

Stima delle curve del livello di valutazione del rumore aeroportuale (LVA) per l'aeroporto di Orio al Serio

Anno 2021

ARPA Lombardia

Settembre 2022



Settore Attività Produttive e Controlli

Direttore

Sergio Padovani

UO Agenti Fisici

Dirigente

Daniela de Bartolo

Documento redatto da:

Emanuele Galbusera tecnico competente in acustica ambientale – n° ENTECA 1771

Roberta Pollini tecnico competente in acustica ambientale – n° ENTECA 2071

ARPA Lombardia

Via I. Rosellini, 17 20124 – Milano

Tel. 02.69666.1

PEC: arpa@pec.regione.lombardia.it

WEB: www.arpalombardia.it

SETTEMBRE 2022

Sommario

1	INTRODUZIONE	5
2	ARCHITETTURA DEL MODELLO AEDT	5
3	IMPOSTAZIONE DEI DATI DI INPUT	6
3.1	DEFINIZIONE DEL DOMINIO DI CALCOLO.....	6
3.2	VALIDAZIONE DEI TRACCIATI RADAR	6
3.3	SCELTA DELLE TRE SETTIMANE DI MAGGIOR TRAFFICO.....	7
3.4	DATI METEOROLOGICI	9
3.5	DATI DI TRAFFICO – PROFILI E STAGE	9
4	RISULTATI OTTENUTI PER L’INDICATORE LVA E CALCOLO DELLA POPOLAZIONE ESPOSTA	10
4.1	CURVE DI ISOLIVELLO.....	10
4.2	VALUTAZIONE DELLA POPOLAZIONE ESPOSTA.....	12
4.2.1	DATI DI POPOLAZIONE RESIDENTE.....	12
4.2.2	CALCOLO DELLA POPOLAZIONE ESPOSTA.....	12

GLOSSARIO DEGLI ACRONIMI

AEDT	Aviation Environmental Design Tool
ARP	Aerodrome Reference Point
BADA	Base of Aircraft Data
FAA	Federal Aviation Administration
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
INM	Integrated Noise Model
LVA	Livello di Valutazione del rumore Aeroportuale
MySQL	My Structured Query Language
NPD	Noise Power Distance
SID	Standard Instrument Departure

1 INTRODUZIONE

Questa relazione descrive la determinazione e l'analisi delle curve di isolivello dell'indice di valutazione del rumore aeroportuale (LVA) relativamente all'anno 2021 per lo scalo di Orio al Serio. Tali curve, basate sul traffico reale delle tre settimane di maggior traffico dell'anno 2021, rappresentano il risultato delle elaborazioni effettuate da ARPA Lombardia per l'aggiornamento annuale delle curve di isolivello dell'indicatore LVA nell'intorno degli aeroporti civili ai sensi dell'art.14 comma 3 della L.R. 13/01.

Si evidenzia che a seguito della pandemia da Covid-19 che ha caratterizzato il 2020 e anche il 2021, sono state attuate diverse restrizioni per cui il traffico non è tornato ai livelli pre-pandemia. Nel 2021, comunque, si è registrata una lieve ripresa del traffico con un incremento a livello annuo del 34% rispetto al 2020, ripresa che si è osservata a partire dal periodo estivo.

Lo studio è stato effettuato utilizzando il software di calcolo dei livelli di rumore generato dal traffico aeroportuale contenuto nel modello Aviation Environmental Design Tool (AEDT ver. 3e) della Federal Aviation Administration.

2 ARCHITETTURA DEL MODELLO AEDT

L'architettura di AEDT si basa su un sistema di database su due livelli, di cui il primo consiste in una sovrastruttura (study) e il secondo è composto dai due database contenenti le informazioni sull'aeroporto e la flotta:

- Study: rappresenta il formato base per la creazione e l'importazione di un nuovo studio. Contiene tutte le informazioni di configurazione dello scenario, i dati di input e i risultati di output;
- Airport: è costituito da un insieme di tabelle contenenti i dati specifici dell'aeroporto considerato, quali la quota e le coordinate del punto di riferimento dell'aeroporto o Aerodrome Reference Point (ARP), le coordinate delle piste e le condizioni atmosferiche storiche. Questi dati utilizzano i codici della FAA standard, dell'International Civil Aviation Organization (ICAO) e dell'International Air Transport Association (IATA);
- Fleet: il database della flotta contiene numerose tabelle in cui sono archiviate le informazioni relative a circa 4.600 aeromobili (combinazioni velivolo / motore). La classificazione degli aeromobili per la componente di inquinamento acustico si basa su: Database di rumore e prestazioni degli aeromobili dell'ICAO8 (ANP); database Eurocontrol dei dati dei velivoli (BADA).

3 IMPOSTAZIONE DEI DATI DI INPUT

Per le valutazioni descritte nella presente relazione, lo studio è stato impostato tramite la definizione delle caratteristiche principali dell'aeroporto di Orio al Serio contenute nel database "Airport" di AEDT.

Lo scenario elaborato si basa sui dati relativi all'anno 2021, per il quale è stato calcolato l'indice di valutazione del rumore aeroportuale LVA, come definito nel DM del 31/10/1997.

Le rotte considerate sono quelle realmente percorse dagli aeromobili nelle tre settimane di riferimento, rispettivamente dei periodi primaverile, estivo ed invernale, che sono state individuate partendo dal numero di movimenti giornalieri validati ricavati dalle tracce radar. I dati relativi al traffico sono organizzati secondo il modello di aereo, il tipo di operazione (decollo o atterraggio), la pista assegnata, il numero di operazioni nelle diverse fasce orarie (diurna e notturna).

AEDT prevede come dato di input relativo al traffico i movimenti di un aeroporto riferiti ad un giorno medio. Le operazioni di volo vengono ripartite in due fasce orarie (diurna e notturna) per le quali vengono calcolati gli indicatori acustici di interesse nel caso simulato. La modalità prescelta consiste, dunque, nell'elaborare gli scenari relativi a ciascun giorno medio delle tre settimane considerate, a partire dalle relative tracce radar e dalle condizioni meteorologiche effettivamente osservate nel periodo.

3.1 DEFINIZIONE DEL DOMINIO DI CALCOLO

In AEDT è stata utilizzata una griglia fissa in sostituzione del metodo della griglia dinamica (per cui l'utente definisce una piccola griglia iniziale e la distribuzione dei punti della griglia viene poi espansa in fase di calcolo fino al raggiungimento dei livelli di rumore più bassi richiesti per le curve di isolivello). Tale scelta è stata effettuata perché si è riscontrato che nella versione 3e di AEDT i risultati ottenuti con la griglia fissa risultano più coerenti con i valori misurati dalle centraline della rete di monitoraggio sul territorio. Pertanto, è stata ipotizzata a priori l'estensione geografica della regione di interesse. In *Tabella 3* vengono riportati i parametri utilizzati per la definizione di tale griglia nella simulazione qui descritta.

Coordinate ARP (deg)	LAT= 45.630606	LOG= 8.728111
Grid Origin (nmi) rispetto ARP	X= -2.75	Y= -1,7
Distance between points (nmi)	I =0,005	J = 0,005
Number of points	X: 1740	Y: 500

Tabella 1: Parametri AEDT definiti per il dominio di calcolo della griglia fissa

3.2 VALIDAZIONE DEI TRACCIATI RADAR

I dati di traffico sono organizzati all'interno di un sistema informativo progettato da ARPA Lombardia (SIDAC). Grazie alle informazioni ottenute dalle battute radar, il sistema permette di ricostruire la traiettoria tridimensionale percorsa (traccia radar) in corrispondenza di ciascun volo,

associandola cioè ad uno specifico aeromobile e ad una specifica rotta. La singola operazione viene considerata valida se le informazioni permettono di ricostruire la traccia radar (almeno 4 battute disponibili) e se vengono assegnate la pista, il tipo di operazione (atterraggio o decollo) e la rotta percorsa. I voli validati vengono utilizzati per le elaborazioni modellistiche.

3.3 SCELTA DELLE TRE SETTIMANE DI MAGGIOR TRAFFICO

In accordo con la definizione del parametro LVA contenuta nella normativa vigente, sono state individuate, per l'anno 2021, le tre settimane di maggior traffico, in termini di tre valori massimi assoluti (relativi ai tre periodi stagionali indicati nella normativa) della somma mobile su sette giorni calcolata come somma del numero di movimenti giornalieri del giorno corrente e dei sei precedenti.

Le tre settimane di riferimento individuate per l'anno 2021 sono riportate in *Tabella 2* e le figure seguenti mostrano l'andamento del numero di movimenti settimanali e giornalieri all'interno dei tre periodi.

Periodo	Settimane di maggior traffico 2021	Numero di Movimenti validi
Primaverile	24 – 30 maggio	477
Estivo	8 – 14 settembre	1612
Invernale	17 – 23 dicembre	1681

Tabella 2 – Elenco delle tre settimane di maggior traffico

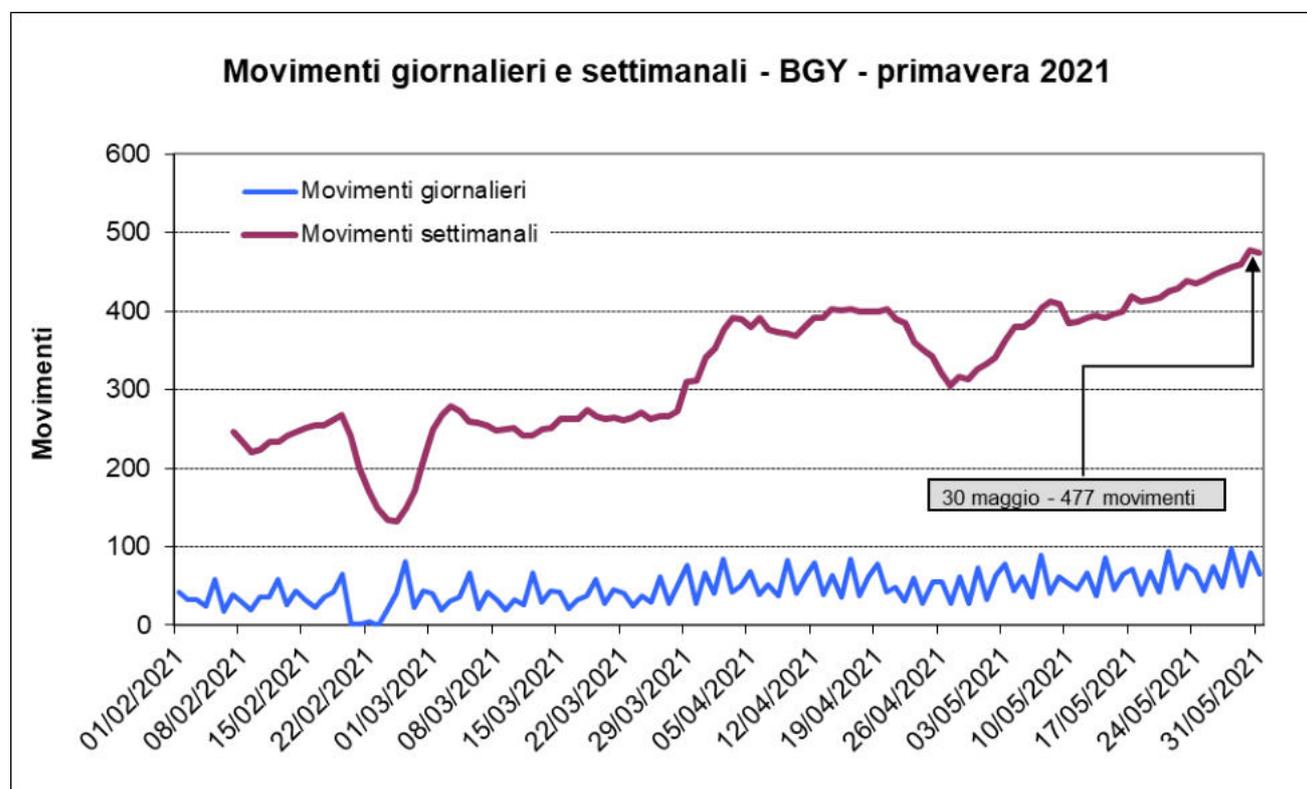


Figura 1: Movimenti giornalieri e settimanali – primavera 2021 (1 febbraio – 31 maggio; DM 31/10/1997).

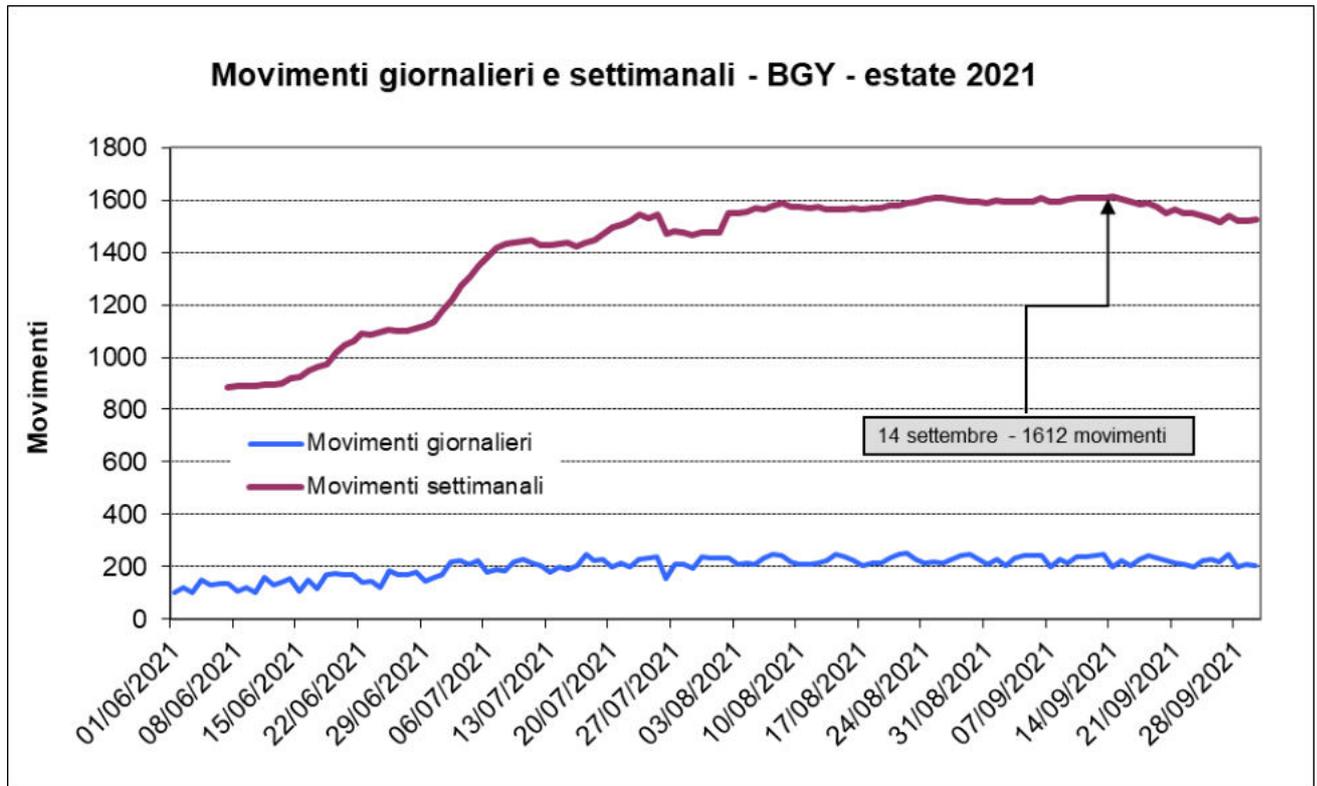


Figura 2: Movimenti giornalieri e settimanali – estate 2021 (01 giugno – 30 settembre; DM 31/10/1997).

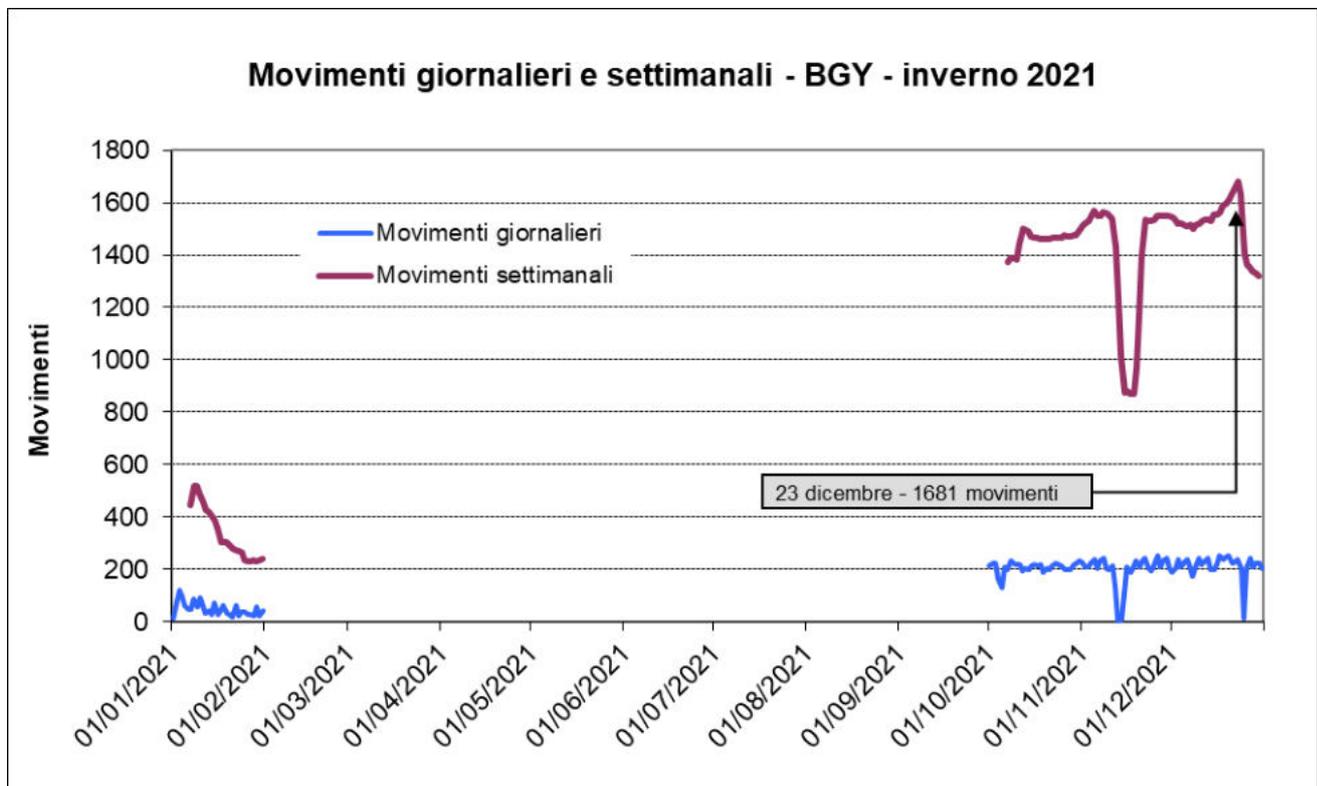


Figura 3: Movimenti giornalieri e settimanali – inverno 2021 (01-31 gennaio, 01 ottobre – 31 dicembre; DM 31/10/1997).

3.4 DATI METEOROLOGICI

I dati meteorologici utilizzati sono i valori medi orari di temperatura, pressione e umidità riferiti alla stazione ARPA di Lonate Pozzolo. I dati meteorologici di input inseriti nello studio AEDT consistono nel set di valori mediati sul periodo di riferimento relativo al caso di studio stesso. Essendo ogni caso corrispondente ad una settimana, a partire dalle medie orarie sono state ricavate le medie settimanali per temperatura, pressione e umidità (*Tabella 3*).

	Data	Temperatura (°C)	Pressione (millibar)	Umidità (%)
Periodo primaverile	24/05/2021	13,2	992,7	95,8
	25/05/2021	16,6	992,1	67,5
	26/05/2021	16,2	993,8	63,8
	27/05/2021	18,4	990,3	65,4
	28/05/2021	19,1	993,8	67,7
	29/05/2021	19,8	992,7	61,9
	30/05/2021	19,0	994,7	59,5
	Media settimanale	17,5	992,9	68,8
Periodo estivo	08/09/2021	22,9	989,0	48,2
	09/09/2021	22,5	986,6	46,2
	10/09/2021	22,1	986,1	51,2
	11/09/2021	23,0	985,8	54,3
	12/09/2021	23,3	985,3	51,2
	13/09/2021	24,0	985,4	46,8
	14/09/2021	22,8	986,3	59,0
	Media settimanale	23,0	986,3	51,0
Periodo Invernale	17/12/2021	2,0	999,1	96,4
	18/12/2021	2,4	999,2	90,9
	19/12/2021	1,8	992,2	92,4
	20/12/2021	2,5	985,0	83,5
	21/12/2021	4,9	990,8	85,5
	22/12/2021	2,8	992,6	90,1
	23/12/2021	-0,2	990,1	98,9
	Media settimanale	2,3	992,7	91,1

Tabella 3: Parametri meteo di input relativi all'aeroporto di Orio al Serio nell'anno 2021 utilizzati per le simulazioni AEDT

3.5 DATI DI TRAFFICO – PROFILI E STAGE

Per i profili di decollo si è utilizzato il profilo “ICAO A” laddove previsto nel database e, in caso contrario, si è utilizzato il profilo “STANDARD”. Per quanto riguarda gli atterraggi, si sono utilizzati i profili STANDARD per tutti gli aeromobili.

Per il calcolo del livello di rumore presso un punto ricettore, il modello suddivide il profilo di volo in segmenti a ciascuno dei quali sono associate informazioni riguardanti, ad esempio, la potenza del motore, lo stato del velivolo (bank angle o angolo di virata, impostazione dei dispositivi di volo (flap, ecc..)) e la velocità dell'aereo. Sulla base di questi dati viene calcolato il livello di rumore

generato dal singolo segmento presso il ricettore. I contributi di tutti i segmenti vengono poi sommati, come viene riportato graficamente in *Figura 4*.

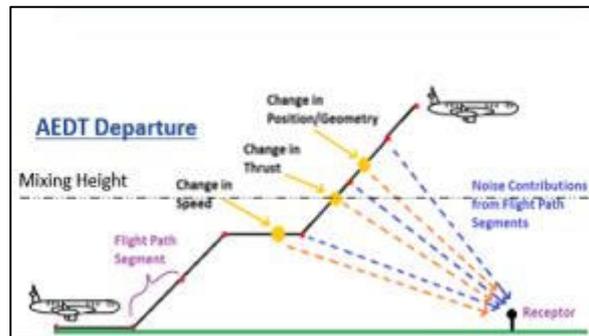


Figura 4: segmentazione del profilo di decollo

Per quanto riguarda lo stage, si tratta di un parametro associato al peso del velivolo. Il data base di AEDT contiene una tabella “Aircraft” che, nella colonna “Flight Profiles”, assegna uno o più valori di stage per ogni velivolo, a seconda della tipologia di operazione, del profilo di decollo e del peso. Per quanto riguarda gli atterraggi viene assegnato lo stage 1. Nel caso in esame, il gestore dell’aeroporto ha fornito i pesi massimi al decollo (mtow: maximum take off weight), che sono stati mediati sul totale dei voli per ciascuna tipologia di aeromobile e in base al peso medio è stato individuato lo stage da assegnare per le simulazioni modellistiche. Agli aeromodelli non presenti nelle statistiche è stato attribuito lo stage più cautelativo. In mancanza dell’informazione relativa ai pesi medi al decollo lo stage viene dedotto a partire dalla distanza che l’aeromobile deve percorrere in base a una suddivisione in classi e per famiglia di aeromobili.

4 RISULTATI OTTENUTI PER L’INDICATORE LVA E CALCOLO DELLA POPOLAZIONE ESPOSTA

4.1 CURVE DI ISOLIVELLO

Nella figura riportata di seguito sono rappresentate le curve di isolivello del parametro LVA pari a valori di 60, 65 e 75 dB(A), ottenute dalle elaborazioni effettuate e pertanto rappresentanti i valori corrispondenti al giorno medio delle tre settimane di riferimento. Tale risultato è stato ottenuto utilizzando la media logaritmica dei tre giorni medi relativi ad ognuna delle tre settimane con maggior numero di movimenti osservati nello scalo di Orio al Serio per l’anno 2021.

Il territorio è rappresentato in figura dalla Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia. Le curve sono in formato shapefile ESRI georeferenziato nel sistema WGS84, per poter essere riportate graficamente sullo sfondo di interesse tramite un qualunque sistema di tipo G.I.S.

In *Figura 5* sono rappresentate le isofoniche calcolate per il 2021 messe a confronto con quelle calcolate per l’anno 2020. Dal confronto tra i valori calcolati dal modello e i valori di LVA del 2021 misurati dalla rete di monitoraggio¹, si riscontra una buona corrispondenza con differenze inferiori a 1 dB(A).

¹ Dati riportati nella relazione di verifica annuale “BGY-2-2021” pubblicata sul sito web di ARPA Lombardia

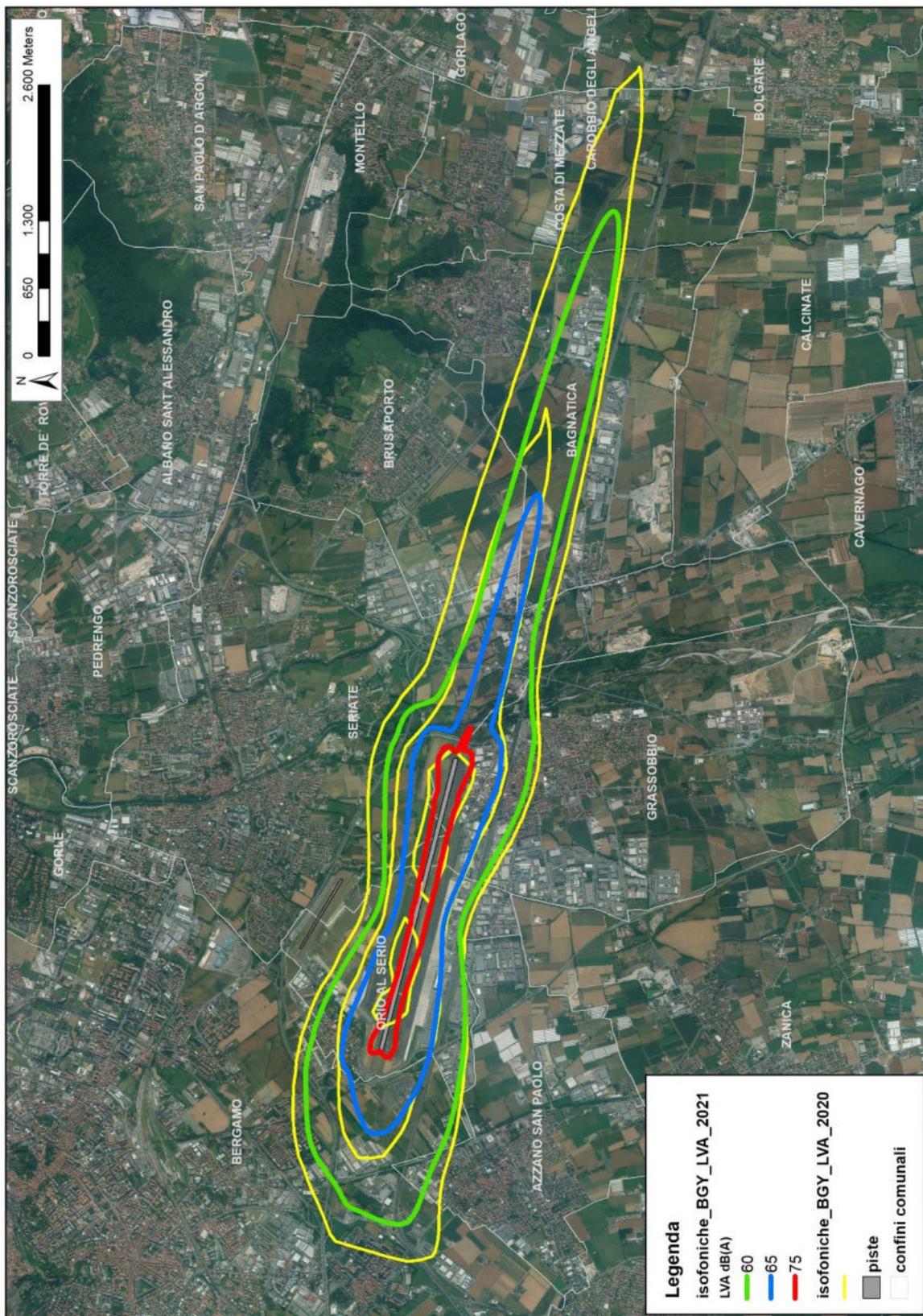


Figura 5: Confronto tra le isofoniche 2021 e quelle calcolate per il 2020

La contrazione delle isofoniche del 2021 rispetto a quelle calcolate per il 2020, che si osserva in tutte le direzioni, è determinata dalla diminuzione del traffico complessivo delle tre settimane e dalla diminuzione dei pesi medi dei velivoli che sono pertanto risultati meno impattanti dal punto di vista dell'impatto acustico. Dall'analisi della *Tabella 4* si può notare come il traffico del 2021 sia stato superiore a quello del 2020 in corrispondenza della settimana estiva, ma inferiore nelle restanti ed in particolar modo in quella primaverile.

Operazione	Zona di territorio interessata /pista	primavera				estate				Inverno			
		Totali		Notturni		Totali		Notturni		Totali		Notturni	
		2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Atterraggi	ovest 10	4	7	0	3	10	3	7	1	12	21	0	0
	Est 28	847	233	128	31	521	806	78	135	929	819	138	119
Decolli	Ovest 28	713	182	8	2	459	693	9	6	828	729	7	20
	Est 10	134	56	50	11	76	109	8	13	112	110	38	18
	totali	1698	478	186	47	1066	1611	102	155	1881	1679	183	157

Tabella 4: Numero voli totali e notturni nelle tre settimane di maggior traffico del 2020 e 2021.

4.2 VALUTAZIONE DELLA POPOLAZIONE ESPOSTA

4.2.1 DATI DI POPOLAZIONE RESIDENTE

Una volta elaborate le curve isofoniche relative all'indicatore LVA, è possibile calcolare il numero di residenti esposti ai diversi livelli di rumore aeroportuale. A tal fine è necessario disporre dei dati georeferenziati di popolazione aggiornati al periodo considerato.

I dati qui utilizzati per il calcolo della popolazione esposta sono stati acquisiti dai Comuni dell'intorno aeroportuale di Orio al Serio e sono aggiornati al 2020. Mediante l'utilizzo del software ArcMap 10.5.1 sono state pertanto caricate le coordinate geografiche fornite dai Comuni corrispondenti agli indirizzi dei residenti secondo il sistema di riferimento: WGS_1984_UTM_Zone_32N.

4.2.2 CALCOLO DELLA POPOLAZIONE ESPOSTA

Mediante il software ArcMap 10.5.1 si è proceduto ad individuare gli indirizzi ricadenti nelle aree delimitate dalle curve isofoniche elaborate per l'anno 2021 per poter così calcolare il numero di residenti esposti a livelli di LVA compresi tra 60 e 65 dB(A), tra 65 e 75 dB(A) e maggiori di 75 dB(A), corrispondenti ai limiti previsti per le zone A, B e C dell'intorno aeroportuale. Il numero di persone esposte ai diversi intervalli di livello di LVA indicati, arrotondato alla decina, è riportato nella *Tabella 5* per l'anno 2020 e in *Tabella 6* per l'anno 2021.

COMUNE	LVA dB(A)			Popolazione esposta
	60-65	65-75	>=75	Totale complessivo
AZZANO SAN PAOLO	210	0	0	210
BAGNATICA	110	10	0	120
BERGAMO	1930	10		1940
BOLGARE	0	0	0	0
BRUSAPORTO	0	0	0	0
COSTA DI MEZZATE	10	0	0	10
GRASSOBBIO	1290	290	0	1580
ORIO AL SERIO	810	860	0	1669
SERiate	70	290	0	360
Totale complessivo	4430	1460	0	5890

Tabella 5: residenti esposti a livelli di LVA superiori a 60 dB(A) anno 2020

COMUNE	LVA dB(A)			Popolazione esposta
	60-65	65-75	>=75	Totale complessivo
AZZANO SAN PAOLO	30	0	0	30
BAGNATICA	100	0	0	100
BERGAMO	260	10	0	270
BOLGARE	0	0	0	0
BRUSAPORTO	0	0	0	0
COSTA DI MEZZATE	0	0	0	0
GRASSOBBIO	860	250	0	1110
ORIO AL SERIO	960	540	0	1500
SERiate	70	230	0	300
Totale complessivo	2280	1030	0	3310

Tabella 6: residenti esposti a livelli di LVA superiori a 60 dB(A) anno 2021

Il calo del traffico e la relativa contrazione della superficie delle curve comportano una notevole diminuzione del numero di residenti soggetti ad un Livello di rumore Aeroportuale superiore a 60 dB(A) rispetto al 2020. Rimane comunque consistente il numero di residenti nella fascia di rumore superiore a 65 dB(A).