

Proponente:



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti



ENTE NAZIONALE PER L'AVIAZIONE CIVILE

Società Aeroporto Toscano SpA - Pisa

Servizio Tecnico
Il Responsabile
Ing. Pasquale Tirota



SAT S.p.A.

Aeroporto Galileo Galilei
56121 PISA (ITALIA)
Tel: 050\849 111 - Fax: 050\598097

Società Aeroporto Toscano Galileo Galilei

Direttore Tecnico e PH Progettazione e Manutenzione: Ing. Pasquale Tirota

Responsabile di Commessa e Project Manager: Ing. Federico Cecchetti

Studi Ambientali:

Ing. SIMONE PAGNI
ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA
N° 1997 Sezione A
INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE
INDUSTRIALE, DELL'EDILIZIONE



MANCINO STUDIO TECNICO - Pisa
via di Tegulaia, 3 - 56100 Ospedaletto PISA
Tel./Fax: 050988 355
w: www.MancinoStudioTecnico.TK
e: info@MancinoStudioTecnico.TK

Dott. Arch. Marco Mancino
Pianificatore Territoriale - O.A. - PI n.1060

Dott. Ing. Simone Pagni
Ingegnere Ambientale - O.I. - PI n. 1997

Studi specialisitici:

MODELLAZIONE ACUSTICA

CONSORZIO DIONIGI - Torino

Dott. Ing. RafDouglas C. Tommasi
Ph.D., TCAA - O.I. - UD n. 2396

MODELLAZIONE EMISSIONI ATMOSFERICHE

ARIANET - Milano

Dott. Alessandro Nanni



Procedimento:

Verifica di assoggettabilità a V.I.A.
art. 20 D.lgs. 152/2006 ss.mm.ii.

MASTERPLAN 2014-2028
Aeroporto Internazionale G. Galilei - Pisa

Oggetto:

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

Titolo:

Relazione simulazioni INM scenario 2028

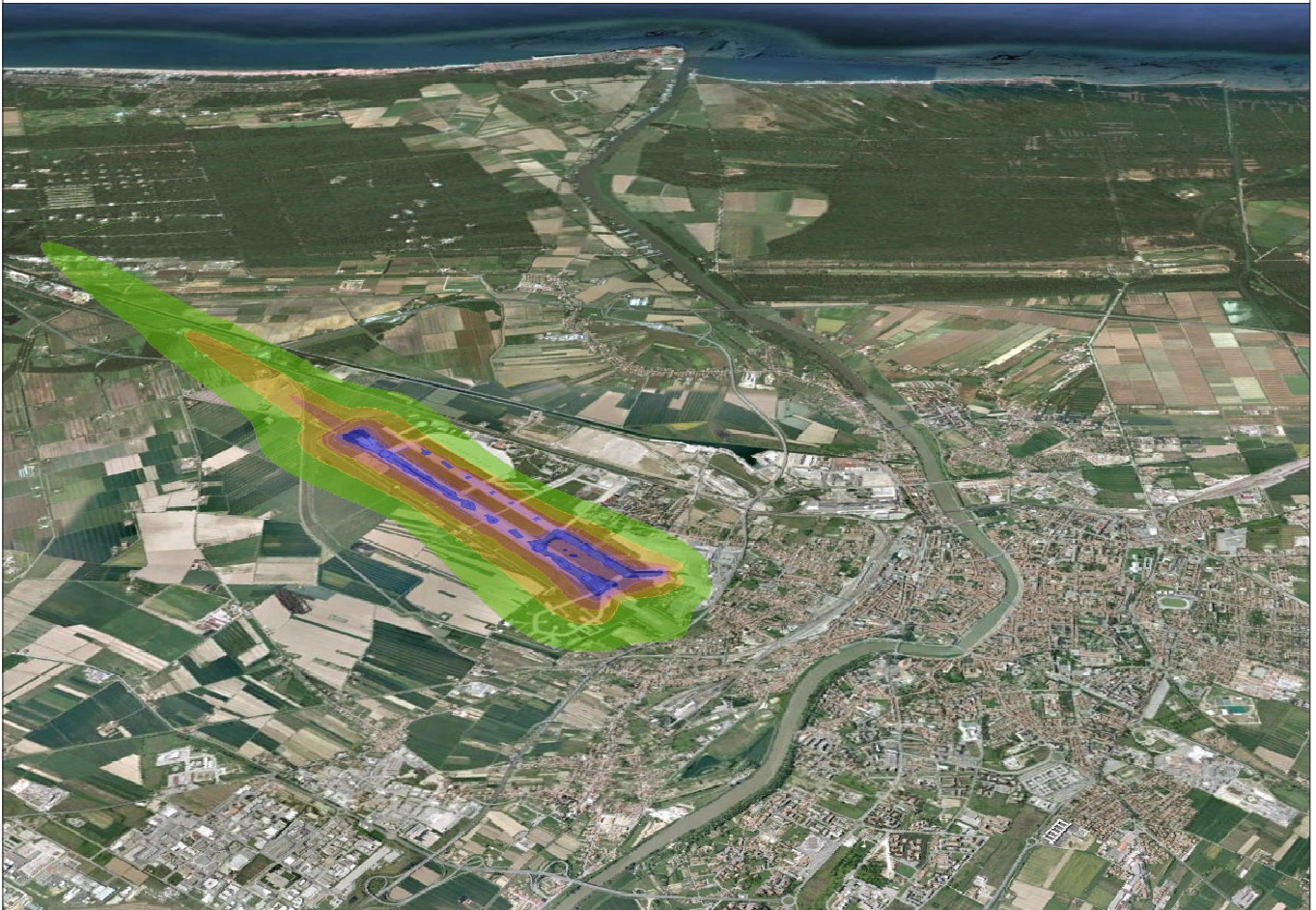
Scala:

Cod. Elab.: 04_AMB_ACU_R

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	Elaborato N°:
00	Nov. 14	04_AMB_ACU_R.pdf	Emiss.	04
Cod. progetto:		Redatto:	Verificato:	Approvato:

AEROPORTO "GALILEO GALILEI" PISA - SAN GIUSTO

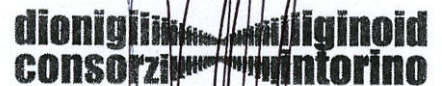
Relazione simulazioni INM scenario 2028



dott. ing. RafDouglas C. Tommasi C., Ph.D.
Tecnico Competente in Acustica



Consorzio Dionigi
Presidente
dott. Raoul C. Tommasi C.



Sede Operativa del Consorzio Dionigi
Via Tavagnacco, 89/9 - 33100 UDINE - I
info@dionigi.com - P.L. 08421690010



cod. cliente	cod. commessa		cod. elaborato		
908	SEAMPIDGRP11				
R00	20-11-2014	prima emissione	RDCT	RDCT	RCT
revisione	data	descrizione	redatto	verificato	approvato

INDICE

Table of Contents

0.PREMESSA.....	2
0.1.QUADRO NORMATIVO.....	2
1.IPOTESI DI CALCOLO.....	4
1.1.CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E METEOROLOGICHE.....	4
1.2.DEFINIZIONE DEGLI SCENARI.....	6
1.2.1.Modelli INM-equivalenti.....	7
1.2.2.Traffico 2028 - Atterraggi e Decolli.....	9
1.3.CONTENIMENTO RUMORE CON IL RACCORDO “AA”.....	11
1.4.RIPARTIZIONE DELLE OPERAZIONI TRA LE PISTE.....	11
2.MODELLIZZAZIONI CON INM.....	13
2.1.DESCRIZIONE DEL MODELLO.....	13
2.2.LIMITI INTRINSECI DEL MODELLO.....	13
2.3.METODOLOGIA PER IL CALCOLO DI LVA.....	15
3.RISULTATI DELLE SIMULAZIONI.....	16
3.1.ULTERIORI CONSIDERAZIONI.....	16
3.2.ELENCO DEGLI ALLEGATI.....	19

0. PREMESSA

La presente relazione illustra la metodologia seguita per le modellizzazioni del clima acustico pertinente l'Aeroporto di Pisa in gestione alla Società SAT S.p.A. per lo stato futuro al 2028, comprendendo l'utilizzo della bretella AA.

Per completezza della documentazione, si riporta di seguito pure una breve disamina del quadro normativo in materia di rumore aeroportuale; nei capitoli seguenti saranno presentati, oltre ai dati di base utilizzati come input per il modello e le metodologie seguite nel calcolo dei descrittori acustici, pure la descrizione dello scenario considerato.

0.1. QUADRO NORMATIVO

Di seguito sono riportate le normative vigenti in materia di inquinamento acustico aeroportuale, riconducibili alla Legge quadro in materia di inquinamento acustico e successivi regolamenti e Decreti applicativi, per quel che riguarda la competenza della SAT S.p.A. in quanto gestore di infrastrutture aeroportuali.

Legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico (Gazzetta Ufficiale n. 254 del 30 ottobre 1995)

Decreto Ministero Ambiente 31 ottobre 1997 – “Metodologia di misura del rumore aeroportuale” (Gazzetta Ufficiale n. 267 del 15 novembre 1997)

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 – “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore” (Gazzetta Ufficiale n. 280 del 1 dicembre 1997)

Decreto del Presidente della Repubblica 11 dicembre 1997, n. 496 – “Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili” (Gazzetta Ufficiale n. 20 del 26

gennaio 1998).

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 31 marzo 1998 – “Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l’esercizio dell’attività del tecnico competente in acustica” (Gazzetta Ufficiale n. 120 del 26 maggio 1998)

Decreto Ministero Ambiente 20 maggio 1999 – “Criteri per la progettazione di sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico” (Gazzetta Ufficiale n. 225 del 24 settembre 1999)

Decreto Ministero Ambiente 3 dicembre 1999 – “Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti” (Gazzetta Ufficiale n. 289 del 10 dicembre 1999)

Decreto Ministero Ambiente 29 novembre 2000 – “Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”(Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000)

Decreto Legislativo 17 gennaio 2005 – “Attuazione della Direttiva 2002/30/CE relativa all’introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti comunitari” (Gazzetta Ufficiale n. 39 del 17 febbraio 2005)

Inoltre, per le attività della Commissione aeroportuale si può fare riferimento anche alla Circolare ENAC APT-26 del 3-07-2007 che è stata emanata proprio con lo scopo di uniformare le attività in tale campo, nonché alla Circolare ENAC APT-29 del 29-02-2008 che fornisce i criteri applicativi della citata metodologia.

1. IPOTESI DI CALCOLO

Nel presente capitolo sono presentate le ipotesi di calcolo inserite nel modello matematico, sia per quanto riguarda le caratteristiche dell'Aeroporto sia per le tipologie e caratteristiche degli aeromobili utilizzati.

1.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E METEOROLOGICHE

L'Aeroporto di Pisa si trova circa 2 km a Sud della città ed è dotato di due piste orientate Nord-Est Sud-Ovest.

Nella tabella seguente sono presentate le caratteristiche dello scalo aeroportuale.

Denominazione	Aeroporto "Galileo Galilei" di Pisa San Giusto
Qualifica	Aeroporto aperto al traffico commerciale ed al traffico privato autorizzato
Utilizzazione	Tutto l'anno
Categoria (ICAO)	4 E
Categoria servizio antincendio	8° ICAO
Distanza dalla città	Circa 2 km (SSW)
Altitudine	2 m (6 ft)
Superficie del sedime aeroportuale	360 ha
Circoscrizione Aeroportuale	Firenze - Pisa
Comuni su cui insiste il sedime aeroportuale	Pisa
Ente di Gestione	SAT S.p.A.
Orario di servizio	h 19

Le strutture aeroportuali sono collocate a Nord della pista, in Comune di Pisa. La Città di Pisa si trova immediatamente a Nord dell'Aeroporto e l'espansione urbana lambisce l'area aeroportuale anche ad Est e Ovest.

MODELLIZZAZIONE ACUSTICA



All'altro capo della pista si trovano solamente comparti agricoli con qualche rara abitazione isolata. Circa 2 km oltre la testata pista vi è l'autostrada A12.

1.2. DEFINIZIONE DEGLI SCENARI

La Società di Gestione SAT S.p.A. ha fornito i dati previsionali di traffico proiettati all'anno 2028; all'interno di tale periodo, così come previsto dal DM 31-10-1997, sono state estratte le 3 settimane in cui è previsto il maggior traffico all'interno di ciascuno dei 3 quadrimestri individuati dal citato DM.

Settimane di maggior traffico - n° voli

HH	Maggio	Agosto	Ottobre	Tot
00	6	10	11	27
01	0	1	1	2
02	0	0	0	0
03	0	0	1	1
04	1	0	0	1
05	1	3	1	5
06	62	65	55	182
07	34	56	46	136
08	31	44	36	111
09	87	102	86	275
10	86	115	86	287
11	81	90	74	245
12	93	80	83	256
13	82	75	72	229
14	71	76	66	213
15	87	102	90	279
16	70	75	61	206
17	45	48	37	130
18	51	48	45	144
19	70	84	61	215
20	76	92	68	236
21	69	92	75	236
22	48	59	47	154
23	53	55	49	157
TOT	1204	1372	1151	3727

 = Night (N)
 = Day (D)

	D	N	Tot
Tot. 3 settimane	3534	193	3727
% D/N	94,82%	5,18%	
n° giorni	21	21	
Giorno equivalente	168,47	9,20	177,67

Dai dati di traffico forniti dalla Società di Gestione sono stati estratti i modelli in uso per ricondurli alle tipologie presenti all'interno del Modello. Inoltre, in caso di utilizzo di un modello non presente all'interno del database del Modello, tale velivolo può essere associato ad un altro appositamente creato con caratteristiche tecniche e di rumorosità simili.

Per quanto riguarda la tipologia di aeromobili utilizzati, sono stati utilizzati quelli riferiti allo scenario 2013 poiché i modelli in via di dismissione sono risultati essere in percentuale bassissima rispetto al totale dei movimenti, e sono in ogni caso tutti certificati Chapter 3.

Il dettaglio degli aeromobili utilizzati (e modelli equivalenti) per le simulazioni di ciascuno scenario è presentato ai paragrafi seguenti, in cui i dati impiegati per le modellizzazioni dei vari anni sono suddivisi per aeromobile equivalente, tipo di movimento (Atterraggio o Decollo) e pista usata.

Da notare che internamente INM impiega una giornata tipo, per cui i valori riportati sono stati preventivamente divisi per 21 (pari ai giorni delle 3 settimane di maggior traffico), diventando in tal modo dei valori decimali, che vengono utilizzati dal modello INM come pesatura delle impronte prodotte dalle singole operazioni dei singoli aeromodelli.

1.2.1. Modelli INM-equivalenti

Seguendo le indicazioni della FAA, per ogni aeromezzo reale è stato individuato il modello INM-equivalente; nella tabella seguente si riportano tali associazioni.

Tabella equivalenze INM

Codice ICAO Aeromezzo	INM Equivalente	Codice ICAO Aeromezzo	INM Equivalente
A319	A319-131	CRJ2	CL601
A320	A320-211	CRJ9	CL601
A321	A321-232	DA42	GASEPF
AT45	DHC8	E121	DHC6
AT72	DHC8	E135	EMB145
B350	DHC6	E145	EMB145
B722	727200	E170	GV
B733	737300	F100	F10062
B734	737400	F2TH	CL600
B735	737500	F50	DHC830
B736	737500	F900	CL600
B737	737700	FA7X	CL600
B738	737800	G150	IA1125
B752	757RR	GALX	IA1124
B763	767CF6	GLEX	GV
BE20	DHC6	GLF4	GIV
BE40	LEAR35	GLF5	GV
BE58	BEC58	H25B	LEAR35
BE60	BEC58P	LJ45	LEAR35
C172	CNA172	LJ60	LEAR35
C180	CNA206	M82	MD82
C25A	CNA500	M83	MD83
C25B	CIT3	MD80	MD81
C510	CNA500	P180	SD330
C525	CNA500	P28A	GASEPF
C550	CNA55B	P66T	BEC58P
C560	MU3001	PA18	GASEPF
C56X	CNA750	PA34	BEC58P
C650	CIT3	PC12	CNA20T
C680	CIT3	PRM1	CNA500
C750	CNA750	RJ1H	BAE146
CL30	CL610	SR22	GASEPF
CL60	CL600	TU5	727D17
CRJ1	CL601		

1.2.2. Traffico 2028 - Atterraggi e Decolli

Di seguito la suddivisione per tipo aeromezzo, tipo di movimento e pista dei movimenti diurni e notturni. Ad ogni movimento (A o D) e a seconda della testata impiegata è inoltre associato il corrispondente percorso taxiway in modalità overflight (OVF).

MODELLIZZAZIONE ACUSTICA

Scenario 2028 – Atterraggi e Decolli

Tipo Aeromobile INM	Tipo movimento	Profilo	Pista	Day	Night
717200	A	STANDARD	04R	0,06	0,01
737400	A	STANDARD	04R	2,33	0,25
737800	A	STANDARD	04R	41,99	4,47
757RR	A	STANDARD	04R	0,06	0,01
767CF6	A	STANDARD	04R	0,23	0,02
777200	A	STANDARD	04R	0,06	0,01
A319-131	A	STANDARD	04R	6,11	0,65
A320-211	A	STANDARD	04R	9,48	1,01
A321-232	A	STANDARD	04R	0,81	0,09
BAE146	A	STANDARD	04R	0,47	0,05
BEC58P	A	STANDARD	04R	0,11	0,01
CL600	A	STANDARD	04R	1,45	0,15
CL601	A	STANDARD	04R	3,14	0,33
CL610	A	STANDARD	04R	0,23	0,02
CNA172	A	STANDARD	04R	0,11	0,01
CNA20T	A	STANDARD	04R	0,16	0,02
CNA441	A	STANDARD	04R	0,05	0,01
CNA500	A	STANDARD	04R	0,55	0,06
CNA510	A	STANDARD	04R	0,22	0,02
CNA55B	A	STANDARD	04R	0,38	0,04
CNA650	A	STANDARD	04R	0,05	0,01
CNA750	A	STANDARD	04R	0,16	0,02
DHC6	A	STANDARD	04R	0,22	0,02
DO328	A	STANDARD	04R	0,81	0,09
EMB145	A	STANDARD	04R	0,47	0,05
EMB175	A	STANDARD	04R	2,68	0,28
FAL20	A	STANDARD	04R	0,33	0,03
GASEPV	A	STANDARD	04R	0,05	0,01
GIV	A	STANDARD	04R	0,33	0,03
GV	A	STANDARD	04R	2,40	0,26
IA1125	A	STANDARD	04R	0,12	0,01
LEAR35	A	STANDARD	04R	0,82	0,09
LEAR45	A	STANDARD	04R	0,11	0,01
MD82	A	STANDARD	04R	0,06	0,01
MD83	A	STANDARD	04R	0,23	0,02
MU3001	A	STANDARD	04R	0,93	0,10
SD330	A	STANDARD	04R	0,12	0,01
717200	D	STANDARD	22L	0,04	0,00
737400	D	ICAO_A	22L	0,82	0,01
737800	D	ICAO_A	22L	14,75	0,12
757RR	D	ICAO_A	22L	0,02	0,00
767CF6	D	STANDARD	22L	0,08	0,00
777200	D	STANDARD	22L	0,02	0,00
A319-131	D	ICAOA	22L	2,10	0,02
A320-211	D	ICAOA	22L	3,32	0,03
A321-232	D	ICAOA	22L	0,29	0,00
BAE146	D	STANDARD	22L	0,16	0,00
BEC58P	D	STANDARD	22L	0,02	0,00
CL600	D	STANDARD	22L	0,51	0,00
CL601	D	STANDARD	22L	1,10	0,01
CL610	D	STANDARD	22L	0,08	0,00
CNA172	D	STANDARD	22L	0,04	0,00
CNA20T	D	STANDARD	22L	0,06	0,00
CNA500	D	STANDARD	22L	0,23	0,00
CNA510	D	STANDARD	22L	0,08	0,00
CNA55B	D	STANDARD	22L	0,13	0,00
CNA650	D	STANDARD	22L	0,02	0,00
CNA750	D	STANDARD	22L	0,06	0,00
DHC6	D	STANDARD	22L	0,08	0,00
DO328	D	STANDARD	22L	0,27	0,00
EMB120	D	STANDARD	22L	0,02	0,00
EMB145	D	STANDARD	22L	0,16	0,00
EMB175	D	STANDARD	22L	0,92	0,01
FAL20	D	STANDARD	22L	0,13	0,00
GASEPV	D	STANDARD	22L	0,02	0,00
GIV	D	STANDARD	22L	0,10	0,00
GV	D	STANDARD	22L	0,82	0,01
IA1125	D	STANDARD	22L	0,04	0,00
LEAR35	D	STANDARD	22L	0,33	0,00
LEAR45	D	STANDARD	22L	0,04	0,00
MD82	D	ICAO_A	22L	0,02	0,00
MD83	D	ICAO_A	22L	0,08	0,00
MU3001	D	STANDARD	22L	0,33	0,00
SD330	D	STANDARD	22L	0,04	0,00

Totale movimenti SUD **105,19** **8,52**

Tipo Aeromobile INM	Tipo movimento	Profilo	Pista	Day	Night
717200	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
737400	A	STANDARD	22L	0,07	0,01
737800	A	STANDARD	22L	1,27	0,17
757RR	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
767CF6	A	STANDARD	22L	0,01	0,00
777200	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
A319-131	A	STANDARD	22L	0,18	0,02
A320-211	A	STANDARD	22L	0,29	0,04
A321-232	A	STANDARD	22L	0,02	0,00
BAE146	A	STANDARD	22L	0,01	0,00
BEC58P	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
CL600	A	STANDARD	22L	0,04	0,01
CL601	A	STANDARD	22L	0,10	0,01
CL610	A	STANDARD	22L	0,01	0,00
CNA172	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
CNA20T	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
CNA441	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
CNA500	A	STANDARD	22L	0,02	0,00
CNA510	A	STANDARD	22L	0,01	0,00
CNA55B	A	STANDARD	22L	0,01	0,00
CNA650	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
CNA750	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
DHC6	A	STANDARD	22L	0,01	0,00
DO328	A	STANDARD	22L	0,02	0,00
EMB145	A	STANDARD	22L	0,01	0,00
EMB175	A	STANDARD	22L	0,08	0,01
FAL20	A	STANDARD	22L	0,01	0,00
GASEPV	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
GIV	A	STANDARD	22L	0,01	0,00
GV	A	STANDARD	22L	0,07	0,01
IA1125	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
LEAR35	A	STANDARD	22L	0,02	0,00
LEAR45	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
MD82	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
MD83	A	STANDARD	22L	0,01	0,00
MU3001	A	STANDARD	22L	0,03	0,00
SD330	A	STANDARD	22L	0,00	0,00
717200	D	STANDARD	04R	0,09	0,00
737400	D	ICAO_A	04R	1,82	0,01
737800	D	ICAO_A	04R	32,92	0,17
757RR	D	ICAO_A	04R	0,05	0,00
767CF6	D	STANDARD	04R	0,18	0,00
777200	D	STANDARD	04R	0,05	0,00
A319-131	D	ICAOA	04R	4,69	0,02
A320-211	D	ICAOA	04R	7,42	0,04
A321-232	D	ICAOA	04R	0,64	0,00
BAE146	D	STANDARD	04R	0,36	0,00
BEC58P	D	STANDARD	04R	0,04	0,00
CL600	D	STANDARD	04R	1,14	0,01
CL601	D	STANDARD	04R	2,46	0,01
CL610	D	STANDARD	04R	0,18	0,00
CNA172	D	STANDARD	04R	0,09	0,00
CNA20T	D	STANDARD	04R	0,13	0,00
CNA500	D	STANDARD	04R	0,51	0,00
CNA510	D	STANDARD	04R	0,17	0,00
CNA55B	D	STANDARD	04R	0,30	0,00
CNA650	D	STANDARD	04R	0,04	0,00
CNA750	D	STANDARD	04R	0,13	0,00
DHC6	D	STANDARD	04R	0,17	0,00
DO328	D	STANDARD	04R	0,59	0,00
EMB120	D	STANDARD	04R	0,05	0,00
EMB145	D	STANDARD	04R	0,36	0,00
EMB175	D	STANDARD	04R	2,05	0,01
FAL20	D	STANDARD	04R	0,30	0,00
GASEPV	D	STANDARD	04R	0,04	0,00
GIV	D	STANDARD	04R	0,21	0,00
GV	D	STANDARD	04R	1,84	0,01
IA1125	D	STANDARD	04R	0,09	0,00
LEAR35	D	STANDARD	04R	0,73	0,00
LEAR45	D	STANDARD	04R	0,09	0,00
MD82	D	ICAO_A	04R	0,05	0,00
MD83	D	ICAO_A	04R	0,18	0,00
MU3001	D	STANDARD	04R	0,73	0,00
SD330	D	STANDARD	04R	0,09	0,00

Totale movimenti NORD **63,33** **0,62**

1.3. CONTENIMENTO RUMORE CON IL RACCORDO “AA”

Nello scenario utilizzato per la modellizzazione si è considerato che gli aereo-
mezzi che si apprestano a decollare per 04 utilizzino il raccordo AA per po-
sizionarsi sulla testata 04R, opportunamente arretrata.

Rispetto alla configurazione attuale, in cui gli aeromezzi in decollo impegna-
no la pista 04R pervenendovi dal raccordo A, si ottiene un arretramento di
325 m circa.

Questa soluzione induce una compattazione dell'impronta frontale verso
Pisa, riducendo l'isofonica LVA 60 e di conseguenza l'impatto acustico sulla
popolazione sita a Nord-Est dell'aeroporto.

1.4. RIPARTIZIONE DELLE OPERAZIONI TRA LE PISTE

Sempre a partire dai dati previsionali forniti dalla Società di gestione sono
state ricavate le piste associate ad ogni movimento, e tale dato è stato impie-
gato puntualmente (ovvero movimento per movimento) in INM.

Per visualizzare sinotticamente gli utilizzi pista reali (e quindi corrispondenti
a quelli impiegati in INM) si propone il seguente pivot, che riporta per ogni
pista l'uso in atterraggio, decollo e totale.

Uso Piste – Percentuali				
		Day	Night	% Totale
Atterraggi	22L	2,37	0,31	3,00%
	04R	78,35	8,35	97,00%
Decolli	04R	60,60	0,32	69,00%
	22L	27,14	0,23	31,00%
Nord		37,38%	6,83%	22,10%
Sud		62,62%	93,17%	77,90%
Totale		100,00%	100,00%	100,00%

Come si desume facilmente, la pista maggiormente utilizzata è la 04R, sia in
decollo sia in atterraggio, a seguire la 22L, solo in operazioni di decollo,

mentre l'uso delle piste ausiliarie 04L e 22R è del tutto marginale.

Oltre ai movimenti veri e propri di decollo ed atterraggio, sono stati simulati anche i rullaggi, ovvero i percorsi compiuti a terra dagli aeromobili per portarsi dall'apron alla testata di decollo o – viceversa - dalla pista all'apron dopo l'atterraggio.

Per tali operazioni di rullaggio, identificate con OVF, qui si sottolinea che il modello INM non ne consente la modellizzazione diretta; pertanto, come riportato all'interno del manuale del Modello, tali operazioni vengono simulate come un sorvolo a bassissima quota secondo le rotte specificate.

Tali simulazioni, unitamente alle eventuali procedure di *runup*, consentono una migliore definizione dell'impronta acustica di tutte le operazioni effettuate a terra dagli aeromobili e che possono incidere anche significativamente sulle abitazioni più prossime al sedime aeroportuale.

Infine, per simulare pure l'elevata variabilità laterale delle traiettorie¹, all'interno del Modello è stata introdotta la dispersione laterale delle tracce principali, con una distribuzione gaussiana attorno alla traiettoria prevalente ed una percentuale di utilizzo decrescente verso l'esterno, sempre sulla base delle tracce definite dalle STAR/SID ufficiali.

Le sottotracce utilizzate, corrispondenti alle normali deviazioni dalla rotta ideale, consentono una migliore simulazione dell'impatto acustico negli ambienti più prossimi all'Aeroporto.

¹ Come detto, tali considerazioni valgono in particolare per le traiettorie di decollo.

2. MODELLIZZAZIONI CON INM

Le simulazioni per il presente studio sono state effettuate con il Modello INM (*Integrated Noise Model*) versione 7.0d prodotto dalla FAA (*Federal Aviation Administration*) ampiamente utilizzato non solo negli Stati Uniti ma anche in Europa.

INM consente di caratterizzare il rumore di origine avionica e il relativo impatto acustico prodotto nell'ambiente circostante. I dati di base provengono da un ricco database interno a cui, come detto, è possibile aggiungere altri modelli definiti dall'utente.

Nei paragrafi seguenti sono descritti più in dettaglio il modello e le metodologie seguite per le simulazioni.

2.1. DESCRIZIONE DEL MODELLO

La simulazione attraverso INM viene condotta in 3 passi:

- inserimento dati di input,
- calcolo e verifica,
- presentazione dei dati di output.

I dati di input, presentati al capitolo precedente, sono come detto stati inseriti sulla base dei dati previsionali forniti dalla SAT e sono pertanto il più aderenti possibile ai dati reali.

Il modello quindi consente la valutazione del SEL di ciascun evento generato dalle operazioni di volo nell'intorno aeroportuale. La combinazione dei SEL, con le opportune pesature dettate dalla normativa e descritte nei paragrafi successivi, ha portato alla determinazione dello scenario caratterizzante il clima acustico, secondo la crescita prevista e le ipotesi formulate.

2.2. LIMITI INTRINSECI DEL MODELLO

Dalla pratica corrente, si è osservato che vi è in generale una notevole dispersione nei rilievi dei livelli di SEL misurati per uno stesso tipo di velivolo, nelle stesse condizioni e per lo stesso tipo di operazione e che i valori si

addensano, come è logico, intorno ad un valore medio. Tale grandezza è quella da confrontare con i livelli elaborati dal modello.

Ciò conferma ulteriormente che le modellizzazioni effettuate con INM risultano significative in rapporto ad un elevato numero di eventi e che non possono essere rapportate a brevi periodi di osservazione. Pertanto le modellizzazioni non possono rappresentare una stima della situazione acustica giornaliera o di breve periodo e meno ancora dell'immissione sonora di singoli aerei.

Il modello INM, essendo un modello statistico, ha una precisione intrinseca dichiarata di 2,5-3 dB(A).

2.3. METODOLOGIA PER IL CALCOLO DI LVA

Il Livello di Valutazione del rumore Aeroportuale (Lva) è l'indice descrittore utilizzato per la valutazione del rumore aeroportuale ed è definito dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", calcolato su tutti gli eventi sonori prodotti dagli aeromobili. Esso è dato dalla somma pesata di Lvad e Lvan i quali a loro volta derivano dai SEL associati a ciascun movimento.

Il calcolo dell'Lva non è supportato internamente dal modello e, rispetto a Lden, è suddiviso in 2 sole fasce "Day" e "Night" il cui limite è alle ore 23:00, con un periodo notturno di sole 7 ore.

Pertanto i 2 periodi di riferimento per Lva sono i seguenti:

- "Day" (dalle 06:00 alle 23:00),
- "Night" (dalle 23:00 alle 06:00).

Per i vari scenari sono stati utilizzati i valori presentati nella relative tabelle ai paragrafi precedenti.

I 2 descrittori citati vengono combinati per la determinazione di Lva secondo la seguente formula:

$$Lva = 10 \log \left(\frac{17}{24} Lvad + \frac{7}{24} Lvan \right)$$

Per la restituzione grafica dei valori di Lva è stata utilizzata una maglia a passo variabile dinamicamente su una griglia di 30 km x 30 km centrata sulla pista dell'Aeroporto per produrre ed esportare le curve Lva, successivamente importate in GIS per la restituzione grafica e riportate in planimetria.

3. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

I risultati delle simulazioni sono presentati nella mappa acustica allegata alla presente relazione con la rappresentazione planimetrica delle curve isofoniche dello scenario.

Per facilitare la lettura delle mappe, sono state impiegate solo le isofoniche, evitando le campiture e le indicazioni grafiche standard (della norma UNI 9884) in quanto, coprendo buona parte dei livelli sottostanti, impediscono la corretta interpretazione del territorio.

Le campiture utilizzate sono riportate nella tabella seguente.

<i>LVA in dB(A)</i>	UNI 9884		Impiegate	
	<i>Colore</i>	<i>Tratteggio</i>	<i>Colore</i>	<i>Tratteggio</i>
da 60 a 65	vermiglio	tratteggio a croce, bassa densità	verde	-
da 65 a 70	carminio	tratteggio a croce, media densità	giallo	-
da 70 a 75	rosso	violetto tratteggio a croce, alta densità	arancione	-
da 75 a 80	blu	larghe strisce verticali	viola	-
sopra 80	blu scuro	completamente grigio	blu	-

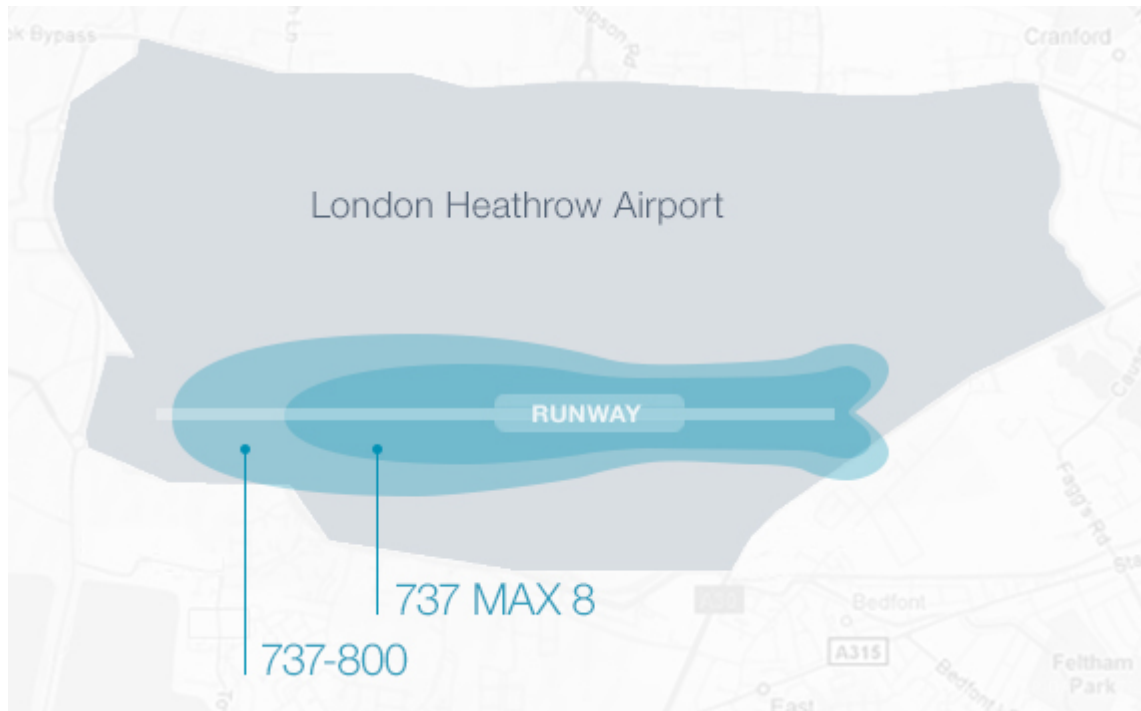
3.1. ULTERIORI CONSIDERAZIONI

Va fatto notare come i risultati ottenuti dal modello matematico non tengono conto della futura evoluzione nella composizione del parco avionico, e in particolare del fatto che verranno implementate sugli aeromezzi nuove tecnologie²³, attualmente in fase di sperimentazione, che miglioreranno notevolmente l'efficienza sonora.

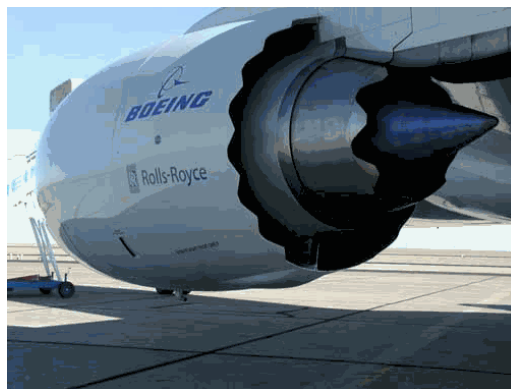
Ad esempio, i nuovi modelli 737 MAX del produttore americano Boeing, già ordinati da più di 40 compagnie aeree tra cui Ryanair, promettono di ridurre del 40% l'impronta acustica della curva isofona 85 dBA al decollo, come mostrato dall'illustrazione seguente.

² http://www.rolls-royce.com/sustainability/performance/casestudies/noise_technology/

³ <http://www.newairplane.com/environment/#/FuelEfficiencyAndNoise/>

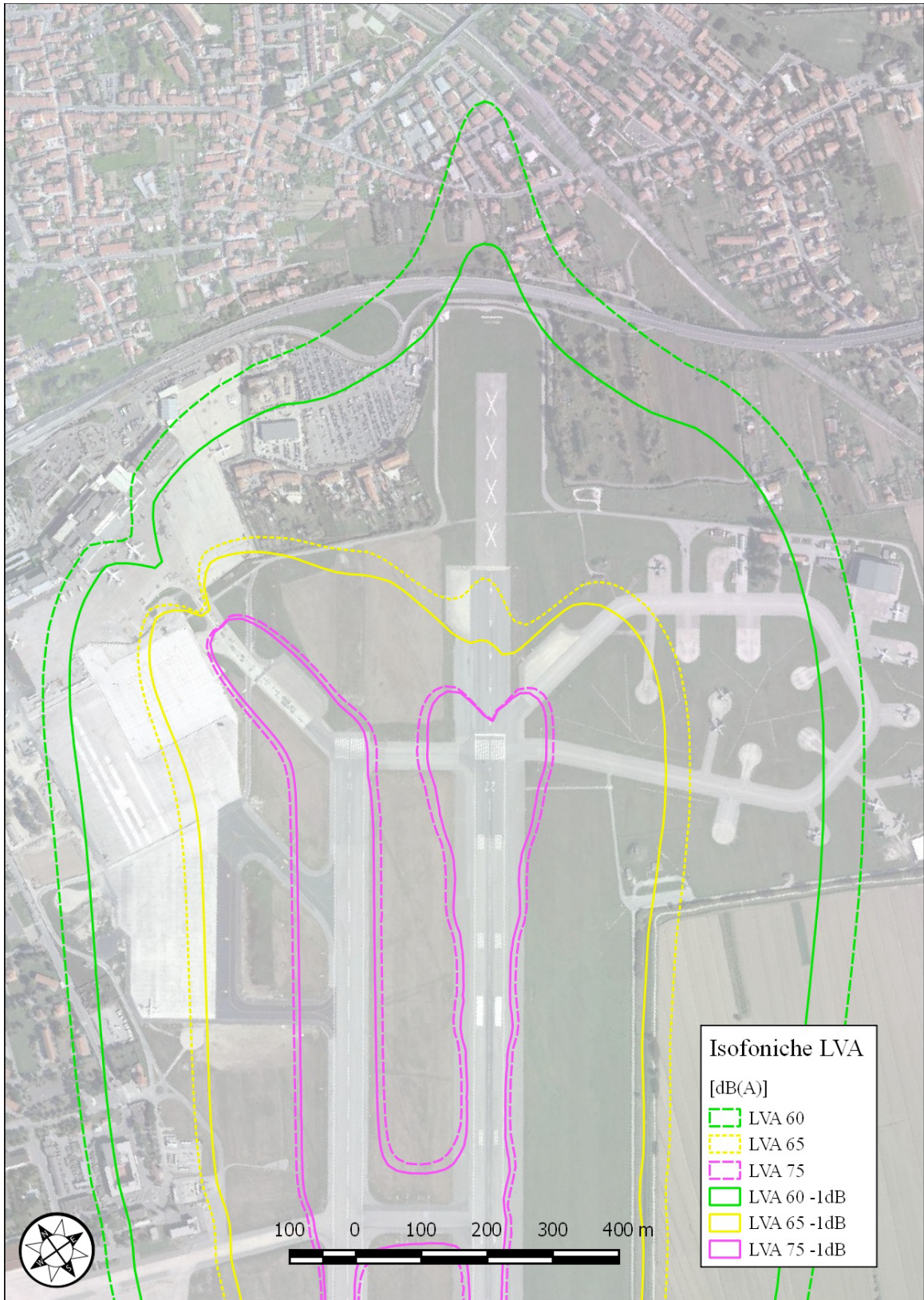


Molto promettenti sono anche i primi risultati delle sperimentazione sul motore a propulsione QTD (Quiet Technology Demonstrator) della Rolls-Royce Aero Engines, che hanno evidenziato una riduzione del rumore in fase di decollo pari a 4 dB. Questa tecnologia potrà sia essere utilizzata nella progettazione di nuovi aeroplani sia come upgrade per quelli in servizio.



Attualmente si stima che, globalmente, queste soluzioni tecniche consentiranno di diminuire le emissioni acustiche di circa 2 dB; ipotizzando che al 2028 la fleet mix sia composta in parte da aeromezzi di nuova generazione e in parte dai velivoli attualmente in servizio, si può stimare prudenzialmente una riduzione – rispetto a quanto calcolato – pari a 1dB.

L'impatto che questa riduzione di emissioni avrebbe sulla geometria delle curve isofoniche è rappresentato graficamente nella figura che segue.

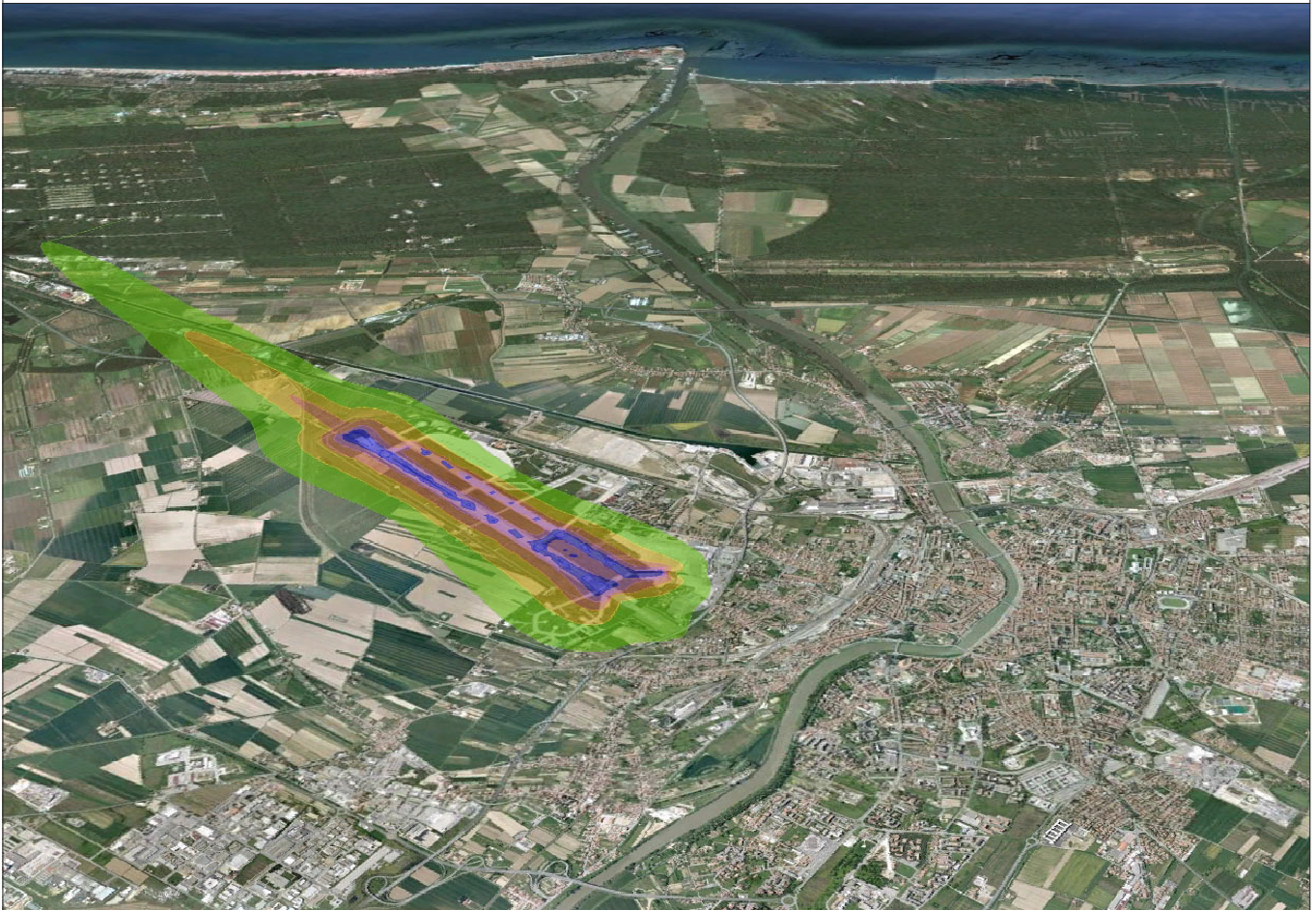


3.2. ELENCO DEGLI ALLEGATI

- 1) **Tavola con isofonica relativa allo scenario 2028**
Metrica: LVA

AEROPORTO "GALILEO GALILEI" PISA - SAN GIUSTO

Relazione simulazioni INM scenario 2028 - Appendice



dott. ing. RafDouglas C. Tommasi C., Ph.D.
Tecnico Competente in Acustica



Consorzio Dionigi
Presidente

dott. Raoul C. Tommasi C.

**dionigi
consorzio** **inginoid
torino**

Sede Operativa del Consorzio Dionigi
Via Tavagnacco, 89/9 - 33100 UDINE - I
info@dionigi.com - P.L. 08421690010



cod. cliente	cod. commessa		cod. elaborato		
908	SEAMPIDGRP11				
R00	25-11-2014	prima emissione	RDCT	RDCT	RCT
revisione	data	descrizione	redatto	verificato	approvato

INDICE

0.PREMESSA.....	2
1.IPOTESI DI CALCOLO.....	3
1.1.DEFINIZIONE DEGLI SCENARI.....	3
1.1.1.Modelli INM-equivalenti.....	4
1.1.2.Traffico 2028 - Atterraggi e Decolli.....	6
2.MODELLIZZAZIONI CON INM.....	7
2.1.DESCRIZIONE DEL MODELLO.....	7
2.2.LIMITI INTRINSECI DEL MODELLO.....	7
2.3.METODOLOGIA PER IL CALCOLO DI LVA.....	9
3.RISULTATI DELLE SIMULAZIONI.....	10
3.1.ULTERIORI CONSIDERAZIONI.....	10
3.2.ELENCO DEGLI ALLEGATI.....	11

0. PREMESSA

La presente Appendice alla Relazione metodologica delle modellizzazioni del clima acustico pertinente l'Aeroporto di Pisa -in gestione alla Società SAT S.p.A.- al 2028 si rende necessaria per presentare i risultati delle simulazioni riguardanti i voli militari.

Per quanto concerne ulteriori documentazioni riguardanti il quadro normativo e i dati di base del modello comuni con le altre elaborazioni, si rimanda alla Relazione principale.

1. IPOTESI DI CALCOLO

Nel presente capitolo sono presentate unicamente le ipotesi di calcolo inserite nel modello matematico che differiscono da quelle utilizzate per la modellizzazione dei voli civili.

Internamente, INM per i movimenti di tipo militare usa un motore di calcolo diverso da quello usualmente impiegato per i modelli civili; tale motore è stato in ogni caso ampiamente testato dalla FAA in fase di validazione.

1.1. TRAFFICO 2028 - ATTERRAGGI E DECOLLI

Di seguito la suddivisione per tipo aeromezzo, tipo di movimento e pista dei movimenti diurni e notturni. A differenza dei voli civili, nella modalità militare in INM non è previsto l'impiego degli OVF per associare ai movimenti il corrispondente percorso taxiway, pertanto le uniche *entries* a disposizione sono gli atterraggi ed i decolli.

In uso alla base, ed in particolare alla 46^a Brigata Aerea, troviamo due modelli, il C130J (presenti in INM) ed il C27J (non ancora contemplati nel database di INM).

I modelli C27J “Spartan” utilizzano gli stessi propulsori Rolls Royce del C130J, ma ne dispongono di solo 2 anziché 4 come questi ultimi; inoltre propongono una serie di migliorie tecniche e di profilo che permettono di ipotizzare -nonostante l'assenza di letteratura tecnica di riferimento- un'incidenza di almeno 3dB(A) inferiore rispetto ad un corrispondente C130.

In base a tale considerazione si è imposto in INM un modello C27J equivalente a 0,5 C130J.

Non essendo previsti aggiornamenti e/o incrementi numerici della flotta militare a disposizione e trattandosi in maggior parte di voli di esercitazioni, su indicazione di SAT si è ritenuto che il numero di movimenti prevedibili nei prossimi anni rimanga sostanzialmente invariato.

In definitiva, sulla scorta di tali ipotesi e sulla base dei consuntivi 2013 for-

MODELLIZZAZIONE ACUSTICA

niti dalla 46^a Brigata Aerea, i movimenti immessi sono i seguenti:

Scenario 2028 MIL – Atterraggi e Decolli

Tipo Aeromobile INM	Tipo movimento	Pista	Day	Night
C130AD / C27J	A	04R	18,62	0,23
	D	04R	8,38	0,10
	D	22L	10,24	0,13
	Totali		37,24	0,46

2. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

I risultati delle simulazioni sono presentati nella mappa acustica allegata alla presente relazione con la rappresentazione planimetrica delle curve isofoniche dello scenario.

Per facilitare la lettura della mappa, sono state impiegate solo le isofoniche, evitando le campiture e le indicazioni grafiche standard (della norma UNI 9884) in quanto, coprendo buona parte dei livelli sottostanti, impediscono la corretta interpretazione del territorio.

Le campiture utilizzate sono riportate nella tabella seguente.

<i>LVA in dB(A)</i>	UNI 9884		Impiegate	
	<i>Colore</i>	<i>Tratteggio</i>	<i>Colore</i>	<i>Tratteggio</i>
da 60 a 65	vermiglio	tratteggio a croce, bassa densità	verde	-
da 65 a 70	carminio	tratteggio a croce, media densità	giallo	-
da 70 a 75	rosso	violetto tratteggio a croce, alta densità	arancione	-
da 75 a 80	blu	larghe strisce verticali	viola	-
sopra 80	blu scuro	completamente grigio	blu	-

2.1. ULTERIORI CONSIDERAZIONI

In allegato alla presente Appendice si presenta unicamente la planimetria relativa ai soli voli militari; non sono state elaborate le mappature relative alla sovrapposizione tra le isofone collegate ai voli civili e le isofone basate sui voli militari e quelle relative alla loro differenza.

Questa scelta è motivata dal diverso grado di affidabilità delle previsioni dei due scenari – voli civili al 2028 e voli militari al 2028 – che non ne permette un confronto diretto; pertanto le mappature derivanti di una eventuale elaborazione congiunta non si riterrebbero sufficientemente attendibili.

Infatti, mentre i voli civili proiettati al 2028 sono frutto di una previsione ragionata, mentre quelli militari al 2028 derivano da ipotesi più aleatorie in quanto non vi è stata alcuna comunicazione da parte dell'Aeronautica Milita-

re circa:

- previsioni di traffico militare al 2028;
- fleet mix
- ripartizione giorno/notte dei voli militari;
- utilizzo delle piste;
- profili di salita/discesa;
- traiettorie.

Inoltre, non è al momento possibile stimare l'eventuale diminuzione di traffico riconducibile al maggior impiego di simulatori di volo (che invece è una pratica che sta diventando sempre più impiegata, anche grazie al grado di sofisticazione e realismo raggiunto da tali macchine).

Infine, per una mappatura di accuratezza confrontabile dovrebbe essere anche preso in considerazione il contributo del progetto MILNOISE dell'Aeronautica Militare.

2.2. ELENCO DEGLI ALLEGATI

- 1) Tavola con isofonica relativa allo scenario 2028 – solo voli militari**
Metrica: LVA