nel caso in cui nel rumore ambientale siano riscontrate delle componenti tonali, impulsive o in bassa frequenza.

Nel decreto sono riportate le seguenti definizioni.

Sorgente specifica: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.

Tempo di riferimento (TR): rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le h 6,00 e le h 22,00 e quello notturno compreso tra le h 22,00 e le h 6,00.

Tempo di misura (TM): all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (TM) di durata pari o minore del tempo di osservazione in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.

Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A": L_{AS}, L_{AF}, L_{AI}. Esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" L_{PA} secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

Livelli dei valori massimi di pressione sonora LASmax, LAFmax, LAImax. Esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A": valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo:

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \text{ dB(A)}$$

dove

L_{Aeq} è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t_1 e termina all'istante t_2 ;

$p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); $p_0 = 20$ micron Pa è la pressione sonora di riferimento.

Livello di rumore ambientale (L_A): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. È il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

1. nel caso dei limiti differenziali, è riferito a TM;

2. nel caso di limiti assoluti e' riferito a TR .

Livello di rumore residuo (L_R): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

Livello differenziale di rumore (L_D): differenza tra il livello di rumore ambientale (L_A) e quello di rumore residuo (L_R):
 $L_D = (L_A - L_R)$

Livello di emissione: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. E' il livello che si confronta con i limiti di emissione.

Fattore correttivo (K_i): è la correzione in dB(A) introdotta per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza: per la presenza di componenti impulsive $K_I = 3$ dB, per la presenza di componenti tonali $K_T = 3$ dB, per la presenza di componenti in bassa frequenza $K_B = 3$ dB.

I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

Livello sonoro di un singolo evento L_{AE} , (SEL) è dato dalla formula:

$$SEL = L_{AE} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \text{ dB(A)}$$

Dove:

t_2-t_1 : è un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l'evento;

t_0 : è la durata di riferimento (s).

D.P.R. 30 Marzo 2004, n. 142 – Disposizioni per il contenimento e la previsione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'Articolo 11 della Legge 26 Ottobre 1995, n. 447

In data 1 giugno 2004 è stato pubblicato il DPR 142 del 30/03/04 contenente le disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare.

Il DPR 142/04 prevede per ciascuna strada l'istituzione di una fascia di pertinenza caratterizzata da limiti di immissione assoluti specifici relativi al solo rumore prodotto dal traffico veicolare lungo la strada.

L'ampiezza ed il numero di fasce di pertinenza acustica (1 o 2 come nel caso delle fasce ferroviarie) varia in ragione della tipologia di arco stradale cui la fascia è associata. Per la classificazione degli archi stradali il DPR 142/04 fa riferimento alle definizioni introdotte dal D.lgs 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo Codice della Strada) ed inoltre introduce limiti differenti se si tratta di strade di nuova realizzazione o di strade esistenti e assimilabili. Il decreto prevede inoltre, in base a considerazioni di fattibilità tecnica o di opportunità scegliere di tutelare esclusivamente i ricettori, garantendo in questo caso solamente il rispetto di particolari limiti riferiti agli ambienti interni. Di seguito si riportano le tabelle riassuntive dei limiti previsti dal DPR 142/04. Si osserva che per via San Pieretto e Via Costabella, pur trattandosi di strade provinciali (almeno di tipo D), non è stata prevista alcuna fascia di pertinenza acustica.

Tab. 1
(strade di nuova realizzazione)

TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo D.M. 5.11.01- Norme funz. e geom. per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
A - autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbana principale		250	50	40	65	55
C - extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30				

* per le scuole vale il solo limite
diurno

(STRADE ESISTENTI E ASSIMILABILI)
(ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)

TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartieri) Dd (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	70	60
		100			65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30				

Qualora i valori limite non siano tecnicamente conseguibile, ovvero in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui recettori, il decreto prescrive che deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti all'interno degli edifici a finestre chiuse:

- 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo
- 40 dB(A) Leq notturno per gli altri recettori
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

DMA 31/10/1997, DPR 12/12/1997 n° 496 E DMA 20/5/1999 - Il rumore Aeroportuale

Tre sono i Decreti, emanati a seguito della legge quadro, che regolano il rumore aeroportuale:

- il DMA 31/10/97 che tratta delle misure del rumore;
- il DPR 11/12/97 n. 496 che fissa norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili;
- il DMA 20/5/1999 che fissa i criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per la rilevazione dell'inquinamento acustico in prossimità di aeroporti.

Il DMA 31/10/97 definisce:

a) i criteri di misura del rumore emesso dagli aeromobili

b) le procedure per l'adozione di misure di riduzione del rumore aeroportuale e per la classificazione degli aeroporti in base al livello di inquinamento acustico

c) caratterizzazione acustica delle aree intorno alla struttura. Anche in questo caso il Decreto comprende due allegati.

Allegato A: procedure per la valutazione del rumore aeroportuale attraverso l'impiego del descrittore LVA

Allegato B: strumentazione e modalità di misura per la caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale.

La caratterizzazione acustica prevede tre zone, denominate A, B e C, nell'interno dell'aeroporto in funzione del valore dell'indicatore LVA. Questo parametro, da valutarsi in dB(A), corrisponde al livello energetico medio sulle tre settimane dell'anno di maggior movimento, dovuto al solo contributo del passaggio di aeromobili. In altre parole è il livello di emissione dell'aeroporto valutato ai ricettori.

Nella tabella che segue sono rappresentate le zone e i relativi limiti nell'intorno aeroportuale previste dal DM 31/10/97.

Zona	valore di L_{VA}	limitazioni
A	Inferiore a 65 dB(A)	Nessuna
B	Inferiore a 75 dB(A)	Nessuna abitazione
C	Maggiore di 75 dB(A)	Solo attività connesse all'aeroporto

I confini delle zone sono identificati da una commissione istituita dall'Ente nazionale per l'aviazione civile e presieduta dal direttore della circoscrizione aeroportuale. Prima di poter attivare queste commissioni bisogna attendere la conclusione dei lavori delle due commissioni istituite dall'art. 4 del DMA 31/10/97.- 32 - Il DPR n° 496 del 11/12/97 descrive le modalità per il contenimento e l'abbattimento del rumore prodotto dagli aeromobili civili.

Il DMA del 20/5/1999 contiene i criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio del livello sonoro in prossimità degli aeroporti e classifica gli aeroporti in base al livello di inquinamento acustico rilevato.