

ACQUISIZIONE E VALUTAZIONE COMPARATA DEI DATI SUL RUMORE AEROPORTUALE

Franco Cotana, Federico Rossi

Università di Perugia, Dipartimento di Ingegneria Industriale

Via G. Duranti, 67, 06125 Perugia

e-mail cotana@unipg.it

Sessione: Agenti Fisici

1. INTRODUZIONE

Secondo l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climatic Change = Manifesto Intergovernativo sul Cambiamento Climatico), dal 1960 il traffico aereo di passeggeri è aumentato in tutto il mondo di circa il 9% all'anno [1]: In Europa, in particolare, gli ultimi dati [1] indicano che nel periodo 1997-2002 c'è stato uno sviluppo annuale di circa il 6%, con un numero totale di passeggeri nel 2002 pari a 328 milioni (un terzo in più rispetto al valore del 1997).

All'aumento del traffico aereo, è corrisposto un forte incremento della sensibilità della popolazione nei confronti del rumore aeroportuale, specialmente nelle zone vicino agli aeroporti di medie e grandi dimensioni [2], [3]. La recente legislazione dell'UE si è occupata del problema [4], [5] e sta proponendo un nuovo indicatore del rumore aeroportuale [6].

Anche la legislazione italiana, con la Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico (n° 447/1995) ed i relativi decreti di attuazione [11], [12], definisce i criteri per la misura e il controllo del rumore aeroportuale; in particolare un Decreto del Ministero dell'Ambiente [13] definisce le caratteristiche del Sistema di Monitoraggio del Rumore (NMS = Noise Monitoring System); un altro Decreto [12] introduce un indicatore atto a descrivere il clima acustico negli intorni aeroportuali.

I Sistemi di Monitoraggio del Rumore permettono una valutazione in tempo reale del clima acustico e rappresentano un importante strumento per controllare la politica ambientale dell'aeroporto. A causa delle diverse tipologie dei sistemi di monitoraggio e delle differenti caratteristiche dei vari aeroporti, i dati forniti dai sistemi di monitoraggio sono spesso eterogenei e difficilmente confrontabili; molto spesso risulta peraltro difficoltosa anche la semplice consultazione di tali dati.

A tale proposito il Laboratorio di Acustica dell'Università degli Studi di Perugia propone un sistema informatizzato per la raccolta, l'elaborazione, il confronto e l'archiviazione dei dati dei sistemi di monitoraggio. Il sistema, che fra l'altro può essere interfacciato con il codice di calcolo INM (Integrated Noise Model), è strutturato in fogli di lavoro ciascuno dei quali contiene differenti tipologie di dati; dalle caratteristiche topografiche dell'aeroporto alle statistiche sui voli e sul tipo di aeromobili, ai dati sul rumore di ciascuna operazione di volo.

Il sistema costituisce un potente strumento a disposizione dei gestori dell'infrastruttura con il quale controllare lo stato di inquinamento acustico dell'aeroporto, confrontarlo in modo omogeneo con quello di altri aeroporti e

prevederne l'evoluzione causata da eventuali variazioni del traffico e/o modifiche infrastrutturali.

2. LEGISLAZIONE ITALIANA SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE

La legislazione italiana riguardante la disciplina del rumore nell'intorno aeroportuale derivante dalle attività aeroportuali [12] prende in esame molteplici aspetti che vanno dalla metodologia di misura del rumore aeroportuale, ai criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio, a quelli per la classificazione degli aeroporti in relazione all'inquinamento acustico, alle procedure antirumore e alle zone di rispetto nelle aree circostanti il sedime aeroportuale, alla regolamentazione del traffico aereo nel periodo notturno. La "Legge quadro sull'inquinamento acustico", n. 447 del 26.10.1995, stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico dovuto alle sorgenti fisse e mobili; è una legge programmatica in quanto definisce soltanto i temi di attuazione delle disposizioni ivi contenute e demanda ai Decreti attuativi la definizione dei criteri e delle modalità di controllo del rumore aeroportuale. In particolare, il decreto D.M. 31 Ottobre 1997 introduce un nuovo indice descrittore, denominato livello di valutazione del rumore aeroportuale, definito dalla seguente espressione:

$$L_{VA} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N 10^{L_{VAj}/10} \right] dB(A) \quad (1)$$

dove N è il numero di giorni, in un anno, del periodo di osservazione del fenomeno acustico e L_{VAj} è il valore giornaliero di L_{VA} , valutato in base al SEL (Single Event Levels = Livelli del Singolo Evento) degli eventi di atterraggio e decollo in un giorno. Il Decreto stabilisce che N deve essere uguale a 21 giorni, corrispondenti a tre settimane con il maggior numero di movimenti aeroportuali in tre differenti periodi dell'anno (1° Ottobre – 31 Gennaio; 1° Febbraio – 31 Maggio; 1° Giugno – 30 Settembre).

La valutazione dello stato di inquinamento acustico è determinata mediante la stima della distribuzione del livello di rumore aeroportuale nell'intorno aeroportuale. Il Decreto inoltre istituisce le commissioni aeroportuali a cui compete la determinazione delle procedure di controllo del rumore aeroportuale.

Il Decreto del 20 Maggio 1999 [12] definisce le caratteristiche e la composizione dei Sistemi di Monitoraggio del Rumore aeroportuale (NMS), stabilendo la tipologia, il numero e i criteri di posizionamento delle stazioni periferiche di rilevamento. Gli NMS devono essere in grado di discriminare il rumore aeroportuale da altre sorgenti di rumore e devono essere dotati di una stazione meteorologica; è consigliato di interfacciare gli NMS con il sistema radar dell'aeroporto in modo da associare ciascuna operazione di volo ad un dato acustico.

Gli NMS devono rendere disponibili le seguenti informazioni:

- ubicazione dell'evento acustico aeroportuale;
- data e ora dell'evento acustico;

- durata dell'evento;
 - SEL e L_{AFmax} ;
 - livello di rumore ambientale in assenza di operazioni di volo (livello residuo).
- Gli NMS, grazie alle caratteristiche suddette, costituiscono un utile strumento per verificare la realizzazione delle procedure antirumore e permettono di calcolare automaticamente il livello di rumore aeroportuale L_{VA} (vedi eq.1) [3].
- Altri Decreti indicano ulteriori prescrizioni quali:
- introduzione di sanzioni per le violazioni delle procedure antirumore;
 - ispezioni periodiche fatte dall'ARPA (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente) finalizzate alla verifica delle condizioni e dell'efficienza degli NMS;
 - obbligo di verifica dei limiti di emissione degli aeromobili, a cura dell'ENAV (Ente Nazionale di Assistenza al Volo);
 - limitazione del traffico aeroportuale notturno;
 - definizione dei criteri amministrativi e politici che l'Autorità Aeroportuale deve adottare per il contenimento del rumore aeroportuale.

3. IL SISTEMA INFORMATIZZATO

Il sistema informatizzato per l'acquisizione, l'immagazzinamento e l'elaborazione dei dati degli NMS è stato progettato a seguito di un'accurata analisi delle diverse caratteristiche dei dati e del formato dei dati rilevati da molti aeroporti italiani. La sintesi di tale analisi ha permesso di redigere una procedura logica comune per tutti gli aeroporti italiani.

L'acquisizione e l'immagazzinamento dei dati è effettuata per ciascun aeroporto per mezzo di maschere per l'immissione di dati. Ad esempio, la maschera 1 (fig. 1) contiene i dati generali dell'aeroporto (nome, posizione, condizioni climatiche); la maschera 3 contiene i dati geografici e le procedure di atterraggio/decollo per ciascuna pista aeroportuale. La maschera 8 (fig. 2) deve essere compilata indicando le caratteristiche degli NMS, quali il numero e la posizione delle stazioni periferiche di rilevamento, la procedura di discriminazione degli eventi di rumore; la maschera inoltre chiede i criteri attraverso i quali sono stati progettati gli NMS. La maschera 10 (fig. 3) riporta i dati prodotti dai Sistemi di Monitoraggio del Rumore (livelli L_{VA}), mentre la maschera riportata in fig. 4 contiene le informazioni relative a ciascun movimento di volo che è avvenuto nelle tre settimane rappresentative usate per calcolare L_{VA} ; I dati principali contenuti nella maschera di fig. 4 sono: il tipo di aereo, il movimento decollo/atterraggio, ora e data del volo, profilo del volo, procedura di volo.

Tutte le maschere del sistema informatizzato, riguardanti i dati di traffico aeroportuale, le procedure di controllo del rumore aeroportuale, i sistemi di monitoraggio del rumore, insieme con le informazioni generali dell'aeroporto, sono state integrate in un sistema informatizzato, implementato mediante un software di raccolta dati commerciale (Access), denominato "Rumore Aeroportuale", il cui schema a blocchi è indicato in fig. 5. Il sistema permette di inserire dati riguardanti un

nuovo aeroporto e/o di richiamare ed aggiornare dati riguardanti aeroporti già esistenti. Possono essere fatte interrogazioni per il recupero di informazione incrociate all'interno del data-base (cross queries) per ciascun tipo di dati ed aeroporto, allo scopo di elaborare resoconti e statistiche. Il sistema può importare files in formato Excel riguardanti dati di traffico aereo e quindi può essere facilmente aggiornato.

Il sistema è stato testato in alcuni aeroporti italiani; in particolare sono state compilate tutte le diverse maschere e sono stati inseriti i dati di traffico aeroportuale. Le simulazioni hanno consentito di individuare nuove voci da inserire nelle maschere, di creare interrogazioni per il recupero di informazione incrociate all'interno del data-base (cross queries), di eliminare voci ridondanti.

Il sistema costituisce quindi uno strumento flessibile, usato per acquisire, immagazzinare ed organizzare i dati di traffico aeroportuale e dei sistemi di monitoraggio del rumore; si prevede inoltre di pubblicar su Internet una versione del sistema informatizzato, che consenta la gestione dei dati tramite accesso remoto.

INSERIMENTO DATI

In ordine crescente da sinistra a destra inserire i dati nelle 11 schede.

usare i pulsanti
per far scorrere
le schede

1 - Dati Geografici Aeroporto |
 2 - Dati Traffico Aeroportuale |
 3 - Piste |
 4 - Caratterizzazione Acustica: Simulazioni |
 5 - Comuni |
 6 - Commissione |
 7 - Classificazione A

DATI GENERALI

Dati geografici aeroporto

Città:

Località:

Nome Aeroporto:

N° Piste:

Punto di riferimento dell'Aeroporto

Dati Geografici	Dati Climatici
Latitudine: <input style="width: 60px;" type="text"/> Deg.	Temperatura: <input style="width: 60px;" type="text"/>
Longitudine: <input style="width: 60px;" type="text"/> Deg.	Pressione: <input style="width: 60px;" type="text"/>
Altitudine: <input style="width: 60px;" type="text"/>	Velocità del Vento: <input style="width: 60px;" type="text"/>
	Umidità Relativa: <input style="width: 60px;" type="text"/>
	Direzione Vento: estate <input style="width: 60px;" type="text"/>
	Direzione Vento: inverno <input style="width: 60px;" type="text"/>

I dati climatici sono i valori medi rilevati su base annua delle stazioni microclimatiche, se esistenti.

I dati richiesti risultano necessari sia per l'individuazione geografica del sito e il successivo interfacciamento con la carta cartografica digitale, sia per l'eventuale elaborazione con modelli di previsione.

Fig. 1 : Sistema informatizzato, maschera 1: dati geografici dell'aeroporto.

INSERIMENTO DATI usare i pulsanti per far scorrere le schede

In ordine crescente da sinistra a destra inserire i dati nelle 11 schede.

5 - Comuni | 6 - Commissione | 7 - Classificazione Aeroporto | 8 - Sistema di Monitoraggio: caratteristiche | 9 - Terminali e Software | 10 - Sistema di Monitoraggio: Elaborazione

Caratteristiche del sistema di Monitoraggio:

Stazioni periferiche di rilevamento: N° complessivo Sono prossime alle tracce a terra delle triettorie seguite dagli aeromobili SI: NO:

interne al sedime aeroportuale: N°:

esterne al sedime aeroportuale: N°: Sono prossime a: Civili abitazioni: Ospedali: Scuole:

Lungo il prolungamento della pista - SI: NO:

Pista N°: Indagine Sperimentale Preliminare - SI: NO:

Record: 1 di Ditta Esecutrice: Data Esecuzione:

Il Sistema di Monitoraggio è: ASSISTITO NON ASSISTITO

Esiste una procedura per discriminare gli eventi sonori prodotti dagli aeromobili da quelli di altra origine - SI: NO:

Esistono registrazioni manuali degli eventi sonori - SI: NO:

E' stata fatta la correlazione con i dati forniti dall'ENAV (aereo-singolo evento sonoro) - SI: NO:

E' stato misurato il rumore ambientale in assenza di quello prodotto dall'attività aeroportuale - SI: NO:

Documenti allegati relativi ai dati richiesti (es. Relazioni Tecniche studi Preliminari, etc.):

Fig. 2 : Sistema informatizzato, maschera 8: caratteristiche dei sistemi di monitoraggio del rumore.

INSERIMENTO DATI usare i pulsanti per far scorrere le schede

In ordine crescente da sinistra a destra inserire i dati nelle 11 schede.

6 - Commissione | 7 - Classificazione Aeroporto | 8 - Sistema di Monitoraggio: caratteristiche | 9 - Terminali e Software | 10 - Sistema di Monitoraggio: Elaborazione Dati

Centro Elaborazione Dati

Caratteristiche strumentazione:

Modalità di correlazione livelli rilevati/dati veivolo: Informazioni centro assistenza al volo (tracce radar) Dai sistemi informatici del gestore aeroportuale da definire

Modalità di rappresentazione dei dati:

Gestione Statistica: **Giornalieri** **tabella dei movimenti** **Mensili**

N° Lva N° Lva barrare la casella relativa alla modalità di rappresentazione dei dati utilizzata

N° Lvad N° Lvad

N° Lvan N° Lvan

Gestione Cartografica: SI NO

solo isofone: SI NO Sistemi Gis - SI: NO:

Le curve di Isolivello sono state sovrapposte ai Piani di zonizzazione acustica dei Comuni limitrofi: SI NO

E' stato realizzato il confronto fra i valori misurati durante i monitoraggi e i risultati forniti dall'applicazione del modello di simulazione dei medesimi scenari SI NO

Le caratteristiche del monitoraggio di cui si richiede la descrizione sono individuate all'art. 3 del decreto 20 maggio 1999

Fig. 3 : Maschera 10, dati di uscita del Sistema di Monitoraggio del Rumore

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Mod	AD	G	Pist	Prof	Tip	PGG	Porto
2	D38	Decollo	26/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
3	M80	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
4	737	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
5	322	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
6	A32	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
7	B19	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
8	146	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
9	F70	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
10	RJ1	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
11	A42	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
12	FK2	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
13	CRJ	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
14	CRJ	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
15	733	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
16	M82	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
17	M82	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
18	M80	Atterraggio	22/01/2001	36	Profilo 1	STAR	Giorno	1762
19	M80	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
20	M80	Atterraggio	22/01/2001	36	Profilo 1	STAR	Giorno	1762
21	M80	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
22	M80	Atterraggio	22/01/2001	36	Profilo 1	STAR	Giorno	1762
23	M80	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
24	737	Atterraggio	22/01/2001	36	Profilo 1	STAR	Giorno	1762
25	737	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
26	737	Atterraggio	22/01/2001	36	Profilo 1	STAR	Giorno	1762
27	737	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
28	737	Atterraggio	22/01/2001	36	Profilo 1	STAR	Giorno	1762
29	737	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
30	737	Atterraggio	22/01/2001	36	Profilo 1	STAR	Giorno	1762
31	737	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762
32	737	Atterraggio	22/01/2001	36	Profilo 1	STAR	Giorno	1762
33	737	Decollo	22/01/2001	36	Profilo 1	SID	Giorno	1762

Fig. 4 : Sistema informatizzato, maschera per l’inserimento dei dati di traffico aeroportuale (file Excel per la raccolta e l’importazione dei dati)

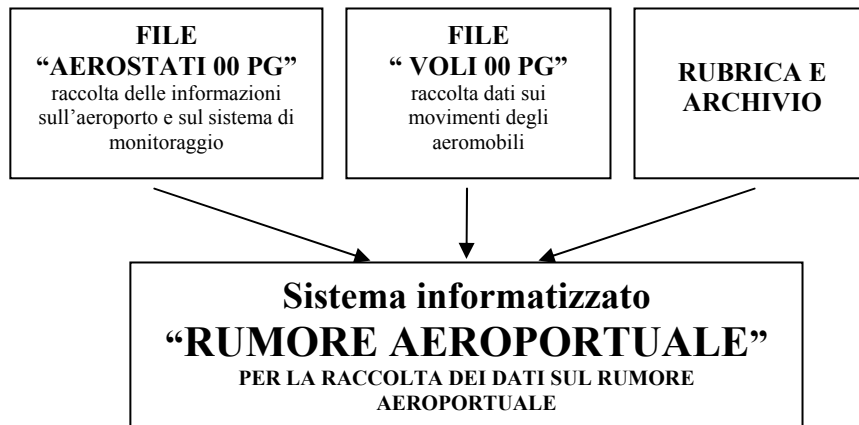


Fig. 5: Schema a blocchi del sistema informatizzato per la raccolta dei dati di rumore aeroportuale

4. SIMULAZIONI

Il sistema contiene dati in formato Excel riguardanti dati di traffico aeroportuale (fig. 4); questa parte del sistema può essere interfacciata con il codice di simulazione INM che consente di creare mappe di rumore, a livello del suolo, dell'aeroporto e delle zone circostanti a partire dai dati di traffico aereo.

Le simulazioni sono state effettuate per alcuni aeroporti italiani di medie e grandi dimensioni, considerando i seguenti indicatori di rumore: $L_{eq}(A)$ giorno, $L_{eq}(A)$ notte, L_{VA} giorno, L_{VA} , notte, SEL.

In fig. 6 è riportato un confronto fra i valori dell'indicatore L_{VA} ottenuti mediante l'impiego del codice di calcolo INM nel quale alternativamente sono stati immessi direttamente i dati di topografici e di traffico forniti dal gestore dell'infrastruttura e gli stessi dati elaborati con la metodologia proposta; si osserva che il sistema proposto determina una differente distribuzione di L_{VA} .

Nella fig.6 sono riportati anche i valori di L_{VA} misurati dalle centraline fonometriche distribuite attorno al sedime aeroportuale: si osserva che il dato misurato coincide sostanzialmente con quello previsto dal codice INM impiegato congiuntamente con il sistema proposto.

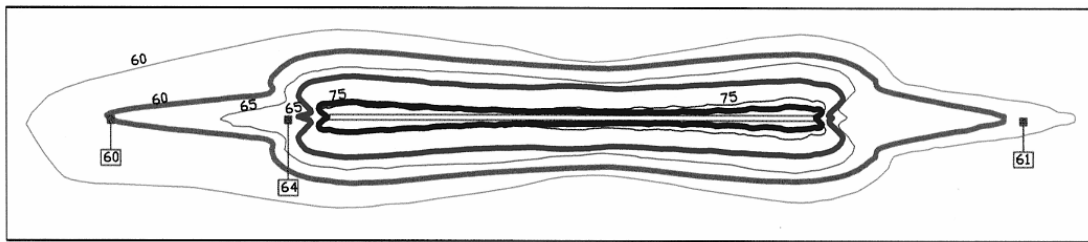


Fig. 6: valori di L_{VA} simulati grazie al sistema informatizzato (linee spesse —) e con una precedente procedura (linee sottili —). Valori puntuali misurati dal sistema di monitoraggio (punti ■)

5. CONCLUSIONI

L'aumento continuo di traffico aeroportuale rende, nella maggior parte dei casi, l'impatto acustico degli aeroporti un'emergenza ambientale.

A tale proposito è stato proposto un sistema informatizzato per acquisire, immagazzinare ed organizzare i dati di traffico aeroportuale e dei sistemi di monitoraggio del rumore, sviluppato principalmente all'interno di una ricerca effettuata per conto del Ministero dell'Ambiente. Lo scopo del sistema è la realizzazione di un data-base, disponibile anche al pubblico, avente caratteristiche omogenee per ciascun aeroporto italiano. Il sistema, implementato in ambiente

Access, è strutturato secondo una procedura logica che permette interrogazioni incrociate (cross queries) per ogni tipologia di dati ed aeroporto.

La procedura è stata testata in maniera soddisfacente in molti aeroporti italiani. Le valutazioni eseguite mediante il sistema informatizzato proposto hanno evidenziato rilevanti differenze rispetto alle simulazioni effettuate mediante procedure precedenti non sistematiche. Si osserva infatti che un impiego congiunto del codice INM (Integrated Noise Model) con la metodologia proposta conferisce alle previsioni una maggiore accuratezza. E' quindi estremamente importante aver definito una metodologia unica che permetterà il confronto fra diverse situazioni.

Gli sviluppi futuri prevedono l'applicazione del sistema informatizzato agli altri aeroporti italiani, la creazione di un sito web per divulgare i risultati e l'aggiornamento dei dati.

6. RIFERIMENTI

- [1] www.ipcc.ch
- [2] Y.N. Dogbia: "Complaints management at Lyon-Saint Exupery Airport, France", Proceedings of Forum Acusticum, Seville, Spain, september 2002
- [3] K. Hume, H. Morley, D. Terranova, C. Thomas: "The influence of serial complainers on complaint profiles at airports", Proceedings of Forum Acusticum, Seville, Spain, september 2002
- [4] EU Directive 2002/30/CE on the establishment of rules and procedures with regard to the introduction of noise-related operating restrictions at Community airports, Official Journal of the European Communities, L 85/40, 28.3.2002
- [5] EU Directive 2002/49/CE relating to the assessment and management of environmental noise, Official Journal of the European Communities, L 189/12, 18.7.2002
- [6] Proposal for a Directive on the establishment of a Community framework for noise classification of civil subsonic aircraft for the purposes of calculating noise charges, 2001/0308 (COD), Brussels 20.12.2001
- [7] O.I. Zaporozhets, V.I. Tokarev: "Aircraft noise modelling for environmental assessment around airports", Applied Acoustics, Vol. 655, No. 2, 1998
- [8] J.P.B. Clarke: "Systems analysis of noise abatement procedures enabled by advanced flight guidance technology"; Journal of Aircraft, vol. 37, no. 2, 2000.
- [9] H. G. Vesser, R.A.A. Wjnen: "Optimization of noise abatement departure trajectories", Journal of Aircraft, vol. 38, no. 4, 2001
- [10] J. Rondeau, P. Jean: "Modelling aircraft noise inside dwellings", Proceedings of Forum Acusticum, Seville, Spain, september 2002
- [11] Legge n° 447 del 26 Ottobre 1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- [12] Decreto Ministero dell'Ambiente 31 Ottobre 1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale"
- [13] Decreto 20 Maggio 1999 Ministero Ambiente "Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in

prossimità degli aeroporti, nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico”.