



MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI



E.N.A.C  
ENTE NAZIONALE per  
L'AVIAZIONE CIVILE

Committente Principale



AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE AMERIGO VESPUCCI

Opera

MASTERPLAN AEROPORTUALE 2035

Titolo Documento

Duna Antirumore  
Relazione di Caratterizzazione delle sorgenti

Livello di Progetto

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

LIV	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE
PE	00	Ottobre 2022	N/A	FLR-MPL-PFTE-DUN1-004-PA-RT_Duna Rel Sor
				TITOLO RIDOTTO
				Duna Rel Sor

00	10/2022	Prima Emissione	TAE	F. Bosi	L. Tenerani
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<p>COMMITTENTE PRINCIPALE</p>  <p><b>ACCOUNTABLE MANAGER</b> Dott. Vittorio Fanti</p>	<p>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</p>  <p><b>DIRETTORE TECNICO</b> Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631</p>	<p>SUPPORTI SPECIALISTICI</p> <p><b>PROGETTAZIONE SPECIALISTICA</b></p>  <p>Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631</p> <p><b>CONSULENZA SPECIALISTICA</b></p>  <p><b>PROGETTISTA SPECIALISTICO</b> Dott. Agr. ELENA LANZI</p>  <p>Dott. Agr. ANDREA VATTERONI</p> 
<p><b>POST HOLDER PROGETTAZIONE</b> Ing. Lorenzo Tenerani</p> <p><b>POST HOLDER MANUTENZIONE</b> Ing. Nicola D'ippolito</p> <p><b>POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO</b> Geom. Luca Ermini</p>	<p><b>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b> Arch. Filippo Bosi Ordine degli Architetti di Firenze N°9004</p>	

## 1. PREMESSA ED OBIETTIVI

---

La presente relazione tecnica è stata redatta al fine di descrivere l'attività svolta necessaria alla definizione delle sorgenti acustiche inerenti la nuova pista di progetto dell'Aeroporto "A. Vespucci" di Firenze - Master Plan aeroportuale 2014-2029 rappresentate da aeromobili in decollo presso l'aeroporto di Firenze nella futura configurazione.

Nel caso particolare il progetto prevede che siano presenti in prossimità della pista i ricettori rappresentati da strutture del Polo Scientifico dell'Università di Firenze di Sesto F.no. I ricettori sono ubicati alla distanza di circa 270 m dalla linea mediana della pista di progetto, compresi in una fascia di 300 m. Con riferimento alla progressiva 0 della pista di progetto, tali ricettori si affacciano per una lunghezza di circa 850 m a partire da circa 390 m dall'inizio della pista e che per essi la condizione maggiormente impattante sia rappresentata dalla fase di decollo.

Nel dettaglio, per la realizzazione di un modello di propagazione dell'onda sonora nello scenario relativo alla fase di decollo nella futura configurazione dell'aeroporto di Firenze e per l'eventuale dimensionamento delle opere di mitigazioni acustica che si rendessero necessarie, è stato di peculiare importanza riuscire ad avere una caratterizzazione delle sorgenti in essere.

Tale operazione, data la carenza di dati di dettaglio disponibili in letteratura, non ha potuto prescindere da una campagna di rilevazione fonometrica sul campo presso uno scenario analogo a quello che è rappresentato dal progetto del nuovo aeroporto di Firenze, sia in termini dimensionali della pista che delle tipologie di aeromobile che vi sono impegnate.

Acquisiti i dati relativi ai singoli eventi si è proceduto a verificare l'affidabilità delle misure effettuate in modo tale da poter essere impiegate nella realizzazione di un modello acustico con software dedicato.

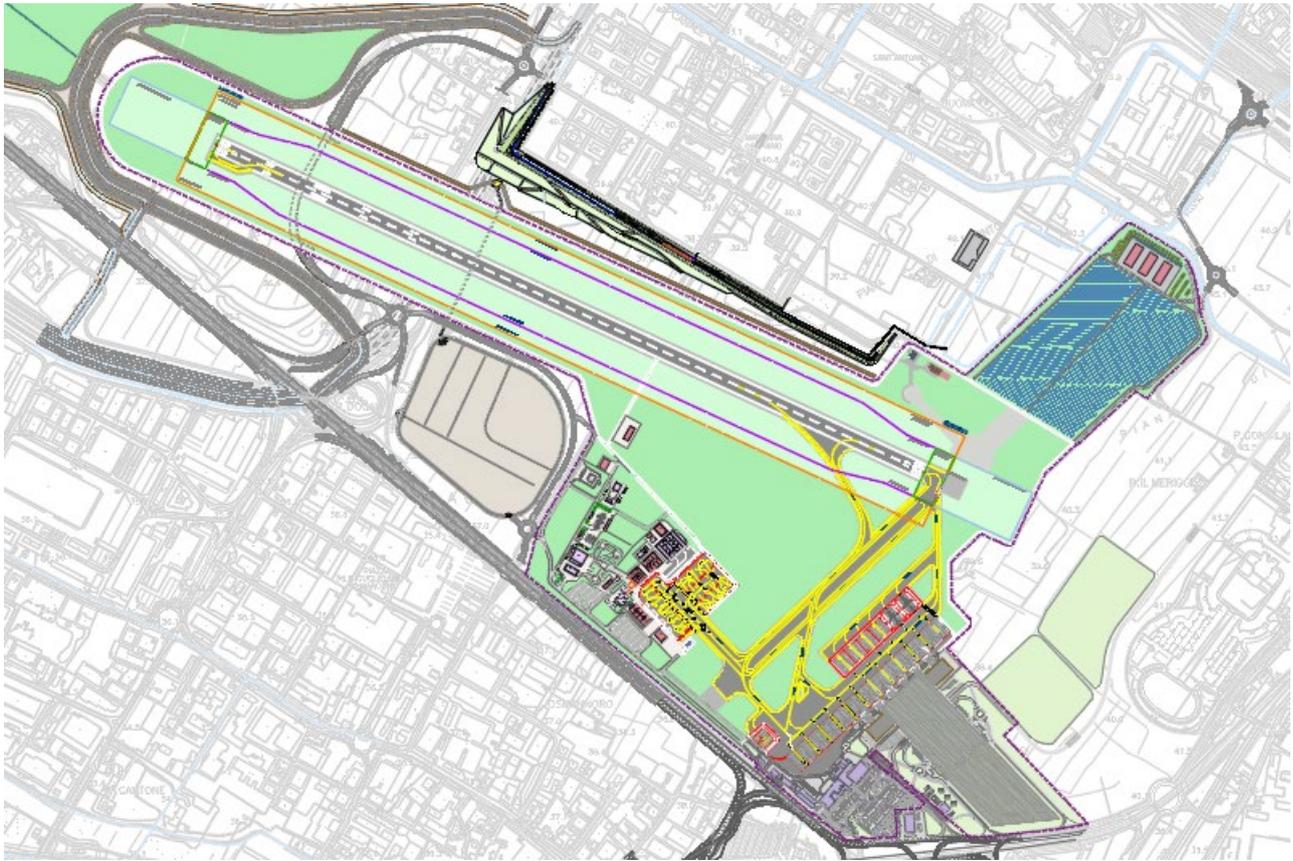


Figura 1 - Localizzazione dei ricettori in relazione al progetto del nuovo aeroporto di Firenze



Figura 2 – Dettaglio della posizione relativa della Duna e della Pista di Progetto 11/29

## 2. CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE

### 2.1 METODOLOGIA DI MISURA

Per caratterizzare la sorgente, nell'ottica di avere maggiore accuratezza di stima per i ricettori sopraindicati, si è operato costruendo una griglia di monitoraggio fonometrico presso la pista di Pisa (considerando una ideale sovrapposizione con quella di progetto di Firenze con riferimento al punto 0, ovviamente considerando la fase di decollo), con particolare infittimento dei punti di campionamento in coincidenza del corrispondente tratto della pista di Pisa coincidente con la progressiva sopra individuata. La campagna di rilevazione fonometrica, quindi, ha previsto il posizionamento di 3 postazioni di misura di riferimento PR a 50 m (100 m) dalla mezzeria della pista equidistanti 300m a partire da 400 m dal punto 0 e di ulteriori 2 postazioni PR a 50 metri dalla mezzeria a 1500 m e 2000 m dal punto 0. In corrispondenza di ogni postazione PR saranno poi posizionate a 250 m dalla mezzeria della pista le 5 relative postazioni di controllo PC. Tutte le postazioni di misura sono state poste a 2m dal piano di campagna.

Si riporta di seguito un estratto planimetrico con l'indicazione delle postazioni di misura necessarie inserite nel contesto dell'Aeroporto di Pisa

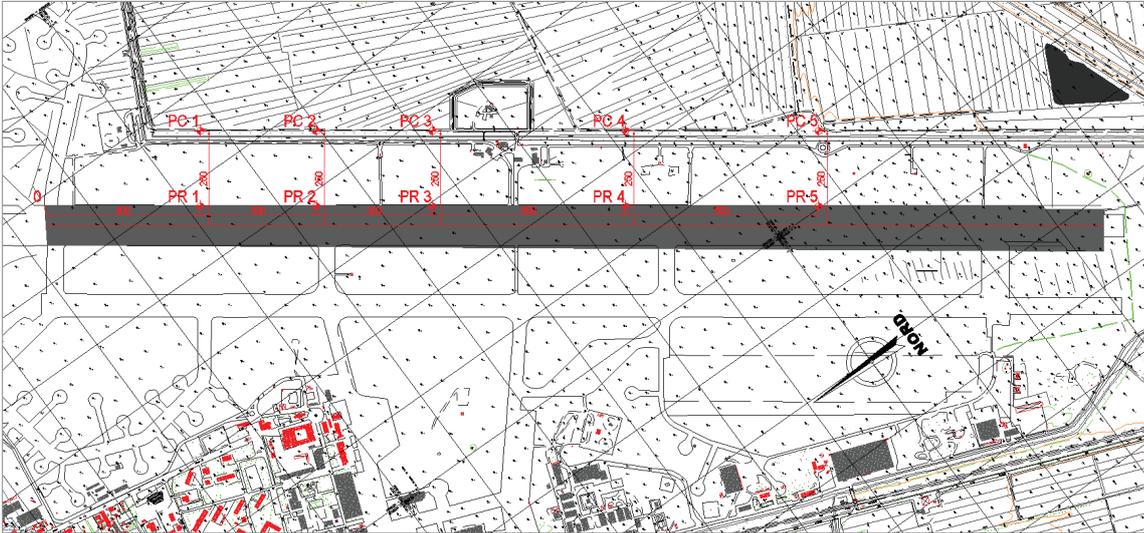


Figura 3 – Localizzazione delle postazioni di monitoraggio presso l'aeroporto di Pisa

Così come riportato nel punto 1 dell'allegato B del decreto del 16 marzo 1998, prima di effettuare le misurazioni è necessario acquisire tutte quelle informazioni che possono condizionare la scelta del metodo e delle posizioni di misura. Sono stati rilevati tutti i dati che conducono ad una descrizione di tutte le sorgenti che influiscono sul rumore ambientale nelle zone interessate dall'indagine, con particolare riguardo alle variazioni della loro emissione sonora, alla propagazione di tale emissione, alla presenza di componenti tonali e/o impulsive e/o di bassa frequenza.

Il tempo di misura non è stato inferiore alle 24 ore e per ogni punto di misura PR e PC, oltre ai dati rilevati (time-history del livello equivalente), sono stati acquisiti:

- il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" rappresentativo del rumore ambientale immesso nel punto di misura dall'insieme di tutte le sorgenti presenti sul territorio nel, eventualmente corretto per la presenza di componenti impulsive e/o tonali e/o di bassa frequenza;
- il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" rappresentativo del rumore di decolli e atterraggi immesso nel punto di misura;

Le misure sono state eseguite il giorno 10 gennaio 2018.

Durante i rilievi fonometrici si sono stati distinti gli eventi rappresentati da decolli e partenze di varie tipologie di velivolo. Nella tabella riassuntiva di seguito presentata sono riportati:

- Colonna 1: Data
- Colonna 2: Orario di atterraggio/decollo

- Colonna 3: Matricola del velivolo
- Colonna 4: Modello del Velivolo
- Colonna 5: Velivolo in decollo (P) o Atterraggio (A)
- Colonna 6: Pista 22L o 04R
- Colonna 7: Peso massimo
- Colonna 8: Numero massimo di passeggeri
- Colonna 9: Codice IATA
- Colonna 10: Numero volo
- Colonna 11: Tipologia di Aviazione
- Colonna 12: Velivoli Cargo

20180110	0640	E DWX	B738	p	22L	67	189
20180110	0651	E F G	B738	p	22L	67	189
20180110	0729	E RDD	E170	p	22L	38	88
20180110	0745	E DHC	B738	p	04R	67	189
20180110	0801	E EKW	B738	p	22L	67	189
20180110	0941	E FZp	B738	p	22L	67	189
20180110	1002	pHHZX	B738	p	22L	75	189
20180110	1122	E F G	B738	p	22L	67	189
20180110	1158	E FTC	B738	p	22L	67	189
20180110	1201	E DSL	A320	p	22L	74	174
20180110	1204	GEZDM	A319	p	22L	66	156
20180110	1236	VpBpJ	B738	p	04R	76	189
20180110	1247	E DWX	B738	p	04R	67	189
20180110	1313	E FTG	B738	p	22L	67	189
20180110	1336	ADJR	E195	p	04R	51	120
20180110	1410	E EKW	B738	p	04R	67	189
20180110	1417	E DLX	B738	p	22L	67	189
20180110	1503	E EBG	B738	p	04R	67	189
20180110	1513	GEUpM	A319	p	04R	64	143
20180110	1525	A7AHY	A320	p	04R	78	132
20180110	1553	E RDE	E175	p	04R	38	88
20180110	1555	E FZJ	B738	p	04R	67	189
20180110	1624	GEZRA	A320	p	04R	74	186
20180110	1722	GEZBX	A319	p	04R	64	156
20180110	1755	E EKW	B738	p	22L	67	189
20180110	1804	E EVW	B738	p	22L	67	189
20180110	1822	E FTG	B738	p	04R	67	189
20180110	1904	E RNE	E190	p	22L	48	100
20180110	1921	E GAW	B738	p	22L	68	189
20180110	1958	E FZJ	B738	p	22L	67	189
20180110	2003	E F G	B738	p	22L	67	189
20180110	2112	E SLG	AT72	p	22L	22	0
20180110	2146	HAFAY	B734	p	04R	67	0

Figura 4 – Elenco dei Voli Rilevati

Per la caratterizzazione della sorgente (data anche la disposizione delle postazioni di misura) si è preso in considerazione i soli Velivoli commerciali in decollo, Pista 22L che sono evidenziati nella citata tabella.

## 2.2 DISCRIMINAZIONE DEGLI EVENTI (SEL E LAEQ,TR)

Per la caratterizzazione della sorgente, si è deciso di operare in analogia a quanto previsto dal DM 31/10/1997 "Metodologia di misura per il rumore aeroportuale", ovvero si sono isolati i singoli eventi per ogni postazione. Per ogni singolo evento rilevato viene specificato:

- il livello di esposizione sonora (o livello sonoro del singolo evento) LAE (SEL);
- il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A", LAeq;
- gli istanti (hh:mm:ss) di inizio e fine dell'evento;

Sulla base dell'orario in cui si è verificato l'evento e dall'esame dei profili temporali quindi si sono individuati gli eventi sonori di interesse, se ne sono ottenuti i valori di LAE (SEL). Gli eventi invalidati, dovuti a situazioni eccezionali (evidenziati in rosso nelle successive tabelle riepilogative), sono stati sostituiti dal valore medio aritmetico di LAE calcolato su tutti i restanti.

La determinazione dei valori  $L_{Aeq,TR}$  è stata effettuata in base alla relazione seguente:

$$L_{Aeq,TR} = 10 \log \sum_{i=1}^n (T_0) 10^{0,1(L_{AE})_i} - k$$

dove:

TR è il periodo di riferimento diurno o notturno;

n è il numero degli eventi avvenuti nel periodo TR;

k = 47.6 dB(A) nel periodo diurno (06-22) e k = 44.6 dB(A) nel periodo notturno (22-06).

PC1

Nome	Inizio	Durata	Leq [dBA]	SEL [dBA]	
Totale	07:16:41	23:21:06	61,4	110,7	
Non Mascherato	07:16:41	23:06:54	60,6	109,8	
Mascherato	07:28:44	00:14:12	74	103,3	
640				91,2	
651				91,2	8
729	07:28:44	00:00:38	74,1	89,9	—
801	08:00:48	00:00:38	72,3	88,1	
941	09:40:00	00:00:52	66,3	83,4	
1002	10:02:09	00:00:39	75,7	91,6	
1122	11:20:06	00:00:45	67	83,5	
1158	11:54:10	00:00:48	76,9	93,7	
1201	12:00:48	00:01:07	74,2	92,5	
1204	12:04:12	00:00:48	75,6	92,4	
1313	13:13:10	00:00:39	65,3	81,2	
1417	14:15:49	00:01:17	66,2	85	
1755	17:53:56	00:00:53	70,4	87,6	
1804	18:03:07	00:00:37	73,3	88,9	
1904	19:03:09	00:01:13	69,1	87,7	
1921	19:20:28	00:01:38	71,4	91,3	
1958	19:58:15	00:00:52	79,2	96,4	
2003	20:03:30	00:00:48	79	95,8	
2112				91,2	
					Leq,TR [dBA]
			SEL [dBA] Medio	91,2	56,4

Tabella 1 – Risultati elaborazione dei rilievi fonometrici nella posizione di controllo PC1

PC2				
Nome	Inizio	Durata	Leq [dBA]	SEL [dBA]
Totale	07:07:21	23:25:50	61,2	110,5
Non Mascherato	07:07:21	23:07:10	60,6	109,8
Mascherato	07:28:38	00:18:40	71,8	102,3
640				90,3
651				90,3
729	07:28:38	00:02:02	65,6	86,4
801	08:00:48	00:01:24	65,1	84,3
941	09:40:08	00:00:46	69,3	86
1002	10:01:42	00:01:12	71,3	89,8
1122	11:19:59	00:01:47	62,9	83,2
1158	11:54:21	00:00:55	75,5	92,9
1201	12:00:46	00:01:07	72,5	90,8
1204	12:03:48	00:01:09	74,8	93,2
1313	13:13:12	00:00:39	66,3	82,2
1417	14:15:52	00:01:20	65,1	84,1
1755	17:53:55	00:01:04	71,1	89,2
1804	18:03:13	00:00:46	67,8	84,4
1904	19:03:26	00:01:38	65	84,9
1921	19:21:18	00:01:03	75,3	93,3
1958	19:58:15	00:00:56	77,3	94,8
2003	20:03:31	00:00:52	76,7	93,9
2112				90,3
				Leq,TR [dBA]
SEL [DBA] Medio				90,3    55,4

Tabella 2 – Risultati elaborazione dei rilievi fonometrici nella posizione di controllo PC2

PC3

Nome	Inizio	Durata	Leq [dBA]	SEL [dBA]	
Totale	06:53:51	23:33:26	63,3	112,6	
Non Mascherato	06:53:51	23:06:57	62,6	111,8	
Mascherato	07:29:36	00:26:29	72,9	104,9	
640				92,9	
651				92,9	
729	07:29:36	00:01:46	70,6	90,8	
801	08:00:44	00:02:23	67,2	88,7	
941	09:40:38	00:01:53	68,8	89,3	
1002	10:02:41	00:01:08	75,2	93,5	
1122	11:20:52	00:01:38	66,3	86,2	
1158	11:54:46	00:01:44	76,2	96,4	
1201	12:01:40	00:01:50	73,4	93,8	
1204	12:04:59	00:01:19	75,9	94,9	
1313	13:13:47	00:01:44	65,9	86	
1417	14:16:32	00:01:25	70,6	89,9	
1755	17:54:46	00:01:41	71,7	91,7	
1804	18:04:03	00:01:53	66,8	87,3	
1904	19:03:53	00:01:45	69,1	89,3	
1921	19:21:31	00:02:23	69,6	91,2	
1958	19:59:11	00:00:52	82,4	99,5	
2003	20:04:10	00:01:05	72,2	90,3	
2112				92,9	
					Leq,TR [dBA]
			SEL [dBA] Medio	92,9	58,0

Tabella 3 – Risultati elaborazione dei rilievi fonometrici nella posizione di controllo PC3

Nome	Inizio	Durata	PC4	
			Leq [dBA]	SEL [dBA]
Totale	06:36:59	23:39:09	58,9	108,2
Non Mascherato	06:36:59	23:09:07	58,1	107,3
Mascherato	06:39:56	00:30:02	68,7	101,3
640	06:39:56	00:01:39	66,7	86,7
651	06:51:51	00:01:56	66,1	86,8
729	07:29:02	00:01:54	64,2	84,7
801	08:00:51	00:01:28	63,7	83,1
941	09:39:52	00:01:43	63,2	83,4
1002	10:01:28	00:03:01	61,3	83,9
1122	11:19:58	00:01:41	65,3	85,3
1201	12:00:55	00:01:43	70,5	90,6
1158	12:01:16	00:01:13	72	90,6
1204	12:04:19	00:00:58	71,5	89,1
1313	13:12:49	00:01:54	60,2	80,8
1417	14:15:20	00:02:27	73,8	95,5
1755	17:53:54	00:01:48	65,9	86,2
1804	18:03:00	00:01:41	65,5	85,5
1904	19:03:25	00:01:03	72,2	90,2
1921	19:21:35	00:01:32	62,9	82,6
1958	19:58:21	00:01:16	74,2	93
2003	20:03:26	00:01:39	71,4	91,3
2112	21:11:54	00:00:39	67,3	83,2
				Leq,TR [dBA]
			SEL [dBA] Medio	88,9      54,0

Tabella 4 – Risultati elaborazione dei rilievi fonometrici nella posizione di controllo PC4

Nome	Inizio	Durata	PC5	
			Leq [dBA]	SEL [dBA]
Totale	06:16:01	23:49:37	60,6	109,9
Non Mascherato	06:16:01	23:18:21	58,5	107,8
Mascherato	06:38:14	00:31:16	73	105,8
640	06:38:14	00:01:43	71,9	92,1
651	06:50:01	00:02:16	70	91,4
729	07:27:10	00:01:14	72,3	91
801	07:59:25	00:01:10	74,4	92,8
941	09:38:26	00:01:56	73,1	93,8
1002	09:59:49	00:02:55	72,2	94,6
1122	11:18:23	00:01:43	74,4	94,6
1201	11:59:30	00:01:36	72,6	92,4
1158	11:59:30	00:01:31	72,8	92,4
1204	12:02:27	00:01:22	72,5	91,7
1313	13:11:20	00:01:40	70,7	90,7
1417	14:14:00	00:01:56	77,2	97,8
1755	17:52:28	00:01:23	75,4	94,6
1804	18:01:27	00:01:56	74,2	94,9
1904	19:01:47	00:01:28	73,5	93
1921	19:19:12	00:02:13	71,8	93,1
1958	19:56:36	00:01:37	72,2	92,1
2003	20:01:45	00:01:36	70,2	90,1
2112	21:09:39	00:01:32	66,6	86,2

Leq,TR [dBA]

SEL [dBA] Medio                      93,2                      58,4

Tabella 5 – Risultati elaborazione dei rilievi fonometrici nella posizione di controllo PC5

PR1				
Nome	Inizio	Durata	Leq [dBA]	SEL [dBA]
Totale	05:25:11	23:54:29	71,5	120,8
Non Mascherato	05:25:11	23:36:45	67,1	116,4
Mascherato	06:39:33	00:17:44	88,6	118,9
640	06:39:33	00:01:10	86,2	104,7
651	06:51:51	00:00:59	86,7	104,4
729	07:28:36	00:00:42	88,8	105,1
801	08:00:46	00:00:36	92,3	107,9
901	09:39:46	00:01:02	89,4	107,3
1002	10:01:46	00:01:00	90,6	108,4
1122	11:20:05	00:00:46	89,6	106,3
1158	11:54:17	00:00:30	93,1	107,9
1201	12:00:57	00:00:54	86,2	103,6
1204	12:03:57	00:00:44	88,1	104,5
1313	13:13:00	00:00:46	87	103,7
1417	14:15:46	00:00:33	91,1	106,3
1755	17:54:02	00:00:46	89	105,6
1804	18:02:56	00:00:54	88,2	105,6
1904	19:02:59	00:01:13	84,2	102,8
1921	19:21:22	00:00:44	90,3	106,8
1958	19:58:13	00:00:49	88,7	105,6
2003	20:03:25	00:00:46	88	104,6
2112	21:10:37	00:01:41	74,3	94,4
			SEL [dBA] Medio	Leq,TR [dBA]
				105,7
				71,3

Tabella 6 – Risultati elaborazione dei rilievi fonometrici nella posizione di misura di riferimento PR1

PR2

Nome	Inizio	Durata	Leq [dBA]	SEL [dBA]
Totale	05:31:59	23:50:28	72,5	121,8
Non Mascherato	05:31:59	23:31:02	71	120,3
Mascherato	06:39:50	00:19:26	85,9	116,6
640	06:39:50	00:00:58	85,6	103,2
651	06:51:53	00:01:13	83,8	102,5
729	07:28:55	00:01:13	84,8	103,5
801	08:00:43	00:00:50	88,6	105,6
941	09:39:53	00:01:08	86,9	105,2
1002	10:01:50	00:01:04	87,5	105,5
1122	11:20:03	00:00:51	86,3	103,4
1201	12:00:37	00:01:44	82,6	102,8
1158	12:01:00	00:00:55	85,4	102,8
1204	12:03:48	00:01:15	84,6	103,3
1313	13:13:09	00:00:43	85,6	102
1417	14:15:48	00:01:36	85,7	105,5
1755	17:54:07	00:00:51	86,7	103,8
1804	18:03:06	00:00:51	87	104
1904	19:03:17	00:00:54	83,8	101,1
1921	19:21:16	00:00:58	86,3	103,9
1958	19:58:28	00:00:44	87,8	104,3
2003	20:03:30	00:00:50	85,6	102,6
2112	21:11:34	00:00:49	76,3	93,2
				Leq,TR [dBA]
				14
			SEL [dBA] Medio	103,6
				69

Tabella 7 – Risultati elaborazione dei rilievi fonometrici nella posizione di misura di riferimento PR2

PR3

Nome	Inizio	Durata	Leq [dBA]	SEL [dBA]	
Totale	05:37:08	23:48:38	74,4	123,7	
Non Mascherato	05:37:08	23:25:37	73,3	122,6	
Mascherato	06:39:46	00:23:01	85,9	117,3	
640	06:39:46	00:01:09	85,1	103,5	
651	06:51:57	00:01:10	85,2	103,6	
729	07:28:51	00:01:18	85,1	104	
801	08:00:54	00:00:58	87,4	105	
941	09:40:01	00:01:02	87,9	105,8	
1002	10:01:51	00:01:05	87,3	105,4	
1122	11:19:58	00:01:02	86,9	104,9	
1158	11:54:22	00:01:17	88,1	107	
1201	12:01:20	00:00:38	87,4	103,2	
1204	12:04:12	00:00:47	87,5	104,2	
1313	13:13:05	00:00:57	83,1	100,7	
1417	14:15:47	00:01:37	85,6	105,5	
1755	17:54:14	00:00:46	88,1	104,7	
1804	18:03:11	00:00:51	86,6	103,6	
1904	19:03:21	00:01:45	79,8	100	
1921	19:21:20	00:01:03	86,1	104,1	
1958	19:58:24	00:00:58	86,8	104,5	
2003	20:03:13	00:01:10	84,6	103,1	
2112	21:11:17	00:01:17	74,8	93,7	
					Leq,TR [dBA]
					69,7
				SEL [dBA] Medio	104,1

Tabella 8 – Risultati elaborazione dei rilievi fonometrici nella posizione di misura di riferimento PR3

PR4

Nome	Inizio	Durata	Leq [dBA]	SEL [dBA]	
Totale	05:41:10	23:48:18	76,1	125,4	
Non Mascherato	05:41:10	23:19:25	75,5	124,7	
Mascherato	06:39:42	00:28:53	85,0	117,4	
640	06:39:42	00:01:43	85,1	105,2	
651	06:51:43	00:01:52	84,2	104,7	
729	07:28:56	00:01:06	86,7	104,9	
801	08:00:28	00:01:44	86,2	106,4	
941	09:39:48	00:01:54	85,4	106	
1002	10:01:38	00:01:21	87,4	106,5	
1122	11:20:06	00:01:35	86,8	106,6	
1158	12:00:51	00:01:35	83	102,7	
1201	12:01:04	00:01:32	83,1	102,7	
1204	12:04:08	00:01:22	84,6	103,7	
1313	13:12:51	00:02:11	80,8	102	
1417	14:15:45	00:01:40	86,8	106,8	
1755	17:54:04	00:01:35	85,4	105,1	
1804	18:03:01	00:01:40	85,3	105,3	
1904	19:03:23	00:01:28	83,8	103,2	
1921	19:21:16	00:01:52	84	104,5	
1958	19:58:27	00:01:12	85,5	104	
2003	20:03:18	00:01:12	85,8	104,3	
2112	21:11:24	00:01:00	78,8	96,6	
					Leq,TR [dBA]
	SEL [dBA] Medio			104,7	69,8

Tabella 9 – Risultati elaborazione dei rilievi fonometrici nella posizione di misura di riferimento PR4

PR5

Nome	Inizio	Durata	Leq [dBA]	SEL [dBA]	
Totale	05:47:54	23:48:18	76,1	125,5	
Non Mascherato	05:47:54	23:21:55	75,4	124,7	
Mascherato	06:46:41	00:26:23	85,5	117,5	
640	06:46:41	00:01:07	86,8	105,1	
651	06:58:42	00:01:36	84,1	104	
729	07:35:39	00:01:10	85,9	104,4	
801	08:07:27	00:01:25	86,8	106,1	
941	09:46:45	00:01:34	86,3	106	
1002	10:08:28	00:01:11	88,5	107	
1122	11:26:57	00:01:18	87,4	106,3	
1201	12:00:53	00:01:13	87,7	106,3	
1158	12:00:55	00:01:16	87,5	106,3	
1204	12:07:22	00:01:55	82,9	103,5	
1313	13:19:41	00:01:17	83,9	102,7	
1417	14:22:16	00:01:50	86,5	106,9	
1755	18:00:40	00:01:37	85,7	105,5	
1804	18:09:55	00:01:27	85,9	105,3	
1904	19:10:09	00:01:27	83,8	103,2	
1921	19:28:09	00:01:37	84,7	104,6	
1958	20:04:53	00:01:25	84,9	104,2	
2003	20:10:11	00:00:58	86,2	103,8	
2112	21:18:02	00:01:13	77,7	96,3	
					Leq,TR [dBA]
	SEL [dBA] Medio			105,0	69,9

Tabella 10 – Risultati elaborazione dei rilievi fonometrici nella posizione di misura di riferimento PR5

### 2.3 VERIFICA DELLA AFFIDABILITA' DELLE MISURE

Una volta ottenuti i valori SEL e LAeq,TR per ogni postazione PR, applicando la formula semplificata ISO9613-2 per le sorgenti lineari si è ottenuto il livello di potenza sonora medio della sorgente rappresentata dai decolli.

PR1	PR2	PR3	PR4	PR5	Media
LW,L [dB/m]					
93,3	91,0	91,7	91,8	91,9	92,0

Tabella 11 – Risultato di calcolo della potenza sonora media per metro della sorgente

Partendo da tale dato è stato poi possibile implementare un calcolo teorico relativo alla propagazione sonora al fine di verificare se le misure effettuate sono tra di loro correlate e quindi utilizzabili nella realizzazione di un modello acustico. La formula che meglio si adatta al caso in esame, è quello basato in prima approssimazione sull'ipotesi di sorgente lineare con postazione ricettori sufficientemente distanti, secondo la metodologia proposta dalla ISO9613-2.

Si tenga presente che la propagazione *airborne* dalle sorgenti significative verso i ricettori notevoli avviene di solito in condizioni ambientali intermedie tra quelle che sono le condizioni limite per la propagazione, rappresentate dalle condizioni di campo sonoro libero e di campo sonoro diffuso: in condizioni di campo libero le onde sonore si propagano dalla sorgente e verso il ricettore trascurando ogni possibile interferenza o riflessione.

L'implementazione del calcolo teorico permette di valutare la propagazione acustica in ambiente esterno. Fattori come la disposizione e forma degli edifici e ostacoli, la topografia del sito, il tipo di terreno o anche gli effetti meteorologici saranno presi in considerazione in uno studio successivo relativo alla realizzazione di un modello acustico realizzato con un software ad hoc.

Il calcolo di cui sopra consente di determinare la propagazione acustica in ambiente esterno prendendo in considerazione esclusivamente i seguenti parametri e fattori legati:

- alla localizzazione della sorgente e all'ubicazione di punti di misura;
- alle caratteristiche acustiche della sorgente (lineare);

È stato caratterizzato il terreno frapposto tra la sorgente sonora e il ricettore. Nel caso in esame l'area circostante la sorgente risulta composta da terreno vegetale e dalla superficie riflettente della pista.

Si sono ottenuti i dati simulati nelle postazioni di controllo PC (con il medesimo traffico rilevato) che sono stati confrontati con quelli effettivamente misurati, in termini di LAeq,TR, in modo da verificare la correttezza e calibrazione del modello di simulazione. Si ritiene soddisfacente un modello che non presenti scostamenti non superiori ai 3dB tra i livelli misurati e simulati.

Verifica affidabilità delle misure Leq,TR [dBA]					
Postazione	Calcolato	Misurato	Differenza	Diff. Valore Ass.	Controllo
PR1	68,5	71,3	-2,8	2,8	OK
PC1	58,8	56,4	2,4	2,4	OK
PR2	68,5	69,0	-0,5	0,5	OK
PC2	58,1	55,4	2,7	2,7	OK
PR3	68,5	69,7	-1,2	1,2	OK
PC3	59,2	58,0	1,2	1,2	OK
PR4	68,4	69,8	-1,4	1,4	OK
PC4	55,8	54,0	1,8	1,8	OK
PR5	68,3	69,9	-1,6	1,6	OK
PC5	60,8	58,4	2,4	2,4	OK

Tabella 12 – Risultati verifica affidabilità delle misure

Dai risultati ottenuti si osserva che modellando la sorgente come una sorgente lineare ed implementando i calcoli in base alle formule di propagazione sonora dettate dalla ISO9613-2, le misure risultano tra di loro compatibili e quindi la caratterizzazione della sorgente accettabile e utilizzabile.

### 3. CONCLUSIONI

Per la stima dei livelli attesi nell'intorno dell'aeroporto di Firenze, nella configurazione di progetto, stante la bontà dei rilievi e dei calcoli effettuate per il sito aeroportuale di Pisa, si è ritenuto quindi utilizzabili i contenuti delle misure effettuate nelle diverse postazioni

#### 3.1 SPETTRI SONORI

Dalla postazione di misura PR1 sono stati estratti gli spettri sonori in termini di potenza sonora sui singoli eventi rilevati per ciascuno degli aeromobili presenti a Pisa ma previsti anche nel Masterplan di progetto dell'aeroporto di Firenze.

f[Hz]	Tipologia di Aeromobile					
	B378	A319	AT72	A320	E170	E190
	Lw,L [dB/m]					
6,3	85,0	92,1	69,1	63,2	82,3	81,6
8	88,4	93,1	67,9	64,6	86,7	83,8
10	90,8	96,3	68,9	67,2	89,2	86,3
12,5	93,9	97,4	72,1	68,9	90,1	89,3
16	94,5	99,3	74,0	70,2	95,0	93,8
20	98,9	101,2	81,2	70,3	97,8	95,9
25	101,2	104,3	76,4	72,1	100,6	98,0
31,5	102,0	103,6	77,2	75,6	103,0	99,2
40	102,5	104,2	85,9	74,6	103,9	100,5
50	102,5	104,5	83,7	72,8	105,1	100,3
63	104,2	106,9	88,8	74,1	106,0	101,8
80	103,4	104,5	105,5	75,2	106,9	103,0
100	104,8	105,8	92,7	77,0	107,4	103,7
125	103,9	105,1	93,1	91,4	105,8	103,6
160	103,8	105,3	100,8	102,2	106,6	101,7
200	102,4	104,4	91,0	100,6	106,1	101,6
250	101,9	105,0	96,0	87,9	105,0	102,2
315	100,6	105,5	91,9	96,3	104,9	101,8
400	100,6	103,6	89,0	97,6	105,4	101,6
500	101,0	104,5	87,4	92,9	104,8	101,1
630	99,6	103,5	85,5	93,0	103,6	98,9
800	98,8	102,3	84,0	89,1	102,0	97,9
1000	98,3	101,3	82,9	85,9	101,5	96,5
1250	96,6	103,2	81, 1	83,4	99,9	95,5

f[Hz]	TIPOLOGIA DI AEROMOBILI					
	B378	A319	AT72	A320	E170	E190
	Lw,L [dB/m]					
1600	96,4	101,0	80,6	84,0	100,0	95,1
2000	96,7	99,1	79,4	86,4	99,7	94,6
2500	95,4	100,1	77,6	85,8	99,3	93,8
3150	93,0	93,9	74,8	81,1	98,6	91,5
4000	90,0	88,9	72,2	78,5	93,3	87,8
5000	89,0	90,2	74,1	74,6	93,2	86,3
6300	87,2	92,3	83,7	70,2	90,6	85,8
8000	86,8	93,2	89,4	66,6	89,7	85,4
10000	88,5	94,6	79,3	63,5	88,8	84,6
12500	81,4	88,2	71,7	61,0	83,2	81,1
16000	73,8	82,7	72,1	61,9	77,7	76,8
20000	68,3	74,0	64,7	63,4	72,1	70,4

Tabella 13 – Spettro dei livelli di potenza sonora lineari per alcune tipologie di aeromobili

Ai fini di una verifica dei risultati riportati in tabella si specifica che gli spettri impiegati fanno riferimenti ai seguenti eventi del giorno 10 gennaio 2018:

- decollo B378 ore 6,39
- decollo A319 ore 12,04
- decollo AT72 ore 21,10
- decollo AT320 ore 14,28
- decollo E170 ore 7,28
- decollo E190 ore 19,0