



INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE

RAPPORTO ANNO 2013

**Calcolo LVA
(ex DM 31/10/1997)**

Redazione: Febbraio 2014

	INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE	Rev. 0
	Rapporto anno 2013	Pag. 2 di 42

INDICE DEI CONTENUTI

1.	Caratterizzazione del traffico aereo.....	4
1.1	CARATTERIZZAZIONE DEL TRAFFICO AEREO	4
2.	Rumore aeroportuale	20
2.1	QUADRO NORMATIVO SUL RUMORE AEROPORTUALE	20
2.2	IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DEL RUMORE AEROPORTUALE	23
2.3	DATI ACUSTICI DESUNTI DAL MONITORAGGIO DEL RUMORE AEROPORTUALE	30
2.3.1	Livelli acustici postazioni di misura ex DM 31/10/97	31
2.4	MAPPATURA ACUSTICA LVA 2013	35
2.4.1	Il modello analitico previsionale INM.....	35
2.4.2	Calibrazione del modello analitico previsionale INM	36
2.4.3	Curve isofoniche LVA Anno 2013	39
2.4.4	Dati territoriali	40

	INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE	Rev. 0
	Rapporto anno 2013	Pag. 3 di 42

Premessa

Il presente rapporto ha lo scopo di mostrare i risultati dell'attività di monitoraggio del traffico aereo e del rumore aeroportuale svolta da SAB. Inoltre, è svolto il calcolo del livello di rumore LVA ai sensi del DM 31/10/97 ai fini della verifica del rispetto dei limiti di rumorosità individuati dalla zonizzazione acustica aeroportuale.

Nella prima parte del documento sono riportati i dati di caratterizzazione del traffico aereo operante nell'anno in esame, mentre nella seconda parte sono proposti i dati di monitoraggio del rumore aeroportuale e i risultati della mappatura acustica LVA.

1. Caratterizzazione del traffico aereo

L'analisi del traffico aereo è svolta utilizzando sia le tracce radar fornite da ENAV sia, in loro mancanza, i dati di traffico desunti dalla Base Dati Voli commerciale (BDV). Questi ultimi, a differenza dei primi, non includono l'Aviazione Generale e non contemplano la distinzione dei movimenti fra le direttrici 12-30. Ciò implica che in alcuni periodi vi può essere uno scostamento, seppur trascurabile, tra i movimenti totali e la somma delle diverse distribuzioni 12-30.

1.1 Caratterizzazione del traffico aereo

Il traffico aereo è caratterizzato ai fini della successiva predisposizione della mappatura acustica LVA, in termini di:

- Volumi complessivi di traffico nelle seguenti basi temporali:
- Fleet mix;
- Distribuzione spaziale del traffico (rotte statistiche);
- Distribuzione oraria del traffico

Tutti i dati sono espressi in termini medi sull'anno solare e sulle tre settimane di punta così come definite dal DM 31/10/97, individuate all'interno dei seguenti tre quadrimestri:

- 1 Gennaio - 31 Gennaio; 1 Ottobre - 31 Dicembre
- 1 Febbraio - 31 Maggio
- 1 Giugno - 30 Settembre

All'interno dei periodi sopra citati, la settimana di maggior numero di movimenti è determinata nella somma dei movimenti in qualunque intervallo di sette giorni consecutivi (somma trascinata).

Le tabelle seguenti riportano i movimenti registrati nei tre quadrimestri, desumibili dal database commerciale di SAB, con individuazione della settimana di punta.

Tab. 1.1 – I quadrimestre 2013

Data	Totale	Somma progressiva (7 giorni)
01/01/2013	101	1.034
02/01/2013	162	1.095
03/01/2013	156	1.093
04/01/2013	155	1.095
05/01/2013	136	1.091
06/01/2013	165	1.074
07/01/2013	159	1.052
08/01/2013	162	1.044
09/01/2013	160	1.030
10/01/2013	158	1.000
11/01/2013	151	991
12/01/2013	119	999
13/01/2013	143	993
14/01/2013	151	976
15/01/2013	148	968
16/01/2013	130	967
17/01/2013	149	995
18/01/2013	159	1.003
19/01/2013	113	1.000
20/01/2013	126	1.001
21/01/2013	143	1.013
22/01/2013	147	1.021
23/01/2013	158	1.023
24/01/2013	157	1.029
25/01/2013	156	1.025
26/01/2013	114	1.050
27/01/2013	138	1.124
28/01/2013	151	1.165
29/01/2013	149	1.202
30/01/2013	164	1.199
31/01/2013	153	1.196
01/10/2013	181	1.236
02/10/2013	188	1.241
03/10/2013	179	1.241
04/10/2013	188	1.250
05/10/2013	146	1.251
06/10/2013	161	1.248
07/10/2013	193	1.247
08/10/2013	186	1.238
09/10/2013	188	1.230
10/10/2013	188	1.232
11/10/2013	189	1.236
12/10/2013	143	1.214
13/10/2013	160	1.217
14/10/2013	184	1.210
15/10/2013	178	1.211
16/10/2013	190	1.213
17/10/2013	192	1.201
18/10/2013	167	1.193
19/10/2013	146	1.205
20/10/2013	153	1.201
21/10/2013	185	1.198
22/10/2013	180	1.172
23/10/2013	178	1.151
24/10/2013	184	1.132
25/10/2013	179	1.128

26/10/2013	142	1.094
27/10/2013	150	1.062
28/10/2013	159	1.056
29/10/2013	159	1.069
30/10/2013	159	1.069
31/10/2013	180	1.071
01/11/2013	145	1.049
02/11/2013	110	1.074
03/11/2013	144	1.076
04/11/2013	172	1.075
05/11/2013	159	1.067
06/11/2013	161	1.062
07/11/2013	158	1.056
08/11/2013	170	1.058
09/11/2013	112	1.056
10/11/2013	143	1.051
11/11/2013	164	1.050
12/11/2013	154	1.044
13/11/2013	155	1.043
14/11/2013	160	1.043
15/11/2013	168	1.038
16/11/2013	107	1.034
17/11/2013	142	1.033
18/11/2013	158	1.031
19/11/2013	153	1.027
20/11/2013	155	1.035
21/11/2013	155	1.040
22/11/2013	164	1.035
23/11/2013	106	1.036
24/11/2013	140	1.037
25/11/2013	154	1.036
26/11/2013	161	1.042
27/11/2013	160	1.035
28/11/2013	150	1.030
29/11/2013	165	1.036
30/11/2013	107	1.039
01/12/2013	139	1.043
02/12/2013	160	1.053
03/12/2013	154	1.054
04/12/2013	155	1.058
05/12/2013	156	1.054
06/12/2013	168	1.055
07/12/2013	111	1.064
08/12/2013	149	1.058
09/12/2013	161	1.049
10/12/2013	158	1.040
11/12/2013	151	1.039
12/12/2013	157	1.055
13/12/2013	177	1.078
14/12/2013	105	1.084
15/12/2013	140	1.121
16/12/2013	152	1.151
17/12/2013	157	1.178
18/12/2013	167	1.135
19/12/2013	180	1.020
20/12/2013	183	968
21/12/2013	142	952
22/12/2013	170	934
23/12/2013	179	929
24/12/2013	114	914

25/12/2013	52	892
26/12/2013	128	
27/12/2013	167	
28/12/2013	124	
29/12/2013	165	
30/12/2013	164	
31/12/2013	92	

Tab. 1.2 – II quadrimestre 2013

Data	Totale	Somma progressiva (7 giorni)
01/02/2013	166	1.013
02/02/2013	107	1.010
03/02/2013	146	1.025
04/02/2013	154	1.029
05/02/2013	143	1.012
06/02/2013	156	1.029
07/02/2013	141	1.031
08/02/2013	163	1.048
09/02/2013	122	1.039
10/02/2013	150	1.042
11/02/2013	137	1.043
12/02/2013	160	1.056
13/02/2013	158	1.043
14/02/2013	158	1.042
15/02/2013	154	1.037
16/02/2013	125	1.026
17/02/2013	151	994
18/02/2013	150	995
19/02/2013	147	1.001
20/02/2013	157	1.009
21/02/2013	153	1.012
22/02/2013	143	1.022
23/02/2013	93	1.043
24/02/2013	152	1.080
25/02/2013	156	1.088
26/02/2013	155	1.088
27/02/2013	160	1.091
28/02/2013	163	1.090
01/03/2013	164	1.096
02/03/2013	130	1.102
03/03/2013	160	1.106
04/03/2013	156	1.102
05/03/2013	158	1.110
06/03/2013	159	1.100
07/03/2013	169	1.101
08/03/2013	170	1.096
09/03/2013	134	1.091
10/03/2013	156	1.087
11/03/2013	164	1.084
12/03/2013	148	1.086
13/03/2013	160	1.095
14/03/2013	164	1.102
15/03/2013	165	1.092
16/03/2013	130	1.089
17/03/2013	153	1.097
18/03/2013	166	1.101

19/03/2013	157	1.099
20/03/2013	167	1.109
21/03/2013	154	1.117
22/03/2013	162	1.137
23/03/2013	138	1.145
24/03/2013	157	1.146
25/03/2013	164	1.127
26/03/2013	167	1.135
27/03/2013	175	1.154
28/03/2013	174	1.163
29/03/2013	170	1.176
30/03/2013	139	1.195
31/03/2013	138	1.209
01/04/2013	172	1.237
02/04/2013	186	1.247
03/04/2013	184	1.238
04/04/2013	187	1.228
05/04/2013	189	1.223
06/04/2013	153	1.216
07/04/2013	166	1.217
08/04/2013	182	1.217
09/04/2013	177	1.214
10/04/2013	174	1.214
11/04/2013	182	1.221
12/04/2013	182	1.231
13/04/2013	154	1.232
14/04/2013	166	1.229
15/04/2013	179	1.231
16/04/2013	177	1.214
17/04/2013	181	1.211
18/04/2013	192	1.209
19/04/2013	183	1.194
20/04/2013	151	1.183
21/04/2013	168	1.186
22/04/2013	162	1.185
23/04/2013	174	1.204
24/04/2013	179	1.203
25/04/2013	177	1.181
26/04/2013	172	1.187
27/04/2013	154	1.204
28/04/2013	167	1.198
29/04/2013	181	1.198
30/04/2013	173	1.206
01/05/2013	157	1.221
02/05/2013	183	1.239
03/05/2013	189	1.246
04/05/2013	148	1.231
05/05/2013	167	1.238
06/05/2013	189	1.238
07/05/2013	188	1.238
08/05/2013	175	1.232
09/05/2013	190	1.233
10/05/2013	174	1.235
11/05/2013	155	1.246
12/05/2013	167	1.250
13/05/2013	189	1.240
14/05/2013	182	1.242
15/05/2013	176	1.244
16/05/2013	192	1.248
17/05/2013	185	1.248

18/05/2013	159	1.265
19/05/2013	157	1.289
20/05/2013	191	1.294
21/05/2013	184	1.303
22/05/2013	180	1.303
23/05/2013	192	1.306
24/05/2013	202	1.303
25/05/2013	183	1.293
26/05/2013	162	
27/05/2013	200	
28/05/2013	184	
29/05/2013	183	
30/05/2013	189	
31/05/2013	192	

Tab. 1.3 – III Quadrimestre 2013

Data	Totale	Somma progressiva (7 giorni)
22/09/2012	65	1.290
23/09/2012	201	1.403
24/09/2012	211	1.407
25/09/2012	193	1.363
26/09/2012	193	1.337
27/09/2012	204	1.336
28/09/2012	223	1.317
29/09/2012	178	1.270
30/09/2012	205	1.281
01/06/2013	167	1.271
02/06/2013	167	1.280
03/06/2013	192	1.297
04/06/2013	185	1.306
05/06/2013	176	1.289
06/06/2013	189	1.277
07/06/2013	195	1.273
08/06/2013	176	1.281
09/06/2013	184	1.286
10/06/2013	201	1.287
11/06/2013	168	1.287
12/06/2013	164	1.303
13/06/2013	185	1.329
14/06/2013	203	1.331
15/06/2013	181	1.327
16/06/2013	185	1.327
17/06/2013	201	1.322
18/06/2013	184	1.330
19/06/2013	190	1.331
20/06/2013	187	1.330
21/06/2013	199	1.333
22/06/2013	181	1.332
23/06/2013	180	1.327
24/06/2013	209	1.336
25/06/2013	185	1.328
26/06/2013	189	1.332
27/06/2013	190	1.335
28/06/2013	198	1.335
29/06/2013	176	1.335
30/06/2013	189	1.343
01/07/2013	201	1.337
02/07/2013	189	1.340

03/07/2013	192	1.337
04/07/2013	190	1.334
05/07/2013	198	1.338
06/07/2013	184	1.334
07/07/2013	183	1.333
08/07/2013	204	1.336
09/07/2013	186	1.334
10/07/2013	189	1.335
11/07/2013	194	1.329
12/07/2013	194	1.321
13/07/2013	183	1.318
14/07/2013	186	1.315
15/07/2013	202	1.305
16/07/2013	187	1.307
17/07/2013	183	1.304
18/07/2013	186	1.301
19/07/2013	191	1.296
20/07/2013	180	1.293
21/07/2013	176	1.285
22/07/2013	204	1.284
23/07/2013	184	1.292
24/07/2013	180	1.286
25/07/2013	181	1.282
26/07/2013	188	1.280
27/07/2013	172	1.280
28/07/2013	175	1.291
29/07/2013	212	1.287
30/07/2013	178	1.273
31/07/2013	176	1.261
01/08/2013	179	1.257
02/08/2013	188	1.257
03/08/2013	183	1.249
04/08/2013	171	1.256
05/08/2013	198	1.257
06/08/2013	166	1.251
07/08/2013	172	1.256
08/08/2013	179	1.256
09/08/2013	180	1.235
10/08/2013	190	1.236
11/08/2013	172	1.224
12/08/2013	192	1.227
13/08/2013	171	1.236
14/08/2013	172	1.240
15/08/2013	158	1.244
16/08/2013	181	1.260
17/08/2013	178	1.264
18/08/2013	175	1.267
19/08/2013	201	1.262
20/08/2013	175	1.260
21/08/2013	176	1.261
22/08/2013	174	1.262
23/08/2013	185	1.267
24/08/2013	181	1.274
25/08/2013	170	1.266
26/08/2013	199	1.268
27/08/2013	176	1.276
28/08/2013	177	1.284
29/08/2013	179	1.298
30/08/2013	192	1.308
31/08/2013	173	1.314

01/09/2013	172	1.320
02/09/2013	207	1.323
03/09/2013	184	1.332
04/09/2013	191	1.334
05/09/2013	189	1.334
06/09/2013	198	1.335
07/09/2013	179	1.333
08/09/2013	175	1.328
09/09/2013	216	1.327
10/09/2013	186	1.321
11/09/2013	191	1.326
12/09/2013	190	1.328
13/09/2013	196	1.329
14/09/2013	174	1.325
15/09/2013	174	1.322
16/09/2013	210	1.323
17/09/2013	191	1.308
18/09/2013	193	1.301
19/09/2013	191	1.302
20/09/2013	192	1.298
21/09/2013	171	1.303
22/09/2013	175	1.290
23/09/2013	195	1.289
24/09/2013	184	1.281
25/09/2013	194	
26/09/2013	187	
27/09/2013	197	
28/09/2013	158	
29/09/2013	174	
30/09/2013	187	

Tab. 1.4 – Settimana di punta 2013

	Data	MVT/ giorno	MVT TOT
I° QUAD	05/10/13	146	1.251
	06/10/13	161	
	07/10/13	193	
	08/10/13	186	
	09/10/13	188	
	10/10/13	188	
	11/10/13	189	
II° QUAD	23/05/13	192	1.306
	24/05/13	202	
	25/05/13	183	
	26/05/13	162	
	27/05/13	200	
	28/05/13	184	
	29/05/13	183	
III° QUAD	24/09/12	211	1.407
	25/09/12	193	

	26/09/12	193	
	27/09/12	204	
	28/09/12	223	
	29/09/12	178	
	30/09/12	205	
TOT		3.964	

Volumi complessivi di traffico

La tabella seguente mostra la distribuzione percentuale dei movimenti fra le direttrici di movimento (decollo e atterraggio) intendendo:

- D12: Decolli RWY12, ossia i decolli che avvengono in direzione Est;
- D30: Decolli RWY30, ossia i decolli che avvengono in direzione Ovest;
- A30: Arrivi RWY30, ossia gli atterraggi che provengono da Est;
- A12: Arrivi RWY12, ossia gli atterraggi che provengono da Ovest (con sistema di atterraggio strumentale ILS);

Tab. 1.5 – Movimenti ANNUALI e distribuzione statistica

Anno	TOTALE ¹	Tasso di utilizzo direttrici di movimento ²			
		% D30/ D TOT	% D12/ D TOT	% A12/ A TOT	% A30/ A TOT
2005	59.326	46,3%	53,7%	94,2%	5,8%
2006	63.585	52,3%	47,7%	96,4%	3,6%
2007	66.698	46,8%	53,2%	96,4%	3,6%
2008	62.042	44,5%	54,6%	97,7%	2,1%
2009	63.900	39,7%	60,1%	95,3%	3,7%
2010	70.270	41%	59%	96%	4%
2011	69.153	33%	67%	96%	4%
2012	67.529	39%	61%	95%	5%
2013	65.392	39%	61%	94%	6%

¹ Fonte: BDV SAB

² Fonte: elaborazione tracce radar fornite da ENAV Spa

Tab. 1.6 – Distribuzione statistica mensile dei movimenti anno 2013³

2012	% D30/ Dtot	% D12/ Dtot	% A12/ Atot	% A30/ Atot
Gennaio	51%	49%	94%	6%
Febbraio	46%	54%	93%	7%
Marzo*	-	-	-	-
Aprile	35%	65%	97%	3%
Maggio	38%	62%	91%	9%
Giugno	33%	67%	93%	7%
Luglio	34%	65%	93%	7%
Agosto	39%	61%	92%	8%
Settembre	34%	66%	97%	3%
Ottobre	35%	65%	97%	3%
Novembre	42%	58%	95%	5%
Dicembre	39%	61%	92%	8%
Media	39%	61%	94%	6%

* Nel mese di Marzo i dati di traccia radar, e quindi di distribuzione fra le due direttrici, risultano disponibili dal 20/03

Tab. 1.7 – Movimenti TRE SETTIMANE DI PUNTA e distribuzione statistica

Anno	TOTALE ⁴	Tasso di utilizzo direttrici di movimento ⁵			
		% D30/ D TOT	% D12/ D TOT	% A12/ A TOT	% A30/ A TOT
2005	3.409	42%	58%	95%	5%
2006	3.809	48%	52%	98%	2%
2007	4.008	57%	43%	93%	7%
2008	3.992	36%	64%	99%	1%
2009	3.995	34%	66%	97%	3%
2010	4.350	28%	72%	98%	2%
2011	4.021	36%	64%	91%	8%
2012	4.028	39%	61%	94%	6%
2013	3.964	36%	64%	93%	7%

³ Fonte: elaborazione tracce radar fornite da ENAV Spa

⁴ Fonte: base dati voli commerciale SAB

⁵ Fonte: elaborazione tracce radar fornite da ENAV Spa

Fleet-mix

Di seguito i dati relativi alle tipologie di aeromobile che hanno operato presso l'aeroporto di Bologna.

Tab. 1.8 – Fleet mix ANNUALE⁶

GRUPPO	Descrizione	% / Tot
B737	<i>Boeing 737</i>	31%
MD80	<i>McDonnell Douglas MD-80</i>	3%
A320	<i>Airbus A318-A319-A320-A321</i>	25%
CRJ	<i>Canadair Regional Jet</i>	3%
AT42	<i>ATR 42-45-72</i>	4%
F100	<i>Fokker</i>	0%
DH8	<i>Dash</i>	2%
E135	<i>Embraer</i>	1%
B7X7	<i>B767 - B757 - A300 - A330</i>	18%
SB20	<i>SAAB 2000</i>	2%
D328	<i>Dornier 228-328</i>	0%
T124	<i>Antonov 26 - Tupolev</i>	1%
Av Gen.	<i>Aviazione Generale</i>	0%
ALTRI	-	7%

Tab. 1.9 – Fleet mix SETTIMANE DI PUNTA⁷

GRUPPO	Descrizione	% / Tot
B737	<i>Boeing 737</i>	31%
MD80	<i>McDonnell Douglas MD-80</i>	2%
A320	<i>Airbus A318-A319-A320-A321</i>	26%
CRJ	<i>Canadair Regional Jet</i>	3%
B462	<i>British Aerospace 146 Freighter</i>	4%
AT42	<i>ATR 42-45-72</i>	0%
F100	<i>Fokker</i>	3%
DH8	<i>Dash</i>	1%
E135	<i>Embraer</i>	17%
B7X7	<i>B767 - B757 - A300 - A330</i>	2%
SB20	<i>SAAB 2000</i>	0%

⁶ Fonte: elaborazione tracce radar fornite da ENAV Spa

⁷ Fonte: elaborazione tracce radar fornite da ENAV Spa

D328	<i>Dornier 228-328</i>	1%
T124	<i>Antonov 26 - Tupolev</i>	0%
AvGen.	<i>Aviazione Generale</i>	8%

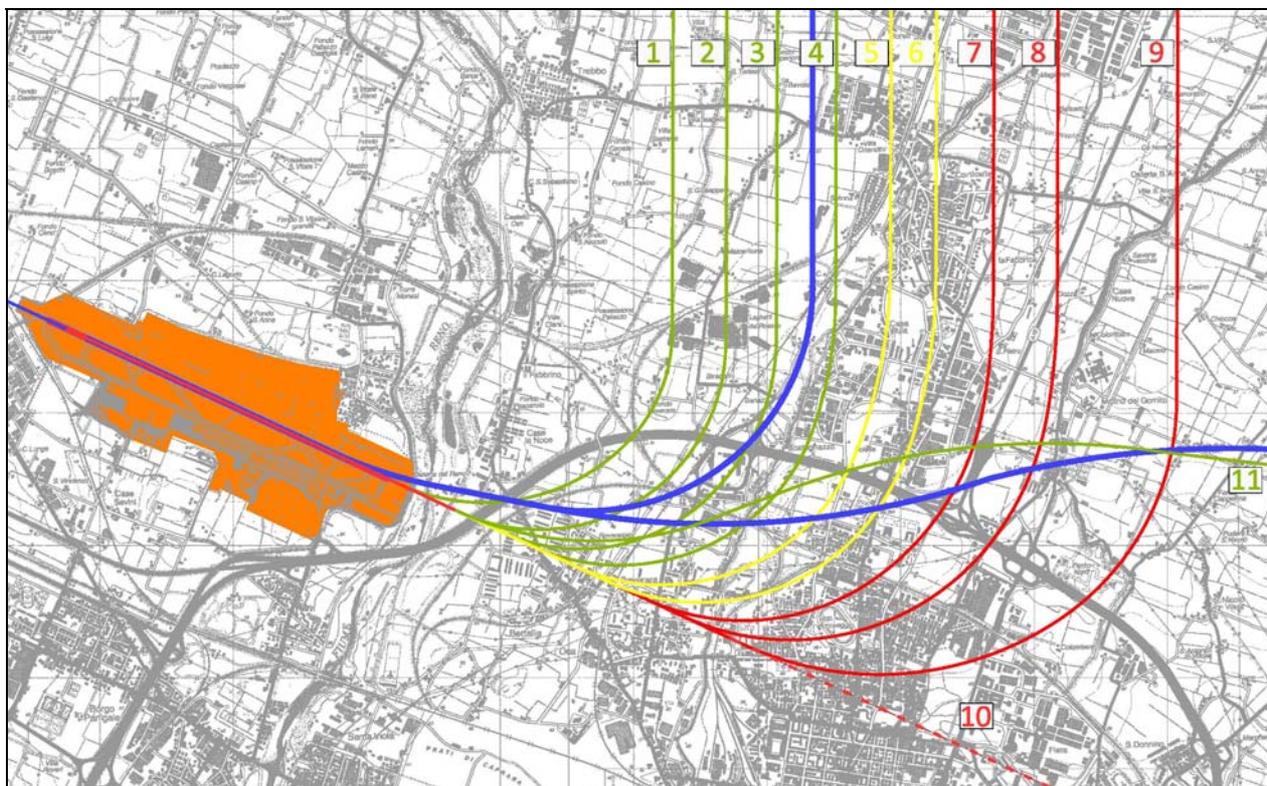
Distribuzione spaziale del traffico (rotte statistiche)

Un importante elemento di caratterizzazione del traffico aereo in grado di influire sullo scenario di impatto acustico sull'abitato di Bologna, è rappresentato dalla distribuzione spaziale statistica dei decolli D12, ossia la modalità con la quale gli aerei percorrono la traiettoria di decollo rispetto alla rotta nominale di salita iniziale (indicata in figura con la linea blu).

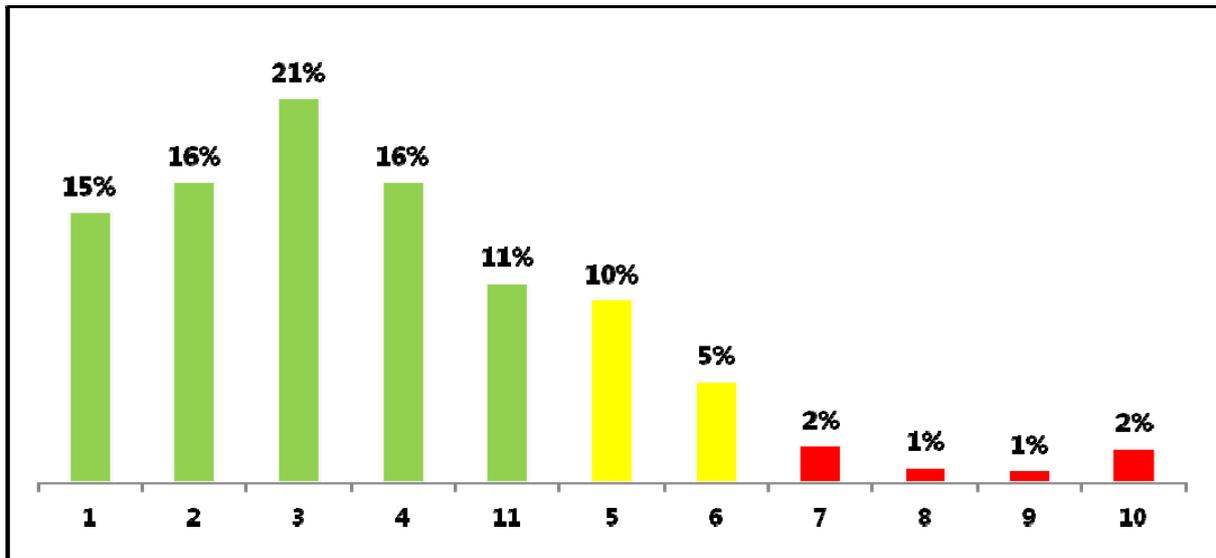
Con l'ausilio del sistema di monitoraggio acustico si è quindi proceduto con l'analisi dei tracciati radar forniti da ENAV, ricavando i tassi di distribuzione statistica dei decolli attraverso un processo di *gate-penetration analysis*, che consiste nel definire un piano verticale baricentrico a ciascuna rotta statistica (gate di penetrazione) rilevando poi il numero di rotte intersecanti ciascun gate.

La figura seguente mostra la rappresentazione grafica delle rotte statistiche (di colore rosso e numerate da 1 a 11), e della rotta nominale di decollo prevista dalle procedure AIP.

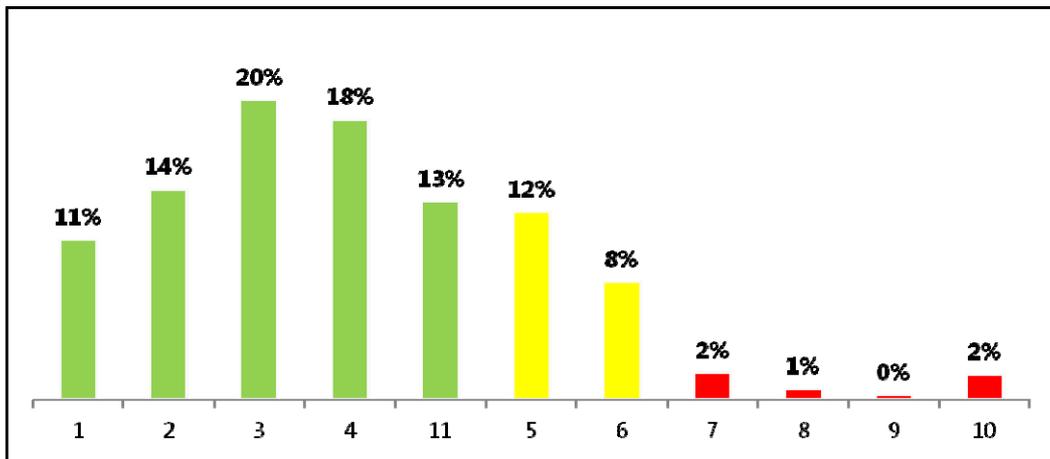
Img. 1.1 - Rotte statistiche di distribuzione del traffico in decollo D12



Grf. 1.1 - Distribuzione statistica decolli RWY12 anno 2013



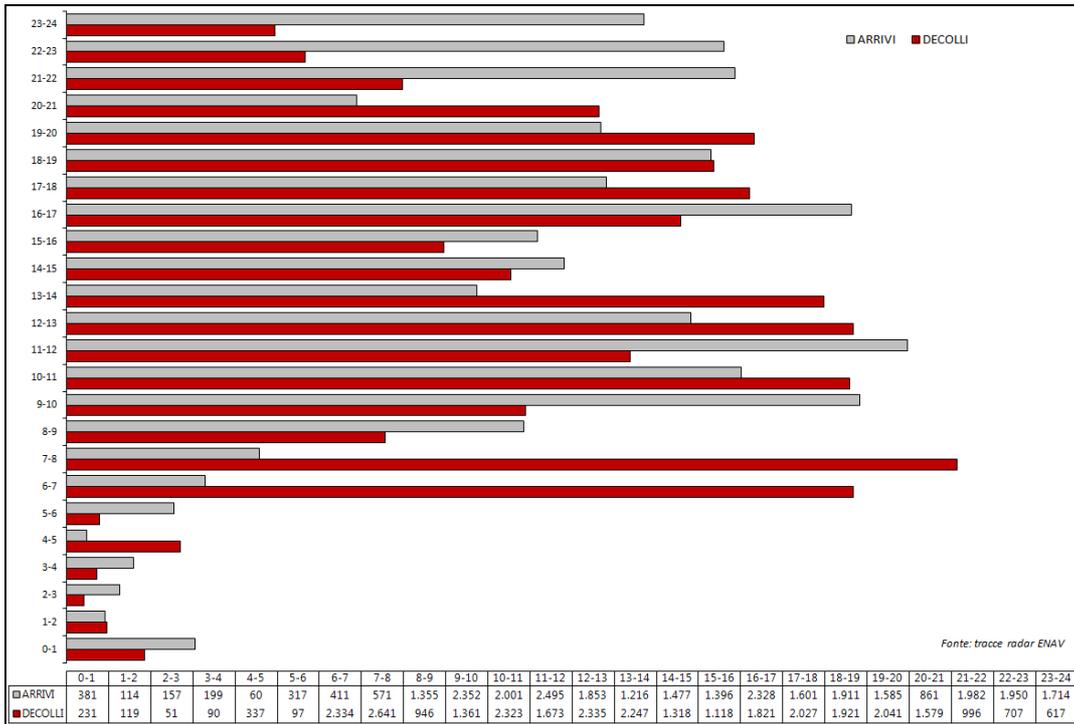
Grf. 1.2 - Distribuzione statistica decolli RWY12 SETTIMANE DI PUNTA 2013



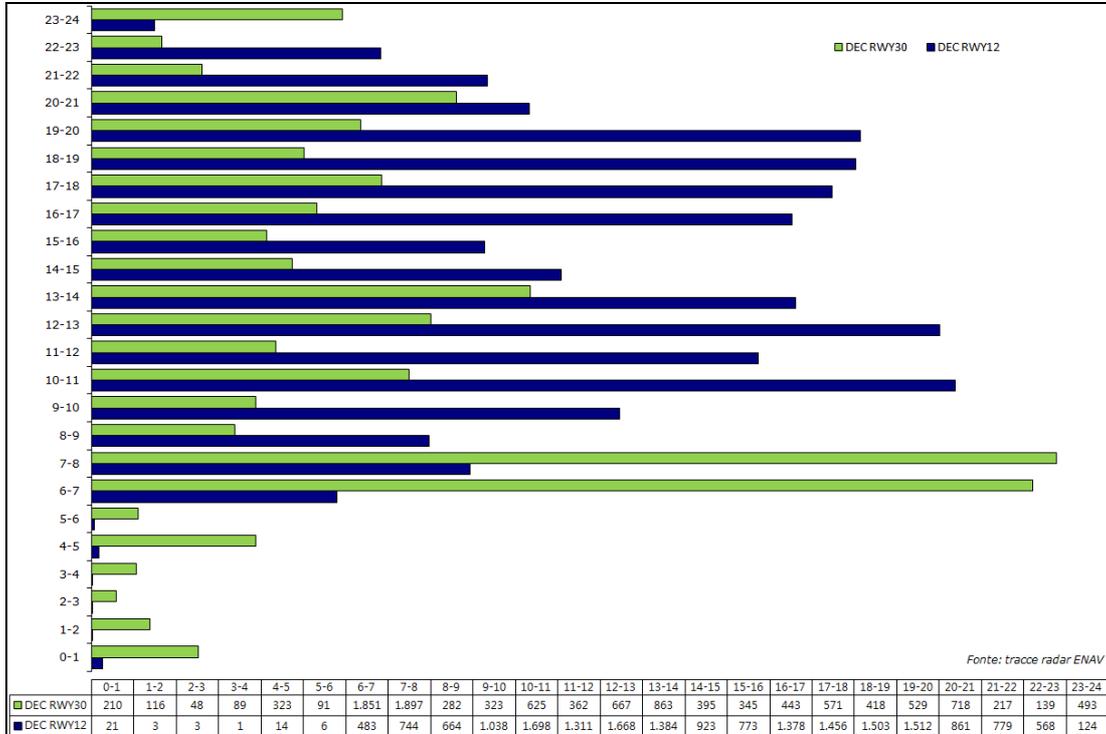
Distribuzione oraria del traffico

I grafici seguenti mostrano la distribuzione oraria dei movimenti nelle diverse fasce orarie. Le fasce orarie maggiormente interessate dai decolli sono dalle 6 alle 8 e dalle 12 alle 13, mentre gli atterraggi avvengono con maggiore frequenza nella fascia 11-12 e 22-24. Per quanto riguarda le partenze, i decolli D30 risultano mediamente maggiori dei decolli D12 nella fascia oraria 23:00-8:00.

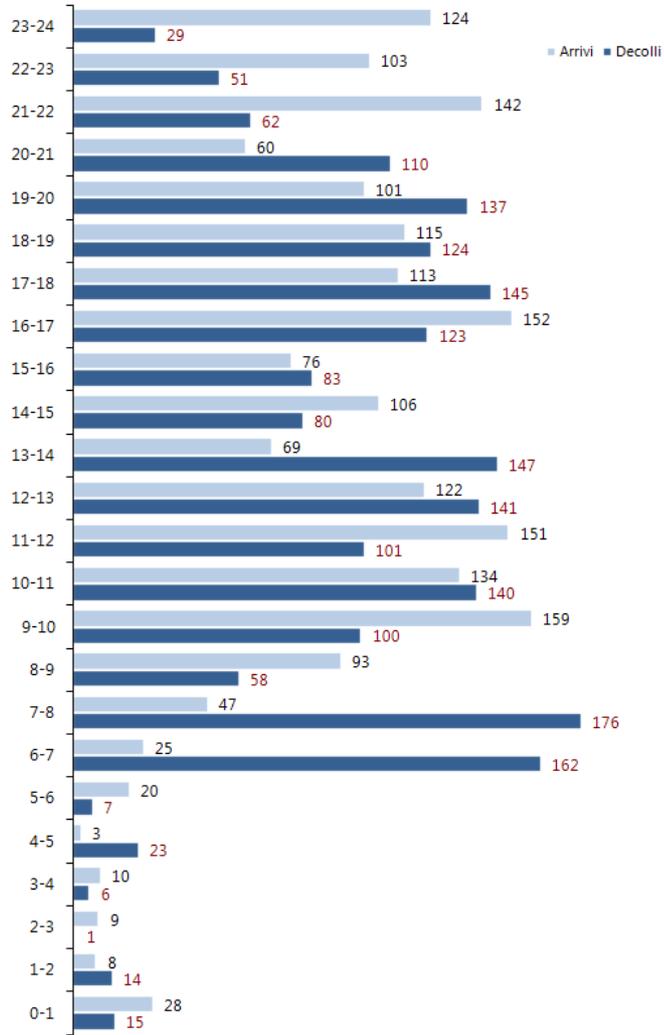
Grf. 1.3 - Distribuzione oraria movimenti ANNO 2013



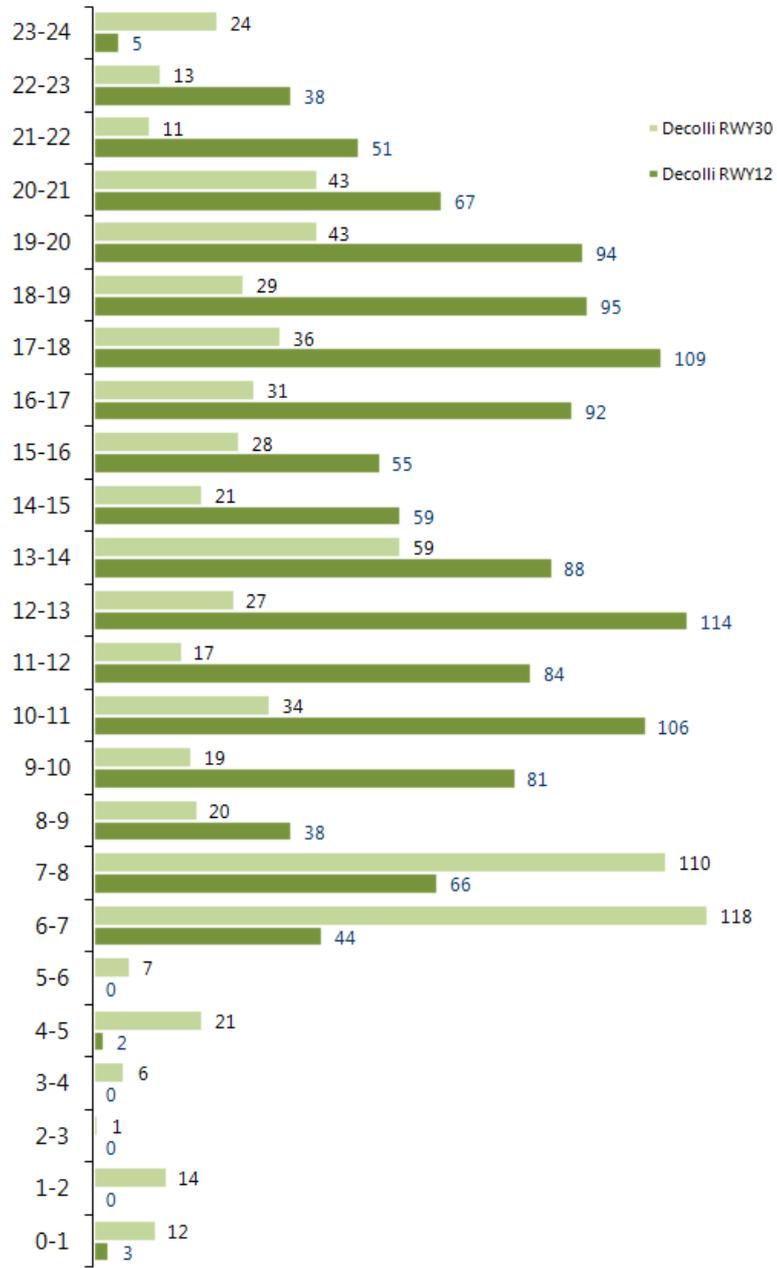
Grf. 1.4 - Distribuzione oraria Decolli ANNO 2013



Grf. 1.5 - Distribuzione oraria Movimenti SETTIMANE DI PUNTA 2013



Grf. 1.6 - Distribuzione oraria Decolli SETTIMANE DI PUNTA 2013



2. Rumore aeroportuale

Di seguito si descrive la metodologia adottata per la definizione della mappatura acustica LVA, e i risultati ottenuti in relazione alla verifica dei limiti di Zonizzazione acustica aeroportuale.

2.1 Quadro normativo sul rumore aeroportuale

Rif norma	Descrizione
Legge n 447 del 26/10/1995	Legge quadro sull'inquinamento acustico
D.M 31/10/1997	Metodologia di misura del rumore aeroportuale
D.P.R n 496 del 11/12/1997	Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili
D.M 20/05/1999	Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico
D.P.R n 476 del 09/11/1999	Regolamento recante modificazioni al decreto del Presidente della Repubblica 11 dicembre 1997, n 496, concernente il divieto di voli notturni
D.M 03/12/1999	Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti
D.M 29/11/2000	Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani di contenimento e abbattimento del rumore
D.Lgs n 13 del 17/01/2005	Attuazione della direttiva 2002/30/CE relativa all'introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti comunitari
D.Lgs n 194 del 19/08/2005	Attuazione della direttiva 2002/49/ CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale

Il primo provvedimento ad essere emanato è stato il D.M 31/10/1997, relativo alla metodologia di misura del rumore aeroportuale.

Relativamente alla riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili si fa riferimento al D.P.R 496/97 e al D.P.R 476/99, mentre i criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio ed i criteri di classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico sono disposti dal D.M 20/05/1999.

Quest'ultimo definisce nel dettaglio le caratteristiche tecniche che deve possedere il sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale, con particolare riferimento alla composizione del sistema stesso, al numero e alle caratteristiche delle stazioni di misura, all'ubicazione di tali stazioni e alle informazioni necessarie al fine di caratterizzare acusticamente ogni singolo evento.

Infine per le procedure antirumore e le zone di rispetto degli aeroporti è stato emanato il D.M 03/12/1999.

Tra i vari decreti, il più significativo risulta essere il D.M 31/10/1997 in quanto stabilisce il parametro utilizzato per descrivere il rumore aeroportuale.

Tale parametro, definito come "Livello di valutazione del rumore aeroportuale (Lva)", risulta indispensabile per quantificare con un unico valore numerico il rumore sul territorio derivante dalle operazioni aeree che si susseguono nel tempo.

Nell'allegato A del decreto l' Lva è definito come:

$$L_{VA} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N 10^{L_{VAj} / 10} \right] \quad \text{dB(A)}$$

	INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE	Rev. 0
	Rapporto anno 2013	Pag. 21 di 42

dove N è il numero dei giorni del periodo di osservazione ed L_{VAj} è il valore giornaliero del livello L_{VA} .

Il numero dei giorni di osservazione deve essere 21, pari a tre settimane, ciascuna delle quali scelta all'interno dei seguenti periodi:

- 1 ottobre-31 gennaio
- 1 febbraio-31 maggio
- 1 giugno-30 settembre

All'interno di ciascun periodo si individua la settimana caratterizzata dal maggior numero di movimenti (decolli e atterraggi).

Il valore giornaliero del rumore L_{VAj} si determina mediante la relazione seguente, considerando tutte le operazioni a terra e di sorvolo che si manifestano nell'arco della giornata (dalle 0:00 alle 24:00):

$$L_{VAj} = 10 \log \left[\frac{17}{24} 10^{L_{VAd} / 10} + \frac{7}{24} 10^{L_{VAn} / 10} \right] \text{ dB(A)}$$

I valori L_{VAd} e L_{VAn} rappresentano rispettivamente il livello di valutazione del rumore aeroportuale nel periodo diurno (06:00-23:00) e notturno (23:00-06:00) e sono espressi dalle relazioni:

$$L_{VAd} = \left[\frac{1}{T_d} \sum_{i=1}^{N_d} 10^{SELi / 10} \right] \text{ dB(A)}$$

$$L_{VAn} = \left[\frac{1}{T_n} \sum_{i=1}^{N_n} 10^{SELi / 10} \right] + 10 \text{ dB(A)}$$

dove T_d e T_n rappresentano la durata del periodo diurno e notturno, rispettivamente pari a 61.200 s e 25.200 s; N_d e N_n esprimono il numero totale di movimenti degli aeromobili nel periodo; $SELi$ è il livello sonoro dell' i-esimo evento sonoro associato al singolo movimento.

Confrontando le due relazioni si può notare che il valore di L_{VAn} risulta penalizzato di 10 dB per tener conto del maggiore disturbo a cui è soggetta la popolazione nel periodo notturno.

Al fine di salvaguardare da un lato le esigenze della popolazione esposta e dall'altro quelle di sviluppo dell'attività aeroportuale, sono state stabilite dal decreto le zone di rispetto (art.6) e le attività in esse consentite (art.7).

In base a quanto disposto dal D.M 31/10/1997 il territorio circostante l'aeroporto è classificato acusticamente secondo la Zonizzazione acustica aeroportuale, recepita in sede di piani da parte dei Comuni interessati. Essa si compone di tre zone di rispetto (A, B e C), a ciascuna delle quali corrisponde un determinato vincolo all'utilizzo del territorio e un limite massimo di rumorosità LVA calcolato sulle tre settimane di punta, come indicato nel prospetto seguente.

Tab. 2.1 Limiti di Zonizzazione acustica aeroportuale

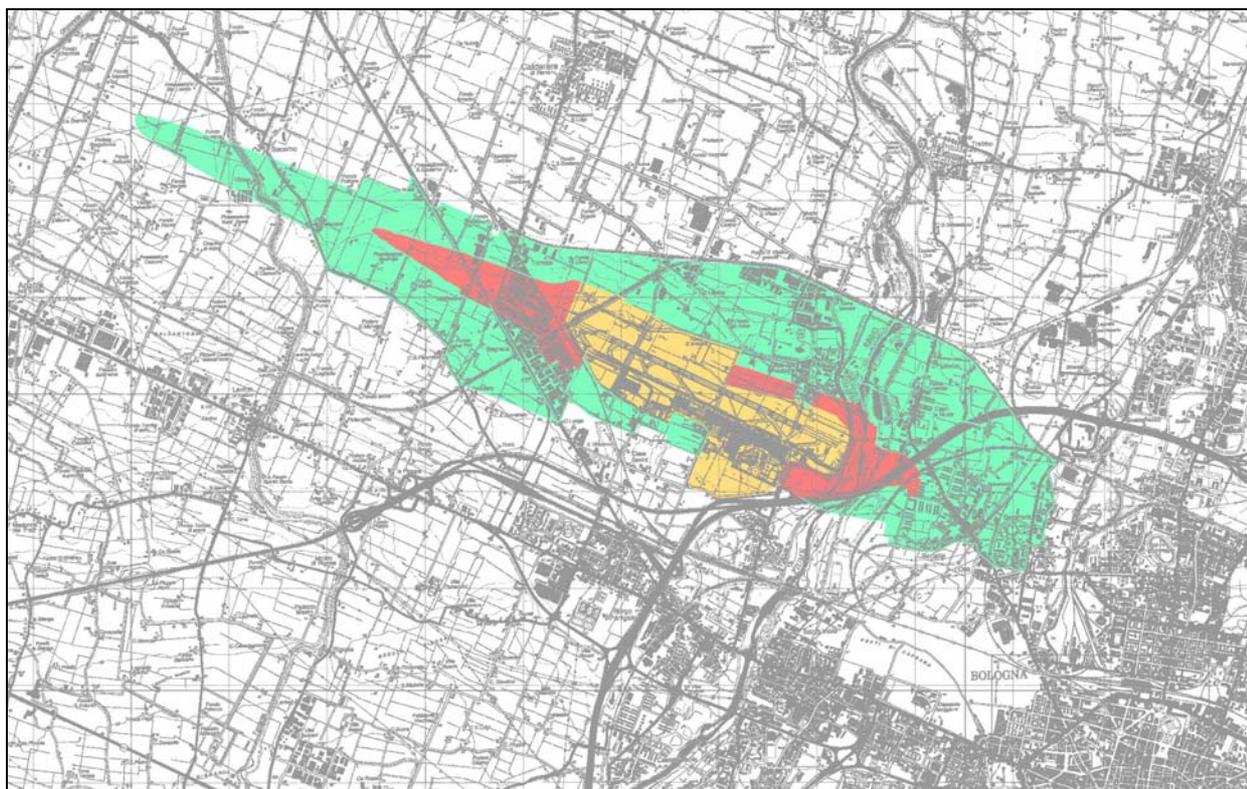
Zona	Valori di L_{VA} in dB(A)	Limitazioni
A	$60 \leq L_{VA} \leq 65$	Non sono previste limitazioni
B	$65 \leq L_{VA} \leq 75$	Sono ammesse solo attività agricole ed allevamenti di bestiame, attività industriali e assimilate, attività commerciali, attività di ufficio, terziario e assimilate, previa adozione di adeguate misure di isolamento acustico
C	$L_{VA} > 75$	Sono ammesse esclusivamente le attività funzionalmente connesse con l'uso ed i servizi delle infrastrutture aeroportuali

Al di fuori delle zone A, B e C l'indice LVA non può superare il valore di 60 dB(A).

A ulteriore restrizione di quanto stabilito dalla legge, in sede di recepimento della zonizzazione all'interno degli strumenti di pianificazione territoriale comunale, il limite allo sviluppo residenziale è stato esteso anche alla Zona A.

L'immagine sottostante raffigura le tre fasce di rispetto: Zona A (verde), Zona B (rossa), Zona C (gialla).

Img. 2.1 – Zonizzazione acustica aeroportuale



	INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE	Rev. 0
	Rapporto anno 2013	Pag. 23 di 42

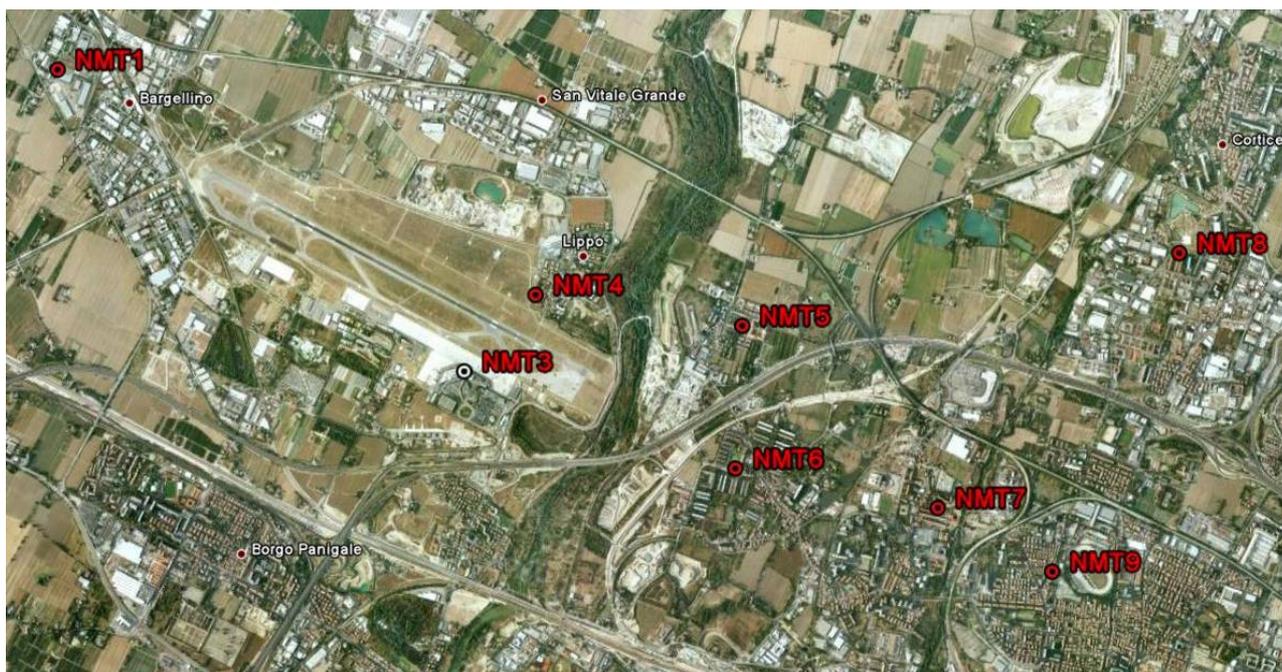
2.2 Il sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale

Presso l'aeroporto di Bologna è attivo il sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale integrato con la traccia radar, che costituisce lo strumento con il quale SAB conduce con continuità la propria attività di misura del rumore prodotto dalle attività di volo.

Il sistema comprende otto unità di rilevamento acustico (NMT, Noise Monitoring Terminal) dislocate nell'intorno aeroportuale in corrispondenza delle proiezioni al suolo delle direttrici di decollo e atterraggio (Figura seguente).

Ciascuna NMT è costituita da un microfono ad alta precisione che rileva ogni evento acustico e un fonometro per l'elaborazione dei segnali; ognuna di esse è, inoltre, opportunamente calibrata per registrare gli eventi che superano determinati valori di intensità, in tal modo è possibile avere una prima discriminazione tra gli eventi causati dal passaggio di un aeromobile e quelli derivanti dall'ambiente circostante, come ad esempio il traffico veicolare. Di ogni evento registrato la centralina è in grado di fornire le seguenti informazioni: L_{eq} , SEL, L_{max} , i valori L_n percentili, L_{peak} e L_{UWpeak} (i valori di picco pesati e non). Inoltre, è presente sulla NMT 3 (Aeroporto) un'unità di rilevamento dei dati meteo quali temperatura, pressione atmosferica e umidità dell'aria, precipitazioni, intensità e direzione del vento.

Img. 2.2 – Localizzazione delle postazioni di misura del rumore aeroportuale



La strumentazione installata in sette delle otto centraline consiste in un fonometro Symphonie prodotto dalla 01dB equipaggiato con sistema microfonico per esterni modello 41DM della GRAS. La strumentazione utilizzata sulla centralina NMT7, alimentata ad energia solare, consiste in un fonometro Larson&Davis 824 con sistema microfonico per esterni modello Larson&Davis 426A12.

Inoltre, la postazione NMT3 installata presso l'aerostazione passeggeri è equipaggiata con una stazione meteorologica VAISALA WXT-520 in grado di rilevare i parametri di direzione/velocità del vento, temperatura, umidità, pressione e quantità di pioggia.

	INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE	Rev. 0
	Rapporto anno 2013	Pag. 24 di 42

Le centraline sono connesse al centro elaborazione dati tramite una connessione GPRS/UMTS sempre attiva, tramite l'utilizzo di SIM dati, con APN dedicato per le VPN mylan.omnitel.it ed il software Client Juniper Network Connect.

Le centraline sono equipaggiate con un router 3G della DIGICOM per la connettività al Centro, di un'antenna omnidirezionale UMTS posizionata esternamente per migliorare la qualità del segnale 3G, di un PC industriale del produttore T-Pole sul quale sono installati, oltre agli applicativi per l'acquisizione del rumore, il software Juniper Network Connect per la connessione con un tunnel VPN verso il Centro.

Il sistema consente la acquisizione ed elaborazione dei dati di traccia radar forniti da ENAV Spa. Le tracce radar contengono tutte le informazioni che consentono di identificare il volo e il tipo di aeromobile, nonché le caratteristiche geometriche della rotta seguita dall'aeromobile.

Una volta acquisiti i dati di rumore dalle postazioni di misura, e i dati di traccia radar, il sistema effettua la correlazione fra i due set di dati, consentendo di associare a ciascun volo i livelli di rumore che esso ha generato sulle postazioni di misura.

Img. 2.3 – Schema di funzionamento del sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale



Gli eventi acustici di natura aerea così individuati concorrono a formare l'**LVA**, livello di valutazione del rumore aeroportuale, partendo dal SEL fornito dalle centraline e calcolato secondo la procedura analitica riportata nell'Allegato A del D.Lgs. 31/10/97.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione delle postazioni fisse di misura.

	INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE	Rev. 0
	Rapporto anno 2013	Pag. 25 di 42

Tab. 2.2 – Elenco delle postazioni di misura del rumore aeroportuale⁸

Centralina	Sito	Posizione
P1	Zona industriale –Via Bargellino, Calderara di Reno	Strada
P3	Aerostazione - Bologna	Tetto
P4	Via della Surrogazione- Calderara di Reno	Giardino
P5	Via Zanardi 393 - Bologna	Strada
P6	Via Agucchi – Bologna	Campo sportivo
P7	Via della Beverara – Bologna	Giardino
P8	Via Roncaglio – Bologna	Giardino
P9	Via dell' Arcoveggio – Bologna	Strada

Postazione N°1 - Zona industriale Bargellino, Calderara di Reno

La centralina è situata in una strada poco trafficata a senso unico nella zona industriale in via Bargellino a Calderara di Reno. Nelle vicinanze sono presenti capannoni di varie industrie della zona.

Img. 2.4 – Postazione N°1



⁸ La postazione di misura n°2 risulta dismessa da alcuni anni. Tuttavia, è rimasta invariata la nomenclatura delle altre postazioni per mantenere coerenza nei dati storici

	INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE	Rev. 0
	Rapporto anno 2013	Pag. 26 di 42

Postazione N°3 - Aerostazione

La centralina è situata sul tetto dell'aerostazione nelle vicinanze della torre Enav. Sulla centralina è presente anche una stazione meteorologica VAISALA WXT-520 in grado di rilevare i parametri di direzione/velocità del vento, temperatura, umidità, pressione e quantità di pioggia

Img. 2.5 – Postazione N°3



Postazione N°4 - Via della Surrogazione, Calderara di Reno

La postazione è situata nei pressi di un giardino pubblico in via Surrogazione, molto vicino al confine del sedime aeroportuale, a circa 300m in linea d'aria dall'asse pista di volo. Inoltre, antistante la postazione è presente, all'interno del sedime aeroportuale, la barriera antirumore in terra naturale di altezza 6metri.

Img. 2.6 – Postazione N°4



	INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE	Rev. 0
	Rapporto anno 2013	Pag. 27 di 42

Postazione N°5 - Via Zanardi 393, Bologna

La centralina è situata in una zona residenziale e ha il palo microfonico di 2m posizionato sul tetto di un edificio a 3m di altezza dal suolo.

Img. 2.7 – Postazione N°5



Postazione NMT6 - Via Agucchi, Bologna

La centralina è situata presso il campo sportivo di via Agucchi n°393 a Bologna. Il palo microfonico è situato in cima ad un impianto di illuminazione a 28metri di altezza dal suolo.

Img. 2.8 – Postazione N°6



	INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE	Rev. 0
	Rapporto anno 2013	Pag. 28 di 42

Postazione NMT7 - Via della Beverara, Bologna

La postazione è situata presso i giardini di via della Beverara a Bologna. A differenza delle altre 7 centraline con alimentazione a 220V, la centralina NMT7 viene alimentata tramite due pannelli solari fotovoltaici.

Img. 2.9 – Postazione N°7



Postazione NMT8 - via Roncaglio, Bologna

La centralina è situata presso i giardini pubblici di via Roncaglio a Bologna

Img. 2.10 – Postazione N°8



	INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE	Rev. 0
	Rapporto anno 2013	Pag. 29 di 42

Postazione NMT9 - via dell'Arcoveggio, Bologna

La centralina è situata presso l'edificio Bingo, nei pressi di una strada molto trafficata nelle ore di punta.

Img. 2.11 – Postazione N°9



Per ciascuna delle postazioni di misura, a cadenza mensile viene svolto il calcolo del livello LVA medio giornaliero e mensile. I dati ottenuti sono pubblicati sul sito internet dell'aeroporto, a disposizione del pubblico; inoltre, viene predisposta apposita documentazione tecnica da condividere con gli Enti territoriali (ARPA, Comune di Bologna, Comune di Calderara di Reno) preposti alla supervisione dell'attività di monitoraggio svolta da SAB. La documentazione include non solo i dati di rumore aeronautico, ma anche il dettaglio delle caratteristiche operative del traffico aereo, con analisi della distribuzione dei movimenti fra le fasce orarie e fra le direttrici di movimento, con particolare riguardo all'analisi del traffico in decollo RWY12, che implica il sorvolo delle zone urbane ad alta densità insediativa.

Inoltre ogni anno SAB procede con il calcolo del livello di rumore annuale LVA, secondo quanto stabilito dal DM 31/10/97.

I dati di rumore ottenuti con l'ausilio del sistema di monitoraggio hanno una duplice finalità. Da un lato, come già detto, sono utilizzati per scopi di comunicazione con il territorio, tramite loro pubblicazione sul sito internet, e con gli Enti territoriali a mezzo di specifici rapporti tecnici periodici (mensili e annuali). Dall'altro, i rilevamenti svolti hanno la finalità, come si vede di seguito, di validare i risultati delle simulazioni acustiche condotte con il modello analitico previsionale INM.

Il monitoraggio del rumore aeronautico svolto presso l'aeroporto di Bologna è completato con la attività di uno specifico gruppo tecnico per il rumore aeroportuale, istituito con Decisione di Giunta P.G. n. 84238 del 19.04.2005, cui partecipano i rappresentanti degli Enti territoriali (Comune di Bologna, Provincia di Bologna, ARPA Sezione Provinciale, Comune di Calderara di Reno) e da SAB.

Gli obiettivi del Tavolo tecnico possono essere brevemente riassunti nei punti di seguito riportati.

Informazione ai cittadini attraverso:

- la realizzazione e gestione di un sito web per la restituzione dei livelli di inquinamento acustico monitorati attraverso la rete delle centraline;

	INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE	Rev. 0
	Rapporto anno 2013	Pag. 30 di 42

- il coordinamento delle modalità di risposta alle istanze avanzate da parte di cittadini o comitati di cittadini.

Sviluppo dell'attività di monitoraggio attraverso:

- l'analisi e gli approfondimenti dei livelli sonori monitorati;
- lo sviluppo di campagne di rilievi fonometrici con centralina rilocabile in caso di particolari criticità (stagionali, a seguito di esposti etc);
- la definizione di una metodologia per la misura del rumore nei casi in cui i risultati del monitoraggio da rete fissa non siano sufficienti ad interpretare il fenomeno.

Il gruppo garantirà inoltre un sistematico scambio di informazioni sulle seguenti attività:

- gestione della modellistica acustica;
- stima delle ripercussioni acustiche in base all'evoluzione della domanda e della tipologia di aeromobili;
- verifica sul rispetto delle procedure antirumore da parte degli aeromobili in fase di decollo;
- approfondimenti in relazione all'emanazione prossima della norma che recepirà le direttive europee.

2.3 Dati acustici desunti dal monitoraggio del rumore aeroportuale

Ai fini di una caratterizzazione dell'ambiente sotto il profilo dell'impatto acustico aeronautico, si riportano i dati di rumore di rumore ottenuti con il sistema di monitoraggio per le tre settimane di punta 2012. Il dato maggiormente rappresentativo risulta quello riferito alla centralina P6 di via Agucchi. Infatti l'unità è situata in posizione tale da essere sorvolata da tutti gli aeromobili in decollo sulla città di Bologna, quindi in grado di registrare tutti gli eventi aerei significativi. Inoltre la stessa è localizzata nei pressi del confine tra le zone A e B della zonizzazione acustica aeroportuale, corrispondente al valore di 65 dB(A) (limite acustico per le aree residenziali). Ciò implica che se l'LVA riferito alla NMT6 è inferiore a tale valore significa che il limite dettato dalla zonizzazione acustica risulta rispettato.

Le tabelle seguenti riportano i livelli LVA medi mensili per ciascuna postazione di misura, intendendo:

- LVA: tiene conto solo degli eventi acustici correlati ad eventi di sorvolo;
- LVA TOT: tiene conto di tutti gli eventi registrati, correlati e non correlati;
- LVA bg (sottofonto): tiene conto solo dagli eventi non correlati

Si precisa che non sono disponibili i valori riferiti alla postazione P9 in quanto tuttora non funzionante in attesa di un suo ripristino.

2.3.1 Livelli acustici postazioni di misura ex DM 31/10/97

Le tabelle seguenti riportano i valori di LVA calcolati ai sensi del DM 31/10/97 rilevati in corrispondenza delle postazioni di misura costituenti la rete di monitoraggio. Si precisa che non sono disponibili i dati relativi alla postazione P9.

Tab. 2.3 – Livelli LVA centraline SETTIMANE DI PUNTA 2013

NMT 1		Eventi	Lva	Lva TOT	Lva bg
05/10/13	sab	88	62,09	62,40	50,75
06/10/13	dom	129	63,00	63,01	35,52
07/10/13	lun	137	65,36	65,62	53,24
08/10/13	mar	134	63,94	64,32	53,61
09/10/13	mer	140	65,91	65,99	48,39
10/10/13	gio	110	64,89	65,09	51,69
11/10/13	ven	120	63,91	64,07	49,73
23/05/13	gio	142	64,61	64,74	49,33
24/05/13	ven	112	63,94	64,43	54,71
25/05/13	sab	112	63,79	64,62	57,05
26/05/13	dom	107	62,57	62,58	36,62
27/05/13	lun	139	64,84	64,93	48,00
28/05/13	mar	105	61,61	62,54	55,36
29/05/13	mer	95	63,00	63,41	52,95
24/09/12	lun	111	62,93	63,30	52,44
25/09/12	mar	144	65,28	65,36	47,90
26/09/12	mer	149	63,23	63,42	49,68
27/09/12	gio	140	65,41	65,44	43,75
28/09/12	ven	107	61,33	61,35	39,43
29/09/12	sab	113	61,61	61,69	44,19
30/09/12	dom	138	64,27	64,50	51,64
TOTALE		2.572	63,9	64,1	51,4

NMT 4		Eventi	Lva	Lva TOT	Lva bg
05/10/13	sab	ND	ND	ND	ND
06/10/13	dom	ND	ND	ND	ND
07/10/13	lun	ND	ND	ND	ND
08/10/13	mar	ND	ND	ND	ND
09/10/13	mer	76	60,72	60,73	33,54
10/10/13	gio	107	62,59	62,89	51,07
11/10/13	ven	102	61,83	62,32	52,60
23/05/13	gio	112	62,37	62,57	49,04
24/05/13	ven	114	60,26	61,15	53,80
25/05/13	sab	114	62,38	62,44	44,01
26/05/13	dom	96	60,73	60,85	45,19

27/05/13	lun	117	65,53	65,80	53,53
28/05/13	mar	101	61,50	61,76	49,44
29/05/13	mer	115	61,79	61,94	47,45
24/09/12	lun	99	60,80	61,05	48,42
25/09/12	mar	114	61,68	61,80	46,28
26/09/12	mer	118	60,79	61,17	50,39
27/09/12	gio	120	61,21	61,27	42,75
28/09/12	ven	88	59,74	59,78	39,34
29/09/12	sab	101	60,90	61,06	46,64
30/09/12	dom	85	59,25	59,52	47,33
TOTALE		1.779	61,7	61,9	49,2

NMT 5		Eventi	Lva	Lva TOT	Lva bg
05/10/13	sab	52	53,70	55,00	49,14
06/10/13	dom	37	52,62	52,95	41,67
07/10/13	lun	60	57,43	58,42	51,50
08/10/13	mar	55	54,35	57,93	55,43
09/10/13	mer	54	54,55	54,69	39,58
10/10/13	gio	70	56,75	57,05	45,19
11/10/13	ven	73	58,22	58,39	44,37
23/05/13	gio	58	53,81	54,38	45,22
24/05/13	ven	24	51,21	51,88	43,44
25/05/13	sab	59	55,45	55,59	40,72
26/05/13	dom	40	51,77	51,99	39,00
27/05/13	lun	71	54,97	55,16	41,65
28/05/13	mar	69	56,47	56,63	42,26
29/05/13	mer	59	55,24	55,57	44,22
24/09/12	lun	51	51,44	52,60	46,31
25/09/12	mar	60	52,77	53,55	45,71
26/09/12	mer	56	52,37	52,96	43,99
27/09/12	gio	60	53,01	53,13	37,19
28/09/12	ven	55	53,99	54,24	41,59
29/09/12	sab	66	55,36	55,72	44,79
30/09/12	dom	50	53,87	53,93	34,77
TOTALE		1.179	54,7	55,3	46,5

NMT 6		Eventi	Lva	Lva TOT	Lva bg
05/10/13	sab	54	59,16	59,66	50,01
06/10/13	dom	38	59,50	59,69	46,08
07/10/13	lun	70	60,74	60,96	47,89
08/10/13	mar	69	61,66	61,83	47,81
09/10/13	mer	56	59,89	60,01	44,25

10/10/13	gio	77	61,70	61,88	47,81
11/10/13	ven	72	61,65	62,14	52,43
23/05/13	gio	64	60,56	60,64	43,25
24/05/13	ven	74	60,50	62,15	57,16
25/05/13	sab	69	61,63	61,81	48,05
26/05/13	dom	53	62,13	62,32	48,74
27/05/13	lun	76	61,54	61,63	45,15
28/05/13	mar	80	61,80	61,81	36,25
29/05/13	mer	90	62,36	62,43	44,08
24/09/12	lun	55	59,40	60,40	53,57
25/09/12	mar	73	60,92	61,32	50,77
26/09/12	mer	61	61,78	61,89	45,67
27/09/12	gio	70	61,35	61,56	48,40
28/09/12	ven	60	60,76	60,81	41,82
29/09/12	sab	69	61,95	62,18	49,20
30/09/12	dom	55	61,48	61,61	46,20
TOTALE		1.385	61,2	61,4	49,5

NMT 7		Eventi	Lva	Lva TOT	Lva bg
05/10/13	sab	36	49,18	49,83	41,26
06/10/13	dom	31	52,16	52,22	33,17
07/10/13	lun	38	52,01	52,27	39,96
08/10/13	mar	53	54,14	54,14	5,59
09/10/13	mer	47	52,55	52,72	38,34
10/10/13	gio	52	54,49	54,63	39,65
11/10/13	ven	51	53,18	53,88	45,56
23/05/13	gio	47	53,64	53,86	40,83
24/05/13	ven	57	54,05	55,30	49,29
25/05/13	sab	54	55,23	55,85	47,09
26/05/13	dom	51	57,63	57,79	43,40
27/05/13	lun	60	58,77	64,25	62,80
28/05/13	mar	58	55,12	55,47	44,43
29/05/13	mer	68	56,60	56,96	46,03
24/09/12	lun	45	52,40	53,29	45,97
25/09/12	mar	59	54,43	54,74	43,23
26/09/12	mer	53	55,07	55,22	40,57
27/09/12	gio	57	54,92	55,23	43,67
28/09/12	ven	55	53,96	54,00	33,91
29/09/12	sab	56	55,60	55,79	42,24
30/09/12	dom	45	54,91	55,01	38,60
TOTALE		1.073	54,8	56,1	50,5

NMT 8		Eventi	Lva	Lva TOT	Lva bg
05/10/13	sab	31	47,18	47,55	36,74
06/10/13	dom	28	48,44	48,44	5,59
07/10/13	lun	21	48,52	48,52	5,59
08/10/13	mar	39	51,02	51,02	5,59
09/10/13	mer	39	50,58	51,35	43,44
10/10/13	gio	57	53,68	53,82	38,80
11/10/13	ven	52	52,59	52,67	35,10
23/05/13	gio	36	50,23	50,23	5,59
24/05/13	ven	11	46,03	46,33	34,64
25/05/13	sab	42	51,61	51,61	5,59
26/05/13	dom	34	52,74	52,74	5,59
27/05/13	lun	55	53,17	53,17	5,59
28/05/13	mar	57	53,01	53,02	28,25
29/05/13	mer	44	53,94	53,96	29,25
24/09/12	lun	38	50,29	50,76	40,89
25/09/12	mar	41	51,36	51,46	35,05
26/09/12	mer	46	51,91	51,98	33,85
27/09/12	gio	51	51,60	51,77	37,46
28/09/12	ven	43	50,81	50,86	31,74
29/09/12	sab	53	52,24	52,37	37,03
30/09/12	dom	35	50,47	50,58	34,64
TOTALE		853	51,4	51,5	35,5

Tab. 2.4 – Livelli LVA centraline - andamento storico

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	67	67,5	67,5	64,9	65,1	63,9
4	64,92	63,13	-	62,4	62,3	61,7
5	ND	53,96	55,6	54,5	53,6	54,7
6	62,41	61,02	62,3	62,6	62,4	61,2
7	56,58	55,74	56,7	55,1	56,5	54,8
8	51,87	51,88	52	50,9	51,4	51,4
9	50,24	ND	ND	ND	ND	ND

	INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE	Rev. 0
	Rapporto anno 2013	Pag. 35 di 42

2.4 Mappatura acustica LVA 2013

Di seguito si riportano i risultati della mappatura acustica LVA condotta con l'ausilio del modello analitico INM, di cui si riporta una breve descrizione.

2.4.1 Il modello analitico previsionale INM

Il programma consente di analizzare in dettaglio gli effetti ambientali acustici legati alle procedure operative di un aeroporto, ed è in grado altresì di simulare gli effetti derivanti da eventuali modifiche di queste. Tali prestazioni rendono l'INM il simulatore più utilizzato negli Stati Uniti e in molti paesi europei, tra cui l'Italia, per le valutazioni di impatto ambientale e negli studi di tipo ambientale in genere.

Nota la caratterizzazione del traffico, il modello valuta l'impatto acustico sul territorio in funzione della variazione dei vari parametri di ingresso, in modo da poter ottenere altresì la situazione previsionale futura di impatto acustico, in termini sia di impronta acustica al suolo (curve isofoniche), sia di livello di rumore in corrispondenza di specifici ricettori definiti dall'utente. Ciò consente di dettagliare lo scenario acustico, valutando il livello di rumore registrato in corrispondenza di determinati punti significativi e sensibili dell'intorno aeroportuale, quali ad esempio scuole, ospedali, luoghi di culto, ecc..

INM contiene un database che comprende quasi tutti i tipi di aeromobili oggi operanti. Per ciascun aeromobile (modello e motorizzazione), tipologia di manovra (atterraggio, decollo, ecc..) ed assetto di volo (potenza motori, profilo altimetrico, ecc..) il database contiene la curva NPD (Noise Power Distance) che mette in relazione il descrittore acustico (per la legislazione italiana il livello di singolo evento sonoro SEL) con la distanza (*slat distance*) tra l'aeromobile e il ricettore.

Per lo svolgimento dei calcoli, il modello si basa su algoritmi elaborati dalla SAE (Society of Automotive Engineers), in particolare:

- il documento SAE-AIR-1845 "Procedure for the calculation of airplane noise in the vicinity of Airports" del marzo 1986, utilizzato per il calcolo della rumorosità e dei profili dei velivoli;
- il documento SAE-AIR-1751: "Prediction method for lateral attenuation of airplane noise during takeoff and landing" del marzo 1991, per il calcolo dell'attenuazione laterale

Le curve di isolivello acustico sono ottenute mediante l'interpolazione dei valori assunti dal prescelto descrittore acustico in corrispondenza dei punti di intersezione delle maglie di una griglia centrata sull'aeroporto.

I dati di ingresso richiesti dal modello per la elaborazione degli scenari sono:

a) Dati di operatività

- configurazione delle piste con indicazione di direzione, lunghezza, superficie, piani di estensione, (orografia del terreno, ecc.);
- uso delle piste, in funzione delle condizioni locali di vento in combinazione con la destinazione del traffico e la sua provenienza;
- la distribuzione del traffico sulle specifiche traiettorie.

b) Dati di traffico

- situazione di traffico esistente e/o futuro;
- numero di operazioni, eventualmente suddivise in categorie di traffico;
- distribuzione del traffico annuale;

	INQUINAMENTO ACUSTICO AEROPORTUALE	Rev. 0
	Rapporto anno 2013	Pag. 36 di 42

- distribuzione del traffico settimanale e giornaliero;
- Distribuzione delle operazioni sulle piste di volo e/ sulle singole testate;
- distribuzione del traffico per tipo di aeromobile.

Incertezza del modello di simulazione

Il modello INM, così come qualunque modello analitico, prevede la modellazione standardizzata delle sorgenti emissive, non tiene conto delle effettive caratteristiche degli aeromobili operanti o delle condizioni operative ed atmosferiche (traiettorie di volo, temperatura, direzione e velocità del vento, pressione atmosferica, ecc..). Nonostante la buona pratica professionale consenta una calibrazione iniziale del modello, risulta inevitabile uno scostamento sistematico di circa 1-2 dB(A) rispetto ai dati reali, individuabile (come mostrato nel seguito) confrontando i risultati delle simulazioni con quanto restituito dalle campagne di monitoraggio acustico. Tale scostamento può aumentare con la distanza della sorgente emissiva dal terreno e con la distanza dal campo di volo, ove si ha maggiore dispersione delle traiettorie di volo.

2.4.2 Calibrazione del modello analitico previsionale INM

Il modello analitico previsionale INM possiede una banca dati contenente le tipologie di aeromobili civili attualmente in circolazione, ciascuna caratterizzata da numerosi parametri tecnici quali il tipo di motore, massima spinta al decollo, curve di rumorosità, oltreché i parametri di configurazione aerodinamica durante le procedure di volo. Ciascuno di questi elementi caratteristici può essere modificato dall'utente al fine di definire le reali caratteristiche fisiche degli aeromobili utilizzati, pur essendo però assai improbabile poterne stabilirne i reali valori per ciascuno degli aeromobili operanti. Inoltre, INM consente di caratterizzare il sito di indagine dal punto di vista dei parametri climatici, ovvero pressione atmosferica, temperatura media e direzione del vento, per ciascuno dei quali, però, il modello consente l'inserimento di un unico valore medio.

In alternativa alla modifica dei suddetti parametri, e disponendo dei dati acustici forniti dal sistema di monitoraggio, è possibile operare in via preliminare effettuando la calibrazione del modello rispetto allo stato di inquinamento acustico effettivamente rilevato. A tal fine, gli aeromobili realmente operanti vengono descritti attraverso i modelli previsti dal database di INM, eventualmente modificati attraverso un sistema di "quote" di velivoli, aventi caratteristiche confrontabili come ad esempio il tipo di motore, basandosi sulla comparazione tra i valori di livello acustico restituiti dal modello per ogni singolo aereo e quelli rilevati dalle stazioni di monitoraggio. Avremo, ad esempio, che un velivolo MD82 risulterà simulato in ambito di scenario INM, utilizzando per il 90% l' MD-82/JT8D-217A e per il 10% il DC9-30/JT8D-9. In tal modo è possibile modellare le reali prestazioni acustiche delle singole tipologie di aeromobile che operano nell'aeroporto potendo tenere conto in maniera implicita di alcuni parametri altrimenti difficili da definire, come ad esempio il livello di usura del mezzo o le esatte condizioni meteorologiche insistenti nella zona.

La validità del procedimento di calibrazione è dimostrata dalla corrispondenza dei dati acustici registrati dalle centraline di monitoraggio con i valori restituiti dal modello INM in corrispondenza dei punti geografici coincidenti con la localizzazione delle stesse centraline.

La stessa calibrazione è stata mantenuta anche per gli scenari previsionali futuri.

Di seguito, si riporta l'elenco dei dati di calibrazione utilizzati, in merito alle tipologie di aeromobile costituenti il database del modello INM, utilizzati sia per lo scenario attuale che per gli scenari previsionali futuri.

Tab. 2.5 - Parametri di calibrazione del modello INM

ICAO code	Codifica INM		
	INM esteso	cod. INM	% calib.
A30B	A300B4-200/CF6-50C2	A300	100%
A318	Airbus A319-131 / V2522-A5 Engines	A319	80%
	A300B4-200/CF6-50C2	A300	20%
A319	Airbus A319-131 / V2522-A5 Engines	A319	80%
	A300B4-200/CF6-50C2	A300	20%
A320	Airbus A320-21 CFM56-5A1	A320	80%
	A300B4-200/CF6-50C2	A300	20%
A321	airbus A321	A32123	80%
	A300B4-200/CF6-50C2	A300	20%
A330	Airbus A330	A310	100%
A332	Airbus A330	A310	100%
AT42	Avions de Transport Regional ATR-42	DHC8	80%
	Avions de Transport Regional ATR-72	HS748A	20%
AT45	Avions de Transport Regional ATR-42	DHC8	80%
	Avions de Transport Regional ATR-72	HS748A	20%
AT72	Avions de Transport Regional ATR-72	DHC8	80%
	Avions de Transport Regional ATR-42	HS748A	20%
B461	BAE146-200/ALF502R-5	BAE146	100%
B462	BAE146-200/ALF502R-5	BAE146	100%
B463	BAE146-300/ALF502R-5	BAE300	100%
B732	B737/JT8D-9	737	100%
B733	B737-300/CFM56-3B-1	737300	100%
B734	B737-400/CFM56-3B-1	737400	100%
	B737/JT8D-9	737	0%
B735	B737-500/CFM56-3B-1	737500	100%
B736	B737-500/CFM56-3B-1	737500	100%
B737	Boeing 737-700/CFM56-7B	737700	100%
B738	B737-800 / CFM56-7B26	737800	100%
B752	B757-200 / RB211-535E4	757PW	100%
B763	B767-300 / PW4060	767300	100%
B767	B767-300 / PW4060	767300	100%
BA11	BAC111/SPEY MK511-14	BAC111	100%
BA46	BAE146-200/ALF502R-5	BAE146	100%
BE40	BAE146-200/ALF502R-5	BAE146	100%
C130	C-130 H/T56-A-15	C130	100%

ICAO code	Codifica INM		
	INM esteso	cod. INM	% calib.
C25A	Cessna 560 Citation V	MU3001	100%
C30J	Cessna 560 Citation V	MU3001	100%
C525	Cessna 560 Citation V	MU3001	30%
	Cessna 550 Citation Bravo / PW530A	CNA55B	70%
C550	Cessna 560 Citation V	MU3001	30%
	Cessna 550 Citation Bravo / PW530A	CNA55B	70%
C551	Cessna 560 Citation V	MU3001	30%
	Cessna 550 Citation Bravo / PW530A	CNA55B	70%
C56X	Cessna 560 Citation V	MU3001	30%
	Cessna 550 Citation Bravo / PW530A	CNA55B	70%
C650	Cessna 560 Citation V	MU3001	30%
	Cessna 550 Citation Bravo / PW530A	CNA55B	70%
CL60	Canadair Regional Jet	CL601	100%
CRJ2	Canadair Regional Jet	CL601	100%
CRJ7	Canadair Regional Jet	CL601	100%
CRJ9	Canadair Regional Jet	CL601	100%
DH8C	Canadair Regional Jet	CL601	100%
DH8D	Canadair Regional Jet	CL601	100%
E120	Canadair Regional Jet	CL601	100%
E135	Canadair Regional Jet	CL601	100%
E145	Canadair Regional Jet	CL601	100%
E170	Canadair Regional Jet	CL601	100%
F100	F100/TAY 650-15	F10065	100%
F27	F100/TAY 650-15	F10065	100%
F2TH	F100/TAY 650-15	F10065	100%
F50	Fokker 70	F10062	100%
F70	Fokker 70	F10062	100%
B762	B767-200/CF6-80A	767CF6	100%
F900	LEARJET 35/TFE731-2-2B	LEAR35	100%
FA10	LEARJET 35/TFE731-2-2B	LEAR35	100%
FA50	LEARJET 35/TFE731-2-2B	LEAR35	100%
GLEX	RJ70	BAE146	100%
GLF4	RJ70	BAE146	100%
GLF5	RJ70	BAE146	100%
H25B	RJ70	BAE146	100%

ICAO code	Codifica INM		
	INM esteso	cod. INM	% calib.
L101	LEARJET 35/TFE731-2-2B	LEAR35	100%
LJ45	LEARJET 35/TFE731-2-2B	LEAR35	100%
LJ55	LEARJET 35/TFE731-2-2B	LEAR35	100%
LJ60	LEARJET 35/TFE731-2-2B	LEAR35	100%
MD80	MD-82/JT8D-217A	MD82	100%
	DC9-30/JT8D-9	DC930	0
MD82	MD-82/JT8D-217A	MD82	100%
	DC9-30/JT8D-9	DC930	0
MD83	MD-81/JT8D-209A	MD81	100%
	DC9-30/JT8D-17&15	DC9Q9	0
MD87	MD-81/JT8D-209A	MD81	100%
	DC9-30/JT8D-17&15	DC9Q9	0
MD88	MD-90/V2525-D5	MD9025	100%
MD90	MD-90/V2525-D5	MD9025	100%
P180	BAE146-200/ALF502R-5	BAE146	100%
PA34	RJ70	BAE146	100%
RJ1H	RJ70	BAE146	100%
RJ85	RJ70	BAE146	100%
SB20	SAAB 2000	DHC8	20%
	Fokker 50	HS748A	80%
T154	TUPOLEV 154	727D17	100%
T204	TUPOLEV 204	757RR	100%
			100%

2.4.3 Curve isofoniche LVA Anno 2013

Lo scenario di simulazione INM è stato realizzato utilizzando i dati di caratterizzazione del traffico aereo descritti nelle sezioni precedenti. Le curve isofoniche sono riferite al traffico operato nelle tre settimane di punta così come previsto dal DM 31/10/97. Ai fini della verifica del rispetto dei limiti di rumorosità, le curve isofoniche sono state sovrapposte su cartografica alla zonizzazione acustica aeroportuale. In allegato si propone la rappresentazione cartografica delle curve isofoniche LVA corrispondenti ai valori di 60, 65 e 75 dB sovrapposte con la zonizzazione acustica aeroportuale, dalla quale emerge il rispetto dei limiti di rumorosità.

Il modello INM, oltreché produrre le curve isofoniche, è in grado anche di restituire valori puntuali in corrispondenza di specifici punti (cosiddetti *location points*), creati dall'utente. Al fine di verificare la correttezza dei risultati restituiti dal modello INM, lo scenario di simulazione è stato quindi completato

inserendo dei location points corrispondenti alla localizzazione delle postazioni di misura del sistema di monitoraggio. In tal modo, è possibile confrontare i valori puntuali restituiti dal modello con i livelli effettivi di rumore calcolati con i dati acustici registrati dalle postazioni di misura e verificare la correttezza delle curve isofoniche.

La tabella seguente mostra il confronto dei valori caratteristici delle postazioni di misura situate all'interno della zonizzazione acustica aeroportuale, rispetto ai dati restituiti dal modello INM. Tenuto conto che l'incertezza del modello è quantificabile in circa 1 dB, e che la stessa tende ad aumentare con la distanza rispetto al sedime aeroportuale, dal confronto emerge che, ad eccezione della postazione P4, in tutti i casi i dati restituiti dal modello INM sono attendibili. Per quanto riguarda la postazione P4, lo scarto di 3,4 dB è da attribuirsi all'effetto schermante della barriera acustica a protezione della frazione di Lippo di Calderara, dietro cui, appunto, è posizionata la centralina. Per quanto riguarda infine la postazione P8, lo scarto superiore a 1dB è da attribuirsi alla distanza della postazione stessa rispetto al sedime aeroportuale.

Tab. 2.6 - Confronto dei valori effettivi con i dati restituiti dal modello INM

LVA location points (dB)						
	P1	P4	P5	P6	P7	P8
NMT	63,9	61,7	54,7	61,2	54,8	51,4
INM	64,7	64,7	55,1	61,1	55,8	48,7
diff	0,8	3,0	0,4	-0,1	1,0	-2,7

2.4.4 Dati territoriali

Nel seguito si riportano i dati territoriali di popolazione ed edifici (civici) del Comune di Bologna interessati dal rumore aeroportuale, espresso in termini di curve isofoniche LVA, Leq_{diurno} e $Leq_{notturno}$ relative al periodo di picco considerato (3 settimane di punta ex DM 31/10/97).

Le elaborazioni sono condotte con l'ausilio del software ArcMap 10.1, utilizzando i dati territoriali in formato shape forniti dal Comune di Bologna.

Anche al fine di rilevare gli effetti delle nuove procedure di salita iniziale in vigore dal 10 Gennaio 2013 (per le quali si rimanda alla documentazione tecnica dedicata, già con divisa in sede di Commissione aeroportuale), nel seguito sono riportati i dati relativi al 2013 e al 2012.

Tab. 2.7 - Dati territoriali 2012

Leq_D [dB]	popolazione	edifici
50-55	30.385	2.597
55-60	10.801	1.043
60-65	4.380	434
65-70	28	11
70-75	0	0
> 75	0	0
TOTALE	45.594	4.085

Leq_N [dB]	popolazione	edifici
45-50	11.714	1.202
50-55	4.803	476

55-60	19	8
60-65	18	6
65-70	0	0
70-75	0	0
> 75	0	0
TOTALE	16.554	1.692

LVA [dB]	popolazione	edifici
50-55	24.502	2.278
55-60	7.549	777
60-65	3.482	347
65-70	20	8
70-75	0	0
> 75	0	0
TOTALE	35.553	3.410

TOT intorno apt LVA > 60	3.502	355
------------------------------------	--------------	------------

Tab. 2.8 - Dati territoriali 2013

Leq_D [dB]	popolazione	edifici
50-55	15.603	1.432
55-60	6.524	770
60-65	3.414	347
65-70	8	4
70-75	0	0
> 75	0	0
TOTALE	25.549	2.553

Leq_N [dB]	popolazione	edifici
45-50	7.202	857
50-55	2.500	239
55-60	14	7
60-65	13	4
65-70	0	0
70-75	0	0
> 75	0	0
TOTALE	9.729	1.107

LVA [dB]	popolazione	edifici
50-55	13.231	1.309

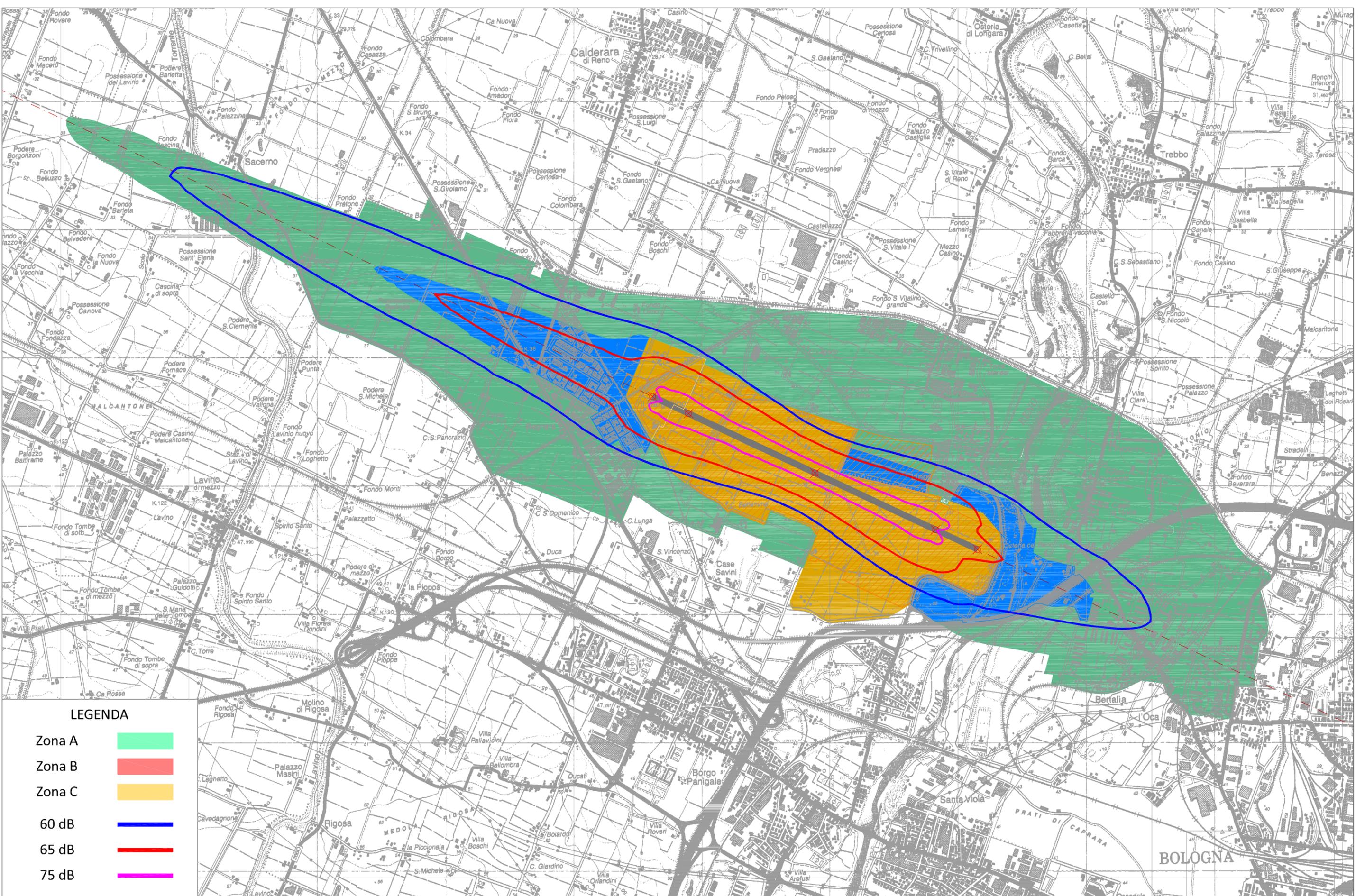
55-60	4.608	531
60-65	3.486	349
65-70	18	7
70-75	0	0
> 75	0	0
TOTALE	21.343	2.196
TOT intorno apt LVA > 60	3.504	356

Tab. 2.9 - Dati territoriali: confronto 2013 vs 2012

% 2013vs2012		
Leq_D [dB]	popolazione	edifici
50-55	-49%	-45%
55-60	-40%	-26%
60-65	-22%	-20%
65-70	-71%	-64%
70-75	0%	0%
> 75	0%	0%
TOTALE	-44%	-38%

Leq_N [dB]	popolazione	edifici
45-50	-39%	-29%
50-55	-48%	-50%
55-60	-26%	-13%
60-65	-28%	-33%
65-70	0%	0%
70-75	0%	0%
> 75	0%	0%
TOTALE	-41%	-35%

LVA [dB]	popolazione	edifici
50-55	-46%	-43%
55-60	-39%	-32%
60-65	0%	1%
65-70	-10%	-13%
70-75	0%	0%
> 75	0%	0%
TOTALE	-40%	-36%
TOT intorno apt LVA > 60	0,1%	0,3%



LEGENDA

- Zona A
- Zona B
- Zona C
- 60 dB
- 65 dB
- 75 dB

SCALA -
 DATA :
 Febbraio 2014

AEROPORTO G. MARCONI DI BOLOGNA
MAPPATURA ACUSTICA LVA SCENARIO 2013

FIGURA N. :
 -

