

## IL MONITORAGGIO DEL RUMORE DELLE INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI

Angela Alberici, Italia, ARPA Lombardia, Direttore del Settore Agenti Fisici  
Maurizio Bassanino, Italia, ARPA Lombardia, Responsabile Rumore e Vibrazioni  
Giuseppe Bruno, Italia, Regione Lombardia, Dirigente U.O. Inquinamento acustico  
Mauro Mussin, Italia, ARPA Lombardia, Presidio Tecnico Rumore Aeroportuale

Prima Sessione – Tema: “Agenti Fisici”

### I. PREMESSA

L'impatto delle infrastrutture aeroportuali sulle aree circostanti mette in risalto due aspetti di carattere generale: il primo è inerente alle problematiche relative alla pianificazione del territorio, mentre il secondo riguarda la necessità di provvedere alla verifica e al controllo della rumorosità ambientale, con l'obiettivo di limitare il rumore al suolo generato dai singoli sorvoli.

Nel caso in cui la pianificazione del territorio abbia previsto una corretta procedura di valutazione dell'impatto ambientale dell'infrastruttura aeroportuale, il controllo del rumore non dovrebbe mettere in evidenza frequenti situazioni nelle quali risulti necessario agire per limitare i livelli. Nella realtà dei fatti, gli intorno aeroportuali mostrano spesso situazioni di incompatibilità, con vaste aree altamente antropizzate prossime ai sedimi aeroportuali e zone residenziali sottoposte a sorvoli, anche in periodo notturno, sia in fase di decollo sia di atterraggio.

In tali contesti il monitoraggio ambientale risulta di fondamentale importanza per poter mantenere costantemente sotto controllo la situazione acustica.

La pianificazione del territorio viene attuata considerando come requisito indispensabile, oltre ad altri aspetti, la riduzione dell'esposizione della popolazione all'inquinamento acustico nel medio e lungo periodo; il monitoraggio ha quindi lo scopo di verificare le scelte di pianificazione e l'eventuale necessità di provvedimenti correttivi o di mitigazione.

Il sistema aeroportuale lombardo è costituito dagli aeroporti internazionali di Malpensa, Linate e Orio al Serio, dove si ha quasi il 23% del totale dei movimenti degli scali italiani, e dall'aeroporto di Montichiari, minore rispetto ai precedenti (qui si concentra meno dell'1% dei movimenti in Lombardia) ed entrato in attività solo nel marzo del 1999. L'attività maggiore si registra a Malpensa, collocato all'interno del Parco del Ticino, unico aeroporto intercontinentale del nord Italia. Gli aeroporti di Linate e Orio al Serio sono situati rispettivamente ai confini dell'area metropolitana milanese e della città di Bergamo.

Tabella 1: Caratteristiche dei principali scali lombardi (fonte EEA+IPA)

Aeroporto	Area sedime (ha)	Dimensioni delle Piste (m)	N. Passeggeri (migliaia)	Merci (ton. x 1000)
Malpensa	1200	3920 x 60 3920 x 60	17372	275
Linate	385	2440 x 60 600 x 32	8213	25

Aeroporto	Area sedime (ha)	Dimensioni delle Piste (m)	N. Passeggeri (migliaia)	Merci (ton. x 1000)
Orio al Serio	270	3024 x 45 750 x 18	1180	95
Montichiari	156	2990 x 45	269	-

## II. LE COMMISSIONI AEROPORTUALI

La normativa nazionale specifica, emanata in adempimento alla legge quadro n.447/95[1], risulta piuttosto articolata, anche se non sempre lineare e di immediata interpretazione, per quanto concerne le procedure per la riduzione dell'inquinamento acustico e, in particolare, per quanto riguarda le metodologie di misura e le caratteristiche dei sistemi di monitoraggio del rumore aeroportuale.

I decreti attuativi prevedono, attraverso le Commissioni Aeroportuali, il coinvolgimento di vari soggetti ed enti istituzionali (ENAC, ENAV, Vettori, Società esercente, Regione, Provincia, Comuni, Ministero dell'Ambiente, ARPA) per la gestione, nell'ambito dell'inquinamento acustico, delle problematiche dell'infrastruttura aeroportuale.

Il ruolo delle Commissioni, istituite per ciascun aeroporto, riguarda la definizione delle procedure antirumore nonché la determinazione dei confini delle aree di rispetto e degli indici di inquinamento acustico.

Le competenze dei soggetti coinvolti sono così suddivise[2] [3]:

- ?? *ENAC (Ente Nazionale Aviazione Civile)* : istituisce e presiede la Commissione Aeroportuale di ciascun aeroporto aperto al traffico civile; verifica e controlla le certificazioni delle emissioni acustiche degli aeromobili. *Il Direttore di Circonscrizione Aeroportuale* adotta le procedure antirumore, ne contesta le violazioni ai vettori e conseguentemente riscuote le sanzioni amministrative.
- ?? *ENAV (Ente Nazionale Assistenza al Volo)* : fornisce i tracciati radar delle traiettorie degli aeromobili civili, dei sorvoli delle aree di interesse.
- ?? *I Vettori* : provvedono ad applicare le procedure antirumore.
- ?? *La Società esercente*: gestisce il sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale; predispone i piani di abbattimento del rumore (assumendone gli oneri).
- ?? *I Comuni (dell'intorno aeroportuale)*: adeguano i piani regolatori nelle aree di rispetto aeroportuali; recepiscono nei propri piani di risanamento i piani di abbattimento del rumore aeroportuale.
- ?? *La Provincia* : esercita attività di programmazione e coordinamento.
- ?? *La Regione* : esercita attività di programmazione e coordinamento.
- ?? *Il Ministero dell'Ambiente* : controlla il rispetto dell'attuazione dei piani di abbattimento del rumore aeroportuale.
- ?? *ARPA* : esercita le attività di controllo dell'efficienza dei sistemi di monitoraggio; effettua eventuali controlli della documentazione relativa alle emissioni sonore degli aeromobili.

Le decisioni delle Commissioni Aeroportuali devono essere raggiunte all'unanimità: in caso contrario, spetta al Ministero dei Trasporti la convocazione di un'apposita conferenza dei servizi. Analoga procedura deve essere attuata dalla Regione in caso di non coincidenza dei piani regolatori comunali con i piani di sviluppo aeroportuale e le deliberazioni delle Commissioni Aeroportuali.

### III. IL MONITORAGGIO DEL RUMORE AEROPORTUALE

L'onere della realizzazione e del mantenimento dei sistemi di monitoraggio è affidato dalla normativa vigente, come detto, alla Società di gestione dell'aeroporto. La misura dei livelli di rumore, in postazioni con particolari caratteristiche di rappresentatività, deve permettere di verificare l'applicazione delle procedure antirumore; la violazione da parte di un aeromobile in volo delle procedure stesse ne comporta il sanzionamento.

La collocazione delle centraline di rilevamento di un sistema di monitoraggio aeroportuale dovrebbe tenere conto, oltre che della verifica del rispetto delle procedure antirumore, della necessità di acquisire adeguate informazioni per:

- ?? la verifica dei confini delle aree di rispetto aeroportuale;
- ?? la valutazione dei livelli di rumore ambientale nelle aree circostanti.

La verifica dei confini delle aree di rispetto aeroportuale risulta in generale complessa, e richiede le predisposizioni di procedure di rilevazione e di valutazione particolari. Il monitoraggio ambientale nelle aree circostanti non presenta invece specifiche problematiche, se non quelle di fornire un'adeguata rappresentatività dei valori ottenuti in relazione alla popolazione residente.

#### *1 Il sistema di Linate*

Per quanto riguarda gli aeroporti lombardi, la prima rete di monitoraggio di Linate, attiva dalla fine degli anni '70[13][14], è stata aggiornata e riorganizzata nel 1993 attraverso il finanziamento del Ministero dell'Ambiente (progetto DISIA). Il sistema di monitoraggio è stato successivamente ceduto, nel 2001, dalla Provincia di Milano alla società di gestione SEA S.p.A..[1]

Le postazioni di misura sono state installate quando la normativa sul rumore aeroportuale non era ancora vigente: in particolare, non era stato pubblicato il DM 20/5/99 che riguarda specificatamente le caratteristiche dei sistemi di monitoraggio.

Il traffico aereo di Linate ha subito negli ultimi anni alcune importanti modificazioni: nel 1996 ENAV ha provveduto alla revisione delle traiettorie di decollo per evitare il sorvolo del Polo chimico di Pioltello-Rodano; alla fine degli anni '90 a seguito di specifici decreti, successivamente confermati dal DPCM 13/12/99 (decreto D'Alema [6]), è stato completato il trasferimento programmato dei voli da Linate a Malpensa, mantenendo però immutate le traiettorie di decollo.

Il sistema risulta attualmente composto da quattro postazioni, di cui due posizionate in corrispondenza delle traiettorie di decollo e atterraggio dalla pista 36R.

Dall'analisi dei dati  $L_{VA}$  sulla singola centralina (unico dato disponibile in quanto le curve ufficiali non sono ancora state approvate dalla competente Commissione Aeroportuale) indicano che tutte le quattro postazioni risultano inserite nell'intorno aeroportuale.

## 2 *Il sistema di Malpensa*

Il sistema di monitoraggio di Malpensa, composto in origine da 8 postazioni installate nel 1997 grazie ad un progetto DISIA (analogamente a quanto avvenuto per Linate), è stato ceduto dalla Provincia di Varese a SEA S.p.A. nel 2001.

In seguito, SEA ha provveduto all'installazione di ulteriori 9 postazioni, per un totale di 17 postazioni di misura attualmente presenti.

Dopo l'installazione delle prime postazioni è stata messa in atto la prima fase dello spostamento dei voli da Linate a Malpensa, con la conseguente revisione delle traiettorie di decollo dallo scalo. Per tale ragione alcune postazioni, che nella fase di progettazione erano poste al di sotto delle traiettorie di decollo, sono venute a trovarsi in posizione decentrata.

Le postazioni installate più recentemente sono state collocate in località individuate nell'ambito di una campagna di misura, svolta nel 2000 dall'ANPA, con il contributo anche di ARPA della Lombardia.

Delle 17 postazioni solo una risulta esattamente corrispondente ad una traiettoria "nominale" di decollo, relativa alla pista 35R; in tutti gli altri casi si osservano distanze di alcune centinaia di metri dalla proiezione al suolo delle rotte. Naturalmente, per le loro caratteristiche, gli aerei non seguono esattamente le traiettorie nominali: così è possibile che, rappresentando in pianta le rotte effettivamente percorse dagli aeromobili si evidenzino come le stazioni di misura siano di fatto sorvolate.

Dall'analisi dei dati  $L_{VA}$  di ciascuna postazione (unico dato disponibile in quanto le curve ufficiali non sono ancora state approvate dalla competente Commissione Aeroportuale) si osserva che 9 delle 17 centraline ricadono nell'intorno aeroportuale, mentre le restanti 8 risultano conseguentemente esterne.

## 3 *Il sistema di Orio al Serio*

Anche la rete di monitoraggio di Orio al Serio è stata realizzata nell'ambito dei progetti DISIA negli anni '90 e gestita dalla Provincia di Bergamo; recentemente, in adempimento alla normativa vigente, la rete è stata affidata alla società di gestione aeroportuale SACBO S.p.A..

Una valutazione accurata, da parte di ARPA, del sistema di monitoraggio dello scalo orobico (attualmente composto da 4 postazioni di misura) è in fase di completamento e non è quindi possibile dettagliare ulteriormente le caratteristiche e le funzionalità effettivamente presenti.

## 4 *La situazione di Montichiari*

Allo stato attuale lo scalo di Montichiari non risulta dotato di alcun sistema fisso di monitoraggio del rumore aeroportuale.

## IV. IL RUOLO DI ARPA E IL PRESIDIO AEROPORTUALE

La normativa vigente affida alle ARPA i compiti di controllo e verifica dell'efficienza di sistemi di monitoraggio aeroportuale. Inoltre la Legge Regionale della Lombardia n.13 del 10.8.2001 [7] attribuisce all'Agenzia l'aggiornamento annuale delle curve di isolivello  $L_{VA}$  per ciascun aeroporto lombardo e ne richiede il supporto per le attività di controllo sul conseguimento degli obiettivi dei piani di risanamento e abbattimento del rumore delle infrastrutture di trasporto, tra cui quelle aeroportuali.

La Regione, per l'esercizio delle funzioni amministrative assegnate dalla normativa, ha la necessità di disporre:

- a) di una struttura tecnica a carattere regionale che sia in grado:
- ↳ di fornire valutazioni e considerazioni sulla validità tecnico-scientifica dei rapporti tecnici e dei dati forniti dalle società di gestione aeroportuali;
  - ↳ di effettuare analisi ed elaborazioni adeguate in materia di rumore aeroportuale;
  - ↳ di eseguire la verifica di qualità e rispondenza dei dati disponibili per la costituzione del sistema informativo sul rumore aeroportuale, che la Regione ha in programma di organizzare;
- b) di strutture dell'ARPA in grado verificare tecnicamente le valutazioni di impatto ambientale e le previsioni di impatto acustico per nuove infrastrutture aeroportuali o nuove aviosuperfici.

In relazione a ciò, nel mese di ottobre 2002 è stata siglata tra Regione Lombardia e ARPA della Lombardia [8], una specifica convenzione, con l'obiettivo di costituire un'apposita struttura, il Presidio Tecnico Aeroportuale (P.T.A.), dotata di adeguate risorse, che divenga di riferimento per le azioni amministrative della Regione e degli Enti Locali.

Le attività del P.T.A. riguardano le procedure per l'analisi e la verifica dei dati di rumore delle reti di rilevamento, la programmazione e gestione di un sistema informativo, la predisposizione ed effettuazione di campagne sperimentali di misura, l'utilizzo e l'implementazione di modelli matematici per la stima del rumore aeroportuale. In quest'ultimo ambito, sono avviate o in fase di definizione collaborazioni con il Dipartimento di Scienze Ambientali e del Territorio dell'Università degli Studi di Milano Bicocca e con il Dipartimento di Energetica del Politecnico di Milano.

## V. LE ATTIVITÀ DI VERIFICA E DI SUPPORTO

Come puntualizzato in precedenza, la normativa vigente affida ad ARPA l'attività ispettiva per la verifica:

- ?? dell'efficienza dei sistemi di monitoraggio del rumore aeroportuale;
- ?? del rispetto dei disposti del DPR 496/97;
- ?? eventuali controlli della documentazione relativa alle emissioni sonore degli aeromobili.

### *1 Verifica dei sistemi di monitoraggio*

La verifica dell'efficienza dei sistemi di monitoraggio riguarda un'attività essenzialmente tecnico-strumentale. È necessario analizzare la rispondenza delle caratteristiche della rete di rilevamento e delle modalità di misura, rispettivamente ai DM 20/5/99 e DM 31/10/97.

Occorre valutare la capacità della rete di monitorare correttamente gli eventi aeronautici sulla base della collocazione delle centraline di rilevamento e dei parametri impostati per l'esecuzione delle misure acustiche, con particolare riferimento alle procedure antirumore adottate dalla Commissione Aeroportuale.

Effettuando la misura del rumore in modalità assistita presso le postazioni della rete, dal confronto dei risultati ricavati è possibile valutare la percentuale di riconoscimento degli eventi aeroportuali ottenuti sulla base dei tracciati radar o degli elenchi dei voli tabulati per ciascuna centralina.

La prima fase dell'attività di controllo consiste nella predisposizione di una *checklist* per la verifica puntuale di tutti i dettami legislativi, distinta in due sezioni, e precisamente:

il sistema di monitoraggio: devono essere verificate tutte quelle funzionalità che consentono un'accurata discriminazione del rumore aereo da quello dovuto ad altre sorgenti. Deve essere inoltre verificata la capacità del sistema di controllare le procedure antirumore adottate dalle Commissioni Aeroportuali. La struttura del documento di verifica comprende:

1. *descrizione generale*
2. *acquisizione dei dati acustici, meteorologici e relativi ai movimenti*
3. *trasmissione dei dati e criteri di validazione*
4. *correlazione, analisi dei voli e curve di isolivello*
5. *reportistica e gestione delle lamentele dei cittadini*

la singola postazione di misura: deve essere verificata l'adeguatezza della rilevazione acustica, la continuità della misura, la minimizzazione dell'interferenza dovuta a sorgenti estranee. La struttura di questa parte del documento comprende:

1. *ubicazione e caratteristiche*
2. *individuazione degli eventi*
3. *calibrazioni*

Sulla base della *checklist* compilata per ciascun sistema viene redatta una relazione che riassume sia le conformità, sia le eventuali non conformità. Sarà quindi compito dell'ARPA indicare al soggetto gestore le eventuali azioni correttive da intraprendere per una completa aderenza del sistema di monitoraggio alla normativa. Durante le successive azioni periodiche di controllo sarà quindi possibile verificare quali elementi siano stati implementati e corretti.

## 2 *Il supporto in fase di pianificazione*

La valutazione acustica di scenari relativi all'infrastruttura aeroportuale è un ausilio indispensabile di supporto per le scelte strategiche. A tal fine risulta necessaria l'attività di confronto tra il documento ECAC 29 "*Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports*", che costituisce lo standard dell'Unione Europea per lo studio dell'impatto aeroportuale, e il modello INM (Integrated Noise Model) sviluppato dalla Federal Aviation Authority degli U.S.A., con l'obiettivo di approfondire i fondamenti teorici dei modelli di calcolo.

Entrambi i modelli [9][10] sono basati su approccio statistico per calcolare le curve di isolivello di opportuni indici acustici nei pressi degli impianti aeroportuali. I passaggi necessari per raggiungere questo obiettivo sono:

- Passo 1*: la determinazione del livello di rumore generato dai movimenti dei singoli velivoli in un grigliato di punti di esposizione attorno all'aeroporto;
- Passo 2*: la somma o la composizione dei singoli livelli di rumore calcolati nei rispettivi punti in accordo con la formulazione dell'indice scelto;
- Passo 3*: l'interpolazione e la rappresentazione grafica delle curve di isolivello dei valori dell'indice scelto.

Questa sequenza è comune a entrambi i metodi, che tuttavia – almeno in alcune fasi - la implementano in modo differente.

Per la valutazione del livello di rumore al suolo  $L(x,y)$  viene definita una griglia i cui nodi rappresentano i punti di calcolo, che vengono successivamente interpolati per ricavare le curve di isolivello[9][11]. Il livello di rumore è ottenuto dall'equazione:

$$L(x, y) = L(r, d) + \Delta L(r, l) + \Delta L_L + \Delta L_V + \Delta L_T \quad (1)$$

$L(r, d)$  dipende dalla distanza  $d$  punto di esposizione - rotta e dalla spinta dei motori  $r$ ; è ottenuto per interpolazione dalle tabelle *NPD*.  $\Delta L(r, l)$  è il termine di attenuazione laterale del suono che si propaga perpendicolarmente alla direzione dell'aereo definita da  $l$  (distanza tra recettore e la proiezione della rotta) e  $r$  (angolo tra la direzione perpendicolare alla rotta e la direzione perpendicolare alla traccia al suolo).  $\Delta L_L$ ,  $\Delta L_V$ ,  $\Delta L_T$ , sono termini correttivi rispettivamente della direttività del rullaggio a terra durante le manovre di decollo, della velocità rispetto ai dati *NPD* e della durata dell'evento sonoro in fase di virata (questi ultimi due diversi da zero solo se il descrittore è  $L_{AE}$ ).

Calcolati tutti i contributi dovuti a ciascun aereo e per ciascun punto della griglia è possibile tracciare le curve di isolivello attraverso un processo di interpolazione.

Sebbene entrambi i modelli presentino il medesimo approccio, sono state delineate significative differenze; è comunque necessario adattare l'applicazione del modello INM alle procedure vigenti (ICAO A e ICAO B) negli scali italiani, in particolare nell'ambito della predisposizione delle curve di isolivello  $L_{VA}$  da parte delle commissioni aeroportuali, tenendo conto della recente raccomandazione UE in materia di modelli di riferimento per le infrastrutture dei trasporti[12].

Nell'ambito delle attività del Centro Tematico Nazionale Agenti Fisici per il triennio 2002-2004, è prevista la realizzazione del task "Criteri per la validazione dei modelli di simulazione del rumore aeroportuale e metodologia di verifica del loro impiego", con finalità operative per rendere più coerenti e rappresentativi gli output ottenuti dall'utilizzo dei modelli di simulazione, alla cui realizzazione partecipa anche l'ARPA della Lombardia.

### 3 Il supporto per la predisposizione di linee guida

La normativa nazionale in tema di rumore aeroportuale dà luogo ad alcune incertezze interpretative.

In ogni caso, poter disporre di una procedura o linea guida a livello nazionale o quanto meno locale, oltre che essere auspicabile, è indispensabile per evitare differenti applicazioni della legge.

Dall'analisi delle procedure elaborate per la verifica delle reti di monitoraggio è possibile trarre quelle indicazioni che risultano di fondamentale importanza per definire un protocollo che riguardi le caratteristiche minime dei dati, delle elaborazioni e dei risultati del monitoraggio del rumore aeroportuale.

Su tali osservazioni è attualmente in corso di sviluppo la realizzazione di una linea guida regionale specifica, in accordo alla L.R. 13/2001.

## VI. RIFERIMENTI

- [1] Legge 26 ottobre 1995, n. 447, *Legge quadro sull'inquinamento acustico*, S.O.G.U. n. 254 del 30/10/1995
- [2] DM 31/10/97, *Metodologia di misura del rumore aeroportuale*, G.U. n.267 del 15/11/97
- [3] Decreto Presidente della Repubblica 11 dicembre 1997 n. 496, *Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili*, G.U. n.20 del 26/1/1998
- [4] DM 20/5/99, *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*
- [5] DM 3/12/99, *Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti*

- [6] DPCM 13/12/99, *Conferma del trasferimento programmato dei voli da Linate a Malpensa, a norma dell'art.6, comma5, della legge 8 luglio 1986, n.349*
- [7] Regione Lombardia, *Legge Regionale 10 agosto 2001 "Norme in materia di inquinamento acustico"*, 2001
- [8] Regione Lombardia, *Deliberazione VII/10556*, 4 ottobre 2002
- [9] European Civil Aviation Conference doc.29, *Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports*, 2<sup>nd</sup> edition 1997
- [10] FAA – Office of Environment and Energy – *Integrated Noise Model User's Guide ver. 6.0*, September 1999
- [11] FAA – Office of Environment and Energy – *Integrated Noise Model Technical Manual ver. 6.0*, January 2002
- [12] Commissione Europea *Raccomandazione contenente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore delle attività industriali, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità C(2003) 2807*, GUUE del 22.8.2003
- [13] Bassanino M., Mainardi P. - 1987 - *Primi risultati della rete di rilevamento del rumore prodotto dagli aeromobili nei territori circostanti l'aeroporto di Linate*, Acqua Aria N.9: 1091-1099
- [14] Bassanino M., Mainardi P., Saini L. - 1989 - *La rete per il rilevamento del rumore prodotto dagli aeromobili nei territori circostanti l'aeroporto di Milano Linate*. Studi per la valutazione della qualità dell'aria nella provincia di Milano, Aggiornamento al 31 marzo 1989; Provincia di Milano, USSL 75/III di Milano, Comune di Milano: 133-148