

Pisa 2024



SARA

Relazione tecnica di valutazione
della rumorosità prodotta
dall'aeroporto di Pisa

Quadrimestre

Ottobre 2024 Gennaio 2025

Relazione redatta in conformità alle linee guida ISPRA

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3	IL SISTEMA DI MONITORAGGIO	3
3.1	Caratteristiche della strumentazione	4
3.2	Acquisizione dati	4
3.3	Meteo	5
3.4	C.E.D.	5
3.5	SARA	5
3.6	Algoritmo di elaborazione	7
4	GESTIONE DEL SISTEMA	12
4.1	Calibrazioni	12
4.2	Guasti e malfunzionamenti	13
5	L'AEROPORTO	14
6	IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL'AEROPORTO DI PISA	20
6.1	Asilo Via Monte Bianco - 1402	22
6.2	Asilo Via Settembrini - 1403	23
6.3	Via della Ferrovia - 1404	24
6.4	Zona Militare - 1405	25
6.5	San Giuliano - 1407	26
6.6	Caratteristiche intrinseche del sistema aeroporto - rete di monitoraggio	27
6.7	Certificati ACCREDIA	27
6.8	Report guasti ed interventi di manutenzione	28
7	ANALISI DEI DATI	28
7.1	Scelta del periodo di riferimento	28
7.2	Calcolo del L_{VA}	32
7.3	Validazione dei dati	44
8	STATO DI CONSERVAZIONE E MANUTENZIONE DEL SISTEMA	44
9	OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA	44
10	CONCLUSIONI	44
11	ALLEGATI	45

1 INTRODUZIONE

La presente relazione ha lo scopo di analizzare i livelli di rumorosità, di origine aeronautica, generati dall'aeroporto civile di Pisa nel quadrimestre ottobre 2024 gennaio 2025, secondo quanto previsto dalla normativa nazionale. Nello specifico, il rapporto si prefigge il compito di:

- verificare indirettamente la caratterizzazione dell'intorno aeroportuale per quegli aeroporti che hanno adempito alle prescrizioni del D.M. 31/10/1997, in merito alla caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale, verificando che il L_{VA} calcolato, per ogni postazione, rientri all'interno dei limiti imposti dalle fasce di rispetto (Tabella 1: La caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale);

Area di rispetto	Valori limite [dBA]	Limitazioni urbanistiche
C	$L_{VA} > 75$	<i>"esclusivamente le attività funzionalmente connesse con l'uso ed i servizi delle infrastrutture aeroportuali"</i>
B	$65 < L_{VA} \leq 75$	<i>"attività agricole ed allevamenti di bestiame, attività industriali ed assimilate, attività commerciali, attività di ufficio, terziari e assimilate, previa adozione di adeguate misure di isolamento acustico"</i>
A	$60 < L_{VA} \leq 65$	<i>"Non sono previste limitazioni"</i>
Aree esterne ad A, B e C	$L_{VA} \leq 60$	<i>"Non sono previste limitazioni"</i>

Tabella 1: La caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale

- determinare la rumorosità prodotta dagli aeroporti, che non posseggono ancora la caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale, attraverso il calcolo del L_{VA} . In tale contesto l'indicazione puntuale potrebbe essere utile per una possibile stima qualitativa sull'ubicazione delle aree di rispetto;
- dare informazioni sulle caratteristiche e sullo stato di funzionamento e manutenzione del sistema di acquisizione del rumore aeroportuale.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito (Tabella 2: Riferimenti normativi) si riportano i riferimenti normativi della legislazione italiana che riguardano, principalmente, l'inquinamento acustico di origine aeronautica.

Riferimento normativo	Titolo
Legge 26 ottobre 1995 n.447	<i>"Legge quadro sull'inquinamento acustico"</i>
D.P.R. 11 dicembre 1997 n.496	<i>"Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili"</i>
D.M. 31 ottobre 1997	<i>"Metodologia di misura del rumore aeroportuale"</i>
D.P.C.M. 14 novembre 1997	<i>"Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore"</i>
D.M. 16 marzo 1998	<i>"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"</i>
D.M. 20 maggio 1999	<i>"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"</i>
D.P.R. 17 dicembre 1999 n.295	<i>"Regolamento recante modificazioni al Decreto del Presidente della Repubblica 11 dicembre 1997 n.496, concernente il divieto dei voli notturni"</i>
D.M. 3 dicembre 1999	<i>"Procedure antirumore e zone di rispetto negli aeroporti"</i>
D.M. 29 novembre 2000	<i>"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"</i>
D.Lgs. 17 gennaio 2005 n.13	<i>"Attuazione della direttiva 2002/30/CE relativa all'introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti comunitari"</i>
D.Lgs. 19 agosto 2005 n.194	<i>"Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale"</i>
D.Lgs. 19 agosto 2005 n.195	<i>"Attuazione della direttiva 2003/4/CE sull'accesso al pubblico all'informazione ambientale"</i>
Linee guida ISPRA	<i>"Linee guida per la progettazione e la gestione delle reti di monitoraggio acustico aeroportuale"</i>

Tabella 2: Riferimenti normativi

Si precisa che le Linee Guida non dettano obblighi di carattere legislativo e che quindi le indicazioni, in esse riportate, verranno adeguate ed interpretate a secondo della struttura dell'aeroporto, del territorio circostante ed alle conseguenti caratteristiche della rete di monitoraggio.

3 IL SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il sistema di monitoraggio è stato installato sul campo da Softech nel 2006 a seguito di gara bandita dall'allora gestore SAT. Le postazioni e le loro posizioni erano state già stabilite nel bando di gara e prevedevano le attuali centraline in campo (P1407 San Giuliano esclusa) oltre alla centralina P1401 allora denominata Scuola di Musica, attualmente inattiva e in attesa di nuova collocazione. La centralina P1407 San Giuliano è stata installata nel 2018 su richiesta del Comune di San Giuliano Terme in sede di Commissione Aeroportuale a seguito di esposti dei cittadini. La centralina P1406 Scuola Don Milani è stata installata e ha preso il via a metà ottobre 2024 ripristinando un punto di rilevamento che in passato era dato dalla centralina P1. Ogni

centralina garantisce l'accesso del personale autorizzato, per garantire una pronta manutenzione. A tal proposito, le microfoniche sono state installate su pali in acciaio abbattibili, garantendo, in tal modo, un'adeguata distanza dal piano di calpestio (dai 4 ai 10 metri).

Ogni centralina ha come scopo il monitoraggio del rumore ambientale.

3.1 Caratteristiche della strumentazione

I componenti della strumentazione rispettano tutte le prescrizioni normative vigenti (Tabella 3: Norme indicate nel D.M. 16 marzo 1998, Tabella 4: Norme indicate nel D.M. 16 marzo 1998 e D.M. 31 ottobre 1997). I microfoni utilizzati sono di tipo a campo libero con orientamento allo zenit. Hanno sensibilità superiore a 30mV/Pa e sono provvisti di un sistema di deumidificazione dell'aria e di riscaldamento della struttura, in modo da prevenire scariche nel dielettrico dovute alla presenza di umidità. Il sistema microfonico è dotato di schermo antivento, protezione volatili e dispositivo anti gocciolamento.

Normative per microfoni e filtri
EN 61260/1995 (IEC 1260)
EN 61094-1/1994
EN 61094-2/1993
EN 61094-3/ 1995

Tabella 3: Norme indicate nel D.M. 16 marzo 1998

Il fonometro è un analizzatore integratore di alta precisione (classe 1), conforme a tutte le prescrizioni relative al rilievo del rumore ambientale, ed è in grado di analizzare lo spettro in bande di 1/3 di ottava.

Normative per fonometri
EN 60651/1994 (IEC 651 tipo 1)
EN 60804/1994 (IEC 804 tipo 1)
CEI 29-1
CEI 29-10

Tabella 4: Norme indicate nel D.M. 16 marzo 1998 e D.M. 31 ottobre 1997

I calibratori usati sono di classe 1.

L'adeguata capacità di memorizzazione, necessaria ai fini del monitoraggio in continuo, è garantita dai PC integrati nella centralina ossia per P2 Asilo Via Montebianco PC FX5408, per P3 Asilo Via Settembrini PC MCBOX-CARPC, per P4 Via della Ferrovia PC FX5408, per P5 Zona Militare PC MCBOX-CARPC, per P7 San Giuliano FX5311A.

3.2 Acquisizione dati

Le centraline del sistema di monitoraggio sono in grado di soddisfare le richieste delle linee guida ISPRA, essendo in grado di rilevare in continuo e con tempo di campionamento di 0,5 secondi i seguenti parametri, necessari, in parte, al calcolo del SEL:

1. L_{EQ}
2. L_{AF}
3. L_{AS}
4. L_{AI}
5. L_{Peak}
6. L_{AF_Min}
7. L_{AF_Max}
8. PNL
9. Spettro 1/3 ottava

3.3 Meteo

Le reti di monitoraggio sono equipaggiate da una o più stazioni meteorologiche, posizionate in punti rappresentativi e quindi generalmente associate a centraline fonometriche che sono ubicate in posizione baricentrica rispetto alla struttura della rete di monitoraggio. La stazione meteorologica è in grado di rilevare in continuo direzione e velocità del vento, pioggia, temperatura, e pressione atmosferica. La scheda tecnica della stazione meteo è riportata negli allegati (allegato n° 3).

3.4 C.E.D.

Il Centro Elaborazione Dati (C.E.D.) riceve quest'ultimi dalle singole stazioni; li elabora, archivia e memorizza nel modo più efficiente possibile.

Il sistema archivia:

- file originali scaricati dalle stazioni;
- file originali relativi alle tracce radar;
- file originali relativi ai movimenti aerei (Base Dati Voli);
- dati giornalieri (es. L_{VAj} , Fondo/Ambientale, ecc.);
- dati orari (Livelli equivalenti, percentili, ecc.);
- dati eventi, con indicazione definitiva della correlazione;
- dati calibrazioni;
- rapporti periodici in formato cartaceo ed elettronico.

I dati acquisiti dalle centraline della rete di monitoraggio dell'aeroporto di Pisa sono automaticamente scaricati sul PC integrato all'interno della stazione e trasferiti, mediante un sistema di collegamento su rete telefonica (ADSL), al centro di raccolta generale, dove vengono elaborati dal software SARA che è in grado di eseguire tutte le procedure necessarie al fine del calcolo degli indicatori, compreso l'indice L_{VA} .

3.5 SARA

SARA (Sistema Analisi Rumore Aeroportuale) è un software completamente progettato e sviluppato dalla Softech s.r.l.

Il software realizzato a partire dalla fine degli anni '90 è stato più volte collaudato dal MATTM e dalle Commissioni di controllo di ARPA ed è ad oggi lo strumento di valutazione del rumore aeroportuale scelto dalla maggior parte degli aeroporti italiani dotati di un sistema di monitoraggio del rumore (Figura 1: SARA in Italia).



Figura 1: SARA in Italia

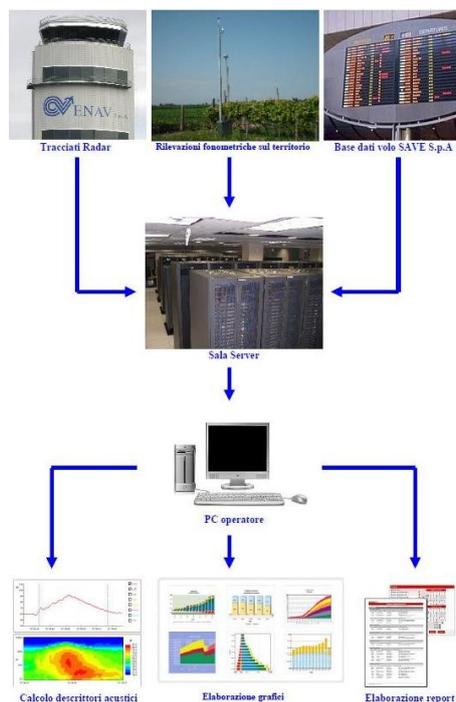


Figura 2: Schema di funzionamento del software SARA

SARA è in grado di discriminare gli eventi acustici di origine aeronautica (Figura 2: Schema di funzionamento del software SARA), correlandoli alle operazioni aeree e validando, infine, i dati ottenuti. Questo complicato processo, frutto di un accurato studio, si svolge attraverso l'impiego di diverse strategie (Algoritmo di elaborazione).

SARA è stato collaudato dal MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) e rispetta le linee guida emanate dall'ISPRA.

3.6 Algoritmo di elaborazione

SARA utilizza un articolato algoritmo di elaborazione che si esplica in diversi *step* procedurali. I paragrafi seguenti, mostrano in che modo ciò avviene.

3.6.1 Identificazione eventi

La discriminazione dei possibili eventi acustici di origine aeronautica è il primo *step* dell'algoritmo di SARA. Il metodo di identificazione degli eventi utilizzato dal software SARA, di seguito descritto, rispetta le prescrizioni del D.M. 31 ottobre 1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale". Il D.M., nell'allegato B "Strumentazione e modalità di misura per la caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale" individua due tipologie di sistemi di misura:

- sistemi di misura assistiti;
- sistemi di misura non assistiti.

Nei primi, generalmente, la correlazione ed il calcolo del SEL (Figura 3: Determinazione del SEL, Equazione 1: Calcolo del SEL) vengono effettuati con un lavoro di *post-processing*.

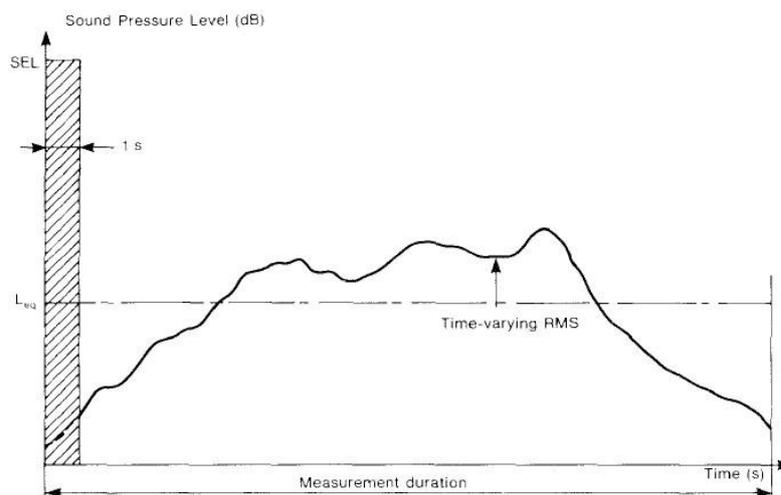


Figura 3: Determinazione del SEL

$$SEL_i = 10 \text{ Log} \left[\frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_{A_i}^2(t)}{p_0^2} dt \right] = L_{Aeq} + 10 \text{ Log} \left(\frac{T_1}{T_0} \right)$$

Equazione 1: Calcolo del SEL

In questo caso il SEL viene determinato come prescritto nel D.M. 31 ottobre "t1 e t2 rappresentano gli istanti iniziale e finale della misura, ovvero la durata dell'evento $T_i = t_2 - t_1$ in cui il livello L_A risulta essere superiore alla soglia $L_{AFmax} - 10 \text{ dB}$ " (Figura 4: Determinazione dell'evento).

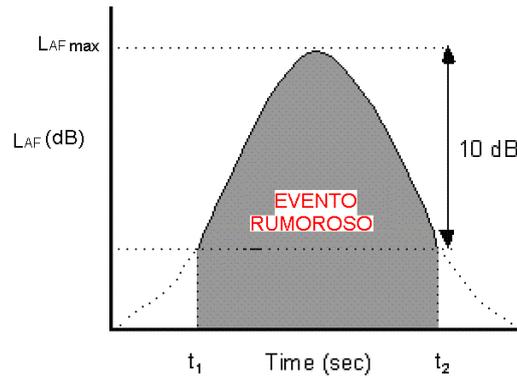


Figura 4: Determinazione dell'evento

Nei sistemi non assistiti, invece, si utilizza il metodo di discriminazione per superamento di soglia. Questo permette al sistema di discriminare, in prima approssimazione, un possibile evento acustico di origine aeronautica, quando il livello di pressione sonora supera un determinato valore di soglia per un valore minimo di tempo. I valori di soglia e di tempo minimo di superamento della stessa, sono determinati sperimentalmente per ogni postazione. SARA nell'applicazione di tale criterio si avvale, in accordo con le linee guida ISPRA, della *time history* dello *short* L_{Aeq} (Figura 5: SARA e la discriminazione per superamento di soglia).

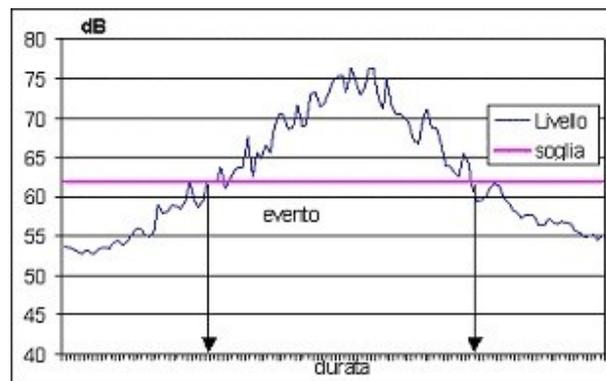


Figura 5: SARA e la discriminazione per superamento di soglia

Le due metodologie proposte dal D.M. si equivalgono, come evidenziato da numerosi confronti in cui si è constatata una differenza di circa 1dB nel calcolo del SEL che pertanto risulta essere all'interno dell'incertezza e dell'errore complessivo di misura.

In ogni caso è indubbio che il metodo per superamento di soglia risulta sicuramente essere più cautelativo poiché consente di prendere in considerazione un quantitativo di energia sonora, prodotta dall'aeromobile durante le fasi di decollo ed atterraggio, maggiore rispetto al metodo tradizionale di calcolo del SEL.

Questo metodo inoltre consente di inglobare nel SEL picchi acustici significativi che si verificano dopo il T_i (Equazione 1: Calcolo del SEL), riportando il livello al di sopra del valore $L_{AFmax-10}$ (Errore: sorgente del riferimento non trovata), che nel calcolo tradizionale del SEL, essendo il SEL rappresentativo di una sola operazione aerea, verrebbero tralasciati. In questi casi, l'algoritmo di riconoscimento, adottato da SARA, utilizza una soglia di isteresi per gestire correttamente oscillazioni del livello nell'intorno del valore di soglia.

I parametri che regolano l'algoritmo, sono i seguenti:

- valore di soglia minimo differenziata tra diurno, serale e notturno;

- durata minima dell'evento differenziata tra diurna, serale e notturna;
- ampiezza dell'intervallo di isteresi differenziata tra diurna, serale e notturna.

Il processo di riconoscimento dell'evento viene integrato utilizzando anche le informazioni inerenti all'analisi spettrale in bande di 1/3 di ottava.

Lo spettro del rumore aeronautico è sufficientemente caratteristico per essere distinto da eventi rumorosi di altra natura. Il riconoscimento mediante l'analisi spettrale viene effettuato a partire dalla configurazione di uno spettro di riferimento, in cui viene impostata un'ampiezza minima per ogni banda di frequenza. Nel corso dell'evoluzione dell'evento, viene verificato che l'analisi spettrale in tempo reale fornisca dei valori costantemente al di sopra dei valori di soglia per il tempo minimo prefissato.

I parametri che regolano l'algoritmo sono i seguenti:

- ampiezza minima per ogni banda di frequenza;
- durata minima dell'evento differenziata tra diurna, serale e notturna.

I criteri che portano dall'analisi della "time history" all'attribuzione di un evento rumoroso sono dunque:

- il soddisfacimento di soglie di rumorosità minima e di durata minima configurabili e distinte tra periodo notturno, serale e diurno;
- il soddisfacimento delle impostazioni relative agli spettri 1/3 di ottava.

Allo stato attuale non sono impostate condizioni di soglia per frequenza, non vi sono le condizioni di necessità tali da dover utilizzare questa procedura a causa della posizione delle centraline più prossime alla pista. In futuro non si esclude di far ricorso a tale possibilità una volta che il nuovo scalo sia arrivato a condizione di regime e quindi sia possibile fare uno studio idoneo sulla base delle tipologie di aeromobili presenti.

3.6.2 Informazioni sul Traffico Aereo

Le informazioni sul traffico aereo sono indispensabili ai fini della correlazione degli eventi acustici con le operazioni aeronautiche. Questo tipo di informazioni sono racchiuse nella Base Dati Volo (BDV) della società di gestione, ma soprattutto nelle tracce radar che nel caso di Pisa non sono fornite da ENAV (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) ma ricavate dal sistema specifico presente in aeroporto. Questi dati vengono anche utilizzati per il calcolo delle settimane di maggior traffico (D.M. 31 ottobre 97).

3.6.2.1 Acquisizione dei Tracciati Radar

I Tracciati radar vengono generalmente resi disponibili, in forma di file di formato prestabilito, il giorno successivo rispetto al giorno di reale effettuazione del volo. I file sono generati da ENAV e inviati al sistema che li importa nel proprio database. In assenza dei dati forniti da ENAV, SARA ha comunque la possibilità di utilizzare le informazioni sui tracciati provenienti da ricevitori ADS-B. L'informazione contenuta nei file è di tipo geografico/spaziale e contiene sostanzialmente la successione delle battute, in termini di coordinate spaziali in un determinato sistema di riferimento, che compongono il singolo tracciato radar corredate dalla loro data e ora. La singola traccia radar è identificata attraverso il call sign del volo e anche da altre informazioni quali il tipo di velivolo e l'aeroporto di destinazione/partenza del volo.

Il dato originale che riguarda i tracciati può essere soggetto alle seguenti elaborazioni:

- unione dei file dei Tracciati con quello dei Voli (BDV);
- rielaborazione dell'orario del movimento utilizzando le battute radar;
- rielaborazione del tracciato radar al fine di invalidare le battute non coerenti.

3.6.2.2 *Acquisizione dei Voli*

Le informazioni sui voli sono quelle che derivano direttamente dalla Base Dati Volo (BDV) che il Gestore Aeroportuale mette a disposizione del sistema. Esse sono costituite dalla data e ora di effettuazione dell'operazione, dal call sign del volo, dalla marca dell'aeromobile, dal tipo di operazione (Decollo o Atterraggio) e spesso, ma non sempre, dalla pista e da ulteriori informazioni che possono essere utili al sistema.

3.6.3 Identificazione delle Operazioni di Volo

L'Operazione di Volo è l'entità creata da SARA che viene utilizzata dagli algoritmi del calcolo degli indici. A partire dalle due sorgenti, Tracciati Radar e Voli, vengono quindi create le Operazioni di Volo. Il procedimento che è stato implementato consiste nel recuperare, per ogni singola operazione, le informazioni del tracciato radar (che consente di seguire la traiettoria spaziale dell'aeromobile) con quella dell'operativo dei voli (che riguarda, come descritto in precedenza, tutta una serie di informazioni accessorie quali l'identificativo del volo, il tipo di operazione etc.). Per ogni movimento/volo, dalle informazioni dei due record di partenza (uno contenuto nel file dei Tracciati Radar e uno contenuto nel file dei Voli), il sistema cerca di creare un unico record che contenga l'insieme delle due tipologie di informazioni. Tale record risultato è l'Operazione di Volo. Nel caso in cui tale associazione non fosse possibile, SARA genera una operazione di Volo sia per il record trovato nel file dei Tracciati che per quello trovato nel file dei Voli. In generale, quindi, il numero totale di Operazioni di Volo generate dal sistema risulterà maggiore sia del numero Tracciati che di quello dei Voli.

La generazione delle Operazioni di Volo può anche avvenire in assenza di una delle due sorgenti base (Tracciati o Voli). In questo caso il numero di Operazioni di Volo coincide col numero di operazioni contenute nella sorgente a disposizione. Va da sé che, qualora l'informazione dei tracciati non fosse disponibile, viene a mancare tutta l'informazione che riguarda la traiettoria seguita dall'aeromobile e, conseguentemente, la successiva correlazione con gli eventi acquisiti dalle postazioni risulterà molto meno precisa ed efficiente. L'orario che viene indicato dalla società di gestione nella BDV, infatti, può essere l'orario in cui il velivolo sta per abbandonare il proprio *slot* e lasciare la piazzola di sosta, nell'APRON, per raggiungere la pista, oppure l'orario di spinta massima dei motori prima del decollo, oppure quello di stacco da terra, in caso di decollo, oppure di tocco a terra, in caso di atterraggio. In ogni caso identifica un istante in cui l'aeromobile non si trova in prossimità della postazione in cui gli eventi vengono acquisiti.

3.6.4 Correlazione

Una volta identificati gli eventi è necessario mettere questi ultimi in relazione con le Operazioni di Volo presenti nel sistema. E' infatti utilizzando le Operazioni di Volo che SARA calcola gli indici acustici finali. La fase di correlazione degli eventi acustici con le operazioni aeronautiche è quindi successiva all'acquisizione delle informazioni inerenti agli eventi e alle Operazioni di Volo. Gli eventi riconosciuti dalla postazione di misura, una volta trasmessi al centro di controllo, vengono messi in correlazione con l'archivio delle Operazioni di Volo, allo scopo di individuare una relazione di causa/effetto tra l'attività aeronautica ed il rilievo acustico.

Attualmente l'algoritmo di correlazione si sviluppa in diversi passi in sequenza; i più importanti vengono illustrati di seguito.

3.6.4.1 *Correlazione utilizzando le informazioni dei tracciati radar*

Qualora l'informazione dei Tracciati Radar fossero disponibili, questa fase della procedura di correlazione, che viene sempre effettuata utilizzando le Operazioni di Volo, ricerca le correlazioni tra eventi rumorosi e operazioni di volo utilizzando informazioni relative alla cronologia degli accadimenti (eventi e battute dei

tracciati) e informazioni relative alla geometria del sistema (collocazione delle battute dei tracciati radar e delle postazioni di rilevamento). In questo caso viene ricercata la battuta del tracciato radar più vicina alla postazione e identificato l'istante in cui tale battuta ha luogo. Successivamente vengono analizzati tutti gli eventi acquisiti dalla postazione il cui picco cade all'interno di un certo intervallo di tempo di ampiezza δt a cavallo dell'istante in cui si è verificata la battuta considerata in precedenza. Se vengono trovati eventi registrati dalla postazione di misura con queste caratteristiche, si aggiungono le informazioni relative a ciascun evento, operazione di volo e tracciato radar nella tabella delle correlazioni all'interno del database di SARA.

3.6.4.2 Correlazione in base ai tempi

In questa fase la correlazione, che viene effettuata in base ai soli tempi, ricerca, tra tutti gli eventi non correlati al passo precedente, quelli che ricadono all'interno di un intervallo di tempo specifico per ogni postazione $[-\delta t_a, +\delta t_b]$. Questo intervallo dovrà inoltre contenere l'istante in cui è stata effettuata la singola Operazione di Volo. In questo caso quindi l'orario che viene utilizzato per procedere con la correlazione è tipicamente quello di stacco da terra, in caso di decollo, oppure di tocco a terra, in caso di atterraggio (dipende da quali informazioni sono rese disponibili dalla società di gestione), istante che in ogni caso può differire anche di minuti rispetto all'effettivo passaggio dell'aeromobile sopra la postazione. Si intuisce, come già evidenziato in precedenza, che questo tipo di correlazione risulta essere molto meno precisa di quella che contiene anche l'informazione sui tracciati radar.

3.6.4.3 Validazione della correlazione

Questa fase viene eseguita dal Tecnico Competente in acustica che analizza gli eventi acustici che il sistema, in maniera automatica, ha generato ed eventualmente già individuato come aeronautici. Il tecnico procede quindi con la validazione dei dati di correlazione correggendo eventuali errori generati dalla correlazione automatica. Per portare a termine questa operazione agisce sugli eventi generati dal sistema avendo a disposizione degli strumenti che gli consentono di correlare/de-correlare manualmente gli eventi alle Operazioni di Volo e creare/modificare eventi, che il sistema marcherà come manuali, per poterli successivamente associare alle Operazioni di Volo.

3.6.5 Validazione del dato acustico

Il processo di validazione del dato acustico è il terzo *step* nell' algoritmo di SARA. La validazione del dato acustico rilevato dipende dalla continuità del rilievo acustico.

3.6.5.1 L'influenza delle condizioni meteorologiche nella validazione del dato acustico

Le condizioni meteorologiche possono influenzare l'acquisizione del dato.

Le prescrizioni del D.M. 16 marzo 1998 "*tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*", relativamente all'influenza delle condizioni meteorologiche nella validità del dato acustico sono:

Validità del dato acustico	
Precipitazioni meteorologiche	Assenti
Velocità del vento	< 5 m/s

Tabella 5: limiti per la validità del dato acustico

Questo accorgimento, seppur cautelativo, è troppo restrittivo. Difatti la possibilità che all'interno della settimana di riferimento intesa come quella di maggior traffico, in cui calcolare l' L_{VA} , ci siano eventi meteorologici che impediscano la validazione del dato è alquanto elevata. A meno di casi eccezionali, quindi, alleghiamo il dato meteo alle rilevazioni senza un condizionamento sulla settimana.

3.6.5.2 L'influenza della continuità del rilievo nella validazione del dato acustico

La Softech ha deciso di adottare, laddove possibile e laddove non intervengano altri fattori più importanti, il criterio di validità consigliato nelle linee guida ISPRA (Tabella 6: validità e continuità di acquisizione).

Validità legata alla continuità del rilievo	
Tempo minimo che rende la misura continua	86.340 s (99,93%)

Tabella 6: validità e continuità di acquisizione

3.6.5.3 Significatività della misura

Nei confronti della validità degli indicatori calcolati, le linee guida ISPRA associano al concetto di validità il numero di eventi per cui si è calcolato il L_{VAj} . Il numero di eventi utilizzati nel calcolo dei L_{VAj} deve essere rappresentativo e pertanto le linee guida suggeriscono i seguenti limiti (Tabella 7: Limiti suggeriti dalle linee guida ISPRA per la validità del L_{VAj}).

Validità dell' L_{VAj}	
L_{VAjd} (periodo diurno)	Il dato è valido se il numero di eventi di probabile origine aeronautica è pari o superiore al 90% del valore medio annuo di tali eventi.
L_{VAjn} (periodo notturno)	Il dato è valido se nel periodo notturno sono stati registrati tutti gli eventi sonori relativi ai movimenti aerei che hanno interessato la stazione di misura.

Tabella 7: Limiti suggeriti dalle linee guida ISPRA per la validità del L_{VAj}

4 GESTIONE DEL SISTEMA

Il sistema di monitoraggio, affinché sia in grado di calcolare il L_{VA} , acquisisce i dati fonometrici con continuità. Qualunque tipo malfunzionamento viene tempestivamente segnalato, automaticamente, dal sistema. I sensori presenti all'interno delle centraline gestiscono numerosi allarmi, permettendo una veloce diagnostica da remoto. Tale caratteristica permette di intervenire velocemente ed in modo mirato, qualora il sistema abbia manifestato un malfunzionamento.

Per garantire un corretto funzionamento degli impianti, la Softech opera un programma di manutenzione ordinaria ogni 90 giorni.

Inoltre, per garantire un'acquisizione in continuo, le centraline con certificato di taratura in scadenza vengono sostituite, evitando perdite di dati.

4.1 Calibrazioni

Le due modalità di verifica della calibrazione sono così definite:

- *check*, quando viene utilizzato un qualunque sistema che generi in prossimità del microfono un livello noto di pressione sonora a una certa frequenza e il fonometro riporti soltanto la lettura senza effettuare alcuna correzione. Può essere automatica o manuale;
- *change*, quando viene adoperato un sistema di calibrazione secondo la norma CEI 29-14 (con pistonfono o sorgente sonora nota) e il fonometro sia impostato in modo da correggere la lettura al fine di fornire lo stesso valore che il sistema di calibrazione genera.

L'operazione *check* viene eseguita giornalmente (ogni 24 ore) per tutte le centraline della rete di monitoraggio per mezzo di un impulso elettrico, attraverso un sistema di calibrazione automatica integrato nella microfonia. L'esito di queste calibrazioni automatiche viene direttamente trasferito al centro elaborazioni. Il *check* è effettuato nel periodo notturno, in modo da minimizzare la probabilità di occorrenza di una qualsiasi operazione aerea.

La modalità *change* è eseguita posizionando il pistonofono a contatto con la strumentazione ed è effettuata con cadenza trimestrale.

Nel caso in cui, dopo una calibrazione *check* di tipo manuale si rilevi una deviazione pari o superiore a 0,3 dB ed inferiore a 0,5 dB, rispetto al valore di riferimento, viene effettuata una calibrazione *change*. Al termine dell'operazione *change*, la calibrazione viene verificata attraverso un *check*.

Ad ogni calibrazione *change* fa seguito un rapporto di calibrazione (allegato n°2).

4.2 Guasti e malfunzionamenti

Sono diverse le tipologie di guasto che possono presentarsi in un sistema così complesso, ma essenzialmente si possono catalogare in tre aree principali: guasti all'apparato di alimentazione; guasto all'apparato di acquisizione dei parametri acustici; guasto all'apparato di trasmissione.

La presenza delle batterie tampone assicura il funzionamento della centralina quando si verificano problemi all'apparato di alimentazione. L'autonomia delle batterie consente il funzionamento del sistema fino all'intervento di manutenzione straordinaria.

In caso di guasti che comporti la riparazione di un componente elettronico, di interesse per la misurazione del rumore, quest'ultimo è generalmente cambiato con un apparato sostitutivo, in attesa della riparazione e del rilascio della nuova certificazione ACCREDIA.

I guasti agli apparati di trasmissione non determinano una perdita di dati, i quali vengono salvati all'interno della memoria del PC presente all'interno della centralina.

5 L'AEROPORTO

L'aeroporto di Pisa è situato a ridosso del centro abitato (Figura 6: Ubicazione dell'aeroporto), in direzione nord-est sud-ovest, ed è stato realizzato nel 1911. E' aeroporto militare aperto al traffico civile. Nella tabella sottostante si riportano alcuni dati caratteristici dell'infrastruttura aeroportuale e del traffico aeronautico che l'ha vista interessata nel periodo 2000 - 2024.

Caratteristiche	
Nome aeroporto	Galileo Galilei
Codice ICAO	LIRP
Codice IATA	PSA
Coordinate geografiche	43°40'58"N 10°23'44"E
Altitudine	2 m
Numero di piste	2
Superficie pavimentata complessiva (parte civile)	200000 mq
Tipo di gestione	diretta
Società di gestione	Toscana Aeroporti spa

Tabella 8: Caratteristiche principali dell'aeroporto¹

Anno	Passeggeri	Aeromobili
2000	1.246.807	24.116

¹In assenza di dati ufficiali della società di gestione dell'aeroporto tutte le informazioni sono state ricavate dal sito di Assoaeroporti, e dal fogli ADPR1-1, 2-1, 3-1.

2001	1.378.322	26.717
2002	1.654.570	26.757
2003	1.982.897	31.598
2004	2.031.890	31.551
2005	2.334.843	32.709
2006	3.014.656	37.509
2007	3.725.770	42.691
2008	3.963.717	42.034
2009	4.018.662	39.461
2010	4.067.012	39.337
2011	4.526.723	41.676
2012	4.494.915	41.194
2013	4.479.690	38.961
2014	4.683.811	38.868
2015	4.804.812	39.515
2016	4.989.496	40.601
2017	5.233.118	41.861
2018	5.463.090	43.109
2019	5.387.558	42.815
2020	1.315.066	16.750
2021	1.999.137	23.396
2022	4.493.847	37.569
2023	5.109.682	39.872
2024	5.547.008	41.819

Tabella 9: Traffico aeroportuale²

La struttura aeroportuale (Figura 7: Sedime aeroportuale) è dotata di due piste, con orientamento 04R/22L e 04L/22R. Le caratteristiche della pista dichiarate sono:

Distanza dichiarata	Lunghezza RW 04L [m]	Lunghezza RW 22R [m]
TORA	2992	2992
TODA	3291	3148
ASDA	2992	2992
LDA	2849	2735
Distanza dichiarata	Lunghezza RW 04R [m]	Lunghezza RW 22L [m]
TORA	2736	2736
TODA	3011	2853
ASDA	2736	2736
LDA	2495	2736

Tabella 10: Distanze dichiarate³

La larghezza delle *runway* è di 45 m. Le piste sono realizzate in materiale bituminoso con capacità di portanza PCN90/F/A/W/T ASPH per la 04L-22R e PCN1120/F/D/W/T ASPH.

Presso l'aeroporto di Pisa è vigente la caratterizzazione dell'intorno aeroportuale e il Piano di Classificazione Acustica Aeroportuale approvato dalla Commissione Antirumore dell'Aeroporto di Pisa il 9 maggio 2012; sono quindi definite le zone A, B e C riportate nel D.M. 31 ottobre 97. La procedura anti rumore è in corso di perfezionamento così come la gestione dei dati da rendere pubblici.



Figura 6: Ubicazione dell'aeroporto

³In assenza di dati ufficiali della società di gestione dell'aeroporto tutte le informazioni sono state ricavate dal sito di Assoaeroporti, e dai fogli ADPR1-1, 2-1, 3-1 e dalla Relazione di Masterplan degli aeroporti disponibile in rete.



Figura 7: Sedime aeroportuale

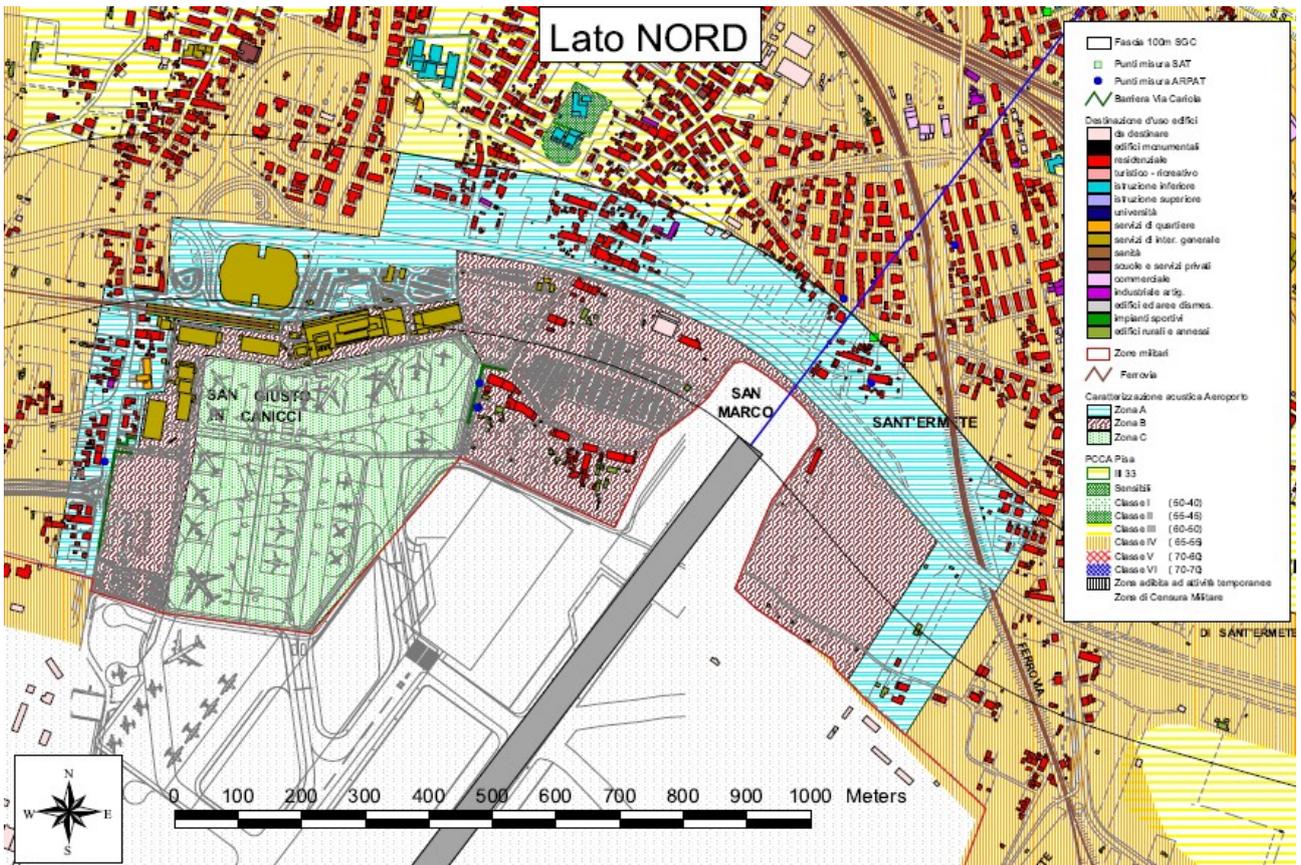


Figura 8: Zonizzazione aeroportuale lato Nord.

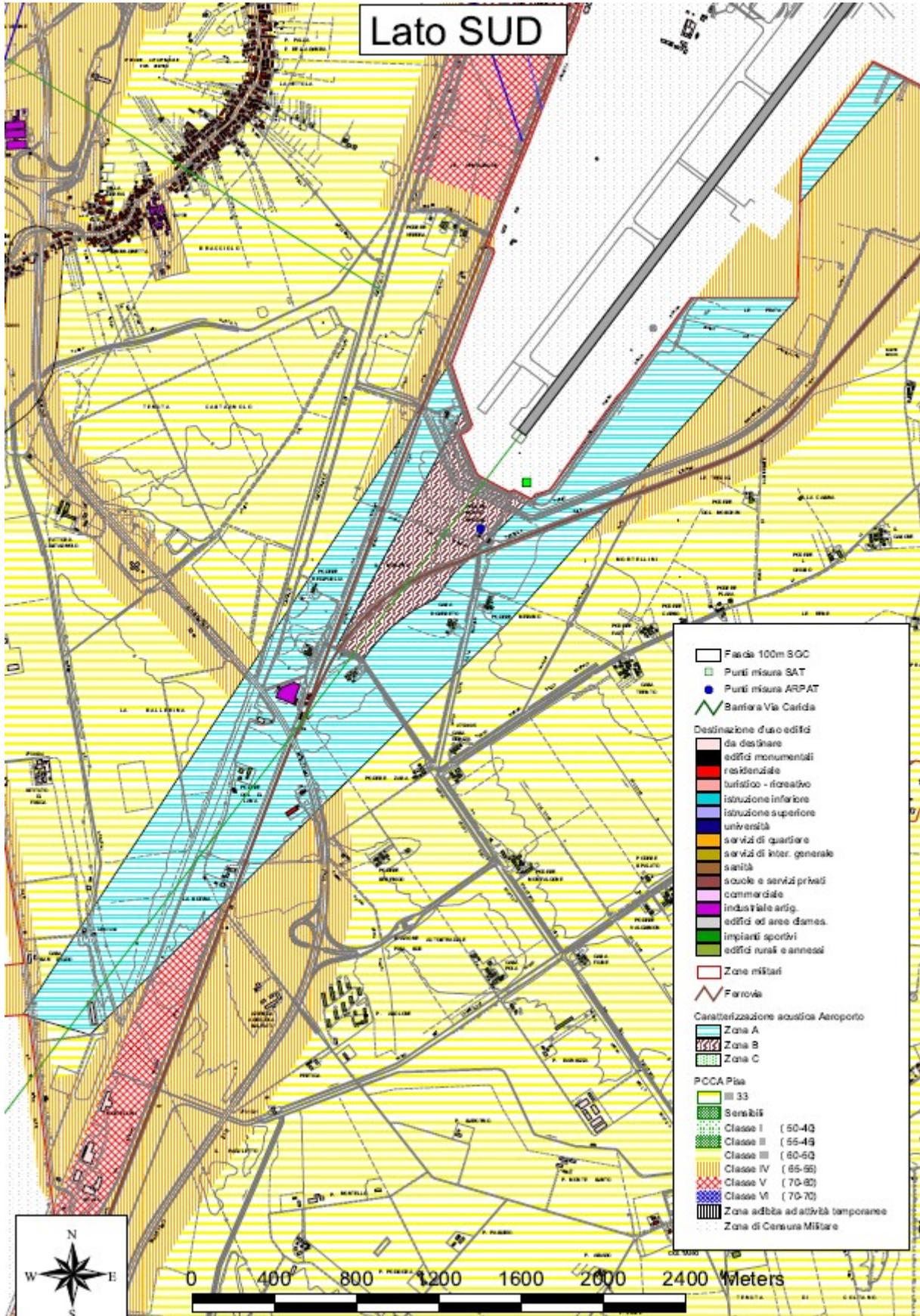


Figura 9a: Zonizzazione aeroportuale lato Sud.

6 IL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL'AEROPORTO DI PISA

La rete di monitoraggio dell'aeroporto di Pisa è costituita da cinque centraline fisse (Tabella 11: Le centraline della rete di monitoraggio dell'aeroporto di Pisa, Figura 10: Ubicazione delle centraline).

Codice identificativo	Nome postazione	Ubicazione all'interno dell'intorno aeroportuale	Coordinate geografiche	Presenza stazione meteorologica
1402	Asilo Via Monte Bianco	No	43°42'10.29"N 10°24'49.31"E	no
1403	Asilo Via Settembrini	No	43°43'17.41"N 10°24'50.03"E	Sì Vaisala WXT520
1404	Via della Ferrovia	Sì, al limite di Zona A	43°41'53.82"N 10°24'36.85"E	no
1405	Zona Militare Sedime	Sì, Zona B	43°40'14.63"N 11°11'6.78"E	no
1407	San Giuliano	No	43°43'10.53"N 10°22'58.54"E	no
1406	Scuola Don Milani	No	43°42'02.53"N 10°24'48.99"E	no

Tabella 11: Le centraline della rete di monitoraggio dell'aeroporto di Pisa



Figura 10: Ubicazione delle centraline

Centralina	Soglia [dB]	Durata [s]
1402 Asilo Via Monte Bianco	59	9
1403 Asilo Via Settembrini	59	9
1404 Via della Ferrovia	67	9
1405 Zona Militare Sedime	61	10
1406 Scuola Don Milani	66	10
1407 San Giuliano	59	9

Tabella 12: Impostazioni delle soglie

6.1 Asilo Via Monte Bianco - 1402

La centralina 1402 (Figura 11: La centralina, Figura 12: Ubicazione della centralina, Tabella 13: Caratteristiche della centralina 1402 – Via Monte Bianco) si trova fuori dall'intorno aeroportuale, all'interno della pertinenza di una scuola materna. Quest'ultima è adiacente l'aeroporto dal lato della testata pista 22. La centralina è posizionata sulla parete del muro di confine e il microfono è a circa 4 metri da terra; si trova lungo lo stesso asse della pista a circa 1100 metri dal principio della pista medesima (Figura 11: La centralina).



Figura 11: La centralina



Figura 12: Ubicazione della centralina

1402 – Asilo Via Monte Bianco		
Ubicazione	Posizione della centralina	Pertinenza scuola materna – lato pista testata 22 43°42'10.29"N 10°24'49.31"E Postazione fissa posizionata sul muro di confine con il microfono a circa 6 m da terra.
	Le superfici che contornano il microfono sono acusticamente riflettenti	Parzialmente
Caratteristiche	Caratteristiche del microfono	Modello GRAS 41AS (50 mV/Pa nominali)
	Modello fonometro	Thor Ch1 matricola 7857
	Alimentazione	Provista di collegamento alla rete 220 V e di una batteria tampone
Calibrazioni	Calibrazione usata	Pistonofono per quanto concerne le calibrazioni di tipo "change" e attuatore elettrostatico per quanto riguarda le calibrazioni di tipo "check"
	Verifiche della calibrazione	Le verifiche di tipo "check" vengono effettuate sia da remoto, manualmente o automaticamente (ogni 24 ore), che localmente. Le verifiche di tipo change vengono effettuate solo localmente.
	Parametri producibili con le calibrazioni	Data, stazione, modalità, Livello misurato, offset

Tabella 13: Caratteristiche della centralina 1402 – Asilo Via Monte Bianco

6.2 Asilo Via Settembrini - 1403

La centralina 1403 (Figura 13: La centralina, Figura 14: Ubicazione della centralina, Tabella 14: Caratteristiche della centralina 1403 – Via Settembrini) si trova fuori dall'intorno aeroportuale. Quest'ultima è spostata a sinistra dell'asse della pista testata 22, in cima alla copertura dell'asilo. Il microfono è a circa 4 metri dal piano di calpestio; si trova a circa 3400 metri dal principio della pista medesima (Figura 13: La centralina).



Figura 13: La centralina

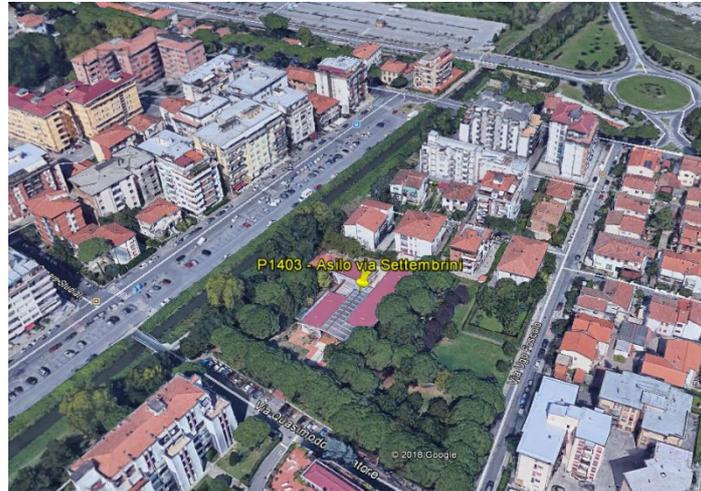


Figura 14: Ubicazione della centralina

1403 – Asilo Via Settembrini		
Ubicazione	Posizione della centralina	Copertura asilo – lato pista testata 22 43°43'17.41"N 10°24'50.03"E Microfono a circa 3 m dal piano di calpestio.
	Le superfici che contornano il microfono sono acusticamente riflettenti	si
Caratteristiche	Caratteristiche del microfono	Modello GRAS 41AS (50 mV/Pa nominali)
	Modello fonometro	Thor ch 1 matricola 7737
	Alimentazione	Provvista di 6 batterie di alimentazione
Calibrazioni	Calibrazione usata	Pistonofono per quanto concerne le calibrazioni di tipo "change" e attuatore elettrostatico per quanto riguarda le calibrazioni di tipo "check"
	Verifiche della calibrazione	Le verifiche di tipo "check" vengono effettuate sia da remoto, manualmente o automaticamente (ogni 24 ore), che localmente. Le verifiche di tipo change vengono effettuate solo localmente.
	Parametri producibili con le calibrazioni	Data, stazione, modalità, Livello misurato, offset

Tabella 14: Caratteristiche della centralina 1403 – Asilo Via Settembrini

6.3 Via della Ferrovia - 1404

La centralina 1404 (Figura 15: La centralina, Figura 16: Ubicazione della centralina, Tabella 15: Caratteristiche della centralina 1404 – della Ferrovia) si trova al limite di zona A, a lato della strada. Quest'ultima si trova lungo l'asse della pista dal lato della testata pista 22. La centralina è posizionata a lato della strada e il microfono è a circa 6 metri da terra; si trova a distanza di circa 750 m dal principio della pista, (Figura 15: La centralina).



Figura 15: La centralina

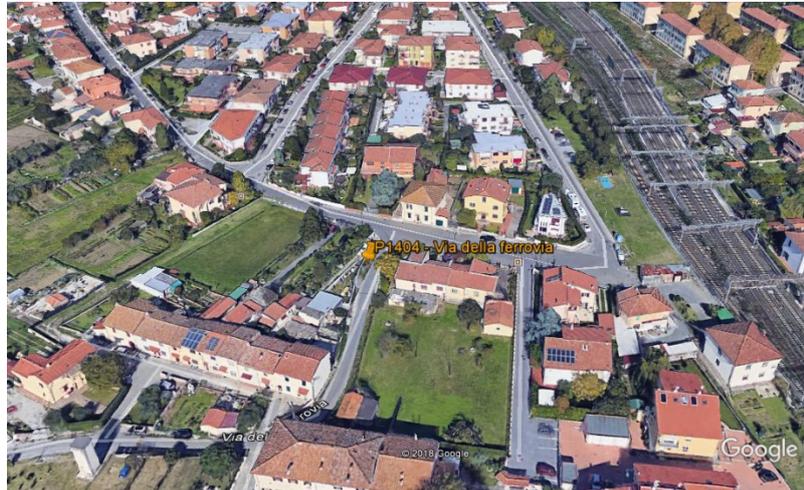


Figura 16: Ubicazione della centralina

1404 – Via della Ferrovia		
Ubicazione	Posizione della centralina	Bordo strada – lato pista testata 22 43°41'53.82"N 10°24'36.85"E Postazione fissa posizionata sulla copertura dell'edificio con il microfono a circa 6 m dal piano di calpestio.
	Le superfici che contornano il microfono sono acusticamente riflettenti	si
Caratteristiche	Caratteristiche del microfono	GRAS 41AS (50 mV/Pa nominali)
	Modello fonometro	Thor ch1 matricola 7856
	Alimentazione	Provista di collegamento alla rete 220 V e di una batteria tampone
Calibrazioni	Calibrazione usata	Pistonofono per quanto concerne le calibrazioni di tipo "change" e attuatore elettrostatico per quanto riguarda le calibrazioni di tipo "check"
	Verifiche della calibrazione	Le verifiche di tipo "check" vengono effettuate sia da remoto, manualmente o automaticamente (ogni 24 ore), che localmente. Le verifiche di tipo change vengono effettuate solo localmente.
	Parametri producibili con le calibrazioni	Data, stazione, modalità, Livello misurato, offset

Tabella 15: Caratteristiche della centralina 1404 – Via della Ferrovia

6.4 Zona Militare Sedime - 1405

La centralina 2106 (Figura 17: La centralina, Figura 18: Ubicazione della centralina, Tabella 16: Caratteristiche della centralina 1405 – Militare Sedime) si trova in zona B, all'interno della parte militare dell'aeroporto. Quest'ultima è adiacente l'aeroporto, spostata alla destra dell'asse della pista, dal lato della testata pista 04. La centralina è posizionata a terra e il microfono si trova a circa 4 m da terra; si trova in pratica lungo l'asse della pista, a circa 350 dall'inizio della pista medesima (Figura 17: La centralina).



Figura 17: La centralina



Figura 18: Ubicazione della centralina

1405 – Zona Militare Sedime		
Ubicazione	Posizione della centralina	Sedime Aeroportuale – lato pista testata 04 43°40'14.63"N 11°11'6.78"E Postazione fissa posizionata a terra con il microfono a circa 4 m dal piano di calpestio.
	Le superfici che contornano il microfono sono acusticamente riflettenti	si
Caratteristiche	Caratteristiche del microfono	PCB 377B02 (50 mV/Pa nominali)
	Modello fonometro	Larsson Davis 831C sn 11763
	Alimentazione	Provista di collegamento alla rete 220 V e di una batteria tampone
Calibrazioni	Calibrazione usata	Pistonofono per quanto concerne le calibrazioni di tipo "change" e attuatore elettrostatico per quanto riguarda le calibrazioni di tipo "check"
	Verifiche della calibrazione	Le verifiche di tipo "check" vengono effettuate sia da remoto, manualmente o automaticamente (ogni 24 ore), che localmente. Le verifiche di tipo change vengono effettuate solo localmente.
	Parametri producibili con le calibrazioni	Data, stazione, modalità, Livello misurato, offset

Tabella 16: Caratteristiche della centralina 1405 – Zona Militare Sedime

6.5 San Giuliano - 1407

La centralina 2107 (Figura 19: La centralina, Figura 20: Ubicazione della centralina, Tabella 17: Caratteristiche della centralina 1407- Giuliano) si trova fuori dall'intorno aeroportuale, all'interno della pertinenza di edificio pubblico. Quest'ultima è lungo l'asse della pista dal lato della testata pista 22. La centralina è posizionata a terra e il microfono si trova a circa 4 m da terra; si trova a circa 960 m dall'asse della pista, sulla destra (Figura 19: La centralina).



Figura 19: La centralina



Figura 20: Ubicazione della centralina

1407 – San Giuliano		
Ubicazione	Posizione della centralina	Pertinenza edificio pubblico – lato pista testata 22 43°43'10.53"N 10°22'58.54"E Postazione fissa posizionata a terra con il microfono a circa 4 m dal piano di calpestio.
	Le superfici che contornano il microfono sono acusticamente riflettenti	si
Caratteristiche	Caratteristiche del microfono	GRAS 41AS (50 mV/Pa nominali)
	Modello fonometro	Thor sn 7708
	Alimentazione	Provvista di collegamento alla rete 220 V e di una batteria tampone
Calibrazioni	Calibrazione usata	Pistonofono per quanto concerne le calibrazioni di tipo "change" e attuatore elettrostatico per quanto riguarda le calibrazioni di tipo "check"
	Verifiche della calibrazione	Le verifiche di tipo "check" vengono effettuate sia da remoto, manualmente o automaticamente (ogni 24 ore), che localmente. Le verifiche di tipo change vengono effettuate solo localmente.
	Parametri producibili con le calibrazioni	Data, stazione, modalità, Livello misurato, offset

Tabella 17: Caratteristiche della centralina 1407- San Giuliano

6.6 Scuola Don Milani - 1406

La centralina 2106 (Figura 21: La centralina, Figura 22: Ubicazione della centralina, Tabella 18: Caratteristiche della centralina 1407- Scuola Don Milani) si trova fuori dall'intorno aeroportuale, all'interno della pertinenza di edificio pubblico. Quest'ultima è lungo l'asse della pista dal lato della testata pista 22. La centralina è posizionata a terra e il microfono si trova a circa 4 m da terra; si trova a circa 920 m dall'asse della pista, sulla destra (Figura 19: La centralina).



Figura 21: La centralina

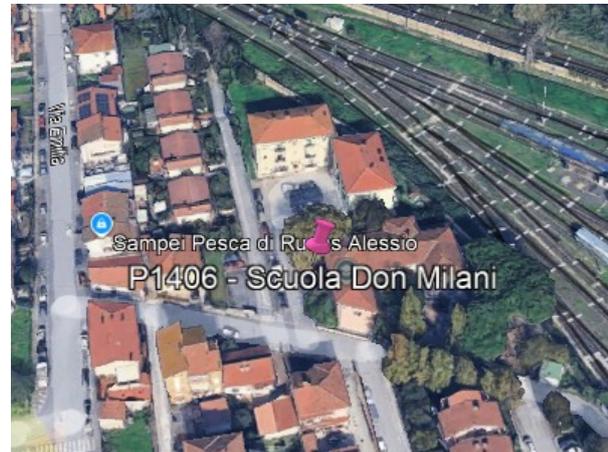


Figura 22: Ubicazione della centralina

1406 – Don Milani		
Ubicazione	Posizione della centralina	Pertinenza edificio pubblico – lato pista testata 22 43°42'02.53"N 10°24'48.99"E Postazione fissa posizionata a terra con il microfono a circa 4 m dal piano di calpestio.
	Le superfici che contornano il microfono sono acusticamente riflettenti	si
Caratteristiche	Caratteristiche del microfono	GRAS 41AS (50 mV/Pa nominali)
	Modello fonometro	Thor sn 17003
	Alimentazione	Provista di collegamento alla rete 220 V e di una batteria tampone
Calibrazioni	Calibrazione usata	Pistonofono per quanto concerne le calibrazioni di tipo "change" e attuatore elettrostatico per quanto riguarda le calibrazioni di tipo "check"
	Verifiche della calibrazione	Le verifiche di tipo "check" vengono effettuate sia da remoto, manualmente o automaticamente (ogni 24 ore), che localmente. Le verifiche di tipo change vengono effettuate solo localmente.
	Parametri producibili con le calibrazioni	Data, stazione, modalità, Livello misurato, offset

Tabella 18: Caratteristiche della centralina 1406- Scuola Don Milani

6.7 Caratteristiche intrinseche del sistema aeroporto - rete di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio, come anticipato, è stato installato sul campo da Softech nel 2006 a seguito di gara bandita dall'allora gestore SAT. Le postazioni e le loro posizioni erano state già stabilite nel bando di gara e prevedevano le attuali centraline in campo (P1407 San Giuliano esclusa) oltre alla centralina P1401 allora denominata Scuola di Musica, che è stata collocata presso la attuale P06. La centralina P1407 San Giuliano è stata installata nel 2018 su richiesta del Comune di San Giuliano Terme alla Commissione Aeroportuale a seguito di esposti dei cittadini. La centralina principale che in qualche modo funge da sentinella per il passaggio degli aeromobili in direzione nord verso la città è Via della Ferrovia, seguita dalla centralina Asilo di Via Monte Bianco e adesso anche dalla centralina Scuola Don Milani. Le centraline Asilo Via Settembrini e San Giuliano individuano per lo più i decolli lungo la direzione principale, a seguito degli eventi di Via della Ferrovia e Asilo Via Monte Bianco, più difficilmente individuano gli eventi di atterraggio lato nord. La centralina Zona Militare Sedime è l'unica dal lato pista 04 e registra atterraggi e decolli lato sud; registra altresì spesso eventi correlati ai decolli verso nord collegati al movimento dell'aereo in pista.

6.8 Certificati ACCREDIA

Nome centralina	Strumenti	Certificato
1402 – Asilo Via Monte Bianco	Fonometro Kit per esterni Calibration control box Cavo Microfono	Certificato Accredia n. 068 52930-Arilasciato dal centro di taratura n. 068 in data 7 giugno 2024
1403 – Asilo Via Settembrini	Fonometro Kit per esterni Calibration control box Cavo Microfono	Certificato Accredia n. 068 53328-A rilasciato dal centro di taratura in data 31 luglio 2024
1404 – Via della Ferrovia	Fonometro Kit per esterni Calibration control box Cavo Microfono	Certificato Accredia n. 068 52931-A rilasciato dal centro di taratura n. 068 in data 7 giugno 2024
1405 – Zona Militare Sedime	Fonometro Kit per esterni Calibration control box Cavo Microfono	Certificato Accredia n. 068 52629-A rilasciato dal centro di taratura in data 22 aprile 2024
1407 – San Giuliano	Fonometro Kit per esterni Cavo Microfono	Certificato Accredia n. 068 51178-A rilasciato dal centro di taratura n. 068 in data 28 giugno 2023
1406 – Scuola Don Milani	Fonometro Kit per esterni Cavo Microfono	Certificato Accredia n. 068 53369-A rilasciato dal centro di taratura n. 068 in data 07 agosto 2024
Tutte le catene fonometriche	Calibratore	Bruel&kjaer sn 2343471 Certificato Accredia n. 068 52663-A rilasciato dal centro di taratura n. 068 in data 02-05-2024

Tabella 19: Certificati ACCREDIA delle catene fonometriche

I certificati del costruttore e di taratura sono allegati alla fine del documento (allegato n°1).

6.9 Report guasti ed interventi di manutenzione

I report di manutenzione ordinaria e straordinaria si riportano in allegato.

7 ANALISI DEI DATI

I paragrafi successivi mostrano l'analisi dei dati necessari al calcolo del L_{VA} , come prescritto dalla normativa vigente e seguendo gli *step* procedurali descritti nei capitoli precedenti.

7.1 Scelta del periodo di riferimento

Come prescritto dal D.M. 31 ottobre 1997, è necessario calcolare il L_{VA} come media dei L_{VAj} appartenenti alla settimana a maggiore traffico aereo.

SARA ha determinato la settimana di maggiore traffico per il quadrimestre ottobre 2024 gennaio 2025. Quella riportata di seguito in prima riga della tabella è la settimana di maggior traffico e ha la presenza di tutte le centraline tranne la P06 perché non era ancora accesa.

Su richiesta Arpat è stata esaminata e valutata anche la settimana con il maggiore traffico volato verso la città. (Tabella 20: Scelta della settimana di riferimento). La settimana in questo caso non coincide con quella di maggior traffico; durante la settimana di maggior traffico a nord era presente anche la centralina P06.

Periodo di riferimento	
Settimana di maggior traffico	Dal 1/10/2024 al 7/10/2024
Settimana di maggior traffico a NORD	Dal 20/10/2024 al 26/10/2024

Tabella 20: Scelta della settimana di riferimento

Sono stati registrati nella settimana di maggior traffico 500 atterraggi, 510 decolli, 0 altre operazioni per un totale di 1010 voli; per la settimana di maggior traffico a nord 466 atterraggi, 468 decolli, 0 altre operazioni per un totale di 934 voli. La settimana di maggior traffico nord dal 20 al 26 ottobre viene presa a riferimento per la centralina P06 scuola Don Milani.

7.1.1 Le condizioni meteorologiche

I dati meteo giornalieri sono presenti nell'allegato n°4. Qui di seguito si riportano gli andamenti grafici della velocità del vento e della pioggia.

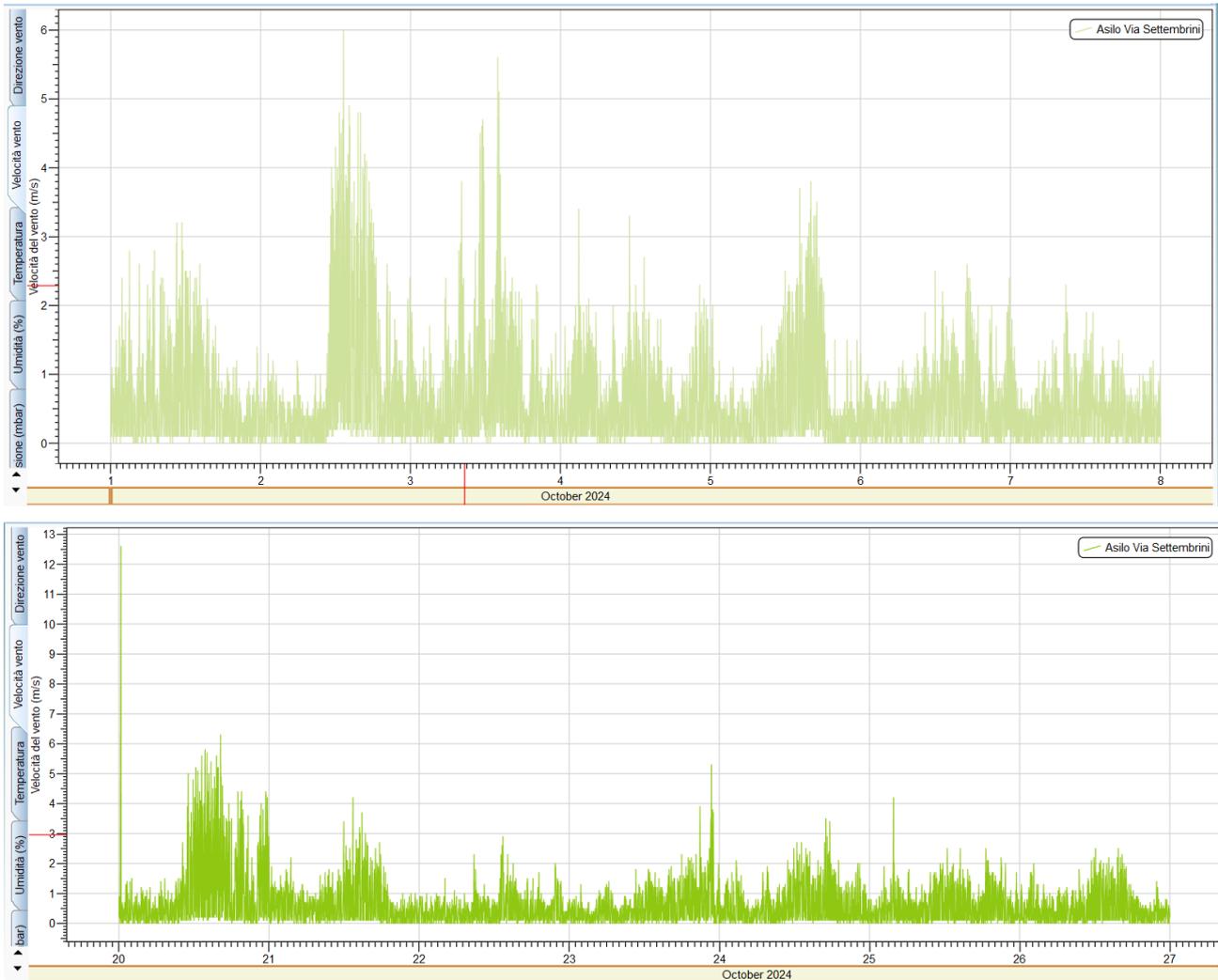


Figura 23: Grafico della velocità del vento acquisita dalla centralina Asilo Via Settembrini per il periodo 01-07 ottobre 2024 e per il periodo 20-26 ottobre 2024



Figura 24: Grafico della pioggia acquisita dalla centralina Asilo Via Settembrini per il periodo 01-07 ottobre 2024 e per il periodo 20-26 ottobre 2024

7.1.2 Up time

Il sistema per ciascuna centralina nel periodo delle settimane di riferimento di maggior traffico e maggior traffico a nord ha acquisito una percentuale tra il 99.3% e il 100%. La misura è assolutamente rappresentativa, per come descritta.

I grafici sottostanti mostrano la continuità del funzionamento del sistema per i periodi indicati.

I grafici evidenziano quindi un ottimo funzionamento del sistema senza alcuna interruzione significativa ai fini della stima dei livelli nell'acquisizione dei dati per i periodi di interesse.

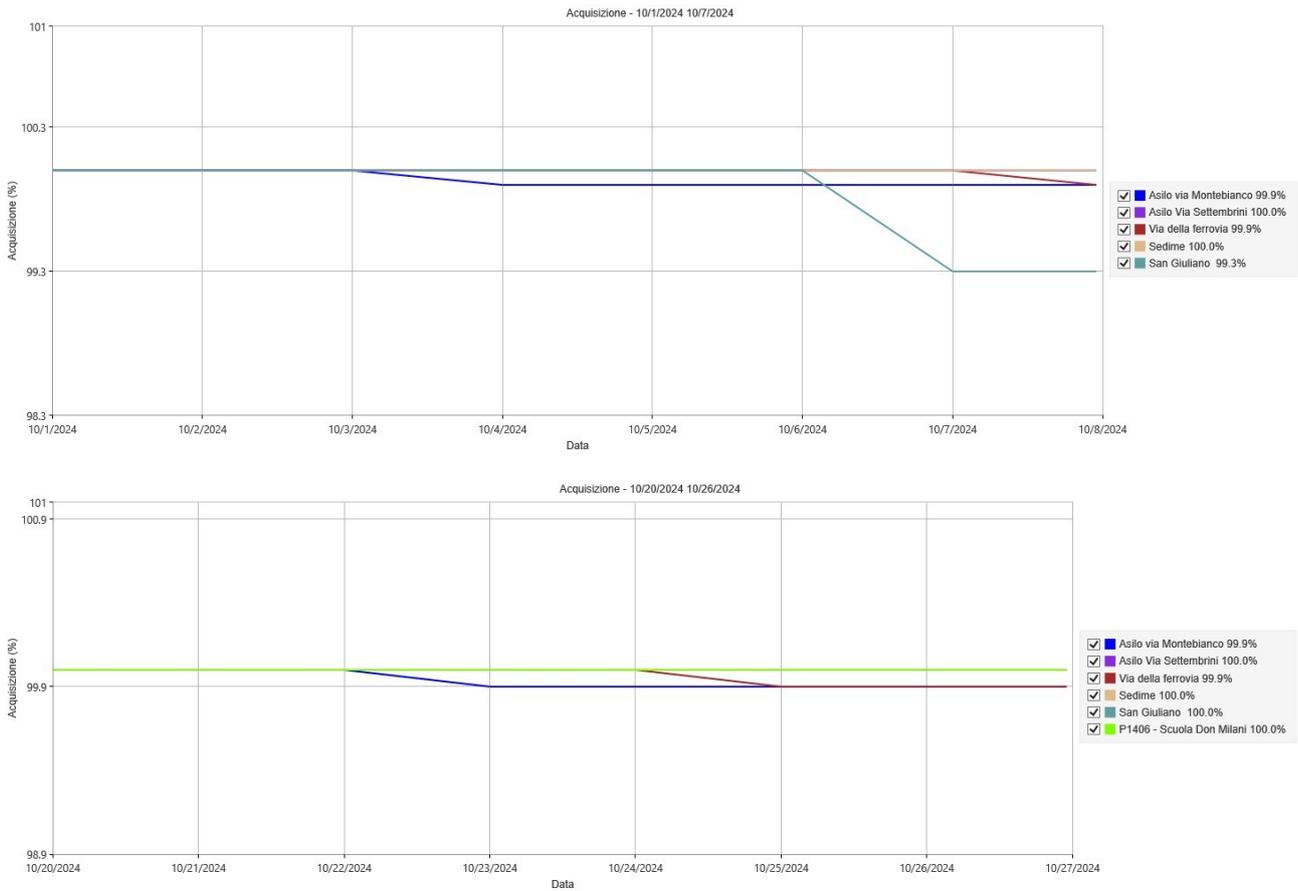


Figura 25: Percentuale di acquisizione nel periodo nel periodo intero tra 1 e 7 ottobre 2024 e percentuale per il periodo 20 26 ottobre 2024.

7.1.3 Time history calibrazioni

Le immagini sottostanti mostrano le calibrazioni check giornaliere del sistema sia per la settimana di maggior traffico che per quella di maggior traffico a nord, per come descritte. Le centraline sono state calibrate manualmente come da report allegati.

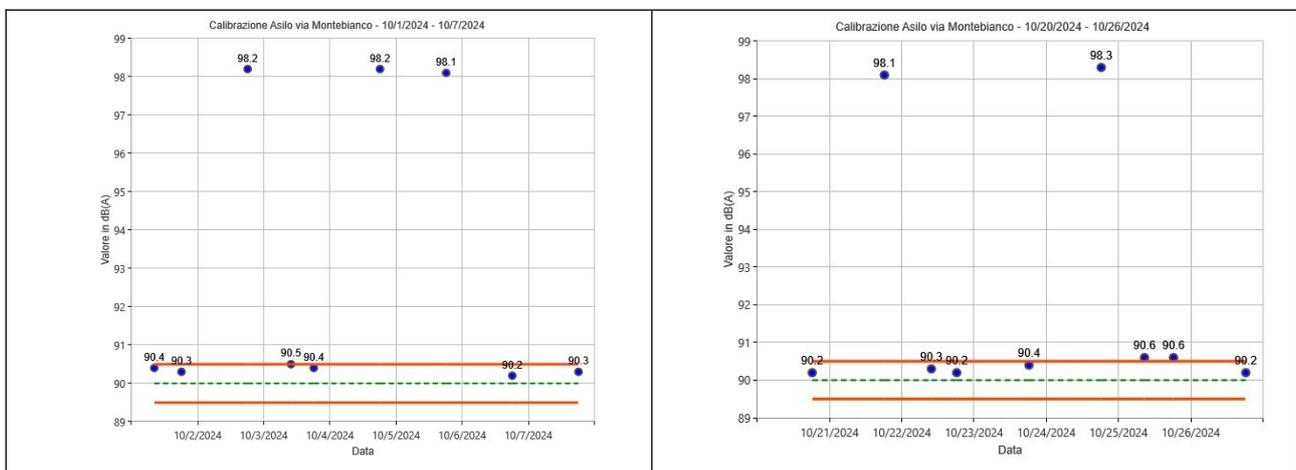


Figura 26: Calibrazioni check postazione Asilo Via Monte Bianco, 1 7 ottobre 2024 e 20 26 ottobre 2024

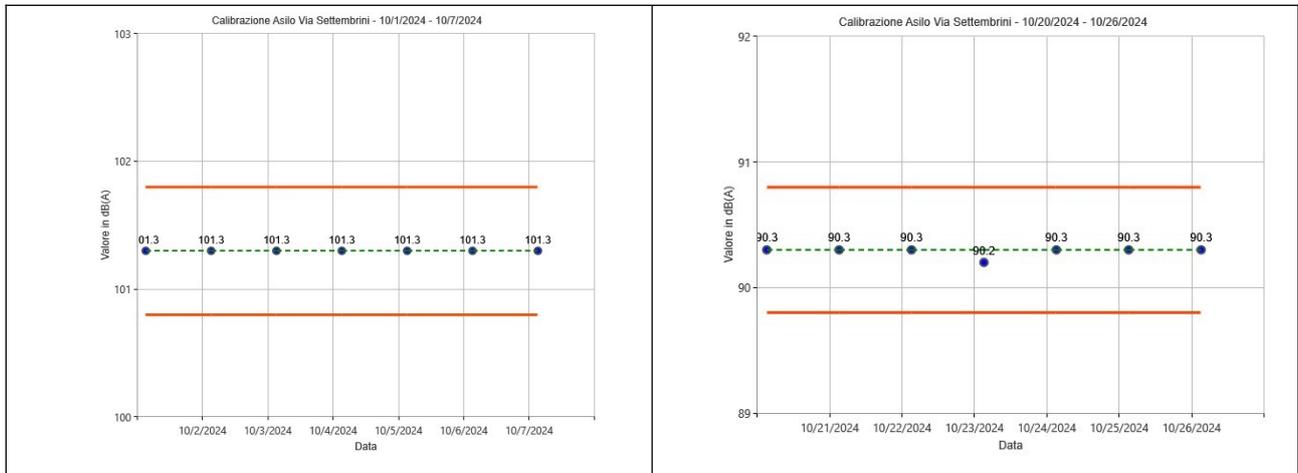


Figura 27: Calibrazioni check postazione Asilo Via Settembrini, 1 7 ottobre 2024 e 20 26 ottobre 2024

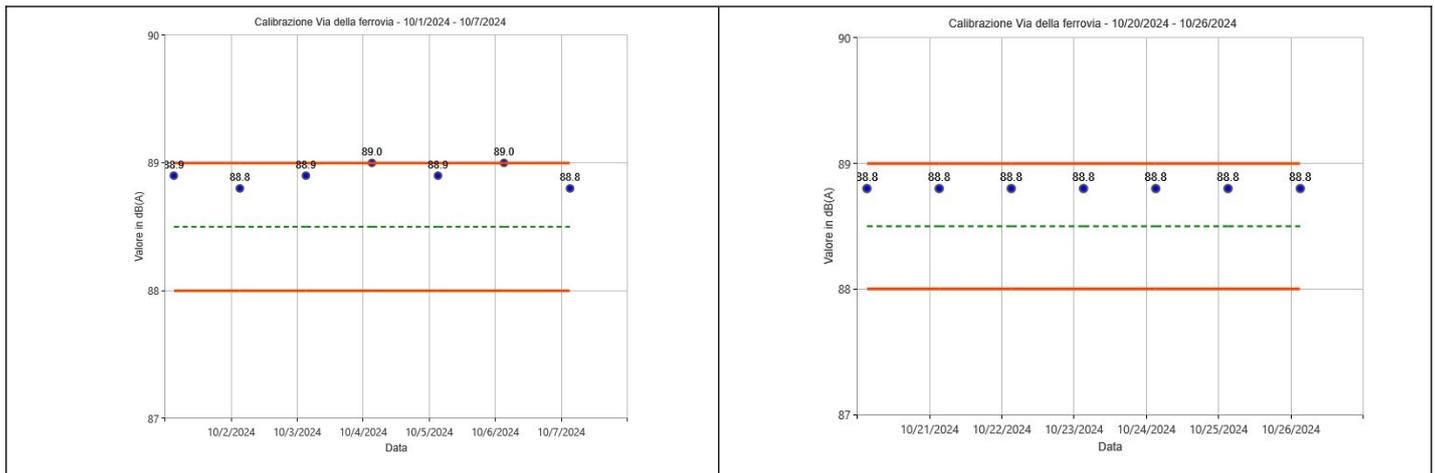


Figura 28: Calibrazioni check postazione Via della Ferrovia, 1 7 ottobre 2024 e 20 26 ottobre 2024.

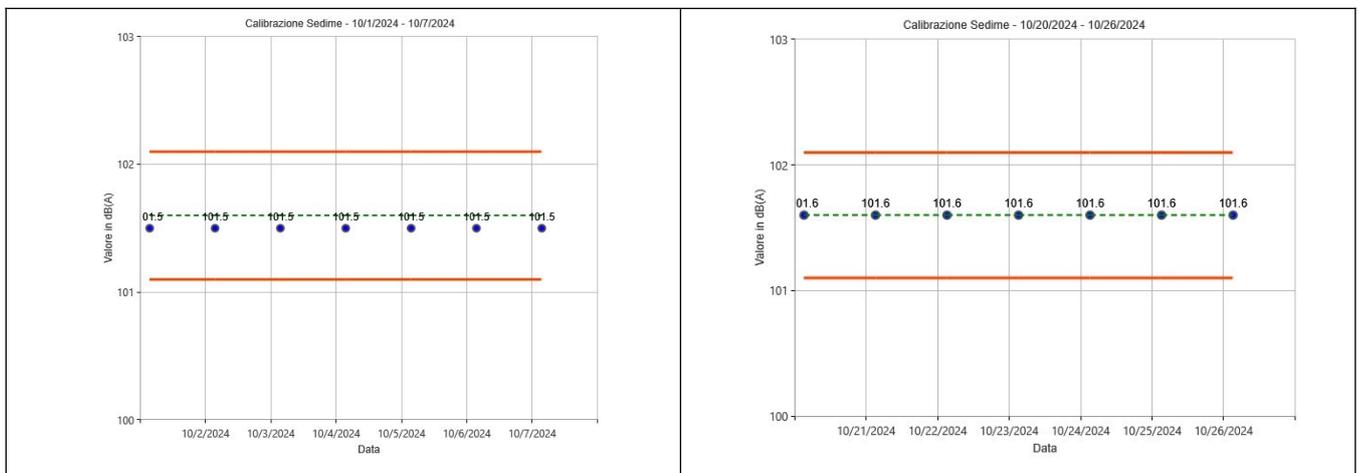


Figura 29: Calibrazioni check postazione Zona Militare Sedime, 1 7 ottobre 2024 e 20 26 ottobre 2024.

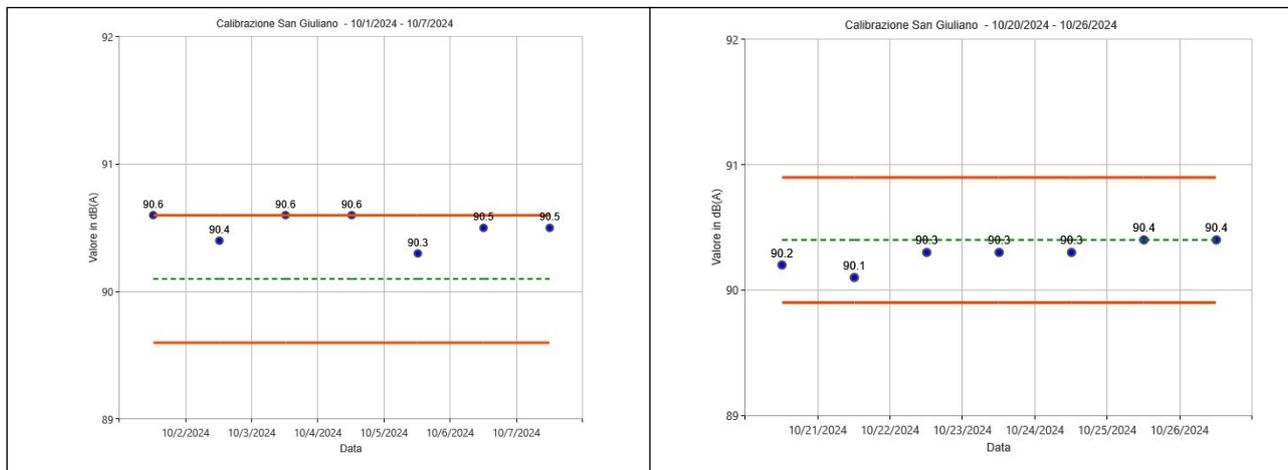


Figura 30: Calibrazioni check postazione San Giuliano, 1 7 ottobre 2024 e 20 26 ottobre 2024.

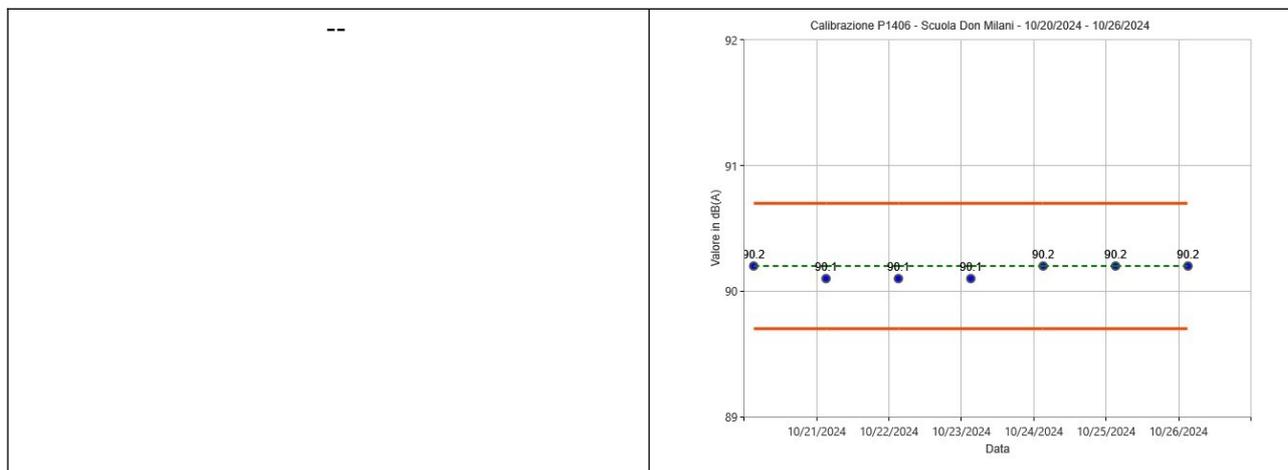


Figura 31: Calibrazioni check postazione Scuola Don Milani, 1 7 ottobre 2024 e 20 26 ottobre 2024.

Le calibrazioni manuali sono regolari. I dati risultavano perfettamente congrui con la situazione ordinaria e non presentavano anomalie.

I valori delle calibrazioni check risultano nella norma per tutto il periodo di acquisizione.

7.2 Calcolo del L_{VA}

Nel seguente capitolo vengono riportati i dati forniti dalle centraline della rete di monitoraggio durante le tre settimane di riferimento. Per ogni centralina SARA ha determinato i livelli giornalieri L_{VAj} ed infine calcolato il L_{VA} (Equazione 2: Il calcolo del LVA).

$$L_{VA} = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N 10^{\frac{L_{VAj}}{10}} \right)$$

Equazione 2: Il calcolo del LVA

E' importante precisare che il livello L_{VAj} è l'indice di valutazione giornaliero. Le norme indicano di calcolare il suddetto livello nel seguente modo (Equazione 3: Il calcolo del LVAj, Equazione 4: Il calcolo del LVAd, Equazione 5: Il calcolo del LVAn).

$$L_{VAj} = 10 \log \left(\frac{17}{24} 10^{\frac{L_{VAd}}{10}} + \frac{7}{24} 10^{\frac{L_{VAn}}{10}} \right)$$

Equazione 3: Il calcolo del LVAj

$$L_{VAd} = 10 \log \left(\frac{1}{T_d} \sum 10^{\frac{SEL_i}{10}} \right)$$

Equazione 4: Il calcolo del LVAd

$$L_{VAn} = [10 \log \left(\frac{1}{T_n} \sum 10^{\frac{SEL_i}{10}} \right)] + 10$$

Equazione 5: Il calcolo del LVAn

Dove L_{VAd} ed L_{VAn} sono i contributi determinati rispettivamente durante il periodo diurno T_d e notturno T_n . Il legislatore definisce il periodo diurno l'intervallo 6:00-23:00 e quello notturno 23:00 - 6:00.

Si calcola il livello L_{VAj} sulle 24 ore che compongono il giorno solare.

Le linee guida ISPRA consigliano di calcolare due parametri utili a comprendere l'efficienza del sistema nella correlazione:

- Il rapporto tra gli eventi correlati ed il numero totale di operazioni dell'intera giornata (N_c/N);
- la percentuale di correlazione, cioè il rapporto tra numero di eventi correlati e il numero degli eventi rilevati.

L'aeroporto di Pisa, come già accennato in precedenza, dispone di tracce radar.

Inoltre, le linee guida affermano che ai fini del calcolo dell'indice annuale L_{VA} è auspicabile l'esistenza dei livelli L_{VAj} per tutti i 7 giorni identificati. Contrariamente devono essere eseguite, per ciascuna settimana scelta, le azioni riportate in Figura 24 Indicazioni delle linee guida ISPRA.

Nella presente relazione si seguono le medesime indicazioni.

Caso	Dati mancanti	Azione correttiva	Metodologia di calcolo del dato surrogato
A	Un solo valore giornaliero	Sostituire il dato giornaliero mancante	Media dei valori del periodo settimanale con dato mancante
B	due valori giornalieri anche consecutivi	Sostituire i due dati giornalieri mancanti	Media dei valori una per ciascuno dei due giorni mancanti effettuata sul periodo settimanale interessato

Figura 32: Indicazioni delle linee guida ISPRA

Tutti gli eventi analizzati sono riportati in allegato.

La settimana di maggior traffico è quella dal 1 al 7 ottobre 2024 e quella di maggior traffico a nord è la settimana dal 20 al 26 ottobre 2024.

Il numero dei voli registrati totale della settimana dal 1 al 7 ottobre è pari a 1010 e la percentuale di voli correlati è pari al 99%.

Il numero di voli registrati nella settimana dal 20 al 26 ottobre è di 934 e la percentuale di voli correlati è pari al 99.6%

Nella settimana dal 1 al 7 ottobre ci sono stati un totale di 1799 eventi correlati col tracciato, 77 col volo e 67 manuali; in particolare sulla centralina P2 ci sono state 255 correlazioni col tracciato, 12 col volo e 8

manuali, sulla centralina P3 ci sono state 183 correlazioni col tracciato, 5 col volo e 3 manuali, sulla P4 ci sono state 258 correlazioni col tracciato, 12 col volo e 8 manuali, sulla P5 848 correlazioni col tracciato, 37 col volo e 40 manuali, sulla P7 255 correlazioni col tracciato, 11 col volo e 8 manuali. I voli correlati a nord sono stati 278.

Nella settimana dal 20 al 26 ottobre ci sono stati un totale di 1904 eventi correlati col tracciato, 125 col volo e 121 manuali; in particolare sulla centralina P2 ci sono state 238 correlazioni col tracciato, 13 col volo e 19 manuali, sulla P3 187 correlazioni col tracciato, 5 col volo e 8 manuali, sulla P4 239 correlazioni col tracciato, 16 col volo e 13 manuali, sulla P5 765 correlazioni col tracciato, 72 col volo e 47 manuali, sulla P7 237 correlazioni col tracciato, 11 col volo e 15 manuali, sulla P6 238 correlazioni col tracciato, 11 col volo e 16 manuali. I voli correlati a nord sono stati 270.

7.2.1 1402 Asilo Via Monte Bianco

N° Postazione	Codice	Postazione	Data	Lvaj dB(A)	Lvad dB(A)	Lvan dB(A)	Lden dB(A)
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	1/10/2024	58,9	60,4	0	59,7
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	2/10/2024	59,3	60,8	0	59,9
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	3/10/2024	59,5	61	0	60,1
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	4/10/2024	58,1	59,6	0	59,2
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	5/10/2024	58,2	59,7	0	60
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	6/10/2024	57,7	59,1	0	58,9
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	7/10/2024	58,9	60,4	0	59,8

N° Postazione	Codice	Postazione	Data	LeqRD dB(A)	LeqRN dB(A)	% Eventi Correlati	% Voli Correlati
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	1/10/2024	57,2	47,8	35,0	25,2
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	2/10/2024	64,2	44,1	35,5	28,1
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	3/10/2024	56,8	46,6	32,4	29,9
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	4/10/2024	54,6	44,5	43,6	28,2
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	5/10/2024	52,5	43,8	68,6	26,5
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	6/10/2024	50,9	44,9	75,0	21,7
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	7/10/2024	56,4	46,2	45,5	30,0

Tabella 21: Analisi dei dati della centralina 1402 Asilo Via Monte Bianco

N° Postazione	Codice	Postazione	Data	Lvaj dB(A)	Lvad dB(A)	Lvan dB(A)	Lden dB(A)
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	20/10/2024	56,6	58,1	0	57,7
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	21/10/2024	57	58,5	0	57,5
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	22/10/2024	58,7	60,2	0	59,8
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	23/10/2024	57,3	58,8	0	57,9
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	24/10/2024	56,7	58,2	0	57,4
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	25/10/2024	58,6	60,1	0	59,5
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	26/10/2024	58,1	59,6	0	58,9
N° Postazione	Codice	Postazione	Data	LeqRD dB(A)	LeqRN dB(A)	% Eventi Correlati	% Voli Correlati

73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	20/10/2024	52,7	43,9	70,2	32,0
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	21/10/2024	58,3	42,2	44,3	28,8
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	22/10/2024	55,6	44,8	45,7	30,1
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	23/10/2024	56	51,1	27,8	24,8
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	24/10/2024	55,5	51,8	43,2	24,8
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	25/10/2024	57,4	50,2	33,9	30,0
73	1402	P1402 – Asilo Via Monte Bianco	26/10/2024	52,7	50,7	57,1	26,5

Tabella 22: Analisi dei dati della centralina 1402 Asilo Via Monte Bianco settimana di maggior traffico a nord.

L_{VA} [dBA]	L_{VA} [dBA] Annuale	L_{VA} [dBA] Settimana maggior traffico a Nord
58,7	58,7	57,7

Tabella 23: Calcolo del LVA per la postazione 1402 Asilo Via Monte Bianco

7.2.2 1403 Asilo Via Settembrini

N° Postazione	Codice	Postazione	Data	L_{vaj} dB(A)	L_{vad} dB(A)	L_{van} dB(A)	L_{den} dB(A)
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	1/10/2024	44,7	46,2	0	45,4
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	2/10/2024	40,7	42,2	0	42,5
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	3/10/2024	47,3	48,8	0	48
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	4/10/2024	45,8	47,3	0	46,8
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	5/10/2024	45,3	46,8	0	46,8
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	6/10/2024	43,5	45	0	44,5
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	7/10/2024	46,2	47,7	0	47,1

<i>N° Postazione</i>	<i>Codice</i>	<i>Postazione</i>	<i>Data</i>	<i>LeqRD dB(A)</i>	<i>LeqRN dB(A)</i>	<i>% Eventi Correlati</i>	<i>% Voli Correlati</i>
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	1/10/2024	64,2	43,2	66,7	25,2
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	2/10/2024	64	40,3	76,5	28,1
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	3/10/2024	64,1	44,3	81,8	29,9
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	4/10/2024	64,3	40,8	68,3	28,2
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	5/10/2024	63,8	42,7	79,4	26,5
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	6/10/2024	63,8	41,6	77,4	21,7
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	7/10/2024	64,2	38,9	63,6	30,0

Tabella 24: Analisi dei dati della centralina 1403 Asilo Via Settembrini

<i>N° Postazione</i>	<i>Codice</i>	<i>Postazione</i>	<i>Data</i>	<i>Lvaj dB(A)</i>	<i>Lvad dB(A)</i>	<i>Lvan dB(A)</i>	<i>Lden dB(A)</i>
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	20/10/2024	44,4	45,9	0	45,2
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	21/10/2024	44,8	46,3	0	45,4
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	22/10/2024	46,8	48,3	0	47,9
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	23/10/2024	45,8	47,3	0	46,4
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	24/10/2024	45	46,5	0	45,6
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	25/10/2024	47	48,5	0	48,2
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	26/10/2024	45,6	47,1	0	46,2

N° Postazione	Codice	Postazione	Data	LeqRD dB(A)	LeqRN dB(A)	% Eventi Correlati	% Voli Correlati
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	20/10/2024	51,2	44,3	83,9	32,0
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	21/10/2024	53,7	38,7	63,6	28,8
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	22/10/2024	55,3	39,6	70,4	30,1
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	23/10/2024	55,8	51,1	55,3	24,8
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	24/10/2024	55,8	52,4	60,5	24,8
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	25/10/2024	55,9	53,8	66,0	30,0
74	1403	P1403 – Asilo Via Settembrini	26/10/2024	51,4	52,4	73,5	26,5

Tabella 25: Analisi dei dati della centralina 1403 Asilo Via Settembrini settimana di maggior traffico a nord che coincide con l'altra per le ragioni evidenziate

L _{VA} [dBA]	L _{VA} [dBA] Annuale	L _{VA} [dBA] Settimana maggior traffico a Nord
45,2	44,2	45,7

Tabella 26: Calcolo del L_{VA} per la postazione 1403 Asilo Via Settembrini

7.2.3 1404 Via della Ferrovia

N° Postazione	Codice	Postazione	Data	L _{vaj} dB(A)	L _{vad} dB(A)	L _{van} dB(A)	L _{den} dB(A)
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	1/10/2024	61,1	62,6	0	61,8
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	2/10/2024	61,4	62,9	0	62,1
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	3/10/2024	62	63,5	0	62,6
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	4/10/2024	60,6	62,1	0	61,7
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	5/10/2024	61,1	62,6	0	62,8
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	6/10/2024	60,1	61,6	0	61,3
75	1404	P1404 – Via della	7/10/2024	61,1	62,6	0	62,1

<i>N° Postazione</i>	<i>Codice</i>	<i>Postazione</i>	<i>Data</i>	<i>LeqRD dB(A)</i>	<i>LeqRN dB(A)</i>	<i>Percentuale Eventi Correlati</i>	<i>Percentuale Voli Correlati</i>
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	1/10/2024	56,9	47,9	70,6	25,2
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	2/10/2024	61,6	47,6	57,8	28,1
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	3/10/2024	59,1	49,7	72,1	29,9
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	4/10/2024	57,8	48,4	80,0	28,2
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	5/10/2024	55,5	48,3	92,1	26,5
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	6/10/2024	54,6	46,8	88,2	21,7
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	7/10/2024	57,6	47,6	73,8	30,0

Tabella 27: Analisi dei dati della centralina 1404 Via della Ferrovia

<i>N° Postazione</i>	<i>Codice</i>	<i>Postazione</i>	<i>Data</i>	<i>Lvaj dB(A)</i>	<i>Lvad dB(A)</i>	<i>Lvan dB(A)</i>	<i>Lden dB(A)</i>
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	20/10/2024	59,6	61,1	0	60,5
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	21/10/2024	60,2	61,7	0	60,9
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	22/10/2024	61,2	62,7	0	62,3
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	23/10/2024	59,7	61,1	0	60,3
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	24/10/2024	59,4	60,9	0	60,1
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	25/10/2024	60,8	62,3	0	61,5

75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	26/10/2024	60,1	61,6	0	61
N° Postazione	Codice	Postazione	Data	LeqRD dB(A)	LeqRN dB(A)	Percentuale Eventi Correlati	Percentuale Voli Correlati
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	20/10/2024	57	49,2	88,9	32,0
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	21/10/2024	57,4	48,4	67,2	28,8
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	22/10/2024	58,1	51,9	61,5	30,1
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	23/10/2024	56,6	49,2	69,4	24,8
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	24/10/2024	58,9	50,8	73,8	24,8
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	25/10/2024	59,2	50,7	72,7	30,0
75	1404	P1404 – Via della Ferrovia	26/10/2024	56,8	55	76,6	26,5

Tabella 28: Analisi dei dati della centralina 1404 Via della Ferrovia settimana di maggior traffico a nord

L_{VA} [dBA]	L_{VA} [dBA] Annuale	L_{VA} [dBA] Settimana maggior traffico a Nord
61,1	61,2	60,2

Tabella 29: Calcolo del L_{VA} per la postazione 1404 Via della Ferrovia

7.2.4 1405 Zona Militare Sedime

N° Postazione	Codice	Postazione	Data	Lvaj dB(A)	Lvad dB(A)	Lvan dB(A)	Lden dB(A)
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	1/10/2024	63,5	64,9	51,7	67,4
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	2/10/2024	65,7	64,1	68,1	67,9
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	3/10/2024	67,5	64,7	70,8	69,1
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	4/10/2024	64,5	65	63,1	66,4
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	5/10/2024	64,1	64,5	63,2	66,2
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	6/10/2024	64,5	64,6	64,1	67,5
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	7/10/2024	65,7	65	66,9	67,7
N° Postazione	Codice	Postazione	Data	LeqRD dB(A)	LeqRN dB(A)	Percentuale Eventi Correlati	Percentuale Voli Correlati
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	1/10/2024	56,8	43,2	69,0	25,2
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	2/10/2024	57,3	43,5	69,2	28,1
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	3/10/2024	59,6	44,1	69,4	29,9
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	4/10/2024	55,3	43,5	68,6	28,2
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	5/10/2024	53,8	50,1	75,8	26,5
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	6/10/2024	55,2	44,8	80,4	21,7
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	7/10/2024	56,5	51,9	69,0	30,0

Tabella 30: Analisi dei dati della centralina 1405 Zona Militare Sedime

N° Postazione	Codice	Postazione	Data	L _{vaj} dB(A)	L _{vad} dB(A)	L _{van} dB(A)	L _{den} dB(A)
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	20/10/2024	65,4	64,7	66,8	67,9
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	21/10/2024	64,9	64,7	65,3	67
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	22/10/2024	64,2	64,4	63,6	67,2
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	23/10/2024	66,6	65,2	68,8	69
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	24/10/2024	65,2	64,8	66	67,9
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	25/10/2024	65,2	65,7	63,6	67,9
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	26/10/2024	65,3	65	66	67,9
N° Postazione	Codice	Postazione	Data	L _{eqRD} dB(A)	L _{eqRN} dB(A)	Percentuale Eventi Correlati	Percentuale Voli Correlati
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	20/10/2024	53,1	45,7	75,9	32,0
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	21/10/2024	55,6	52,2	66,7	28,8
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	22/10/2024	58	43,1	65,0	30,1
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	23/10/2024	57,4	45,7	69,7	24,8
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	24/10/2024	55,8	44,1	70,5	24,8
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	25/10/2024	54,8	46,2	72,0	30,0
76	1405	P1405 – Zona Militare Sedime	26/10/2024	54,2	47,5	74,9	26,5

Tabella 31: Analisi dei dati della centralina 1405 Zona Militare Sedime settimana di maggior traffico a nord

L _{VA} [dBA]	L _{VA} [dBA] Annuale	L _{VA} [dBA] Settimana maggior traffico a Nord
65,3	64,9	65,3

 Tabella 32: Calcolo del L_{VA} per la postazione 1405 Zona Militare Sedime

7.2.5 1407 San Giuliano

N° Postazione	Codice	Postazione	Data	Lvaj dB(A)	Lvad dB(A)	Lvan dB(A)	Lden dB(A)
78	1407	P1407 – San Giuliano	1/10/2024	54	55,5	0	54,6
78	1407	P1407 – San Giuliano	2/10/2024	53,9	55,4	0	54,5
78	1407	P1407 – San Giuliano	3/10/2024	54,9	56,4	0	55,5
78	1407	P1407 – San Giuliano	4/10/2024	53,4	54,9	0	54,5
78	1407	P1407 – San Giuliano	5/10/2024	53,4	54,9	0	55,1
78	1407	P1407 – San Giuliano	6/10/2024	51,9	53,4	0	52,8
78	1407	P1407 – San Giuliano	7/10/2024	53,7	55,2	0	54,8
N° Postazione	Codice	Postazione	Data	LeqRD dB(A)	LeqRN dB(A)	Percentuale Eventi Correlati	Percentuale Voli Correlati
78	1407	P1407 – San Giuliano	1/10/2024	57,1	41,7	36,7	25,2
78	1407	P1407 – San Giuliano	2/10/2024	57,4	41,3	29,7	28,1
78	1407	P1407 – San Giuliano	3/10/2024	52,5	42,1	64,7	29,9
78	1407	P1407 – San Giuliano	4/10/2024	57,2	41,6	28,5	28,2
78	1407	P1407 – San Giuliano	5/10/2024	55,5	42,7	39,8	26,5
78	1407	P1407 – San Giuliano	6/10/2024	48,9	43,3	82,4	21,7
78	1407	P1407 – San Giuliano	7/10/2024	53,8	44,6	45,0	30,0

Tabella 33: Analisi dei dati della centralina 1407 San Giuliano

N° Postazione	Codice	Postazione	Data	L_{vaj} dB(A)	L_{vad} dB(A)	L_{van} dB(A)	L_{den} dB(A)
78	1407	P1407 – San Giuliano	20/10/2024	57,7	59,2	0	58,7
78	1407	P1407 – San Giuliano	21/10/2024	58,7	60,1	0	59,3
78	1407	P1407 – San Giuliano	22/10/2024	59,6	61,1	0	60,7
78	1407	P1407 – San Giuliano	23/10/2024	58,3	59,8	0	58,9
78	1407	P1407 – San Giuliano	24/10/2024	58	59,5	0	58,7
78	1407	P1407 – San Giuliano	25/10/2024	59,4	60,9	0	60,2
78	1407	P1407 – San Giuliano	26/10/2024	58,9	60,4	0	59,7
N° Postazione	Codice	Postazione	Data	L_{eqRD} dB(A)	L_{eqRN} dB(A)	Percentuale Eventi Correlati	Percentuale Voli Correlati
78	1407	P1407 – San Giuliano	20/10/2024	52	42,7	93,0	32,0
78	1407	P1407 – San Giuliano	21/10/2024	55,6	44,2	69,6	28,8
78	1407	P1407 – San Giuliano	22/10/2024	58,6	46,9	59,7	30,1
78	1407	P1407 – San Giuliano	23/10/2024	54,6	51,8	76,7	24,8
78	1407	P1407 – San Giuliano	24/10/2024	58,2	49,6	56,4	24,8
78	1407	P1407 – San Giuliano	25/10/2024	56,8	48,4	78,4	30,0
78	1407	P1407 – San Giuliano	26/10/2024	51,9	48,9	87,8	26,5

Tabella 34: Analisi dei dati della centralina 1407 San Giuliano settimana maggior traffico a nord

L_{VA} [dBA]	L_{VA} [dBA] Annuale	L_{VA} [dBA] Settimana maggior traffico a Nord
53,7	53,1	52,7

Tabella 35: Calcolo del L_{VA} per la postazione 1407 San Giuliano

7.2.6 1406 Scuola Don Milani

N° Postazione	Codice	Postazione	Data	Lvaj dB(A)	Lvad dB(A)	Lvan dB(A)	Lden dB(A)
82	1406	P1406– scuola Don Milani	1/10/2024	--	--	--	--
82	1406	P1406– scuola Don Milani	2/10/2024	--	--	--	--
82	1406	P1406– scuola Don Milani	3/10/2024	--	--	--	--
82	1406	P1406– scuola Don Milani	4/10/2024	--	--	--	--
82	1406	P1406– scuola Don Milani	5/10/2024	--	--	--	--
82	1406	P1406– scuola Don Milani	6/10/2024	--	--	--	--
82	1406	P1406– scuola Don Milani	7/10/2024	--	--	--	--
N° Postazione	Codice	Postazione	Data	LeqRD dB(A)	LeqRN dB(A)	Percentuale Eventi Correlati	Percentuale Voli Correlati
82	1406	P1406– scuola Don Milani	1/10/2024	--	--	--	--
82	1406	P1406– scuola Don Milani	2/10/2024	--	--	--	--
82	1406	P1406– scuola Don Milani	3/10/2024	--	--	--	--
82	1406	P1406– scuola Don Milani	4/10/2024	--	--	--	--
82	1406	P1406– scuola Don Milani	5/10/2024	--	--	--	--
82	1406	P1406– scuola Don Milani	6/10/2024	--	--	--	--
82	1406	P1406– scuola Don Milani	7/10/2024	--	--	--	--

Tabella 36: Analisi dei dati della centralina 1406 Scuola Don Milani

N° Postazione	Codice	Postazione	Data	L_{vaj} dB(A)	L_{vad} dB(A)	L_{van} dB(A)	L_{den} dB(A)
82	1406	P1406– scuola Don Milani	20/10/2024	52,1	53,6	0	53,1
82	1406	P1406– scuola Don Milani	21/10/2024	52,4	53,9	0	53,1
82	1406	P1406– scuola Don Milani	22/10/2024	53,8	55,3	0	55,1
82	1406	P1406– scuola Don Milani	23/10/2024	52,4	53,9	0	53,1
82	1406	P1406– scuola Don Milani	24/10/2024	52	53,5	0	52,8
82	1406	P1406– scuola Don Milani	25/10/2024	53,5	55	0	54,5
82	1406	P1406– scuola Don Milani	26/10/2024	52,5	54	0	53,1
N° Postazione	Codice	Postazione	Data	L_{eqRD} dB(A)	L_{eqRN} dB(A)	Percentuale Eventi Correlati	Percentuale Voli Correlati
82	1406	P1406– scuola Don Milani	20/10/2024	49,2	45,7	90,9	32,0
82	1406	P1406– scuola Don Milani	21/10/2024	53,9	43,5	45,8	28,8
82	1406	P1406– scuola Don Milani	22/10/2024	54,2	43,4	47,9	30,1
82	1406	P1406– scuola Don Milani	23/10/2024	54,1	45,3	50,0	24,8
82	1406	P1406– scuola Don Milani	24/10/2024	53	45,4	50,8	24,8
82	1406	P1406– scuola Don Milani	25/10/2024	53,2	46,6	72,2	30,0
82	1406	P1406– scuola Don Milani	26/10/2024	51,3	47,8	76,1	26,5

Tabella 37: Analisi dei dati della centralina 1406 Scuola Don Milani settimana maggior traffico a nord

L_{VA} [dBA]	L_{VA} [dBA] Annuale	L_{VA} [dBA] Settimana maggior traffico a Nord
--	--	58,7

Tabella 38: Calcolo del L_{VA} per la postazione 1406 Scuola Don Milani

7.3 Validazione dei dati

Nei paragrafi precedenti (3.6.5 Validazione del dato acustico) sono stati discussi i criteri di validazione del dato acustico, in conformità alla normativa vigente ed alle linee guida ISPRA.

7.3.1 Validazione nei confronti delle condizioni meteorologiche

Nessun evento riconosciuto come di origine aeroportuale è stato escluso a causa delle condizioni meteo.

7.3.2 Validazione nei confronti della continuità di monitoraggio

Per quanto concerne la validità del dato dovuta alla continuità del monitoraggio, i dati risultano essere validi nei limiti dell'acquisizione. Infatti, verificando l'*uptime* al , si evince che la percentuale di acquisizione è sempre maggiore del limite suggerito dalle linee guida ISPRA in quanto sempre superiore al 99,3% per tutte le centraline fino al 100% per i periodi di interesse.

7.3.3 Significatività della misura

Per ciò che riguarda l'Aeroporto di Pisa, per caratteristiche, collaudo, percentuali di correlazione, non viene mai messa in dubbio la significatività delle misure.

8 STATO DI CONSERVAZIONE E MANUTENZIONE DEL SISTEMA

Ad oggi il sistema di monitoraggio dell'aeroporto di Pisa è in buono stato di conservazione. Gli interventi di manutenzione ordinari previsti sono stati svolti regolarmente e con successo, assicurando al sistema un funzionamento regolare.

Secondo gli oneri contrattuali, la Softech effettua la manutenzione ordinaria delle postazioni ogni tre mesi.

9 OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA

Va completato il rinnovamento della strumentazione interna alle centraline.

10 CONCLUSIONI

I livelli Lva registrati rientrano nei limiti di zona B per la centralina Zona Militare Sedime, entro i limiti di zona A per la centralina Via della Ferrovia, e inferiore al Lva di 60 dB(A) alle altre centraline sul quadrimestre.

11 ALLEGATI

- 1) Certificati ACCREDIA di taratura della strumentazione
- 2) Rapporti di calibrazione *change*
- 3) Dati meteo giornalieri
- 4) Elenco dati analizzati (foglio di calcolo excel)
- 5) Rapporti di manutenzione

Data

12 marzo 2025

Firma

**Il Tecnico Competente in Acustica Ambientale
(Prot. n. 38190 del 22/07/2003 della Provincia
di Livorno)**



Dott.ssa Tiziana Agostini