

**VERIFICA DI OTTEMPERANZA PRESCRIZIONE N° 4  
PROVVEDIMENTO DIRETTORIALE N° 434 DEL 26/11/2018**



23.326.03 • 31 marzo 2024

**Relazione tecnico-descrittiva**

Progetto:					
<b>Verifica di ottemperanza – rumore e atmosfera</b>					
Committente:					
<b>Aeroporto di Bologna</b>					
Progettazione:					
<b>To70 Italia SRL</b>					
<b>Via XX Settembre, 48</b>					
<b>25122 Brescia, Italia</b>					
Elaborato:				N° Progetto: 23.326.03	
				Edizione: 1	
				Revisione: 01	
				Data:	
<b>Relazione tecnico-descrittiva</b>					
<b>Revisioni:</b>					
N°	Data	Redatto	Controllato	Approvato	Descrizione
00	03/2024	Dott. Ing. Luca Zaccanti Dott. Ing. Chiara Rigoni	Ing. Denise Farese	Ing. Bruno Rampinelli Rota	Prima emissione
01	03/2024	Dott. Ing. Luca Zaccanti Dott. Ing. Chiara Rigoni	Ing. Bruno Rampinelli Rota	Dott. Tomaso Barilli	Seconda emissione
02					
03					
04					

PAGINA LASCIATA INTENZIONALMENTE BIANCA

**Indice**

1 Premessa ..... 7

    1.1 Dati di traffico ..... 8

2 La gestione del rumore aeroportuale ..... 11

    2.1 Zonizzazione acustica aeroportuale ..... 11

    2.2 Procedure operative antirumore ..... 11

    2.3 Sistema di monitoraggio acustico aeroportuale..... 12

3 Monitoraggio della qualità dell’aria ..... 14

4 Modello matematico – statistico AEDT ..... 15

5 Matrice acustica ..... 17

    5.1 Modello AEDT ed INM ..... 17

    5.2 Dati di Input e data processing..... 18

    5.3 Confronto risultati 2023 con Masterplan 2020..... 22

6 Matrice atmosferica ..... 26

    6.1 Modello AEDT ed EDMS..... 26

    6.2 Dati di Input e data processing..... 27

    6.3 Confronto risultati 2023 con Masterplan 2020..... 28

7 Conclusioni..... 35

A APPENDICE ..... 37

B Lista degli Acronimi ..... 37

**Indice delle figure**

Figura 1: Vista aerea aeroporto di Bologna (Fonte Google Earth) ..... 8

Figura 2: Confronto movimenti annuali previsti nel Piano di Sviluppo Aeroportuale 2016-2030 con i dati effettivi fino all'anno 2023 ..... 9

Figura 3: Confronto passeggeri annuali previsti nel Piano di Sviluppo Aeroportuale 2016-2030 con i dati effettivi fino all'anno 2023 ..... 9

Figura 4: Zonizzazione acustica aeroportuale dello Scalo di Bologna ..... 11

Figura 5: Sistema di monitoraggio acustico dello Scalo di Bologna..... 12

Figura 6: Heat map distribuzione statistica dei decolli sulle diverse rotte.....20

Figura 7: Isofoniche  $L_{va}$  2020 da PSA (linea tratteggiata) e 2023 (linea continua) .....23

Figura 8:  $L_{EQ}$  2023 - Periodo diurno .....24

Figura 9:  $L_{EQ}$  2023 - Periodo notturno .....25

Figura 10: Confronto AEDT – EDMS in termini di tempo in specifiche modalità di volo e di consumo di carburante .....27

Figura 11: Mappa di concentrazione atmosferica: PM10 valori massimi media su 24h, periodo gennaio ....30

Figura 12: Mappa di concentrazione atmosferica: PM10 medio, periodo gennaio .....31

Figura 13: Mappa di concentrazione atmosferica: PM10 medio su tre settimane .....31

Figura 14: Mappa concentrazione atmosferica:  $NO_2$  medio, periodo gennaio.....32

Figura 15: Mappa concentrazione atmosferica:  $NO_2$  medio su tre settimane.....33

Figura 16: Mappa concentrazione atmosferica:  $NO_2$  valori massimi orari, periodo gennaio .....33

**Indice delle tabelle**

Tabella 1: Movimenti da previsioni PSA e consuntivo e relativo scarto ..... 10

Tabella 2: Passeggeri da previsioni PSA e consuntivo in Milion Annual Passenger e relativo scarto ..... 10

Tabella 3: Distribuzione percentuale Arrivi e Decolli da testata pista 30 e 12 per l’anno 2023 ..... 18

Tabella 4: Distribuzione percentuale Decolli e Atterraggi per ciascun mese dell’anno 2023 ..... 19

Tabella 5: Distribuzione percentuale Fleet mix per l’anno 2023 ..... 19

Tabella 6: Distribuzione statistica generale dei decolli da testata pista 12 su sei rotte (1-6) ..... 20

Tabella 7: Distribuzione statistica specifica per tipologia di velivolo dei decolli da testata pista 12 su sei rotte (1-6) (riportati i valori dei primi dieci velivoli con voli più frequenti per l’anno 2023) ..... 21

Tabella 8: Distribuzione statistica dei decolli da testata pista 30 su sedici rotte (101-305) ..... 21

Tabella 9: Metrica L<sub>va</sub> ..... 21

Tabella 10: Settimane di picco dell’anno 2023 per la valutazione degli impatti con la metrica L<sub>va</sub> ..... 21

Tabella 11: Metrica L<sub>eq</sub> ..... 22

Tabella 12: Emissioni NOx e PM10 del traffico aereo del 2023 ..... 29

Tabella 13: Emissioni NOx e PM10 dello Scenario 2025 da Masterplan ..... 30

## 1 Premessa

il Piano di Sviluppo Aeroportuale dell'Aeroporto di Bologna, redatto nell'anno 2009 e successivamente approvato da ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) nel febbraio del 2016, è stato soggetto ad un aggiornamento, la cui motivazione principale risiede in un cambiamento del traffico stimato. L'aggiornamento del Piano di Sviluppo Aeroportuale (PSA) provvede ad estendere l'orizzonte temporale dall'anno 2023 al 2030. Le previsioni di traffico effettuate vengono quindi posticipate temporalmente a causa di un cambiamento significativo del trend legato alla diversa tipologia di traffico.

Una conseguenza di tale cambiamento comporta anche la nascita di esigenze infrastrutturali differenti rispetto al piano originale. Si è reso quindi necessario aggiornare il Piano di Sviluppo Aeroportuale, al fine di allineare il piano con le esigenze attuali e future. Gli interventi previsti sono mirati a creare una configurazione più compatta del sedime aeroportuale che prevede un efficientamento delle infrastrutture esistenti e un incremento complessivo della capacità. L'aggiornamento delle nuove infrastrutture previste dal piano presenta numerosi benefici ambientali, legati sia al minor consumo di suolo sia al minor fabbisogno energetico garantito dalla riduzione delle volumetrie.

A fronte dell'aggiornamento del Masterplan 2016 – 2030, presentato da ENAC, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha sancito l'esclusione dalla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) dell'Aeroporto di Bologna a condizione che venissero osservate una serie di vincoli specificati nel Provvedimento Direttoriale n°434 del 26/11/2018 - Condizione ambientale n° 4. Si riportano di seguito i punti soggetti alla verifica di ottemperanza:

- a) verificare nel 2024, l'andamento del traffico aereo rispetto alle stime del Masterplan 2016 – 2023;
- b) analizzare, assumendo come anno di riferimento di analisi il 2023 (coincidente con l'orizzonte finale del Masterplan 2016-2023), gli impatti ambientali per le componenti ambientali rumore ed atmosfera;
- c) confrontare le stime con quelle svolte nell'ambito della VIA e nell'ambito dello studio preliminare ambientale.

L'obiettivo del presente documento consiste nell'analizzare ciascuno dei punti in elenco attraverso una serie di studi che riguardano principalmente l'analisi dello schedulato da consuntivo 2023 e le simulazioni della componente rumore ed atmosfera attraverso il software AEDT.

Nello specifico per quanto riguarda lo studio degli impatti relativi a rumore ed emissioni si è ritenuto opportuno effettuare un'analisi di confronto degli impatti ambientali rispetto allo scenario dell'anno 2020 considerato nel PSA. Infatti, quest'ultimo risulta essere l'anno che ha registrato valori di traffico che approssimano nel modo migliore il traffico registrato nell'anno di riferimento 2023.



Figura 1: Vista aerea aeroporto di Bologna (Fonte Google Earth)

## 1.1 Dati di traffico

In riferimento al Provvedimento Direttoriale n°434 del 26/11/2018 - Condizione ambientale n° 4, si riporta di seguito l'analisi relativa alla verifica dell'andamento del traffico aereo, aggiornate al dato di consuntivo per l'anno 2023, rispetto alle stime del Masterplan 2016 - 2023 elaborate per l'Aeroporto di Bologna. Relativamente alle proiezioni di traffico inserite nel Piano di Sviluppo Aeroportuale 2016-2030, la stima della previsione di domanda passeggeri e merci si basava su tre diversi scenari evolutivi, considerando per ciascuno di essi elementi come il tasso di crescita del traffico dello Scalo negli anni precedenti, le stime relative alla crescita del PIL nazionale e gli scenari previsionali del settore aeroportuale a livello europeo. Di seguito si riportano in breve i tre scenari considerati, così come descritti nel Piano di Sviluppo Aeroportuale:

- Scenario di base: si considera una crescita positiva pressoché costante sia del traffico di linea che di quello low cost. Nel primo caso veniva ipotizzato un investimento da parte delle compagnie aeree più importanti nel settore con un incremento delle frequenze verso i loro hub di riferimento;
- Scenario di minima: nello scenario di crescita minima venivano considerati o la cancellazione di alcune operazioni dei vettori tradizionali e quindi del traffico di feederaggio verso i loro hub, o la sensibile diminuzione dei collegamenti low cost, o una limitata possibilità di crescita del numero dei collegamenti intercontinentali.
- Scenario di massima: rispetto allo scenario base, si considerano le stesse ipotesi in termini di traffico, ma in un periodo più breve, a cui si aggiunge un incremento maggiore del traffico low cost nel medio-lungo periodo;

Al fine di effettuare un confronto tra l'andamento effettivo del traffico fino all'anno 2023 e le stime precedentemente descritte, si è deciso di considerare utilizzare il traffico dello Scenario di massima in



quanto maggiormente rappresentativo dell'andamento di traffico registrato. I dati utilizzati per analizzare lo stato attuale del traffico dell'Aeroporto fanno riferimento a elaborazioni effettuate da Assaeroporti.

### Confronto Dati di Traffico: movimenti

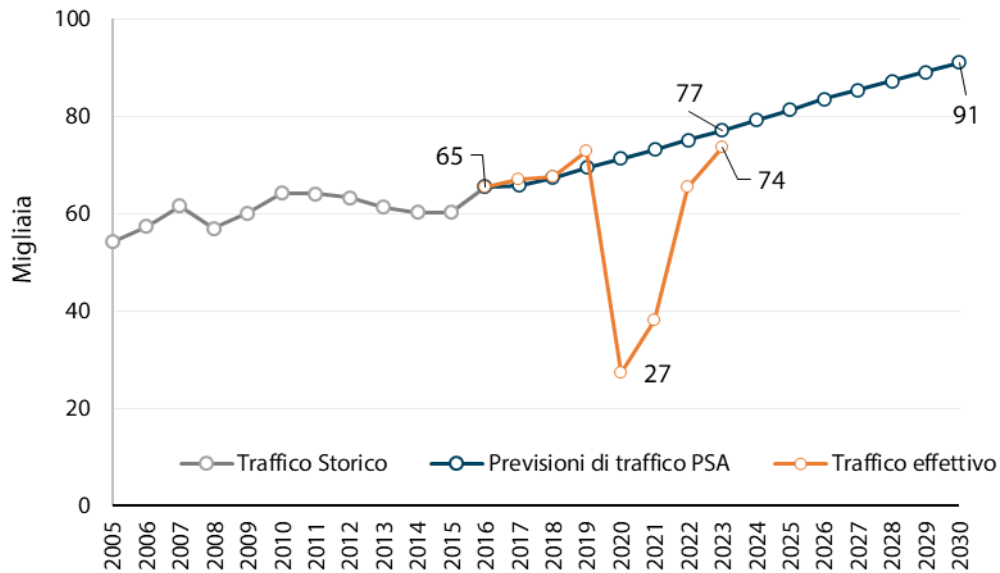


Figura 2: Confronto movimenti annuali previsti nel Piano di Sviluppo Aeroportuale 2016-2030 con i dati effettivi fino all'anno 2023

### Confronto Dati di Traffico: passeggeri

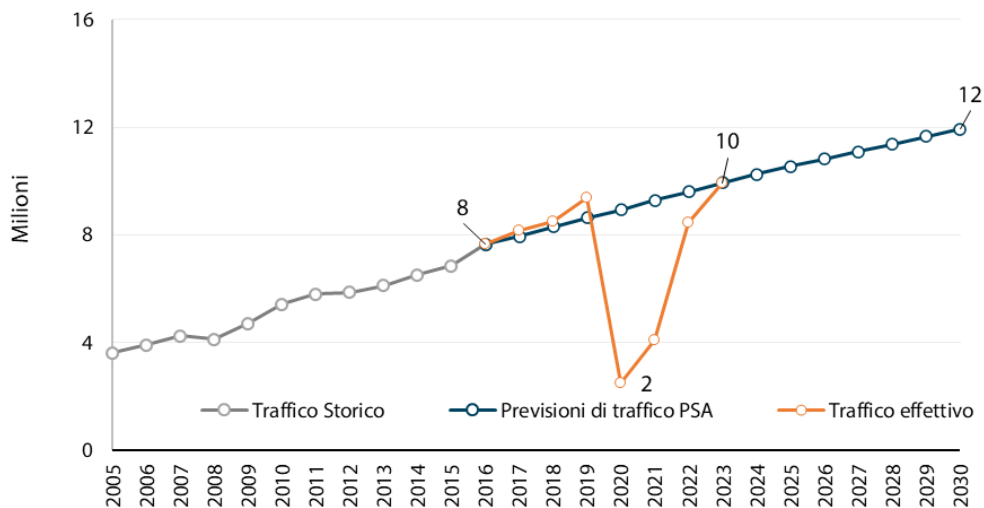


Figura 3: Confronto passeggeri annuali previsti nel Piano di Sviluppo Aeroportuale 2016-2030 con i dati effettivi fino all'anno 2023

Di seguito viene riportato il confronto tra le proiezioni di traffico inserite nel PSA e lo stato effettivo del traffico aereo all'anno 2023, sia in termini di movimenti che in termini di passeggeri. Dal confronto emerge che il dato di traffico previsto al 2023 dal PSA risulta confermato dal dato effettivamente registrato.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Previsioni PSA</b>	65,461	65,814	67,322	69,443	71,248	73,155	75,113	77,123
<b>Traffico effettivo</b>	65,461	67,088	67,563	72,883	27,332	38,029	65,505	73,718
<b>Delta % Traffico effettivo-PSA</b>	0.0%	1.9%	0.4%	5.0%	-61.6%	-48.0%	-12.8%	-4.4%

**Tabella 1: Movimenti da previsioni PSA e consuntivo e relativo scarto**

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Previsioni PSA (MAP)</b>	7,662	7,950	8,305	8,651	8,934	9,291	9,616	9,953
<b>Traffico effettivo (MAP)</b>	7,662	8,182	8,489	9,383	2,497	4,091	8,477	9,953
<b>Delta % Traffico effettivo-PSA</b>	0%	3%	2%	8%	-72%	-56%	-12%	0,01%

**Tabella 2: Passeggeri da previsioni PSA e consuntivo in Milion Annual Passenger e relativo scarto**

Dalle tabelle si nota inizialmente che l'andamento di traffico registrato tra 2016 e il 2019 risulta essere aderente e conforme a quanto previsto nel Piano di Sviluppo Aeroportuale 2016-2030. Successivamente è possibile evidenziare come l'andamento di traffico registrato tra il 2020 e il 2022 risulti essere caratterizzato da una forte riduzione del traffico dovuto agli effetti della Pandemia Covid19. Gli anni successivi a questo periodo hanno mostrato una ripresa progressiva e graduale dei volumi di traffico raggiungendo, per il terzo trimestre dell'anno 2022, i livelli del 2019.

Per l'anno 2023 il numero di movimenti registrati risulta essere il valore che più si avvicina alle previsioni riportate nel Piano di Sviluppo Aeroportuale nel periodo seguente al biennio 2019-2020 della pandemia. Sempre per l'anno di riferimento 2023 si può notare come a parità di numero di passeggeri, considerando uno scarto dell'ordine del 0.01%, il numero di movimenti previsto nel Piano di Sviluppo Aeroportuale sia maggiore del numero di movimenti effettivi registrati.

## 2 La gestione del rumore aeroportuale

Nella presente sezione si riportano le informazioni inerenti le modalità di gestione dell'inquinamento acustico aeroportuale.

### 2.1 Zonizzazione acustica aeroportuale

Presso l'Aeroporto di Bologna è definita la zonizzazione acustica aeroportuale approvata in sede di Commissione aeroportuale istituita ai sensi del DM 31/10/1997. Rispetto ai limiti previsti dalla normativa sull'uso del territorio, si evidenzia che nel recepire la zonizzazione in sede urbanistica il Comune di Bologna ha esteso i limiti residenziali alla Zona A al fine di ridurre al minimo, nel proprio territorio di competenza, l'incremento di densità abitativa nell'intorno aeroportuale. La zonizzazione acustica aeroportuale vigente è mostrata nella figura seguente.

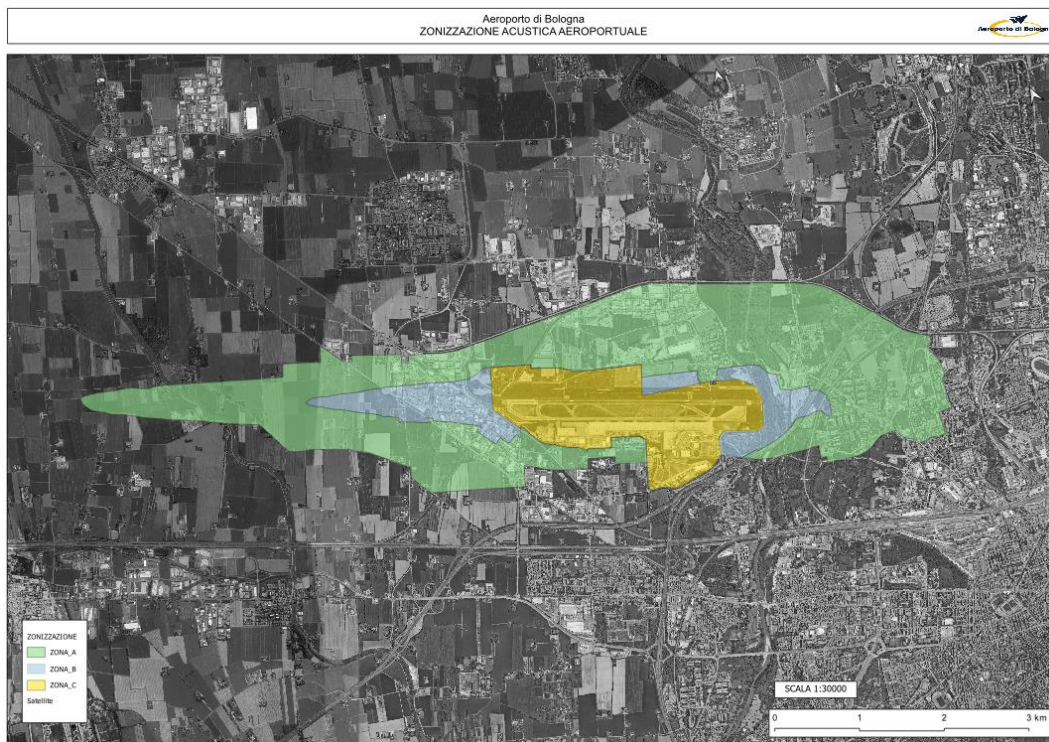


Figura 4: Zonizzazione acustica aeroportuale dello Scalo di Bologna

### 2.2 Procedure operative antirumore

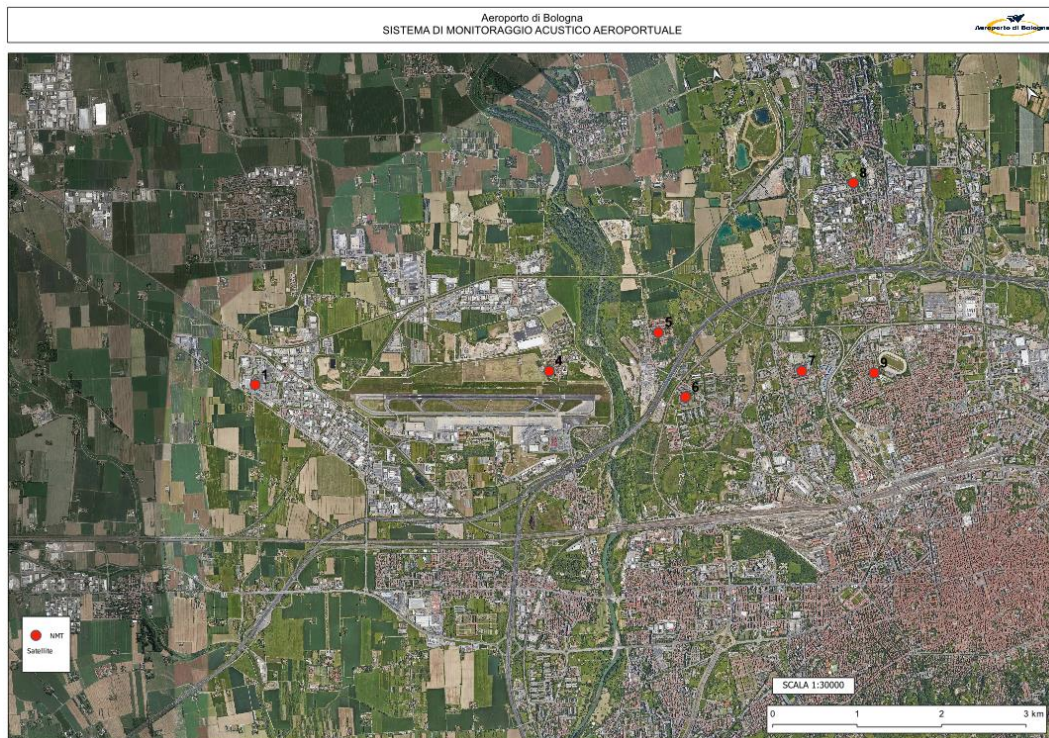
Per la gestione del rumore prodotto dalle attività di volo sono in vigore procedure operative antirumore elencate nel seguito:

- a) per decolli pista 12, definizione di procedura di salita iniziale (ICP – Initial Climb Procedure) che prevede, appena dopo il decollo, la virata verso nord raggiunti i 520 piedi di quota, finalizzata a contenere il sorvolo delle aree abitate situate nel settore Est dell'intorno aeroportuale;

- b) nella fascia oraria diurna (06:00-23:00) i decolli avvengono preferenzialmente per pista 30, salvo motivi ATC ovvero salvo diversa richiesta del pilota per motivi meteo e di sicurezza;
- c) nella fascia oraria notturna (23.00 - 06.00) i decolli avvengono obbligatoriamente per pista 30, salvo diversa richiesta del pilota per motivi meteo o di sicurezza, mentre gli atterraggi avvengono obbligatoriamente per pista 12, salvo diversa richiesta del pilota per motivi meteo o di sicurezza.

### 2.3 Sistema di monitoraggio acustico aeroportuale

L'aeroporto di Bologna è dotato di un sistema di monitoraggio acustico costituito da 7 stazioni mobili localizzate nell'incontro aeroportuale come mostrato nella figura seguente.



**Figura 5: Sistema di monitoraggio acustico dello Scalo di Bologna**

Il sistema consente la acquisizione automatica dei tracciati radar ENAV e li correla con i dati acustici derivanti dalle centraline. Il Gestore aeroportuale provvede mensilmente alla elaborazione dei dati di rumore e predispone rapporti tecnici trasmessi agli enti ed Autorità locali, nonché alle rappresentanze del Comitato cittadini residenti nel Quartiere Navile. Analoghi dati sono inoltre pubblicati sul sito internet<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> <https://www.bologna-airport.it/innovability/sostenibilita/ambiente-ed-energia/rumore/lva/?idC=61716>

Inoltre, il Gestore aeroportuale analizza ed elabora i dati di traffico inerenti i sorvoli notturni (in decollo e atterraggio) operati sul settore est (Decolli pista 12 e atterraggi pista 30) nell'ambito di un programma di comunicazione e informazione esterna definito in collaborazione con le amministrazioni locali. I dati di sorvolo notturno sono resi pubblici sul sito internet<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> <https://www.bologna-airport.it/innovability/sostenibilita/ambiente-ed-energia/rumore/monitoraggio-del-rumore-e-del-traffico/?idC=62382>

### **3 Monitoraggio della qualità dell'aria**

L'aeroporto di Bologna è dotato dal 2018 di un sistema di monitoraggio dell'aria costituito da due stazioni fisse localizzate nelle vicinanze del sedime aeroportuale. Le stazioni rilevano la concentrazione di una serie di parametri (NO, PM10, PM 2,5 Benzene) e sono gestite da ARPA Emilia-Romagna nell'ambito della rete regionale di rilevamento. A cadenza mensile ARPAE effettua la elaborazione dei dati di monitoraggio confrontando i dati delle due stazioni con quelli di altre stazioni situate in territorio comunale. ARPAE inoltre produce report che trasmette al Gestore aeroportuale e che sono resi disponibili al pubblico attraverso il sito dell'aeroporto. A cadenza annuale, infine, ARPAE effettua una elaborazione complessiva dei dati con elaborazioni correlate all'andamento del traffico aereo. Sinora le elaborazioni fornite da ARPAE non hanno riscontrato significative correlazioni fra i livelli di concentrazione degli inquinanti e il traffico aeroportuale operato.

## 4 Modello matematico – statistico AEDT

L'Aviation Environmental Design Tool (AEDT) è un software sviluppato dalla Federal Aviation Administration (FAA) con l'obiettivo di sostituire i modelli precedenti, Integrated Noise Model (INM) ed Emission and Dispersion Modelling System (EDMS).

In questo capitolo vengono sinteticamente specificate le ragioni che hanno portato alla scelta dell'utilizzo del modello AEDT invece dell'utilizzo dei due diversi modelli INM e EDMS. Per i dettagli tecnici sulle differenze legate alla componente rumore ed atmosfera, si rimanda ai rispettivi Capitoli 5 e 6.

INM e EDMS sono stati sostituiti negli Stati Uniti nel maggio 2015, a seguito dell'elaborazione di un modello più aggiornato (AEDT). L'Agenzia Europea per la Sicurezza Aerea (EASA), con il Notice of proposed Amendment 2017 – 01, propose l'adozione in tempi brevi, anche in Europa, di questo modello matematico. Gli enti sovranazionali ICAO, EASA, nonché la VIII COMMISSIONE PARLAMENTARE (ambiente, territorio e lavori pubblici) e la IX COMMISSIONE (trasporti, poste e telecomunicazioni), della Camera hanno richiesto l'adozione di questo strumento anche in Italia, in quanto si ritengono i modelli INM e EDMS ormai sorpassati ed utilizzanti database non più aggiornati per rappresentare le condizioni reali di impatto sonoro ed emissivo sul territorio. Dal 31.12.2018 è entrata in vigore la Direttiva europea n. 996/2015 (recepita dall'Italia con l'art. 7 del D. Lgs. n. 42/2017) che stabilisce nuovi criteri per la simulazione con modelli matematici dell'impatto acustico delle varie sorgenti sonore, tra cui quelle del traffico aereo: è prassi comune utilizzare AEDT per valutare gli impatti della componente rumore ed atmosfera in ambito aeroportuale, col fine di utilizzare i più recenti modelli matematici e soddisfare i criteri stabiliti dalla direttiva. Nonostante l'ENAC non si sia formalmente pronunciata sull'esclusivo uso di AEDT come unico modello riconosciuto per la componente rumore ed atmosfera in ambito aeroportuale, è prassi comune l'utilizzo di questo modello.

AEDT è in grado di meglio simulare e approssimare i contributi di rumore e di emissioni richieste come output per l'aeroporto di riferimento. In particolare, l'utilizzo di AEDT contribuisce ad accrescere il livello di accuratezza nel calcolo delle performance e delle emissioni dei velivoli in esame, in quanto utilizza database contenenti i più recenti dati sulle performance dei velivoli permettendo quindi di incrementare di pari passo la precisione globale dell'output fornito dal software e di conseguenza a diminuire lo scarto tra la simulazione e lo stato effettivo reale.

Per tali ragioni, si è ritenuto indispensabile l'utilizzo del modello AEDT in questa verifica di ottemperanza, migliorando quanto precedentemente sviluppato e permettendo un'analisi congrua, dettagliata e completa della componente rumore ed atmosfera.

Si sottolinea, inoltre, essere comprovato da FAA che AEDT produce risultati di modellazione cautelativi rispetto ad EDMS. Nonostante questo, al fine di utilizzare gli strumenti più adatti e conformi, la verifica è stata eseguita con questo software. Nei capitoli successivi verrà analizzato nel dettaglio come AEDT si pone come il software di riferimento sia per la modellazione del rumore che per il calcolo delle emissioni, dal punto di vista dell'accuratezza raggiunta in confronto ai modelli precedenti.

A scopo informativo e di maggiore chiarezza, si ricorda che i modelli matematici effettuano delle previsioni sugli impatti delle componenti rumore ed atmosfera: di conseguenza, presenteranno un relativo margine di errore rispetto alla realtà. Il discostamento tra il modello e le rilevazioni sul territorio non deve

considerarsi come un errore sistematico ma come l'approssimazione di un modello matematico alla rappresentazione della realtà.



## 5 Matrice acustica

In questo capitolo, oltre ai dettagli tecnici delle differenze tra i modelli AEDT e INM, si descrivono la modellazione, compresi i dati utilizzati come input, e le risultanze della matrice acustica.

### 5.1 Modello AEDT ed INM

Il software di simulazione AEDT si basa sugli stessi algoritmi di INM, con alcune differenze che verranno introdotte e discusse successivamente, sfruttando però database più recenti in merito sia ai livelli di rumore emessi sia alle performance di volo.

AEDT è stato rilasciato nel 2015 ed è stato progettato con la finalità di modellare le operazioni aeronautiche nello spazio e nel tempo valutando simultaneamente il rumore prodotto, le emissioni in atmosfera e il consumo di carburante nel sistema aeroportuale servendosi di un unico modello. Esso si pone attualmente come standard nella modellazione dell'impatto del rumore aeroportuale. Per quanto concerne la normativa di riferimento, la FAA ne demanda suo utilizzo e l'ICAO CAEP ne raccomanda l'impiego per la realizzazione di valutazioni di impatto ambientale.

#### 5.1.1 Similitudini e differenze

Il software di modellazione AEDT introduce migliorie e nuove funzionalità rispetto ai suoi predecessori.

Tra queste è importante citare i seguenti aggiornamenti constatati nel confronto tra i due modelli:

- AEDT si serve dei più recenti modelli di assorbimento atmosferico ed introduce la possibilità di usare dati meteorologici specifici per ciascun aeroporto analizzato, fornendo anche dati su medie annuali e medie di lungo termine. L'utilizzo dei dati di assorbimento atmosferico e di dati atmosferici puntuali comporta una stima degli impatti del rumore aeroportuale più fedele alla realtà.
- AEDT discretizza i profili di volo con un numero maggiore di segmenti, il che permette di raggiungere un livello maggiore di precisione di calcolo. AEDT e INM modellano e suddividono i percorsi di volo in segmenti, i quali contengono i dati specifici di ciascun aeromobile. AEDT modella ciascun flight path con più segmenti, elemento che ha dimostrato di approssimare meglio i cambiamenti dello stato dell'aeromobile.
- AEDT utilizza il più recente Aircraft Noise and Performance model (ANP) e in aggiunta include il Base of Aircraft Data (BADA) performance model. INM invece si serve unicamente del database ANP. Quest'aspetto risulta fondamentale per una corretta modellazione e calibrazione degli aeromobili, anche quelli di ultima generazione. AEDT consente inoltre di definire vincoli di altitudine e velocità direttamente sulla traiettoria di volo modellata, a differenza di INM che utilizza unicamente profili verticali ANP. Questi elementi sono un valore aggiunto per quanto riguarda la precisione del modello.
- AEDT include un aggiornamento sulla computazione delle emissioni acustiche durante le virate a causa dell'aggiornamento dei calcoli dell'angolo di inclinazione (bank angle): il software fornisce quindi valori di rumore emesso più accurato durante le virate.

- AEDT include un aggiornamento sulle modalità in cui il software modella l'impatto della posizione del motore sulla fusoliera, o sulle ali del velivolo nei confronti della propagazione e schermatura del rumore, permettendo di ottenere analisi più accurate.

I punti precedentemente elencati contribuiscono ad accrescere il livello di precisione del sistema. La scelta del modello da utilizzare per gli studi effettuati nel presente documento è, perciò, ricaduta sul più recente e accurato modello di simulazione, AEDT, che contiene inoltre i più recenti dati sulle performance della flotta.

### 5.1.2 Limiti ed incertezze di AEDT per la componente rumore

Il modello utilizzato per effettuare le analisi nel presente studio, AEDT versione 3e, è il risultato di una serie di progressivi aggiornamenti volti a migliorare sempre di più l'accuratezza del modello nelle simulazioni prodotte.

Esistono attualmente diversi documenti che forniscono una quantificazione dell'accuratezza complessiva di AEDT al suo livello più alto di fedeltà e della sensibilità delle previsioni di rumore che si basano però su varie ipotesi di input e su varie tipologie di modelli utilizzati per le analisi. In generale, è stato riscontrato che i valori di rumore emessi dalle modellazioni con AEDT, rispetto ad INM, siano cautelativi in corrispondenza delle fasi di atterraggio, mentre siano sottostimate in corrispondenza delle virate in fase di decollo. Riguardo all'accuratezza del software, AEDT è un modello di simulazione che, in base agli svariati parametri di input che si possono utilizzare per simulare scenari più fedeli alla realtà, simula l'impatto del rumore sull'area investigata. Di conseguenza, gli scostamenti dei valori simulati rispetto ai valori effettivamente registrati dalle stazioni di monitoraggio, dipenderanno da un insieme di molteplici fattori, come i dati meteo utilizzati, il modello del terreno utilizzato e il modello di assorbimento atmosferico, in quanto impatteranno sulla propagazione del rumore sull'area investigata. Al fine di una modellazione più accurata possibile, sono stati utilizzati i dati più recenti disponibili e si è provveduto a diverse iterazioni per la calibrazione del modello.

## 5.2 Dati di Input e data processing

Al fine di realizzare l'analisi degli impatti ambientali della componente rumore del traffico 2023, sono stati analizzati i seguenti dati di input:

- Traffico a consuntivo del 2023, ricavato dai dati pubblicati da Assaeroporti e dal giornale del volato di AdB
- Modello INM dello scalo di Bologna.

Analizzando i dati di traffico forniti, è stato possibile risalire alla distribuzione percentuale dei movimenti effettuati dallo scalo in termini di decolli e atterraggi, sia per testata pista 12 che 30, per ciascun mese dell'anno 2023, e la distribuzione percentuale delle tipologie di aerei che hanno volato sullo scalo.

A12	A30	D12	D30
37%	13%	27%	23%

**Tabella 3: Distribuzione percentuale Arrivi e Decolli da testata pista 30 e 12 per l'anno 2023**

Mese	%A12/Atot	%A30/Atot	%D12/Dtot	%D30/Dtot
<b>Gennaio</b>	70.2%	29.8%	47.3%	52.7%
<b>Febbraio</b>	72.5%	27.5%	52.0%	48.0%
<b>Marzo</b>	69.6%	30.4%	53.0%	47.0%
<b>Aprile</b>	75.6%	24.4%	59.0%	41.0%
<b>Maggio</b>	70.7%	29.3%	58.3%	41.7%
<b>Giugno</b>	79.4%	20.6%	55.7%	44.3%
<b>Luglio</b>	82.3%	17.7%	59.8%	40.2%
<b>Agosto</b>	82.2%	17.8%	61.5%	38.5%
<b>Settembre</b>	76.4%	23.6%	55.0%	45.0%
<b>Ottobre</b>	79.6%	20.4%	56.3%	43.7%
<b>Novembre</b>	69.0%	31.0%	45.1%	54.9%
<b>Dicembre</b>	54.7%	45.3%	32.8%	67.2%

**Tabella 4: Distribuzione percentuale Decolli e Atterraggi per ciascun mese dell'anno 2023**

Gruppo	Descrizione	%/Tot
<b>B738</b>	Boeing 737-800	33.2%
<b>A320</b>	Airbus A320	12.7%
<b>B38M</b>	Boeing 737 MAX 8	11.2%
<b>A319</b>	Airbus A319	4.3%
<b>E195</b>	Embraer 195	4.3%
<b>A321</b>	Airbus A321	3.4%
<b>E190</b>	Embraer 190	3.4%
<b>A21N</b>	Airbus A321 NEO	3.1%
<b>BCS3</b>	Airbus A220-300	2.9%
<b>A20N</b>	Airbus A320 NEO	2.7%
<b>Altro</b>	Altri modelli	18,8%

**Tabella 5: Distribuzione percentuale Fleet mix per l'anno 2023**

Dalla Tabella 6 è possibile notare come l'insieme dei modelli B738, A320, B38M, A321, A321NEO e A320 NEO ricopra circa il 66% del traffico operante sullo Scalo di Bologna. Di questi, il 17% è ricoperto da aerei di ultima generazione, quali il l'A321NEO, il B737MAX e l'A320 NEO, il cui numero è previsto in aumento a seguito dell'ammodernamento della flotta dei rispettivi modelli precedenti. È importante sottolineare che l'inserimento sempre più marcato di questi aeromobili di nuova generazione nel fleet mix operante presso lo Scalo porterà un'importante riduzione del rumore aeroportuale.

E' stato analizzato e manipolato lo schedato, mantenendo comunque uno scenario simile al modello INM, in modo tale da permettere un confronto tra i due modelli. Nello specifico, sono state svolte analisi di dettaglio dei dati di input di traffico aereo. È stato possibile analizzare gli aeroporti di origine e di destinazione di ciascun volo che hanno permesso poi di ottenere una stima dello stage length di ciascuna

operazione. Tale parametro permette di tenere conto del peso al decollo degli aeromobili che dipende dalla quantità di carburante imbarcato e, quindi, di meglio stimare l’impatto al suolo del rumore che l’aeromobile genera. Successivamente, il traffico in decollo e in atterraggio da e per lo Scalo di Bologna è stato distribuito su una serie di traiettorie radar di decollo.

Il traffico in decollo da pista 30 è stato ripartito su sedici track, mentre il traffico in decollo da pista 12 è stato ripartito su sei track. Sono state utilizzate le analisi di distribuzione statistica, fornite dallo Scalo, per assegnare a ciascuna operazione la track corrispondente. Si evidenziano di seguito le track di riferimento sia per decollo da testata pista 30 che 12, e i valori presi a riferimento per le distribuzioni statistiche sopraccitate.

Per i decolli da pista 12, che si dirigono verso la città di Bologna, con lo scopo di ottenere uno scenario più aderente alla realtà, lo Scalo ha fornito per determinati modelli di aeromobili analisi specifiche sulle rotte utilizzate.

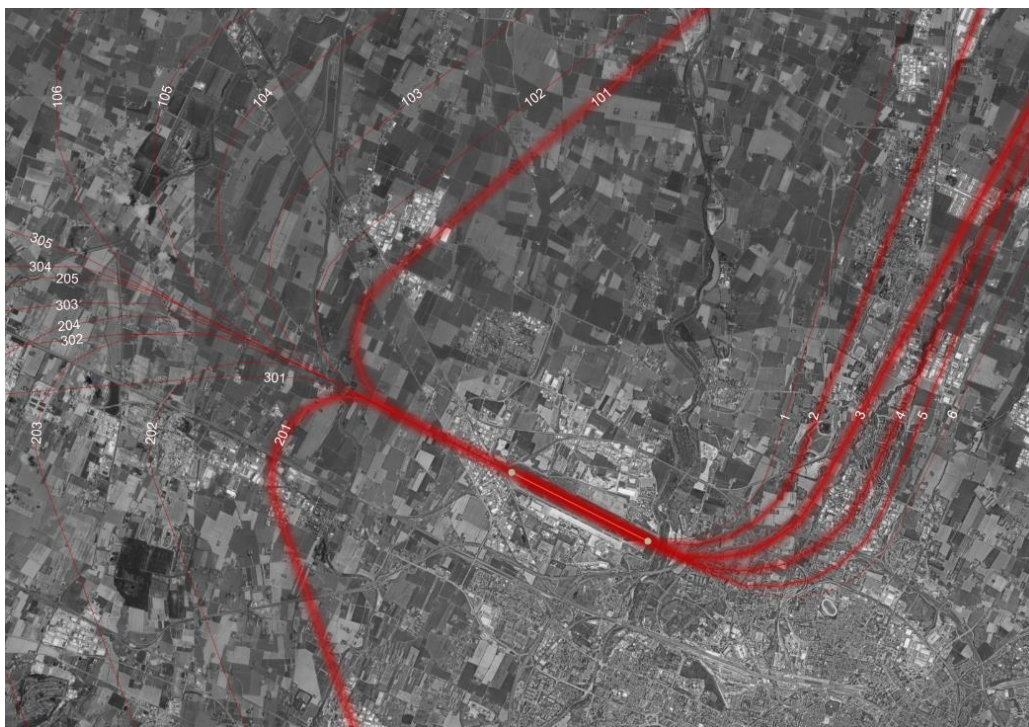


Figura 6: Heat map distribuzione statistica dei decolli sulle diverse rotte

Decolli RWY12					
1	2	3	4	5	6
1.80%	14.89%	48.20%	29.85%	4.85%	0.42%

Tabella 6: Distribuzione statistica generale dei decolli da testata pista 12 su sei rotte (1-6)

Decolli RWY12						
Tipo Velivolo	1	2	3	4	5	6
<b>A20N</b>	3.23%	58.06%	35.48%	3.23%	0.00%	0.00%
<b>A21N</b>	0.00%	12.50%	57.14%	30.36%	0.00%	0.00%
<b>A319</b>	1.75%	26.32%	66.67%	5.26%	0.00%	0.00%

<b>A320</b>	0.53%	21.58%	62.11%	15.26%	0.53%	0.00%
<b>A321</b>	0.00%	7.89%	55.26%	36.84%	0.00%	0.00%
<b>B38M</b>	0.00%	5.67%	46.39%	43.81%	4.12%	0.00%
<b>B738</b>	0.00%	5.49%	48.31%	41.35%	4.85%	0.00%
<b>BCS3</b>	6.06%	54.55%	36.36%	3.03%	0.00%	0.00%
<b>E190</b>	0.00%	11.76%	55.88%	20.59%	11.76%	0.00%
<b>E195</b>	2.22%	28.89%	53.33%	13.33%	2.22%	0.00%

**Tabella 7: Distribuzione statistica specifica per tipologia di velivolo dei decolli da testata pista 12 su sei rotte (1-6) (riportati i valori dei primi dieci velivoli con voli più frequenti per l'anno 2023)**

Decolli RWY30															
101	102	103	104	105	106	201	202	203	204	205	301	302	303	304	305
43%	1%	1%	1%	1%	1%	43%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%

**Tabella 8: Distribuzione statistica dei decolli da testata pista 30 su sedici rotte (101-305)**

## L<sub>va</sub>

La metrica L<sub>va</sub> – Livello di rumore aeroportuale è definita dal Decreto Ministeriale 31/10/1997. La metrica considera i movimenti aerei del giorno medio calcolato sulle tre settimane di maggior traffico dell'anno in considerazione e pesa l'impatto delle operazioni sul rumore calcolato seguendo il seguente schema:

Periodo	Finestra oraria	Peso
<b>Diurno</b>	06:00:00 - 22:59:59	1
<b>Notturmo</b>	23:00:00 – 05:59:59	10

**Tabella 9: Metrica L<sub>va</sub>**

Nel 2023, nelle tre settimane di picco identificate dal Decreto Ministeriale 31/10/97, sono stati registrati 5350 movimenti, la cui ripartizione è riportata nella tabella sottostante:

Quadrimestre	Periodo	Movimenti
<b>I° QUAD:</b> 1 Gennaio – 31 Gennaio; 1 Ottobre – 31 Dicembre	1/10/2023 – 07/10/2023	1752
<b>II° QUAD:</b> 1 Febbraio – 31 Maggio	10/05/2023 – 16/05/2023	1750
<b>III° QUAD:</b> 1 Giugno – 30 Settembre	26/07/2023 – 01/08/2023	1848

**Tabella 10: Settimane di picco dell'anno 2023 per la valutazione degli impatti con la metrica L<sub>va</sub>**

A partire dalle operazioni investigate, è stato possibile sviluppare uno schedario contenente le sole operazioni per la valutazione degli impatti della metrica L<sub>va</sub>, ottenendo un giorno di picco medio con un numero di movimenti pari a 254.76.

**L<sub>eq</sub>**

La metrica L<sub>eq</sub> – Equivalent Continuous Sound Pressure Level è stata utilizzata per valutare gli impatti della componente rumore del traffico aereo annuale. La metrica valuta le operazioni aeree secondo le finestre orarie e i pesi riportati in tabella.

Periodo	Finestra oraria	Peso
Diurno	06:00:00 - 21:59:59	1
Notturmo	22:00:00 – 05:59:59	1

**Tabella 11: Metrica L<sub>eq</sub>**

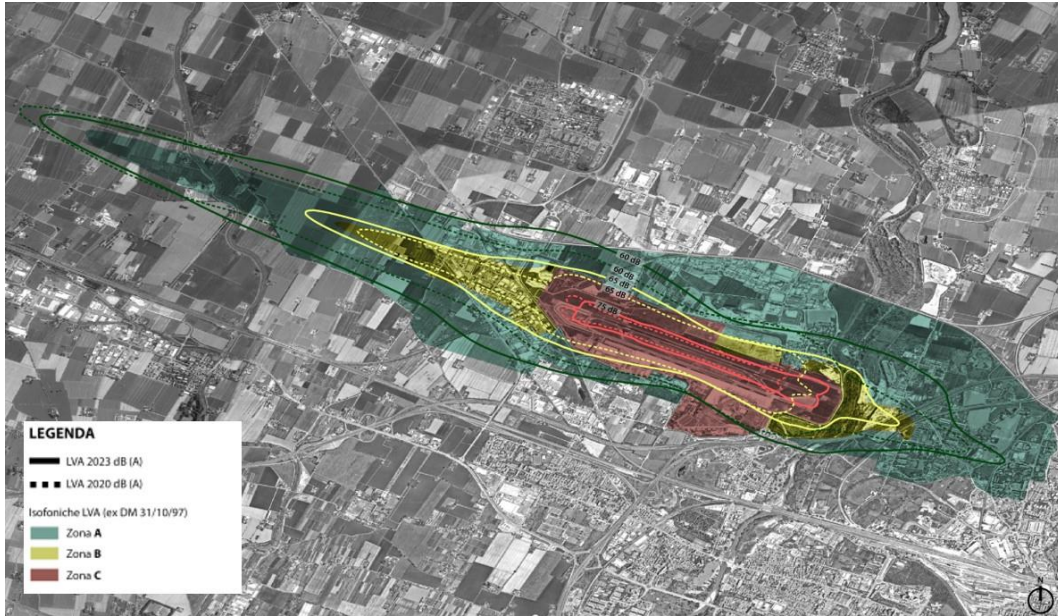
Nella valutazione degli impatti della componente rumore con la metrica L<sub>eq</sub>, è stato scelto di suddividere lo schedario in voli diurni, ottenendo un giorno medio di 183.27 movimenti, e voli notturni, con un giorno medio di 32.23 movimenti, dando continuità con quanto fatto in passato e permettendo un confronto immediato dei relativi impatti.

### 5.3 Confronto risultati 2023 con Masterplan 2020

Per confrontare i risultati degli impatti ambientali del 2023 con le analisi realizzate nel Masterplan, è stato quindi preso come scenario di riferimento il 2020, in quanto presenta un numero di movimenti prossimo a quelli consuntivati nell'anno 2023.

Nell'immagine sottostante sono raffigurate le curve L<sub>va</sub> 2023, rappresentate con una linea continua, e le curve presentate nel Masterplan per lo scenario L<sub>va</sub> 2020, in linea tratteggiata.

Si ricorda che i due modelli sono stati sviluppati con software diversi. INM è stato usato per i modelli usati all'interno del PSA e AEDT per i nuovi modelli sviluppati per questa verifica di ottemperanza. La scelta dell'utilizzo di AEDT, come già dettagliatamente affrontato nei paragrafi precedenti, è dovuta al fatto che AEDT rappresenta l'evoluzione migliorativa di INM.



**Figura 7: Isofoniche  $L_{va}$  2020 da PSA (linea tratteggiata) e 2023 (linea continua)**

Dalla Figura 7 si nota come le isofoniche dei due scenari siano confrontabili per magnitudo e che principalmente differiscono per le aree impattate. Si nota, in ogni caso, che lo scenario 2023 cade su un'area leggermente maggiore rispetto a quello pronosticato nel PSA ad orizzonte 2020. In primis, questo è dovuto al fatto che i movimenti nelle tre settimane di picco del 2023 sono maggiori rispetto a quelle del 2020. Nel 2023 i movimenti nelle settimane di picco sono 5350, l'equivalente di 254.76, mentre nel 2020 sono 4579, l'equivalente di 218 movimenti. L'incremento dei movimenti nello scenario del 2023, rispetto al 2020, pari a circa il 16%, comporta che le isofoniche del 2023 impattino su un'area maggiore rispetto alle curve prodotte per il 2020. Come già accennato, l'impatto risulta essere contenuto. Infatti, il cambio di fleet mix, che nel 2023 vede aeromobili più performanti usare lo Scalo, comporta notevoli benefici sul rumore, che insieme a specifiche azioni mitigative che l'Aeroporto ha portato avanti negli anni, hanno ridotto gli impatti.

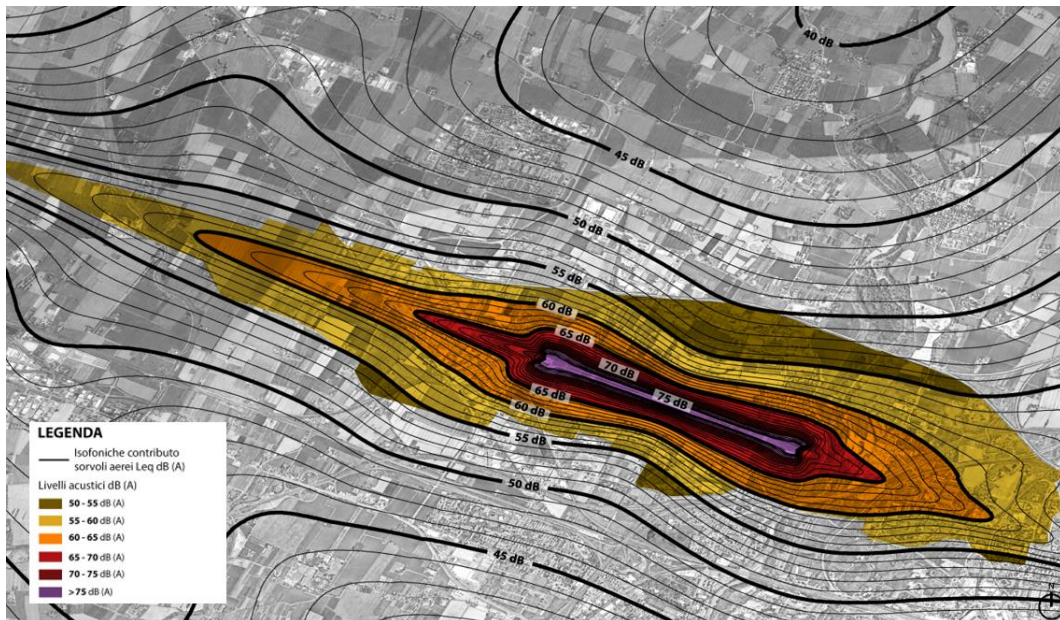
Si possono notare anche delle differenze nella zona ad est dello Scalo, dove le curve del 2023 impattano aree diverse rispetto quelle del 2020. Questo è dovuto non solo alla maggiore accuratezza di AEDT, ma anche all'utilizzo di diverse procedure, sviluppate da ENAV insieme ad AdB, che hanno l'obiettivo di mitigare il rumore prodotto dagli aeromobili durante le fasi di decollo. Infatti, nel 2023 si nota che gli aeromobili in decollo da pista 12 tendono ad effettuare una manovra di virata immediatamente dopo il decollo rispetto a quanto previsto nel PSA. Questa distribuzione operativa delle rotte di decollo presenta sensibili miglioramenti da un punto di vista degli impatti, ovvero del numero di persone affette dal rumore aeroportuale.

Analizzando invece la zona ad ovest dello scalo, si nota che la curva della isofonica dei 60 dB prodotta da AEDT per lo scenario del 2023 impatta un'area minore e diversa rispetto a quelle prodotte da INM per lo scenario Masterplan 2020. Questo effetto è dovuto principalmente a due contributi, ovvero le rotte utilizzate e la calibrazione apportata al modello. Nel 2023, la maggior parte degli aeromobili in decollo da pista 30 ha seguito una procedura antirumore, virando immediatamente verso nord o sud, portando ad

ottenere un allargamento delle curve in prossimità della pista, concentrando l'impatto maggiore del rumore aeroportuale in prossimità dello Scalo. Il secondo contributo è dovuto alla calibrazione realizzata su punti di toccata e di decollo da pista 12 e 30. Infatti, tramite un'analisi puntuale dei dati, si è potuto riprodurre uno scenario più fedele alla realtà e di conseguenza, identificare correttamente in pista i punti decollo e toccata degli aeromobili presenti nell'attuale fleet mix.

Nella realizzazione delle curve che valutano l'impatto della metrica  $L_{eq}$ , gli impatti del periodo diurno e notturno sono stati separati in modo tale da dare continuità a quanto fatto nel PSA e permettere di confrontarle in maniera efficace.

Confrontando Figura 8, che rappresenta gli impatti del rumore aeroportuale secondo la metrica  $L_{eq}$ , nel periodo diurno, è possibile notare che, rispetto agli impatti analizzati nel Masterplan sull'anno 2020, riportati nell'Allegato Rumore, Figura N° 5.3.19 del PSA, le aree impattate riportano differenze minime riconducibili principalmente alla distribuzione delle rotte utilizzate e alle calibrazioni effettuate dei punti di decollo e toccata.



**Figura 8:  $L_{eq}$  2023 - Periodo diurno**

Analizzando gli impatti delle operazioni aeree della metrica  $L_{eq}$  2023 sul periodo notturno, riportato in Figura 9, si nota che le aree impattate risultano differire in prossimità dello Scalo a causa, anche in questo caso, delle differenze dovute alle rotte di decollo modellate.



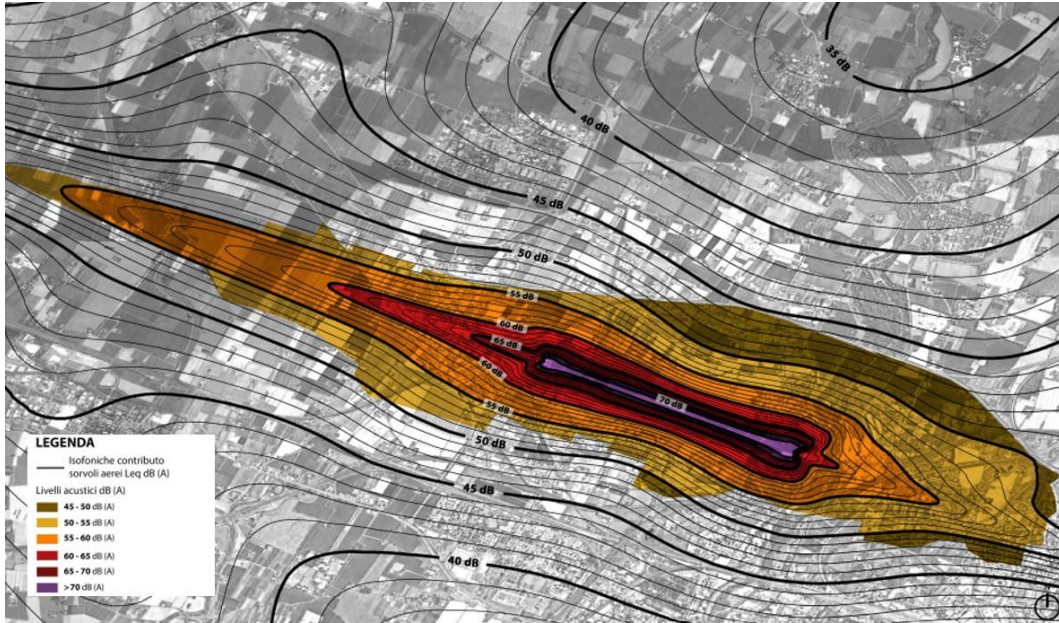


Figura 9: Leq 2023 - Periodo notturno

## 6 Matrice atmosferica

In questo capitolo, oltre ai dettagli tecnici delle differenze tra i modelli AEDT e EDMS, si descrivono la modellazione, compresi i dati utilizzati come input, e le risultanze della matrice atmosferica.

### 6.1 Modello AEDT ed EDMS

Il software di simulazione AEDT si basa sugli stessi algoritmi di EDMS, con alcune differenze che verranno introdotte e discusse successivamente, sfruttando però database più recenti in merito ai livelli di emissioni, alle performance di volo e ai contributi provenienti dalle componenti a terra, come i veicoli di ground handling, e da quelle stazionarie.

Così come per INM, per la matrice acustica, AEDT si pone attualmente come standard nella modellazione dell'impatto delle emissioni aeroportuali rispetto ad EDMS. FAA ne demanda suo utilizzo e l'ICAO CAEP ne raccomanda l'impiego per la realizzazione di valutazioni di impatto ambientale.

#### 6.1.1 Similitudini e differenze di AEDT ed EDMS

Rispetto alle prime versioni di AEDT, sono stati condotti studi con il fine di mostrare le differenze tra AEDT e il suo predecessore, EDMS. Il modello è stato soggetto a continui aggiornamenti ma le differenze tra i risultati prodotti da AEDT ed EDMS per quanto riguarda le analisi del consumo di combustibile e delle emissioni ricadono principalmente su tre aspetti:

- AEDT utilizza un insieme specializzato di metodi e dati sul consumo di carburante per la modellazione della combustione e delle emissioni al di sotto della Mixing Height, ovvero la quota limite entro cui il modello considera le emissioni nelle analisi di dispersione degli inquinanti investigati. Quest'ultimi sono più accurati dei metodi e dati utilizzati da EDMS. I metodi e i dati più aggiornati utilizzati in AEDT si basano sull'analisi dei dati dei registratori di volo ottenuti da voli reali e AEDT utilizza database più aggiornati, come il BADA 3, approvato da EASA. Più in generale, l'utilizzo di questi metodi comporta una migliore approssimazione della modellazione dei consumi di carburante, che può portare a stime conservative.
- Il consumo di carburante e le emissioni tra AEDT e EDMS differiscono in base a come si modellano le operazioni aeree, in quanto è possibile selezionare diversi profili procedurali, i quali determinano il peso dell'aereo e forniscono informazioni su parametri come settaggio dei flap e della potenza associata alle fasi di volo, differenti rispetto a quelli predefiniti in EDMS. L'utilizzo di questi parametri di dettaglio comporta una maggiore accuratezza del modello, specialmente nelle fasi di decollo e atterraggio.

Si sottolinea, quindi, che i risultati prodotti dal software AEDT saranno verosimilmente precauzionali rispetto a quelli prodotti da EDMS. Nello specifico, facendo riferimento al documento "AEDT & Legacy Tools Comparisons", rilasciato dall'FAA nell'anno 2016, in Figura 10 si nota come i consumi di carburante, stimati usando la modalità "Time in Mode", siano diversi tra i due modelli considerando lo stesso aeromobile. Per esempio, per il 747-200, per la fase di decollo (Taxi-out, Take-off, Climb-out), EDMS stima un consumo di 2462 kg, mentre invece AEDT ne stima 2659 kg e, per la sola modalità Climb-out, EDMS stima 52 kg di carburante, mentre AEDT ne stima 535 kg. Questo è dovuto all'aggiornamento e al miglioramento delle

aircraft performance all'interno di AEDT, che impattano direttamente sul tempo assegnato a ciascuna modalità. Di conseguenza, le migliorie apportate al software porteranno a differenze in termini di carburante consumato e di emissioni da velivolo a velivolo.

Un ulteriore fatto da notare è che nel database che utilizza AEDT sono stati modificati alcuni airframe e motori associati a specifici aeromobili in seguito a migliorie nel database: di conseguenza, per i velivoli oggetti dell'aggiornamento si avranno consumi di carburante ed emissioni differenti tra AEDT ed EDMS. EDMS, infine, presentava valori non accurati di consumi e di emissioni per alcuni velivoli: molte di queste inesattezze erano limitate a motori non certificati ICAO, come per esempio motori a pistoni oppure turbo-prop, che sono stati corretti all'interno di AEDT.

747-200 Time in Mode Comparison (sec)		
Mode	EDMS	AEDT
Taxi-out	1,140	1,140
Take-off	154	118
Climb-out	6	63
Approach	204	222
Taxi-in	420	420
Fuel Burn Comparison (kg)		
Mode	EDMS	AEDT
Taxi-out	705	705
Take-off	1,705	1,419
Climb-out	52	535
Approach	612	663
Taxi-in	278	278

Figura 10: Confronto AEDT – EDMS in termini di tempo in specifiche modalità di volo e di consumo di carburante

## 6.2 Dati di Input e data processing

I dati forniti dallo Scalo e le analisi condotte per la realizzazione del modello per valutare gli impatti della componente rumore sono stati presi come punto di sviluppo per condurre le analisi per la valutazione della componente atmosfera: questo grazie al fatto che AEDT permette di valutare sia le emissioni di inquinanti, sia le emissioni di rumore. Nello specifico, è stato fornito uno schedulato contenente le operazioni di aviazione generale dell'anno 2023, e uno schedulato contenente le operazioni di aviazione commerciale. L'analisi condotta per stimare lo stage length, ovvero il peso al decollo dovuto al carburante imbarcato, ha permesso di aggiungere un dettaglio maggiore in grado di fornire una panoramica maggiormente rappresentativa della realtà per la valutazione delle emissioni dell'anno 2023.

Lo Scalo di Bologna è stato modellato su AEDT considerando i seguenti elementi:

- Sono stati rappresentati due gate principali, uno per l'aviazione commerciale e uno per l'aviazione generale. Nelle operazioni modellate, essendo stato fornito come dati di input lo schedulato di aviazione commerciale e di aviazione generale, è stato possibile assegnare il gate a cui fare riferimento: in questo il software è in grado di localizzare l'origine delle emissioni derivanti dall'utilizzo di APU e GSE durante la fase di dispersione;

- Per ciascun velivolo considerato nello schedulato del 2023, è stato possibile assegnare mezzi GSE e APU di default che AEDT contiene al suo interno, con lo scopo di tracciare le relative emissioni;
- E' stato modellato il contributo delle caldaie presenti sullo Scalo.

Per eseguire con successo e in modo accurato le analisi di dispersioni, sono stati utilizzati i seguenti dati meteo specifici:

- Upper air weather data: sono dati meteo misurati tipicamente due volte al giorno negli strati superiori dell'atmosfera da radiosonde;
- Surface weather data: sono dati meteo misurati in prossimità della superficie della terra, e contiene informazioni riguardo a punto di rugiada, temperatura, direzione e velocità del vento e ulteriori parametri relativi a precipitazioni e presenza di nubi.

I complessi dati meteorologici introdotti permettono al software di realizzare, una volta calcolate le emissioni delle operazioni modellate, la dispersione degli inquinanti investigati. In continuità con quanto fatto nel PSA, si sono analizzate le emissioni di NO<sub>x</sub> e PM10, e si sono condotte le analisi di dispersione di NO<sub>2</sub> e PM10 considerando le stesse finestre temporali esaminate nel PSA, ovvero:

- L'insieme delle settimane di picco di gennaio, giugno e settembre, in quanto tale periodo temporale permette di tenere conto delle condizioni ambientali estreme a livello di sistema.
- Settimana di picco di gennaio, in quanto essere la più gravosa dal punto di vista meteorologico tra le settimane di picco considerate.

Nello specifico, i casi analizzati per ciascun inquinante sono:

- PM10:
  - Valori medi sulla settimana di gennaio
  - Valori medi massimi su 24 h della settimana di gennaio
  - Valori medi sull'insieme delle tre settimane considerate.
- NO<sub>2</sub>:
  - Valori medi sulla settimana di gennaio
  - Valori medi massimi orari sulla settimana di gennaio
  - Valori medi sull'insieme delle tre settimane considerate.

### 6.3 Confronto risultati 2023 con Masterplan 2020

In questo capitolo viene proposto il confronto tra i dati sviluppati all'interno del PSA che prendono come riferimento l'anno 2020, e il traffico consuntivato dell'anno 2023. È opportuno sottolineare come le analisi effettuate nel PSA siano state svolte attraverso l'impiego del software EDMS, che utilizza metodi di calcolo dei consumi di carburante e database contenenti informazioni sulle emissioni di ciascun motore che, nel

corso degli anni, sono stati migliorati e aggiornati. Ulteriormente, gli scenari previsionali analizzati nel PSA considerano una tipologia limitata di aeromobili e stimano le emissioni su anni di investigazione in cui i dati meteo non erano ancora disponibili.

Confrontando quindi i risultati tra le analisi del traffico consuntivato del 2023, svolte con AEDT, e le analisi svolte nel PSA con EDMS sull'anno 2020, è necessario tenere conto dei diversi strumenti e dati che sono disponibili in questo momento, e dei modelli, metodi di calcolo di consumi di carburante, database e dati meteo che erano a disposizione durante la realizzazione del PSA.

Nel seguente capitolo verranno confrontati i risultati delle emissioni totali, in termini di NO<sub>x</sub> e PM10, usando come scenario di confronto il 2025, in quanto, seppur le analisi condotte usino come metro di confronto il 2020, i dati di quest'ultimo per le sole emissioni totali non erano disponibili. Invece, per quanto riguarda le analisi di dispersione, si analizzano gli inquinanti NO<sub>2</sub> e PM10 utilizzando come anno di confronto il 2020, essendo disponibili le mappe di concentrazione.

Confrontando Tabella 12, in cui sono presenti le emissioni totali del traffico a consuntivo del 2023, con i dati presenti in Tabella 13 riportanti le emissioni totali previste dal PSA per l'anno 2025, si nota che le analisi condotte da AEDT riportano una quantità emessa di NO<sub>x</sub> e di PM10 per la sola componente Aeromobili maggiore rispetto alle stime del 2025, questo è dovuto principalmente al metodo di calcolo dei consumi di carburante. Come riportato in 6.1.1, l'aggiornamento del database della flotta fa sì che il tempo assegnato in ciascuna modalità differisca tra AEDT ed EDMS; questo porta AEDT a stimare un maggiore consumo di carburante sia per la fase di decollo, sia per la fase di atterraggio, e di conseguenza le emissioni totali saranno maggiori.

Un ulteriore motivo che porta a delle stime di emissioni peggiorative, relativamente al traffico aereo, è il metodo tramite cui AEDT riporta i risultati. Mentre EDMS fornisce i risultati per il traffico aereo in base alla modalità, quali Taxi-in, Taxi-out, Take-off, Landing, Climb-out e Approach, AEDT riporta i risultati in base all'altitudine, per esempio Taxi-out, Climb Ground, Climb Below 1000 ft AFE, Climb Below Mixing Height, Climb Below 10000 ft AFE. Di conseguenza, il confronto dei risultati di emissioni totali prodotti dai due modelli porta a delle necessarie approssimazioni.

Inquinante	NO <sub>x</sub> (kg)	PM10 (kg)
<b>Aeromobili</b>	484,879	2,907
<b>GSE</b>	9,029	829
<b>APU</b>	6,394	697
<b>Sorgenti stazionarie</b>	4,433	340
<b>Totale</b>	504,735	4,773

**Tabella 12: Emissioni NO<sub>x</sub> e PM10 del traffico aereo del 2023**

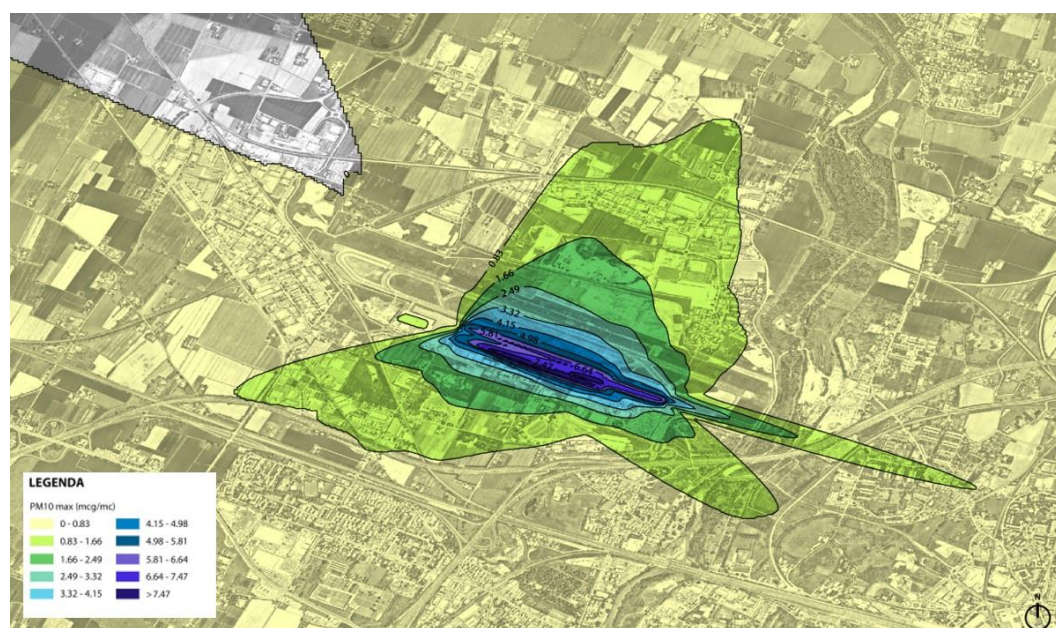
Inquinante	NOx (kg)	PM10 (kg)
<b>Aeromobili</b>	272,447	1,972
<b>GSE</b>	38,817	1,161
<b>APU</b>	11,350	1,542
<b>Sorgenti stazionarie</b>	5,339	580
<b>Totale</b>	327,953	3,283

**Tabella 13: Emissioni NOx e PM10 dello Scenario 2025 da Masterplan**

Nelle emissioni totali dell'anno 2023, prodotte con AEDT, sono stati riportati i risultati del traffico aereo includendo le emissioni dalla fase di Taxi fino alla Mixing height. La Mixing Height è la quota che impone al modello il limite entro cui considerare le emissioni per la dispersione: per lo studio corrente è stata impostata la Mixing Height di default di AEDT, pari a 3000 ft sulla quota dell'Aeroporto.

## PM10

Sono riportate di seguito le mappe di concentrazione atmosferiche relative alle emissioni di PM10 sullo Scalo di Bologna per l'anno 2023.



**Figura 11: Mappa di concentrazione atmosferica: PM10 valori massimi media su 24h, periodo gennaio**

In riferimento all'Allegato Atmosfera, Figura N° 5.2.16 del Piano di Sviluppo Aeroportuale, che riporta i valori massimi di concentrazione di PM10 sulla media di 24h, è visibile il contributo totale, comprensivo del contributo emissivo del traffico veicolare e del traffico aereo previsto per il 2020. Un confronto diretto con

i risultati del 2023 riportati in Figura 11 non è possibile in quanto nella seguente analisi è stato considerato il solo contributo del traffico aereo. Si notano comunque che i risultati prodotti da AEDT tendono a fornire valori elevati, rispetto a quanto riportato in Figura N° 5.2.16, dovuti ai maggiori consumi di carburante e localizzati in prossimità del piazzale aeromobili, a causa dei diversi dati meteo utilizzati nelle analisi condotte.

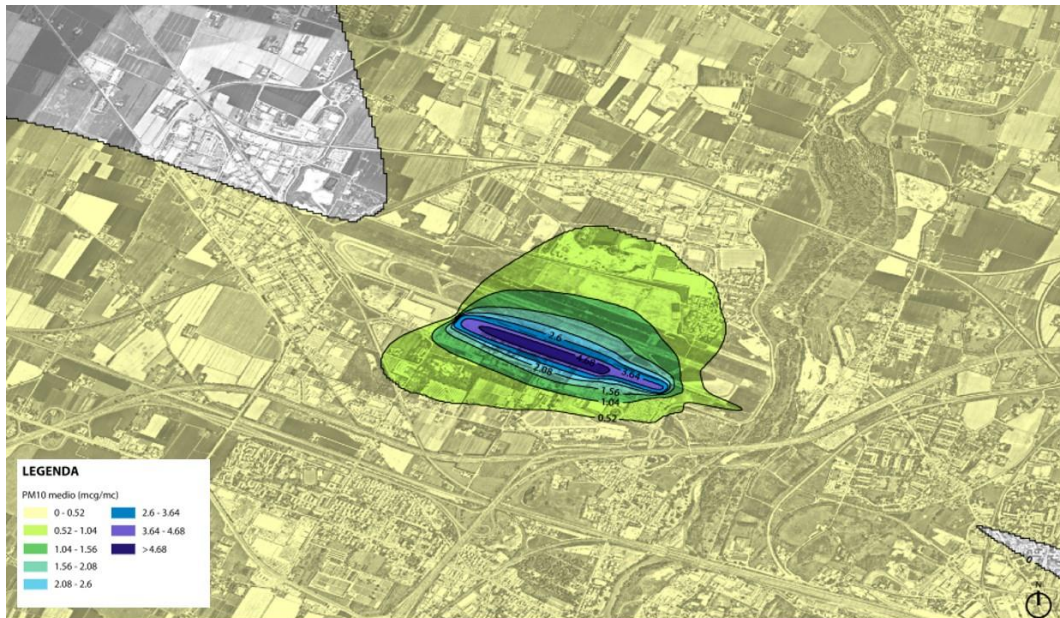


Figura 12: Mappa di concentrazione atmosferica: PM10 medio, periodo gennaio

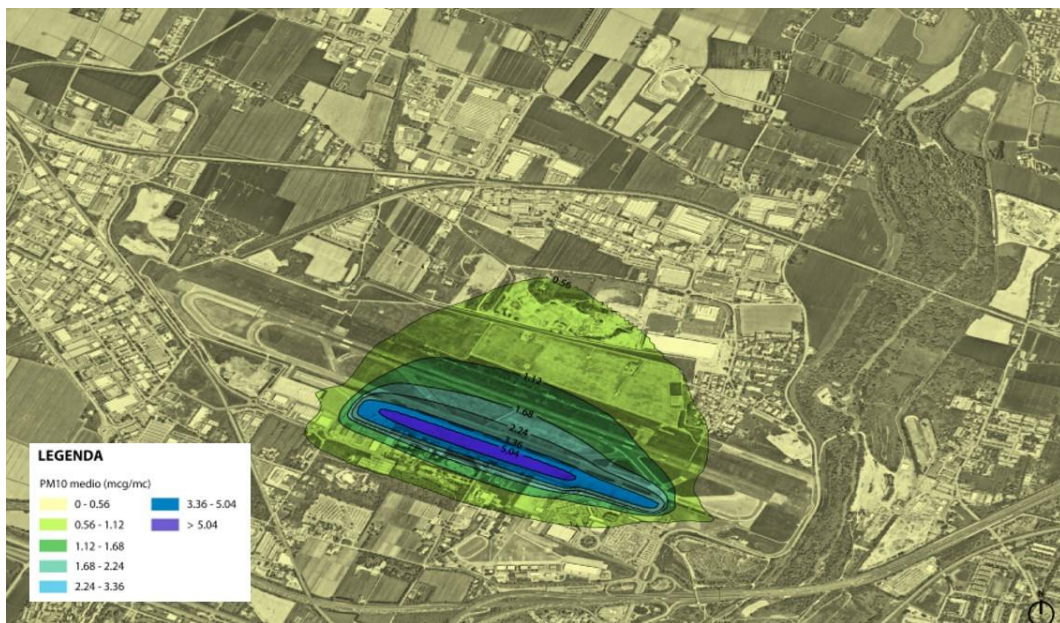


Figura 13: Mappa di concentrazione atmosferica: PM10 medio su tre settimane

Focalizzandosi sulla Figura N° 5.2.14 e 5.2.15 del Piano di Sviluppo Aeroportuale, che riporta rispettivamente le concentrazioni medie di PM10 sulla settimana di gennaio e sulle tre settimane investigate del contributo aeroportuale previsto per il 2020, e confrontandole rispettivamente con Figura 12 e Figura 13 e, si può notare come i valori prodotti da AEDT siano più alti rispetto alle stime del 2020. Come scritto in precedenza, tale scostamento risulta essere giustificato sia dalle differenze tra i due modelli utilizzati nel confronto, che dall'accuratezza dei dati di input dei due software. In aggiunta si nota come la concentrazione più alta si registri in prossimità della pista e dei gate modellati in AEDT, e che al di fuori del sedime aeroportuale i valori di concentrazione calino notevolmente.

## NO<sub>2</sub>

Per le analisi di dispersione dell'inquinante NO<sub>2</sub>, nelle analisi svolte per il PSA è stato utilizzato il metodo Tier 2 (ARM) per cui è stato ipotizzato un rapporto costante tra NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub> pari a 0.75: nelle simulazioni condotte per l'analisi degli impatti del traffico aereo dell'anno 2023, il modello AEDT non permetteva di utilizzare un rapporto costante in quanto imponeva di impostare dei valori minimi e massimi per la conversione: sono stati utilizzati i valori di default di AEDT, con un fattore minimo di 0.5 e un fattore massimo di 0.9.

Di seguito sono visibili le mappe di concentrazione atmosferica relative alle emissioni di NO<sub>2</sub> sullo Scalo di Bologna per l'anno 2023.

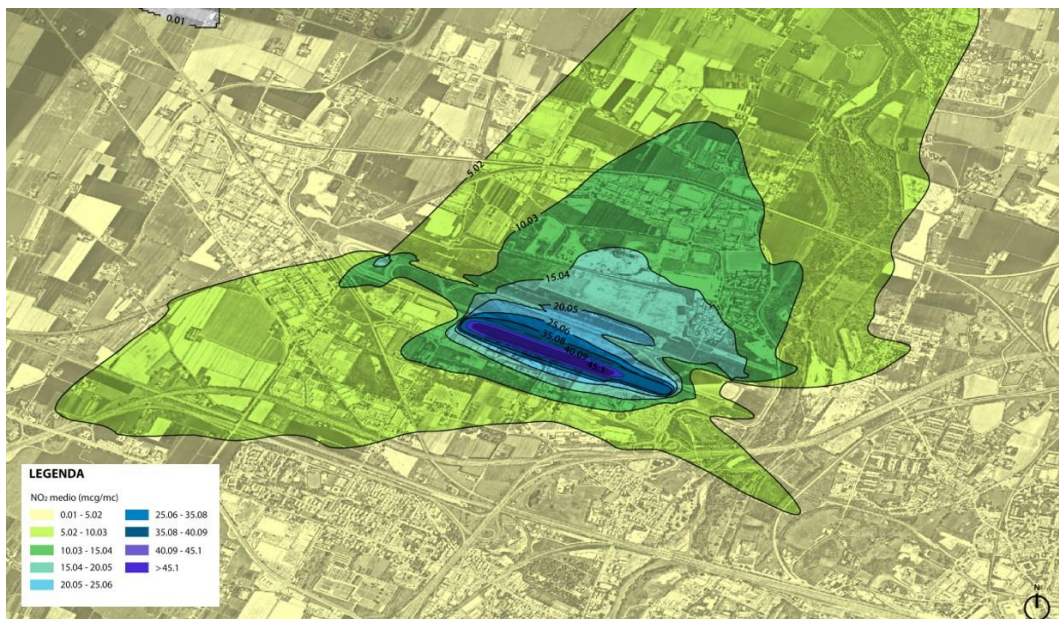


Figura 14: Mappa concentrazione atmosferica: NO<sub>2</sub> medio, periodo gennaio



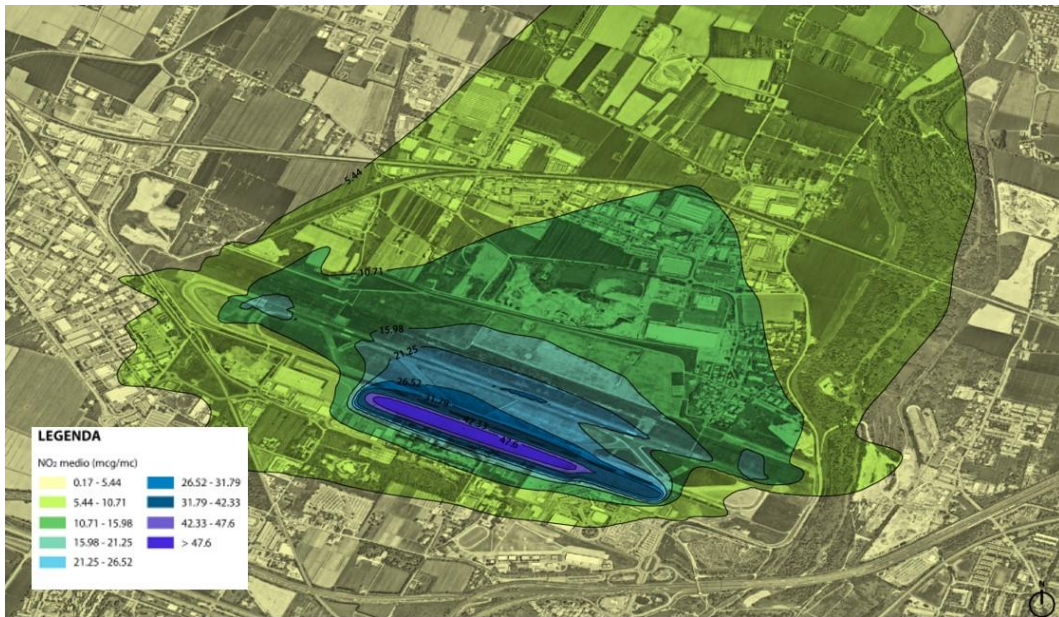


Figura 15: Mappa concentrazione atmosferica: NO<sub>2</sub> medio su tre settimane

Analizzando la media di NO<sub>2</sub> sulla settimana di gennaio e sulle tre settimane, facendo riferimento rispettivamente alla Figura N° 5.2.10 e Figura N° 5.2.11 del PSA, considerando il solo contributo aeroportuale e confrontandolo con le figura precedenti si osserva in generale che i valori simulati da AEDT risultino essere più alti e maggiormente concentrati sul piazzale aeromobili. Queste differenze possono essere ricondotte ai dati meteo e ai diversi metodi di stima dei consumi di carburante. Si nota inoltre una riduzione progressiva dei valori di concentrazione allontanandosi dal piazzale aeromobili.

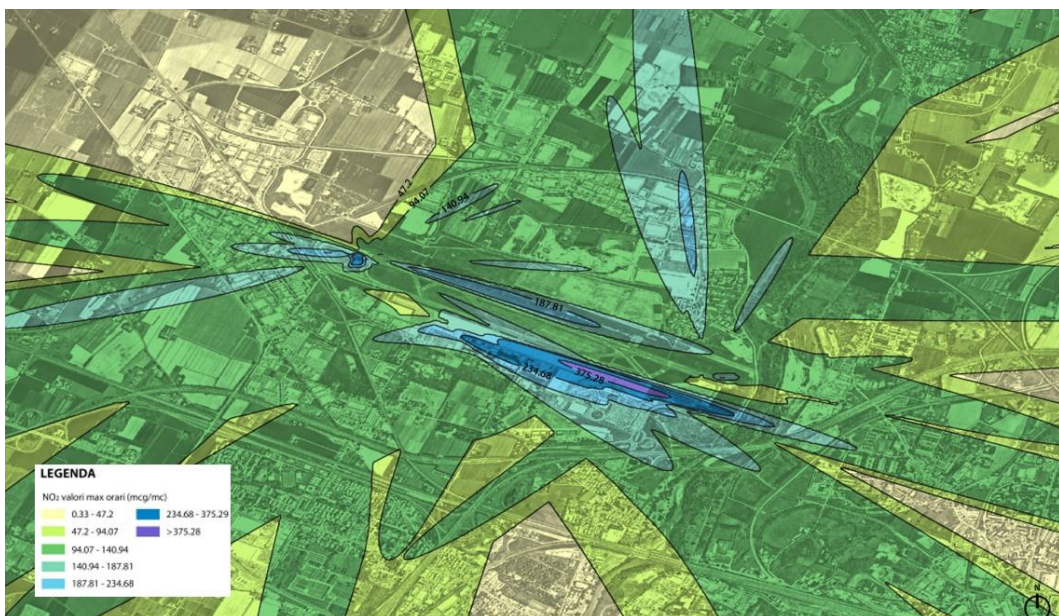


Figura 16: Mappa concentrazione atmosferica: NO<sub>2</sub> valori massimi orari, periodo gennaio

Focalizzandosi sui valori massimi orari di concentrazione di NO<sub>2</sub> del periodo di gennaio, riportati nella Figura N° 5.2.12, è riportato il contributo totale e aeroportuale; di conseguenza, non è possibile realizzare un diretto confronto con i risultati riportati nella figura precedente. Paragonando comunque le due mappe, si nota che i risultati forniti da AEDT siano più alti e abbiano una dispersione differente; quest'ultima particolarità è dovuta al fatto che, i valori massimi orari si riferiscono ai valori di ogni recettore in ciascun giorno della settimana investigata, mentre nelle mappe precedenti i risultati si riferiscono alla media dei valori sulla finestra temporale investigata.

## 7 Conclusioni

A fronte dell'aggiornamento del Masterplan 2016-2030, presentato da ENAC, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha sancito l'esclusione dalla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) dell'Aeroporto di Bologna a condizione che venissero osservate una serie di vincoli specificati nel Provvedimento Direttoriale n°434 del 26/11/2018 - Condizione ambientale n° 4. Si riportano di seguito i punti soggetti alla verifica di ottemperanza:

- a) verificare nel 2024, l'andamento del traffico aereo rispetto alle stime del Masterplan 2016 – 2023;
- b) analizzare, assumendo come anno di riferimento di analisi il 2023 (coincidente con l'orizzonte finale del Masterplan 2016-2023), gli impatti ambientali per le componenti ambientali rumore ed atmosfera;
- c) confrontare le stime con quelle svolte nell'ambito della VIA e nell'ambito dello studio preliminare ambientale.

AdB, Società di Gestione dell'Aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna, ha provveduto alla verifica di tali punti e questo documento contiene il processo metodologico, le analisi effettuate e i risultati ottenuti durante questa verifica di ottemperanza.

Si riportano, quindi, le principali risultanze dello studio:

### **Traffico (punto a)**

Il traffico registrato dall'Aeroporto di Bologna per l'anno 2023 è in linea con quanto previsto dal PSA 2016-2030 per lo stesso anno di riferimento.

### **Analisi aspetti ambientali – matrice rumore e atmosferica (punto b)**

Sono state svolte le analisi degli impatti ambientali per le componenti ambientali rumore ed atmosfera. Rispetto a quanto finora presentato e utilizzato da AdB, si è deciso l'utilizzo del modello AEDT, in quanto i precedenti modelli INM e EDMS risultano essere sorpassati. Tale scelta si pone in linea con le strategie di sostenibilità, trasparenza e innovazione di AdB. Gli impatti risultano, in ogni caso, complessivamente in linea con quanto stimato nel masterplan 2016 – 2030. In ogni caso, a prescindere dagli esiti della presente istruttoria si evidenzia che Aeroporto di Bologna mantiene attivo il continuo monitoraggio dell'impatto acustico ed atmosferico al fine identificare possibili e necessarie misure mitigative degli stessi.

### **Confronto impatti ambientali tra stime PSA e 2023 (punto c)**

Nonostante l'utilizzo di un modello che tendenzialmente risulta essere conservativo, si è svolto un confronto puntuale degli impatti ambientali per le componenti ambientali rumore ed atmosfera.

Per la componente rumore, il confronto ha mostrato che non sussistono significative differenze in termini di magnitudo sulle aree impattate. Le differenze riscontrate sono relative all'utilizzo di nuove procedure, tra cui le procedure antirumore che hanno portato una redistribuzione dell'impatto acustico sul territorio in aree meno antropizzate.

Per la componente atmosferica, il confronto ha mostrato differenze che derivano dall'utilizzo di un modello (AEDT) aggiornato e più realistico rispetto al modello precedentemente utilizzato (EDMS). L'analisi condotta

con il modello AEDT utilizza i più recenti modelli di stima del carburante consumato, database di performance dei velivoli aggiornati e dati metereologici del 2023 dell'Upper air weather e del Surface weather. Il confronto quindi con il modello EDMS, che sfrutta un database di dati sulle performance di volo obsoleto, e dei metodi di stima dei consumi differenti, porta ad ottenere dei risultati per l'anno 2023 che risultano essere, nella maggior parte delle metriche analizzate, peggiorativi rispetto alle stime prodotte. Si sottolinea, in ogni caso, come la componente atmosferica sia soggetta a forti approssimazioni legate al modello matematico – statico e che risulta difficile produrre una valutazione oggettiva e rappresentativa della realtà dei fatti.

## **A APPENDICE**

### **B Lista degli Acronimi**

AEDT	Aviation Environmental Design Tool
AdB	Aeroporto di Bologna
BLQ	Aeroporto di Bologna (codice IATA)
DM	Decreto Ministeriale
EASA	European Aviation Safety Agency
EDMS	Emission and Dispersion Modelling System
ENAC	Ente Nazionale per l'Aviazione Civile
FAA	Federal Aviation Administration
ICP	Initial Climb Procedure
INM	Integrated Noise Model
MAP	Million Annual Passengers
PSA	Piano di Sviluppo Aeroportuale
RWY	Runway
VIA	Valutazione di Impatto Ambientale