

ARPA Lombardia – Settore Attività Produttive e Controlli

Stima delle curve del livello di valutazione del rumore aeroportuale (L_{VA}) per l'aeroporto di Orio al Serio Anno 2020

Relazione redatta da:

Emanuele Galbusera

tecnico competente in acustica ambientale - n° ENTECA 1771

Roberta Pollini

tecnico competente in acustica ambientale - n° ENTECA 2071

Verificata da: Responsabile U.O. Agenti Fisici

Daniela de Bartolo

Indice

1	INTRODUZIONE	5
2	ARCHITETTURA DEL MODELLO AEDT	6
3	IMPOSTAZIONE DEI DATI DI INPUT	7
3.1	<i>Definizione del dominio di calcolo</i>	8
3.2	<i>Validazione dei tracciati radar.....</i>	8
3.3	<i>Scelta delle tre settimane di maggior traffico</i>	9
3.4	<i>Dati meteorologici.....</i>	11
3.5	<i>Dati di traffico - Profili e Stage.....</i>	12
4	RISULTATI OTTENUTI PER L'INDICATORE L_{VA} E CALCOLO DELLA POPOLAZIONE ESPOSTA.....	13
4.1	<i>Curve di isolivello.....</i>	13
4.2	<i>Valutazione della popolazione esposta.....</i>	16
4.2.1	<i>Dati di popolazione residente.....</i>	16
4.2.2	<i>Calcolo della popolazione esposta</i>	16

GLOSSARIO DEGLI ACRONIMI

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

1

INTRODUZIONE

Questa relazione descrive la determinazione e l'analisi delle curve di isolivello dell'indice di valutazione del rumore aeroportuale (L_{VA}) relativamente all'anno 2020 per lo scalo di Orio al Serio. Tali curve, basate sul traffico reale delle tre settimane di maggior traffico dell'anno 2020, rappresentano il risultato delle elaborazioni effettuate da ARPA Lombardia per l'aggiornamento annuale delle curve di isolivello dell'indicatore L_{VA} nell'intorno degli aeroporti civili ai sensi dell'art.14 comma 3 della L.R. 13/01.

Si evidenzia che la pandemia da Covid-19 che ha caratterizzato il 2020 ha impattato drasticamente sul traffico aereo riducendolo in modo significativo (-95% per Orio al Serio) a partire da fine marzo in corrispondenza del lock down attuato in Italia e in gran parte d'Europa. Il traffico presso lo scalo di Orio al Serio ha registrato una lieve ripresa nel periodo estivo raggiungendo una mole di traffico del 50% rispetto al precedente anno e attestandosi a livelli tra il 40% e il 25% tra ottobre e dicembre.

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. 2d) 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 2020, per il quale è stato calcolato l'indice di valutazione del rumore aeroportuale L_{VA} , 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 invernale¹, 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.

¹ Periodo primaverile: dal 1 febbraio al 31 maggio, periodo estivo: dal 1 giugno al 31 settembre, periodo invernale: dal 1 al 31 gennaio e dal 1 ottobre al 31 dicembre (DM 31/10/1997).

3.1 Definizione del dominio di calcolo

In AEDT viene utilizzato il 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 ("Contour"). In questo modo, l'utente non ha bisogno di ipotizzare a priori l'estensione geografica della regione di interesse. In pratica, AEDT valuta la variazione spaziale del livello di rumore e, laddove tale livello cambia, aggiunge un ulteriore raffinamento alla griglia dinamica, permettendo un'indagine più accurata. In **Tabella 1** vengono riportati i parametri definiti per la griglia iniziale nella simulazione qui descritta.

Coordinate ARP (deg)	LAT= 45.673889	LOG= 9.704166
Grid Origin (nmi)	X= 0	Y= 0
Initial Distance between points (nmi)	I =0,005	J = 0,005

Tabella 1: Parametri AEDT definiti per il dominio di calcolo di tipo *Contour*

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 L_{VA} contenuta nella normativa vigente, sono state individuate, per l'anno 2020, 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 2020 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 2020	Numero di movimenti validi	Numero di movimenti totali
Invernale	02 – 08 gennaio	1881	1885
Primaverile	09 – 15 febbraio	1699	1706
Estivo	02 - 08 agosto	1066	1069

Tabella 2: Settimane a maggior traffico per il 2020

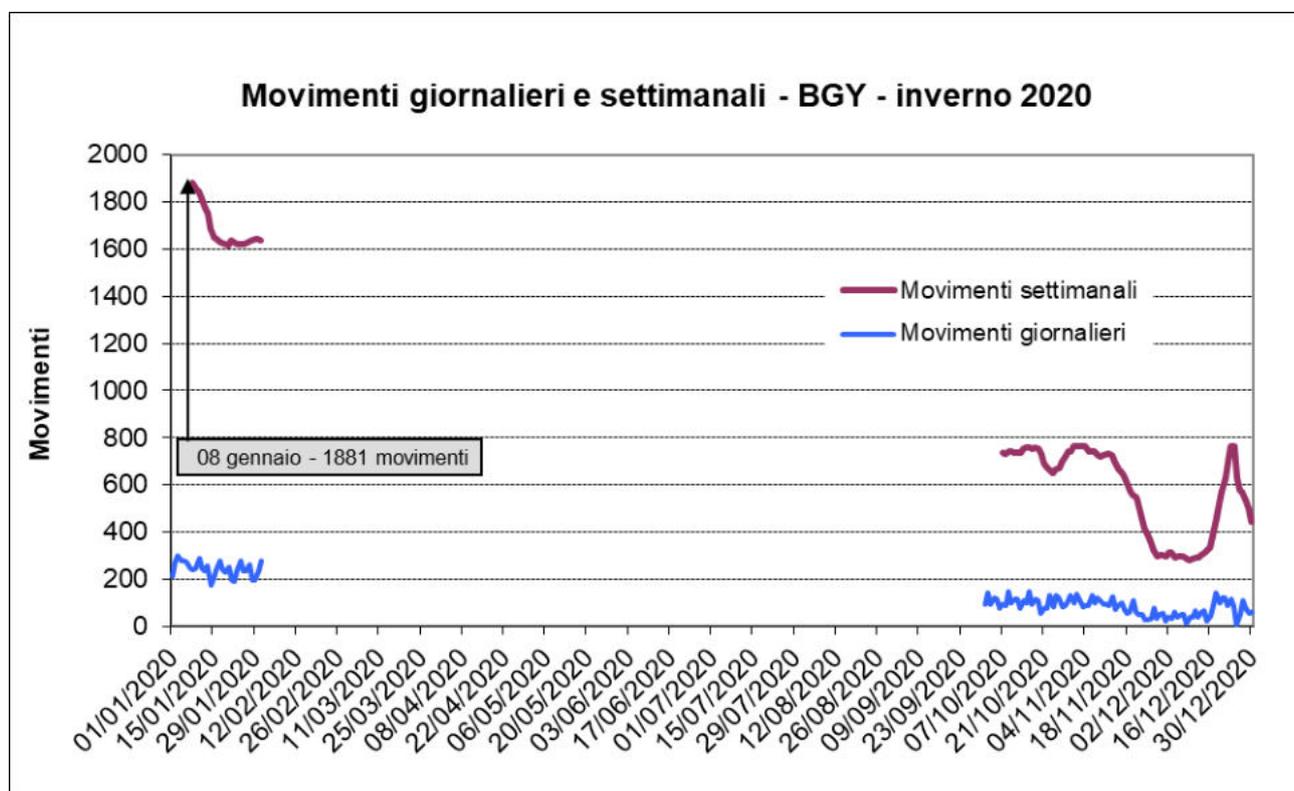


Figura 1: Movimenti giornalieri e settimanali – inverno 2020 (1-31 gennaio, 1 ottobre – 31 dicembre; DM 31/10/1997).

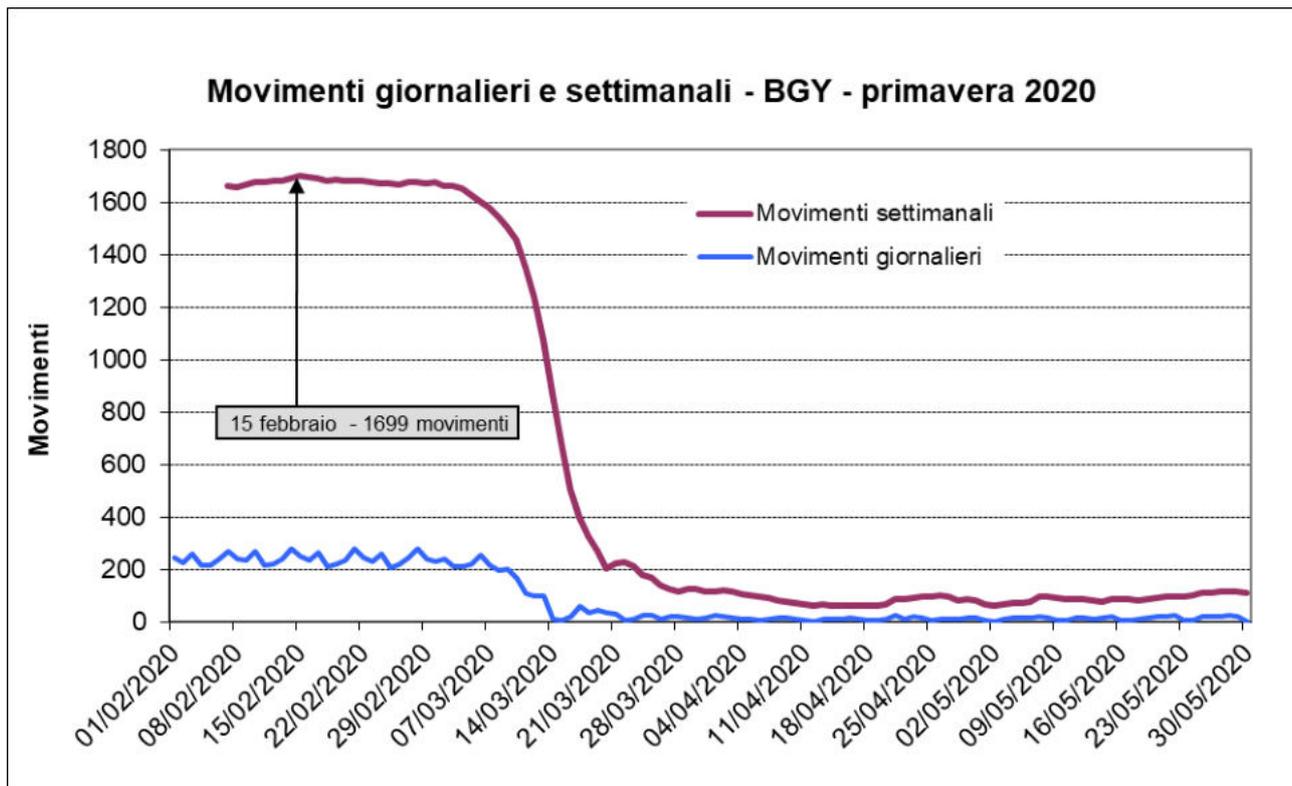


Figura 2: Movimenti giornalieri e settimanali – primavera 2020 (1 febbraio – 31 maggio; DM 31/10/1997).

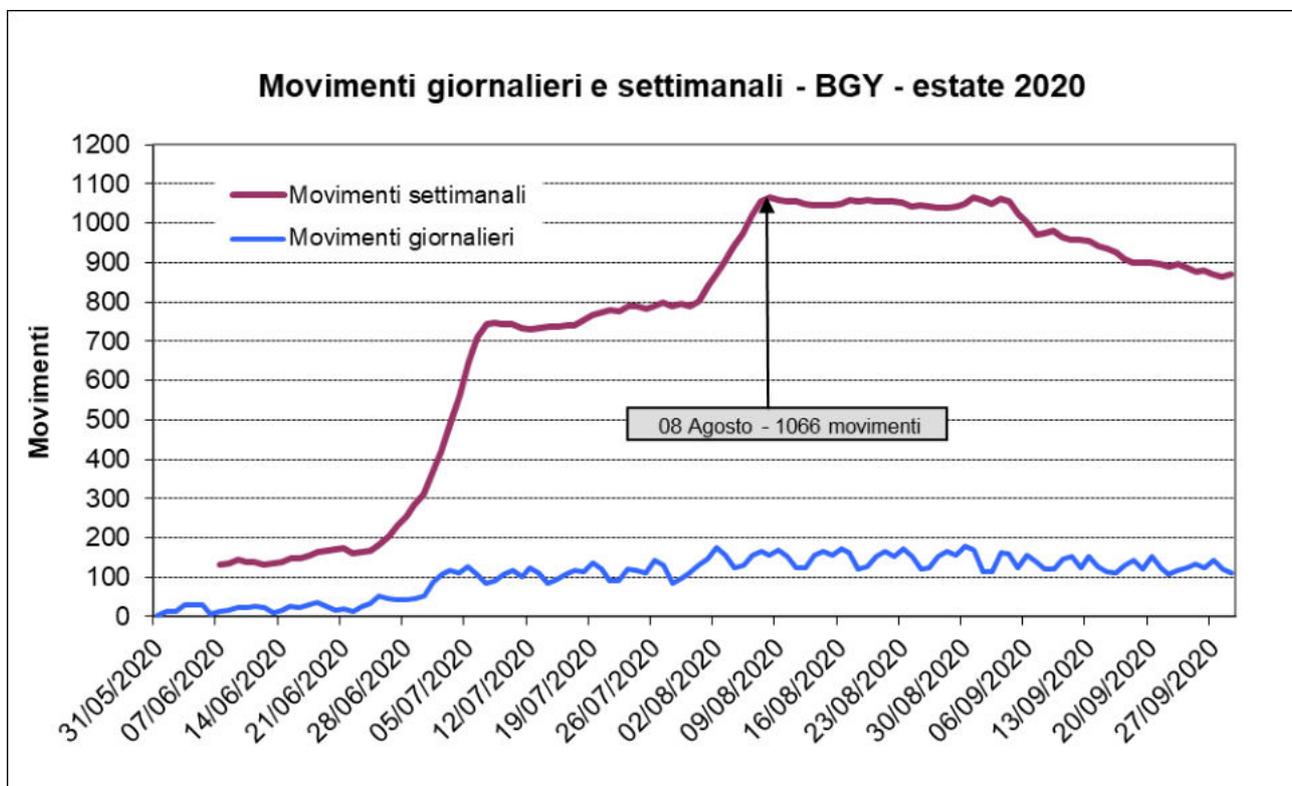


Figura 3: Movimenti giornalieri e settimanali – estate 2020 (1 giugno – 30 settembre; DM 31/10/1997).

3.4 Dati meteorologici

I dati meteorologici utilizzati sono i valori medi orari di temperatura, pressione e umidità forniti dalle centraline meteo della rete di monitoraggio aeroportuale. I dati meteorologici di input inseriti nello studio di 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 di ciascuna centralina sono state ricavate le medie settimanali per temperatura, pressione e umidità (**Tabella 3**).

	Data	Temperatura (°C)	Pressione (millibar)	Umidità [%]
Periodo invernale	02/01/2020	4,6	999,4	72,0
	03/01/2020	5,1	994,5	68,3
	04/01/2020	6,2	990,8	63,4
	05/01/2020	7,7	995,1	53,8
	06/01/2020	4,6	998,3	71,5
	07/01/2020	2,2	994,4	85,1
	08/01/2020	3,6	997,8	68,1
	media settimanale	4,9	995,8	68,9
Periodo primaverile	09/02/2020	6,2	996,5	71,7
	10/02/2020	7,9	983,6	91,1
	11/02/2020	11,6	976,1	46,0
	12/02/2020	11,5	984,6	17,2
	13/02/2020	7,7	986,4	42,5
	14/02/2020	8,7	985,8	68,4
	15/02/2020	8,8	994,6	55,7
	media settimanale	8,9	986,8	56,1
Periodo estivo	02/08/2020	27,2	979,8	56,2
	03/08/2020	20,4	975,3	80,1
	04/08/2020	20,4	974,9	65,2
	05/08/2020	22,4	981,8	49,8
	06/08/2020	24,5	985,6	54,2
	07/08/2020	26,0	987,8	58,8
	08/08/2020	28,0	987,6	50,2
	media settimanale	24,1	981,8	59,2

Tabella 3: Parametri meteo di input relativi all'aeroporto di Orio al Serio nell'anno 2020 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 o B" laddove previsto nel database e indicato dalla compagnia aerea; in mancanza di questa informazione 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**.

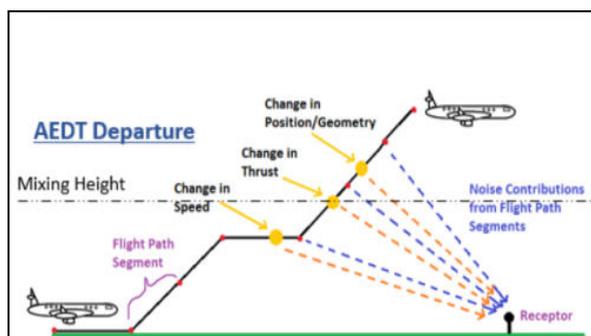


Figura 4: segmentazione del profilo di decollo

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. 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 L_{VA} E CALCOLO DELLA POPOLAZIONE ESPOSTA

4.1 Curve di isolivello

Nella figura riportata di seguito sono rappresentate le curve di isolivello del parametro L_{VA} pari a valori di 60, 65 e 75 dB(A), ottenute dalle elaborazioni eseguite 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 2020. Le isolinee ottenute per il 2020 sono confrontate con le corrispondenti curve calcolate per il 2019.

Il territorio è rappresentato in figura dall'immagine satellitare resa disponibile da ArcGis online. 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 riportate sia le isofoniche calcolate per il 2020 mese che quelle calcolate per l'anno 2019 per un confronto diretto.

Il periodo di drastico calo del traffico, iniziato nel corso del mese di marzo a causa della pandemia da covid-19, ha incluso i mesi in cui storicamente ricadono le settimane di maggior traffico invernale e primaverile, cioè maggio ed ottobre. Nelle settimane di gennaio e febbraio l'aeroporto ha registrato un numero di movimenti inferiore del 5-10% circa rispetto ai periodi invernali e primaverili degli anni

precedenti, ma comunque confrontabile con essi. Durante la settimana del periodo estivo, invece, completamente caratterizzato dal calo del traffico, si è registrata una diminuzione di circa il 50% rispetto alle condizioni di normale operatività. A causa di questa diminuzione, dal confronto con le elaborazioni effettuate per l'anno 2019, si riscontra un evidente contrazione delle curve, particolarmente apprezzabile nella zona ad est dell'aeroporto.

Per quanto riguarda il territorio ad ovest dello scalo la contrazione risulta più evidente per l'isofonica pari a 60 dB(A) di L_{VA} in particolare in corrispondenza dell'autostrada e dell'asse pista, dove si collocano le rotte di decollo verso ovest, rispettivamente la PRNAV e la direttrice 220/267.

I dati relativi al traffico aereo durante le tre settimane di maggior traffico del 2020 sono riportati a confronto con il 2019 in **Tabella 4**.

Anno	Zona del territorio interessata	Operazione e pista	Primavera		estate		inverno		Giorno medio	
			Totali	Notturni	Totali	Notturni	Totali	Notturni	Totali	Notturni
2019	ovest	D_28	701	14	892	14	772	7	112,8	1,7
		A_10	81	0	30	0	110	20	10,1	1
	est	D_10	227	61	197	73	226	61	31	9,3
		A_28	855	165	1059	187	899	142	133,9	23,5
	TOT.	1864	240	2178	274	2007	230	287,8	35,5	
2020	ovest	D_28	713	8	459	9	828	7	95,2	1,1
		A_10	4	0	10	7	12	0	1,2	0,3
	est	D_10	134	50	76	8	112	38	15,3	4,6
		A_28	847	128	521	78	929	138	109,4	16,4
	TOT.	1698	186	1066	102	1881	183	221,2	22,4	

Tabella 4: Numero di voli totali e notturni nelle tre settimane di maggior traffico del 2019 e 2020.

Si fa notare come l'eccezionalità degli atterraggi notturni su pista 10, verificatasi nel periodo invernale del 2019 con ben 20 atterraggi per avverse condizioni meteo, si sia riproposta nel periodo estivo del 2020 con 7 atterraggi notturni. Tali operazioni hanno determinato una gobba rilevabile sia sull'isofonica pari a 60 dB(A) che su quella dei 65 dB(A) in corrispondenza dell'asse pista.

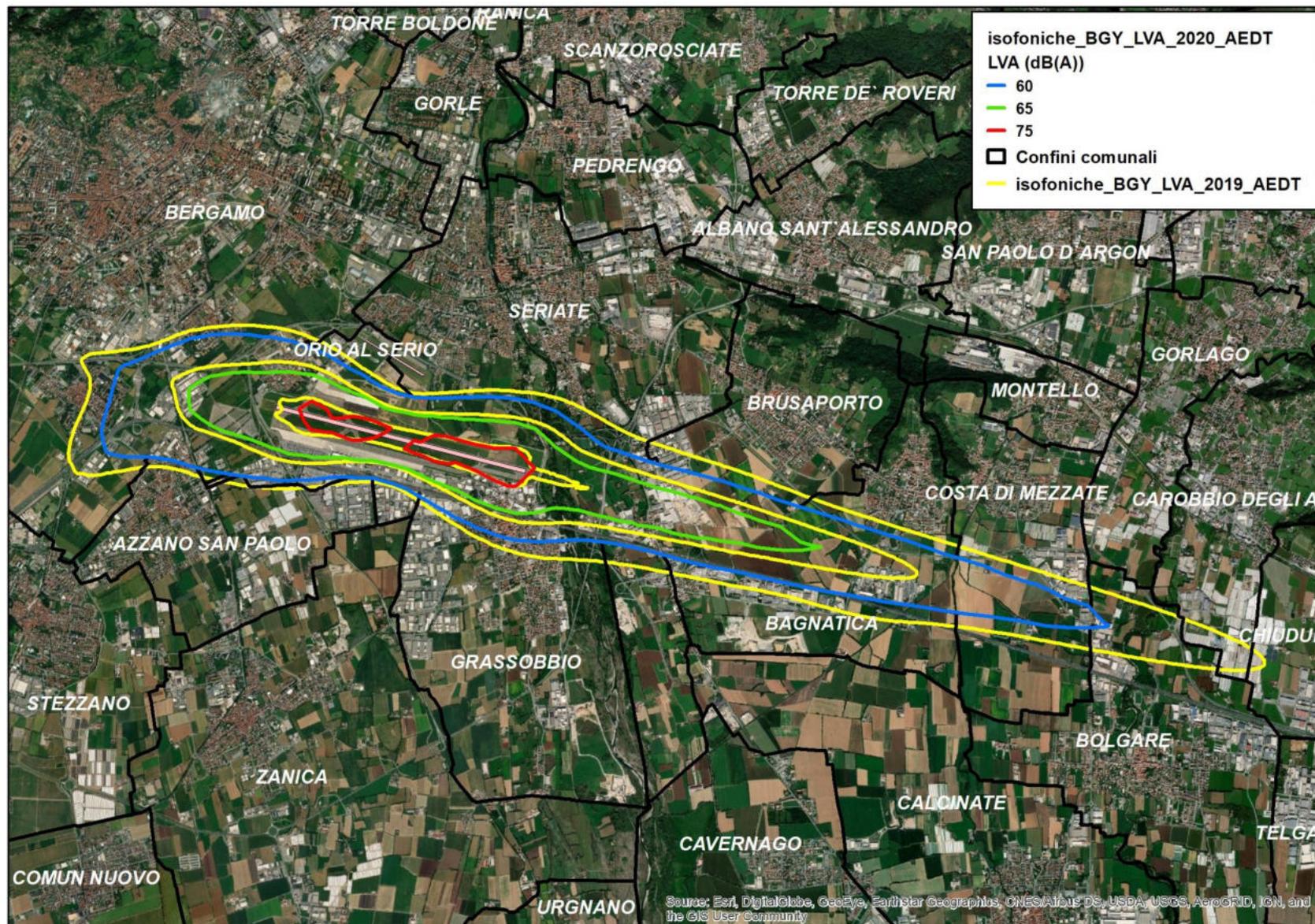


Figura 5: Confronto tra le isofoniche 2020 e quelle calcolate per il 2019.

4.2 Valutazione della popolazione esposta

4.2.1 Dati di popolazione residente

Una volta elaborate le curve isofoniche relative all'indicatore L_{VA} , 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 2017. 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

Una volta elaborate le curve isofoniche relative all'indicatore L_{VA} si è proceduto mediante il software Arc Map 10.5.1 ad individuare gli indirizzi ricadenti nelle aree delimitate dalle curve di isolivello per poter così calcolare il numero di residenti esposti ai differenti livelli di L_{VA} : $60 \text{ dB(A)} \leq L_{VA} < 65 \text{ dB(A)}$; $65 \text{ dB(A)} \leq L_{VA} < 75 \text{ dB(A)}$; $L_{VA} \geq 75 \text{ dB(A)}$, 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 L_{VA} , arrotondati alla decina, sono riportati nella **Tabella 5** per l'anno 2019 e in **Tabella 6** per l'anno 2020.

Comune	L _{VA} dB(A)			Popolazione esposta
	60-65	65-75	>=75	Totale complessivo
AZZANO SAN PAOLO	430	0	0	430
BAGNATICA	210	60	0	270
BERGAMO	4450	10	0	4460
BOLGARE	20	0	0	20
BRUSAPORTO	30	0	0	30
COSTA DI MEZZATE	70	0	0	70
GRASSOBBIO	2480	330	10	2820
ORIO AL SERIO	540	1170	0	1710
SERIATE	310	320	0	630
Totale complessivo	8540	1890	10	10440

Tabella 5: residenti esposti a livelli di LVA superiori a 60dB(A) anno 2019².

Comune	L _{VA} 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 6: residenti esposti a livelli di LVA superiori a 60 dB(A) anno 2020.

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 2019. Rimane comunque consistente il numero di residenti nella fascia di rumore superiore a 65 dB(A).

² Si fa presente che nella relazione presentata nel 2020 i dati del 2019 non erano stati arrotondati alla decina