

AGGLOMERATO DI BOLOGNA

REGIONE EMILIA-ROMAGNA

MAPPA ACUSTICA STRATEGICA DELL'AGGLOMERATO DI BOLOGNA, AI SENSI DEL DECRETO LEGISLATIVO N. 194/2005 – IV FASE ANNO 2022

Committente

*Timbro e Firma del
committente*



Bologna



Calderara di Reno



Casalecchio di Reno



Castel Maggiore



San Lazzaro di Savena

Società e professionisti incaricati

Timbro e Firma del tecnico



del Porto, 1 - 40122 Bologna
Tel 051/266075 - Fax 266401
e-mail: info@airis.it

Dott.sa Francesca RAMETTA*
Responsabile di commessa

Ing. Giacomo NONINO
Ing. Francesco PAGANINI
Dott. Fabio MONTIGIANI*
Ing. Ilaria ACCORSI*

Direttore tecnico:
Ing. Irene BUGAMELLI*

* tecnico acustico competente, abilitato ai sensi della
legge 447/95 e Decreto Legislativo n° 42/2017



Relazione tecnica

N. Elaborato

Unico

Scala: Varie

C					
B					
A	03/06/2022	Emissione	FR-GN-FMo	FR	IB
Revisione	Data	Descrizione	Sigla	Sigla	Sigla
			Redazione	Controllo-emissione	autorizzazione

Nome file: Vari

Codice commessa: 22062SASA

Data: Giugno 2022



INDICE

1	INTRODUZIONE	1
2	DESCRIZIONE DELL'AGGLOMERATO	2
3	RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3.1	NORMATIVA EUROPEA	3
3.2	NORMATIVA NAZIONALE	5
3.3	NORMATIVA REGIONALE	7
4	PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE	9
4.1	MISURE ANTIRUMORE GIÀ IN ATTO ED IN FASE DI PREPARAZIONE	9
4.2	AZIONI PREVISTE DAL PIANO D'AZIONE	9
4.2.1	COMUNE DI BOLOGNA	9
4.2.2	COMUNE DI CALDERARA DI RENO.....	10
4.2.3	COMUNE DI CASTEL MAGGIORE.....	10
4.2.4	COMUNE DI CASALECCHIO DI RENO.....	10
4.2.5	COMUNE DI SAN LAZZARO DI SAVENA.....	10
5	I DATI ACQUISITI DA ALTRI ENTI/SOCIETÀ GESTORI DELLE INFRASTRUTTURE DI PUBBLICO TRASPORTO.	10
6	MAPPATURA ACUSTICA	12
6.1	MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA	12
6.2	DATI IN INPUT	12
6.2.1	Dati territoriali	13
6.2.2	Le sorgenti acustiche	15
6.2.2.1	<i>Sorgenti stradali</i>	15
6.2.2.1.1	<i>Sorgenti stradali non principali</i>	15
6.2.2.1.2	<i>Sorgenti stradali principali di pertinenza ANAS S.p.A. e AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A.</i>	18
6.2.2.2	<i>Altre caratteristiche degli archi stradali</i>	19
6.2.2.3	<i>Taratura del modello</i>	19
6.2.2.4	<i>Sorgenti ferroviarie</i>	23
6.2.2.4.1	<i>Scalo merci ferroviario San Donato</i>	24
6.2.2.4.2	<i>People Mover</i>	24
6.3	STESURA DELLE MAPPE E SINTESI DEI RISULTATI	26



6.3.1	Mappe di rumore.....	26
6.3.2	Mappa acustica strategica.....	27
6.3.1	Mappe di esposizione.....	30
7	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	31

ALLEGATI

- tabelle popolazione esposta alle diverse sorgenti per le diverse zone dell'Agglomerato



1 INTRODUZIONE

AIRIS Srl ha ricevuto dal Comune di Bologna, in qualità di Autorità competente individuata dalla Regione Emilia-Romagna, l'incarico di redigere la Mappa Acustica Strategica (MAS) dell'Agglomerato di Bologna, ai sensi del D.Lgs. 194/2005 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. il decreto prevede infatti l'obbligo, per gli agglomerati con più di 250.000 abitanti, di elaborare la Mappa Acustica Strategica nonché i Piani d'Azione per l'abbattimento del rumore ambientale.

Il presente Rapporto descrive le attività che sono state svolte per la ricognizione e acquisizione dei dati disponibili e di quelli mancanti, nonché la messa a sistema dei monitoraggi di traffico/rumore e l'aggiornamento del grafo della mobilità, ai fini della predisposizione della Mappa Acustica Strategica dell'Agglomerato di Bologna individuato dalla Regione Emilia Romagna (deliberazione della Giunta Regionale n. 1369/12).

Si è tenuto conto anche delle 'Linee Guida per l'elaborazione delle mappe acustiche relative alle strade provinciali ed agli agglomerati delle Regione Emilia-Romagna' a cura del Servizio Risanamento Atmosferico, Acustico, Elettromagnetico della Regione ER.

Il presente lavoro è stato svolto per AIRIS S.r.l. dal seguente gruppo di lavoro:

- Direttore Tecnico: Ing Irene Bugamelli, tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della L. 447/95, D.D. con Iscrizione n. 5732 dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (ENTECA),
- Responsabile di progetto: Dott.ssa Francesca Rametta, tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della L. 447/95, D.D. R con Iscrizione n. 5786 dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (ENTECA), responsabile analisi e modellistica acustica
- Ing. Giacomo Nonino, responsabile analisi e modellistica del traffico
- Ing. Francesco Paganini, analisi e modellazione del traffico
- Dott. Fabio Montigiani, tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della legge 447/95 con attestato n. 179433 rilasciato dalla Provincia di Bologna in data 18/12/2014, analisi e restituzione grafica GIS
- Ing. Ilaria Accorsi, analisi e modellazione acustica

La MAS è stata predisposta in termini degli indicatori acustici, definiti ai sensi della Direttiva Europea 2002/49/CE e del D.Lgs 194/2005, ~~L_{den} e L_{night}~~ .

Il software utilizzato per le verifiche previsionali è il modello di calcolo LIMA¹ Versione 2022.01.

¹ Il modello attualmente è utilizzato a livello europeo presso numerosi dipartimenti regionali per la difesa dell'Ambiente (Baviera, del Baden-Württemberg, del Brandeburgo, dell'Assia, ecc..) e municipalità per la previsione ed il controllo dell'inquinamento acustico (Berlino, Bonn, Francoforte, Amburgo, Colonia, Birmingham, Linz, ecc...).



Il programma, sviluppato da Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft - Dortmund, è stato validato in ambito nazionale in occasione del seminario "Metodi numerici di previsione del rumore da traffico"².

Va specificato infine che, nel corso del presente studio, le procedure e la strumentazione utilizzate sono conformi alle norme vigenti o, in assenza di queste, risultano validate nell'ambito di esperienze nazionali o internazionali.

2 DESCRIZIONE DELL'AGGLOMERATO

L'Agglomerato di Bologna individuato dalla Regione Emilia-Romagna è stato identificato in un'unica area, con popolazione superiore a 250.000 abitanti, che inviluppa il territorio del Comune di Bologna e quelle parti di territorio di Comuni e/o frazioni contermini che risultano edificate senza rilevante soluzione di continuità con il Comune capoluogo. Tra questi Comuni sono stati individuati quelli di Casalecchio di Reno, Calderara di Reno, Castel Maggiore, San Lazzaro di Savena.

L'Agglomerato si estende su una superficie pari a 274,44 kmq, ha una popolazione di 488.742 abitanti ed è individuato con il codice identificativo **AG_IT_00_00002**.

L'autorità competente per il Piano d'Azione dell'Agglomerato è il Comune di Bologna.

Si riportano di seguito i riferimenti:

Responsabile: Claudio Savoia - Settore Transizione ecologia ed Ufficio clima

Indirizzo: Piazza Liber Paradisus n. 10, 40129 Bologna (BO)

Tel +39 051 219 4643 Fax +39 051 219 3175

Mail: protocollogenerale@pec.comune.bologna.it

Ai fini della direttiva europea 2002/49/CE le sorgenti di rumore presenti nell'agglomerato e considerate nella redazione della MAS sono:

- Sorgenti stradali principali di pertinenza di ANAS S.p.A. (Tangenziale)
- Sorgenti stradali principali di pertinenza di AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A. (A1-A13-A14)
- Sorgenti stradali non principali
- Sorgenti ferroviarie di pertinenza RFI (linee BO-VE, BO-MI, BO-VR, BO-FI, BO-AN, BO-PT Scalo merci ferroviario San Donato)
- Collegamento ferroviario Stazione Bologna Centrale-Aeroporto G. Marconi denominato *People Mover*
- Sorgenti aeroportuali (Aeroporto G. Marconi)

Non sono presenti nel territorio dell'Agglomerato sorgenti industriali significative; le attività assimilate ad industriali presenti all'interno dello Scalo merci ferroviario San Donato, ascrivibili all'attività di composizione dei treni, risultano infatti attualmente dismesse. Pertanto all'orizzonte temporale della presente stesura della MAS, lo Scalo merci presenta unicamente attività di passaggio di convogli sulla linea ferroviaria ed è dunque ascrivibile alle sorgenti

² Atti del seminario "Metodi numerici di previsione del rumore da traffico" a cura di Roberto Pompoli dell'Associazione Italiana di Acustica. Parma 12 aprile 1989.



ferroviarie.

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa a cui si è fatto riferimento per le modalità ed i criteri di realizzazione della Mappa Acustica Strategica sono elencati di seguito:

3.1 Normativa europea

DIRETTIVA 2002/49/CE

La direttiva europea [19], di carattere generale, “*definisce un approccio comune volto ad evitare, prevenire o ridurre, secondo le rispettive priorità, gli effetti nocivi, compreso il fastidio, dell’esposizione al rumore ambientale*” cui è esposto l’essere umano nelle zone edificate e in quelle sensibili in genere.

Scopo della direttiva è fornire una direzione per l’attuazione, da parte degli Stati membri, di misure di contenimento del rumore ambientale, tramite la stesura di mappe acustiche e l’adozione di piani di risanamento in base ai risultati ottenuti.

La direttiva europea sottolinea, in più occasioni, la necessità di una comune linea d’azione da parte degli Stati membri, volta a conseguire un elevato livello di tutela della salute umana e dell’ambiente dall’inquinamento acustico, tramite specifiche iniziative per il contenimento del rumore ambientale; parallelamente, lamenta l’assenza di dati comparabili relativi alle diverse sorgenti di rumore.

Al fine di perseguire il comune obiettivo della garanzia della bontà della salute umana e dell’ambiente, risulta assolutamente basilare l’adozione da parte degli Stati membri di una direzione simile, per cui i dati relativi ai livelli di inquinamento acustico dovrebbero essere rilevati, ordinati e presentati secondo criteri confrontabili, tramite l’utilizzo di descrittori e criteri comuni, definiti a livello comunitario.

I criteri comuni riguardano i metodi di valutazione del rumore ambientale e la definizione dei valori limite, tramite l’utilizzo di descrittori (definiti dalla direttiva europea “armonizzati”) per la determinazione dei livelli sonori. Chiaramente, ogni Stato stabilisce tali valori limite, in base alla necessità di preservare determinate zone di pregio dal punto di vista acustico.

Le misure necessarie per il conseguimento dell’obiettivo comune di un elevato livello di tutela della salute e dell’ambiente riguardano la determinazione delle mappature acustiche, per ottenere valori oggettivi e confrontabili circa la determinazione dell’esposizione al rumore ambientale, e l’adozione di piani di risanamento – in base ai risultati ottenuti dalle mappe stesse – allo scopo di ridurre o eliminare i livelli sonori ritenuti dannosi in zone particolarmente esposte. È altresì necessario informare il pubblico, ovvero i cittadini, della situazione acustica e degli effetti che l’inquinamento generato dalle principali sorgenti (come veicoli stradali e su rotaie, infrastrutture, attrezzature industriali, sorgenti mobili) comporta negli ambienti e in generale nelle zone frequentate dagli stessi.



In modo particolare, la direttiva pone l'attenzione sul rumore ambientale cui è sottoposto l'uomo nelle zone edificate, nei parchi pubblici, nelle zone silenziose (sia esse attigue ad agglomerati che in aperta campagna), nei pressi di scuole, ospedali e altri edifici ritenuti sensibili all'esposizione al rumore, escludendo, parallelamente, il rumore generato dalle persone stesse o dalle normali attività domestiche.

Per la stesura e la revisione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche, gli Stati membri utilizzano gli stessi descrittori acustici L_{den} e L_{night} , i cui valori sono stabiliti secondo determinati metodi di calcolo, descritti di seguito.

DEFINIZIONE DEL LIVELLO L_{den}

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right)$$

dove

- L_{day} è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi diurni di un anno;
- $L_{evening}$ è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi serali di un anno;
- L_{night} è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno, dove:
 - il giorno è di 12 ore, la sera di 4 ore e la notte di 8 ore; gli Stati membri possono accorciare il periodo serale di un'ora o 2 ore e allungare il periodo diurno e/o notturno di conseguenza, a condizione che tale scelta sia la medesima per tutte le sorgenti;
 - l'orario di inizio del giorno (e di conseguenza gli orari di inizio della sera e della notte) è a discrezione dello Stato membro (e si applica indistintamente al rumore di tutte le sorgenti);
 - l'anno è l'anno di osservazione per l'emissione acustica e un anno medio sotto il profilo meteorologico

e dove

- si considera il suono incidente, e si trascurano i suoni riflessi dalla facciata dell'abitazione considerata (in linea generale, ciò implica una correzione pari a 3 dB della misurazione).

Il punto di misura per la determinazione di L_{den} dipende dall'applicazione:

- nel caso del calcolo ai fini della mappa acustica strategica in termini di esposizione al rumore all'interno e in prossimità degli edifici, i punti di misura sono ad un'altezza dal suolo di $4,0 \pm 0,2$ m (3,8-4,2 m) e sulla facciata più esposta; a tale scopo la facciata più esposta è il muro esterno rivolto verso la sorgente specifica e più vicino ad essa; a fini diversi da quelli suddetti possono essere operate scelte diverse;



- nel caso del rilevamento ai fini della mappa acustica strategica in termini di esposizione al rumore all'interno e in prossimità degli edifici, possono essere scelti altri punti di misura, ma la loro altezza dal suolo non deve mai essere inferiore a 1,5 m e i risultati sono rettificati conformemente a un'altezza equivalente di 4 m;
- per altri fini, quali la pianificazione acustica e la mappatura acustica, possono essere scelti altri punti di misura, ma la loro altezza dal suolo non deve mai essere inferiore a 1,5 m, ad esempio nel caso di:
 - zone rurali con case a un solo piano,
 - elaborazione di misure locali atte a ridurre l'impatto acustico su abitazioni specifiche,
 - mappatura acustica dettagliata di un'area limitata, con rappresentazione dell'esposizione acustica di singole abitazioni.

DEFINIZIONE DEL LIVELLO L_{night}

Il descrittore del rumore notturno L_{night} è il livello sonoro medio a lungo termine ponderato «A», definito alla norma ISO 1996-2: 1987, relativo a tutti i periodi notturni di un anno dove:

- la notte è di 8 ore;
- l'anno è l'anno di osservazione per l'emissione acustica e un anno medio sotto il profilo meteorologico;
- è considerato il suono incidente;
- il punto di misura è lo stesso che per L_{den} .

3.2 Normativa nazionale

DLGS N. 194/2005 - "Attuazione della direttiva 2002/49/ce relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale"

Il decreto n. 194 del 2005 [20], pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale il 23 settembre 2005, definisce le competenze e le procedure per l'elaborazione della mappatura acustica e per l'adozione di piani d'azione per il contenimento e la riduzione degli effetti nocivi dovuti al rumore ambientale.

Le procedure di cui al presente decreto riguardano:

- l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche;
- la predisposizione e l'adozione di piani d'azione, volti ad evitare o ridurre il rumore ambientale nei casi di danno per la salute umana, nonché ad evitare aumenti del rumore in zone particolarmente silenziose;
- la garanzia dell'informazione del pubblico in merito al rumore ambientale e agli effetti dello stesso.

Il decreto non si applica al rumore generato dalla persona esposta, dalle attività domestiche, proprie o del vicinato, né al rumore sul posto di lavoro prodotto dalla stessa attività lavorativa o a bordo dei mezzi di trasporto o dovuto ad attività militari svolte nelle zone militari.



MAPPATURA ACUSTICA E MAPPE ACUSTICHE STRATEGICHE

La **mappatura acustica** costituisce una rappresentazione di dati corrispondenti a una situazione di rumore esistente o prevista in una zona, relativa ad una determinata sorgente, in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di valori limite vigenti, il numero di persone esposte in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona.

La **mappa acustica strategica** è una mappa finalizzata alla determinazione dell'esposizione globale al rumore in una *certa zona* a causa di varie sorgenti di rumore.

DESCRITTORI ACUSTICI E METODI DI DETERMINAZIONE

Il livello acustico L_{den} è definito in maniera del tutto analoga a quanto descritto nella direttiva europea, l'unica differenza è nel peso dei contributi diurno e serale, dal momento che la Commissione Europea lascia agli Stati membri la decisione circa la suddivisione della giornata. Pertanto, risulta:

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left(14 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 2 \cdot 10^{\frac{L_{evening+5}}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night+10}}{10}} \right)$$

dove i singoli contributi sono precisati nella descrizione precedente della direttiva europea, mentre il periodo giorno-sera-notte si estende dalle ore 06 alle ore 06 del giorno successivo ed è suddiviso nelle seguenti fasce orarie:

- **periodo diurno: dalle ore 06 alle ore 20;**
- **periodo serale: dalle ore 20 alle ore 22;**
- **periodo notturno: dalle ore 22 alle ore 06.**

Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005) – marzo 2022

Per la predisposizione delle mappature acustiche e della MAS si è fatto riferimento alle linee guida predisposte dal Ministero della Transizione Ecologica – Direzione Generale Valutazioni Ambientali in collaborazione con ISPRA – DG-SINA, pubblicate nel mese di marzo 2022.



3.3 Normativa regionale

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 17 SETTEMBRE 2012, N. 1369 - DLgs 194/2005 “Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale” - Approvazione delle “Linee guida per l’elaborazione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche relative alle strade provinciali ed agli agglomerati della regione Emilia-Romagna”

La regione Emilia Romagna, sulla base del quadro normativo nazionale e comunitario descritto nella prima parte del presente lavoro, delibera l’approvazione delle linee guida [16] per la stesura delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche, stabilendo l’esposizione della popolazione al rumore ambientale e assicurando l’informazione al pubblico circa i risultati ottenuti in termini di inquinamento acustico.

Le linee guida descritte si basano sulle metodologie presenti

- nei riferimenti legislativi obbligatori;
- nelle *Good Practise Guide* della Commissione Europea;
- nella UNI: UNI/TS 11387

e contengono le informazioni e le indicazioni procedurali per l’elaborazione delle mappe acustiche.

L’obiettivo è quello di trattare in maniera coordinata gli aspetti tecnici e applicativi per la stesura delle mappe acustiche, al fine di consegnare alle autorità competenti uno strumento oggettivo e leggibile, seppur tecnico, per una valutazione uniforme del clima sonoro del territorio in esame.

Per la prevenzione e la riduzione degli effetti nocivi dell’esposizione al rumore ambientale la Direttiva Europea 2002/49/CE prevede l’attuazione di alcune azioni successive:

- determinazione dell’esposizione al rumore ambientale mediante la mappatura acustica realizzata sulla base di metodi e determinazioni comuni agli Stati Membri;
- informazione al pubblico in merito al rumore ambientale ed ai relativi effetti;
- adozione da parte degli Stati Membri di piani d’azione per l’abbattimento del rumore e la preservazione delle aree silenziose, basati sui risultati derivanti dalla mappatura acustica;
- costituzione di una base per lo sviluppo di misure comunitarie di contenimento del rumore generato dalle principali sorgenti, in particolare veicoli di trasporto e relative infrastrutture, che consentano alla Commissione la predisposizione di proposte legislative da presentare al Parlamento Europeo.

Nell’ambito della politica europea, i dati relativi ai livelli di inquinamento acustico dovrebbero quindi rilevati, ordinati e presentati secondo criteri confrontabili. Ciò presuppone l’utilizzo di descrittori e metodi di determinazione armonizzati, nonché di criteri comuni per allineare la mappatura acustica, anche in termini di restituzione degli elaborati grafici.

La valutazione del clima acustico del territorio è, dunque, basata su descrittori acustici comuni per la determinazione dei livelli sonori, ovvero tramite grandezze che rappresentano il rumore ambientale in relazione ad uno specifico effetto nocivo. I due indicatori sono il livello di rumore



giorno-sera-notte L_{den} e il livello di rumore notturno L_{night} .

L'anno a cui si riferiscono i descrittori è l'anno di osservazione per l'emissione acustica ed un anno medio sotto il profilo meteorologico. Le valutazioni devono essere effettuate ad un'altezza dal suolo di $(4,0 \pm 0,2)$ m. In campo libero il punto di misura può essere collocato ad una quota non minore di 1,5 m. Nell'ipotesi in cui si eseguano misurazioni ad altezze diverse da quella di riferimento, i risultati devono essere riportati all'altezza equivalente di 4 m.

DEFINIZIONE DEI CONTENUTI DELLA MAPPATURA ACUSTICA

È utile descrivere le differenze sostanziali fra mappatura acustica e mappa acustica strategica. Con **mappatura acustica** si intende una rappresentazione di dati relativi a una situazione di rumore esistente o prevista in funzione di un descrittore acustico, che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, il numero di persone esposte in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona.

La **mappa acustica strategica** è una rappresentazione finalizzata alla determinazione dell'esposizione globale al rumore in una certa zona indotta dall'insieme delle sorgenti di rumore e alla definizione di previsioni generali per tale zona. Le sorgenti sonore sono di diversa natura, ovvero:

- strade,
- ferrovie,
- aeroporti,
- siti di attività industriale, inclusi i porti.

Per ciascuna delle sorgenti sopra citate devono essere tracciate mappe acustiche distinte. I gestori di infrastrutture d'interesse nazionale trasmettono, ciascuno per quanto di propria spettanza, alle autorità competenti per gli agglomerati, designate dalla Regione, i dati richiesti dal D. Lgs. 194/05 relativamente agli agglomerati stessi; l'integrazione dei dati trasmessi nella mappa acustica strategica spetta all'autorità competente.

Al di fuori degli agglomerati, in corrispondenza delle aree sensibili, devono essere tracciate esclusivamente le mappe acustiche relative alle sorgenti sonore principali (strade, ferrovie, aeroporti).

Le mappature acustiche e le mappe acustiche strategiche possono essere presentate in forma di grafici, dati numerici tabulati o in formato elettronico. La tipologia di rappresentazione e le informazioni contenute nelle mappe si diversificano in funzione degli obiettivi della mappatura.



4 PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE

4.1 Misure antirumore già in atto ed in fase di preparazione

Le azioni messe in campo dai Comuni dell'Agglomerato per il contenimento dell'inquinamento acustico riguardano sia la messa a sistema di un impianto di strumenti e regolamenti che consente di gestire il tema del rumore nell'ambito delle attività di pianificazione e ordinarie dell'Amministrazione comunale, sia veri e propri interventi ed azioni finalizzati a limitare l'esposizione al rumore della popolazione.

In tal modo, la progettazione delle nuove aree si è posta fin dalle prime fasi l'obiettivo di minimizzare l'esposizione al rumore indotto dalle infrastrutture di trasporto presenti sul territorio, garantendo inoltre un miglioramento del clima acustico anche per i ricettori esistenti. In tale ottica, nei Comuni dell'Agglomerato sono in corso di attuazione dei comparti che includono una serie di interventi tesi a garantire sia la compatibilità acustica dei nuovi usi da insediare, sia il miglioramento per il contesto territoriale su cui insistono (si rimanda alla Relazione tecnica l'elenco degli specifici interventi con le relative opere e misure di mitigazione).

Oltre ad interventi urbanistici, nell'Agglomerato sono state realizzate numerose zone 30 ed aree pedonali, alcune delle quali già previste nel precedente Piano, altre aggiuntive.

Per quanto riguarda il Comune di Bologna si ritiene utile citare, pur a fronte del rispetto dei limiti di rumore per la sorgente aeroportuale, l'istituzione del "Gruppo tecnico per il rumore aeroportuale", cui partecipano i tecnici del Comune, Arpa, Ausl e AdB (Aeroporto di Bologna). Il Gruppo tecnico espleta le sue azioni in materia di analisi dei dati ambientali desunti dal sistema di monitoraggio, nonché di individuazione delle possibili soluzioni di miglioramento, portando all'attenzione della Commissione aeroportuale (commissione presieduta da Enac e competente in merito alla gestione del rumore aeroportuale) indicazioni e possibili strategie orientate alla riduzione dell'esposizione della popolazione al rumore aeroportuale.

4.2 Azioni previste dal Piano d'azione

Di seguito si illustrano le azioni previste dall'ultimo Piano d'azione.

4.2.1 COMUNE DI BOLOGNA

Strada SP65 della Futa. Nel Piano sono stati valutati i benefici derivanti dall'apertura della nuova strada che, andando ad intercettare una quota parte del traffico presente su via Toscana, garantirà un miglioramento del clima acustico per la popolazione residente lungo la viabilità storica.

Nuova Roveretolo. Nel Piano sono stati valutati i benefici indotti dalla realizzazione di tale strada, che dovrebbe portare alla diminuzione dei flussi di traffico su via Zanardi e pertanto ad un beneficio per i ricettori presenti lungo tale strada.

Filoviarizzazione della linea TPL. L'intervento in oggetto rientra nell'ambito di un progetto di più ampio respiro, legato alla filoviarizzazione delle linee portanti del trasporto pubblico locale (TPL). Nel presente caso, è stato valutato il beneficio acustico derivante dalla sostituzione degli attuali autobus circolanti lungo via Emilia Levante con i filobus che, in base ai dati rilevati in un



precedente studio, risultano essere significativamente meno rumorosi.

Riduzione del traffico veicolare in accesso al centro storico. Attualmente è in corso di predisposizione il PUMS che, pur non individuando ancora delle azioni specifiche di gestione del traffico veicolare o degli specifici interventi, si pone comunque l'obiettivo, al 2020, della riduzione del 20% di traffico veicolare nei centri abitati. Nel Piano d'azione è stato simulato il beneficio acustico derivante dall'obiettivo al 2020 del PUMS, le cui azioni saranno specificatamente individuate in quest'ultimo piano e nel nuovo PGTU del Comune di Bologna.

Rifacimento manto stradale via Marco Polo. Nel Piano è stato considerato il beneficio derivante dal rifacimento del manto stradale lungo via Marco Polo, nella tratta compresa tra viale Gagarin e via Beverara. Anche senza considerare l'utilizzo di asfalto fonoassorbente, il semplice rifacimento del manto stradale, andando ad eliminare le asperità che generano rumore, garantisce un beneficio acustico. Nel Piano è stato valutato un beneficio di 3 dBA, il cui valore sarà verificato in campo con delle misure acustiche ante e post-intervento.

4.2.2 COMUNE DI CALDERARA DI RENO

Nel Piano d'Azione sono state valutate delle specifiche azioni nella frazione di Longara, prevedendo: limite di velocità 30 Km/h dove non già prescritta, quindi su tutta la lunghezza di via Larga, dall'intersezione con via Longarola fino all'incrocio con via Valli e via Guardatello; inserimento di dossi rallentatori rialzati sugli attraversamenti pedonali e/o sugli incroci.

4.2.3 COMUNE DI CASTEL MAGGIORE

Nel Piano è stato valutato il beneficio derivante dell'apertura della Nuova Galliera, per la quale si prevede una riduzione del traffico veicolare pari al 25-30% sulla via Vancini e su viale della Costituzione e pari a circa il 15% sulla via Bondanello, con conseguente beneficio ambientale e acustico.

4.2.4 COMUNE DI CASALECCHIO DI RENO

Per Casalecchio di Reno è stata considerata la realizzazione della strada Nuova Porrettana, la cui entrata in esercizio andrà a scaricare il centro abitato di Casalecchio. Nel Piano d'azione è stato pertanto quantificato il beneficio derivante dalla redistribuzione dei flussi veicolari in riferimento ai due ambiti individuati sul territorio (via Calzavecchio, via Resistenza).

4.2.5 COMUNE DI SAN LAZZARO DI SAVENA

Per il Comune di San Lazzaro di Savena l'attenzione è stata posta sulle aree centrali del capoluogo, valutando diversi scenari che vedono rispettivamente: riduzione del 20% di traffico veicolare privato sulla via Emilia, riduzione del 40% di traffico veicolare privato sulla via Emilia; riduzione della velocità a 30 km/h su via della Repubblica.

5 I DATI ACQUISITI DA ALTRI ENTI/SOCIETÀ GESTORI DELLE INFRASTRUTTURE DI PUBBLICO TRASPORTO.

AIRIS riceverà informazioni e le elaborazioni redatte da parte dei gestori delle infrastrutture di



pubblico trasporto che erano tenuti a consegnare la Mappa Acustica delle infrastrutture di loro competenza alla scadenza del 31/01/2022. Si tratta dei gestori delle infrastrutture di trasporto che presentano le seguenti caratteristiche (art. 3 comma 2 del D.Lgs 194/2005):

- infrastrutture stradali con traffico superiore a 3.000.000 veicoli/anno e che ricadono entro gli agglomerati con popolazione superiore a 100.000 abitanti;
- infrastrutture ferroviarie che presentano il transito di più di 30.000 convogli all'anno, inclusi negli agglomerati con più di 100.000 abitanti;
- aeroporti civili o militari aperti al traffico civile in cui si svolgono più di 50.000 movimenti all'anno, intendendosi per movimento un'operazione di decollo o di atterraggio

I gestori delle infrastrutture di pubblico trasporto interessati sono di seguito elencati:

- Autostrade per L'Italia S.p.a. (ASPI)
- ANAS S.p.a.
- Rete Ferroviaria Italiana S.p.a.
- Marconi Express
- Aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna S.p.A.

I tratti stradali di pertinenza di AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A. che rientrano all'interno dell'Agglomerato di Bologna sono i seguenti:

- A1 Bologna Milano
- A13 Bologna Padova
- A14 Bologna Taranto

I tratti stradali di pertinenza di ANAS S.p.A. che rientrano all'interno dell'Agglomerato di Bologna sono i seguenti:

- Tangenziale

I tratti ferroviari di pertinenza di RFI S.p.a. che rientrano all'interno dell'Agglomerato di Bologna sono i seguenti:

- Linea Bologna-Venezia
- Linea Bologna-Milano
- Linea Bologna-Verona
- Linea Bologna-Firenze
- Linea Bologna-Ancona
- Linea Bologna-Pistoia

L'infrastruttura di pertinenza di Marconi Express che rientra all'interno dell'Agglomerato di Bologna è:

- collegamento Aeroporto G. Marconi- Stazione ferroviaria Bologna Centrale *People Mover*



ASPI, RFI e Aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna S.p.A. hanno consegnato la documentazione richiesta, mentre la mappa acustica del People Mover non è dovuta da parte del gestore; tale infrastruttura è stata pertanto simulata dagli scriventi nell'ambito della presente mappa dell'Agglomerato di Bologna.

6 MAPPATURA ACUSTICA

Secondo il D. Lgs. 194/05, le mappe sono elaborate attraverso l'uso di modelli di calcolo in grado di determinare i valori dei descrittori a lungo termine nei tre periodi di riferimento diurno, serale e notturno, tenendo conto degli effetti meteorologici e delle fluttuazioni dell'emissione acustica delle sorgenti nell'anno di osservazione.

Il processo di mappatura viene attuato secondo le diverse fasi fondamentali, schematicamente riportate di seguito:

- raccolta dei dati informativi e territoriali;
- utilizzo di dati di monitoraggio acustico ai fini della calibrazione del modello;
- predisposizione del sistema di calcolo per la stima dei livelli sonori;
- elaborazione delle mappature acustiche e della mappa acustica strategica;
- predisposizione dei risultati secondo i formati stabiliti dagli organi competenti.

6.1 Modello di simulazione acustica

La valutazione del clima acustico di porzioni di territorio estese e complesse, caratterizzate da una molteplicità di sorgenti, richiede l'utilizzo di un software di simulazione. L'adozione di un modello numerico previsionale è giustificata dall'impossibilità di effettuare un monitoraggio sperimentale del rumore presente in ampie regioni, essendo tale fenomeno caratterizzato da un'elevata variabilità nel tempo e nello spazio.

Lo studio per la realizzazione della MAS è stato svolto con l'ausilio integrato di un modello di simulazione acustica per ambienti esterni (software LimA versione 2022.01).

6.2 Dati in input

La mappatura acustica viene elaborata partendo dal modello territoriale costruito all'interno del software LIMA, già utilizzato nella stesura della precedente mappa acustica strategica (anno 2017). Il modello viene aggiornato con le informazioni (modifiche insediative e/o infrastrutturali) fornite dai 5 comuni dell'Agglomerato.



6.2.1 Dati territoriali

Ai fini delle elaborazioni modellistiche è necessaria l'acquisizione in forma vettoriale georeferenziata delle informazioni geometriche e morfologiche dell'area da mappare. Tali dati comprendono:

- andamento altimetrico del terreno;
- localizzazione e caratterizzazione morfologica delle sorgenti di rumore;
- localizzazione e caratterizzazione geometrica degli edifici (perimetro, altezza, forma);
- localizzazione e caratterizzazione dimensionale di ostacoli naturali o artificiali alla propagazione;
- distribuzione della popolazione negli edifici residenziali, intesa come numero di residenti per ogni edificio ad uso abitativo.

I 5 comuni facenti parte dell'agglomerato hanno fornito un aggiornamento di tali dati rispetto a quelli utilizzati nella precedente mappa acustica strategica del 2017, in particolare:

Comune di Bologna

dati forniti in formato shp files:

TIPO	NOME SHP
CIVICI	civici_res_aprile2021
EDIFICI	ctc_edifici
STRADE	Arcstra
FERROVIE	ctc_cigliferrov; ctc_ferrovie
QUOTE	ctc_pquotati; ctc_curvliv2; ctc_curvliv10
OSTACOLI	ctc_scarpate

Elaborazioni effettuate:

Sono stati assegnati sistemi di coordinate ed effettuata l'omogeneizzazione dei dati; confrontati con i dati della precedente mappatura acustica per evidenziare le differenze in termini di popolazione residente e numero di edifici.

Successivamente è stato utilizzato lo shp dei civici associato al numero di residenti ed è stato sistemato in termini di corrispondenza con l'edificio di destinazione: circa 20 civici su 31869 totali non hanno questa corrispondenza. Tramite elaborazioni spaziali è stato assegnato il numero di residenti al poligono del fabbricato. Tutti i fabbricati sono stati distinti in 3 tipologie:

- 1- Edifici_popolazione ossia quelli che presentano un numero di residenti >0
- 2- Edifici_lclassi ossia quelli che secondo la distinzione del campo "DEC_TIPO" sono evidenziati come "Edificio scolastico" e "Ospedale".
- 3- Edifici_altri, tutti i restanti fabbricati e dove la popolazione è =0



Comune di Calderara di Reno

dati forniti in formato shp files:

TIPO	NOME SHP
CIVICI	32632_SHP_Stradario_Civici_PT
EDIFICI	Fabbricati; Fab_Altezze
STRADE	32632_SHP_Stradario_Grafo_LI
FERROVIE	LineeFerroviarie
QUOTE	non è stato fornito alcun dato
OSTACOLI	non è stato fornito alcun dato

Elaborazioni effettuate:

Sono stati omogeneizzati i dati e ordinati secondo lo stesso sistema di coordinate di Bologna; confrontati con i dati della precedente mappatura acustica per evidenziare le differenze in termini di popolazione residente e numero di edifici.

Il lavoro si è poi spostato sulla corretta georeferenziazione dei civici in quanto è stato fornito un elenco xls non geografico di indirizzi con popolazione. Si è proceduto quindi con il corretto match tra lo shp dei civici del DBTR e l'xls sopra descritto; anche qui l'omogeneizzazione del dato è stata necessaria per il join completo dei civici. Successivamente, lo shp dei civici così creato, è stato associato al corrispondente edificio di destinazione. Lo shp degli edifici utilizzato è "Fab_Altezze" che presenta al suo interno informazione sulle altezze del fabbricato. Molti dei civici non intersecavano direttamente i fabbricati e quindi sono stati spostati manualmente al fine di associare tutta la popolazione ai poligoni degli edifici.

Tramite elaborazioni spaziali è stato assegnato il numero di residenti al poligono del fabbricato. Tutti i fabbricati sono stati distinti in 3 tipologie:

- 1- Edifici_popolazione ossia quelli che presentano un numero di residenti >0
- 2- Edifici_lclassi determinati secondo la precedente mappatura acustica
- 3- Edifici_altri, tutti i restanti fabbricati e dove la popolazione è =0

Comune di San Lazzaro di Savena

dati forniti in formato shp files:

TIPO	SHP
CIVICI	CIVICI_ANAGRAFE_13_DICEMBRE_2021
EDIFICI	EDIFICI
STRADE	STRADE
FERROVIE	non è stato fornito alcun dato
QUOTE	non è stato fornito alcun dato
OSTACOLI	non è stato fornito alcun dato



I Comuni di Casalecchio di Reno e Castel Maggiore non hanno fornito aggiornamenti sui dati territoriali rispetto alla precedente mappatura.

6.2.2 Le sorgenti acustiche

Ulteriore elemento indispensabile ai fini dell'elaborazione delle mappe acustiche è:

- localizzazione e caratterizzazione dimensionale delle sorgenti di rumore.

Vengono descritte di seguito le modalità di acquisizione ed il formato dei dati utilizzati per la caratterizzazione delle diverse sorgenti all'interno del modello di simulazione acustica.

6.2.2.1 Sorgenti stradali

6.2.2.1.1 Sorgenti stradali non principali

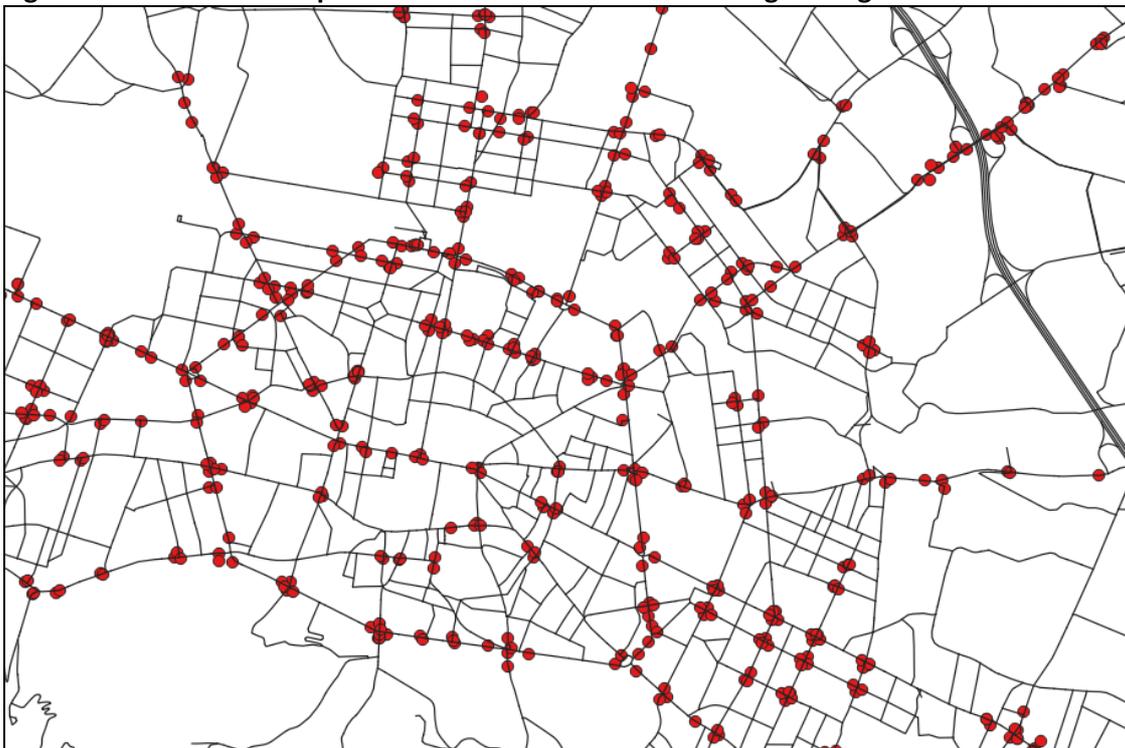
I flussi di traffico da utilizzare per l'aggiornamento della mappa acustica, così come da indicazioni del Ministero della Transizione Ecologica Direzione Generale per la Crescita Sostenibile e la Qualità dello Sviluppo - divisione IV – Qualità dello Sviluppo, devono essere riferiti all'anno 2021, pur tenendo conto della situazione anomala caratterizzata dall'emergenza sanitaria dovuta alla diffusione del Covid-19 che ha imposto, per gran parte dell'anno, l'adozione di stringenti misure di contenimento agli spostamenti sul territorio.

Al fine di utilizzare uno scenario di traffico più possibile aderente alle condizioni al 2021, alla luce delle difficoltà che questa operazione comporta, è stato considerato come scenario di base lo Scenario Attuale del PUMS della Città metropolitana di Bologna, relativo all'anno 2019, attualizzandolo sulla base dei dati di traffico derivanti da rilievi disponibili. Per quanto riguarda Bologna, si è fatto riferimento ai dati rilevati dalle spire semaforiche presenti su tutto il territorio del comune di Bologna, calcolando dei coefficienti di modificazione, ottenuti dal confronto dei dati relativi agli anni 2019 e 2021.

I coefficienti così ottenuti hanno permesso di aggiornare i flussi veicolari nei periodi diurno e notturno, al fine di rappresentare al meglio le condizioni attuali di deflusso sulla rete.



Fig. 6.1 – Confronto dati spire semaforiche del comune di Bologna tra gli anni 2019 e 2021



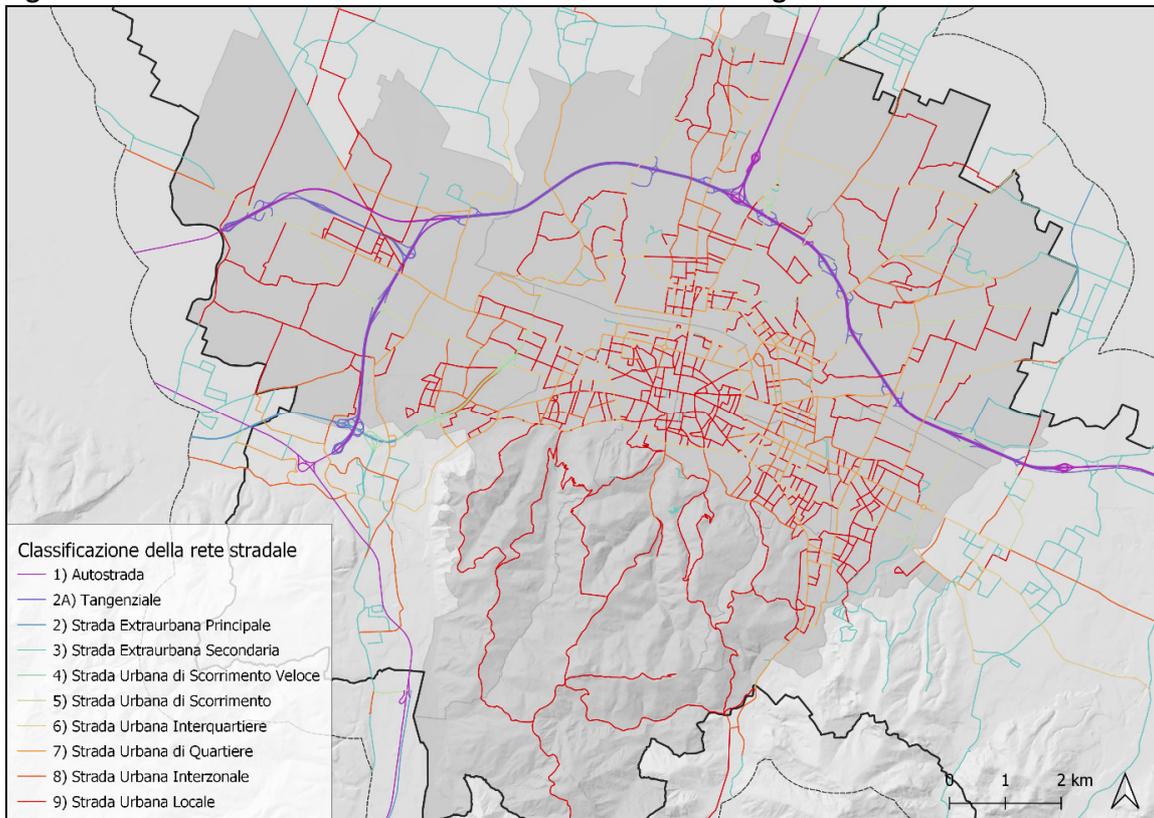
Tab. 6.1 – Coefficienti di variazione per tipologia di strada nel Comune di Bologna

Tipo Strada	24 ore	DIURNO	NOTTURNO
3 (Strada Extraurbana Secondaria)	3%	4%	-8%
5 (Strada Urbana di Scorrimento)	-7%	-6%	-16%
6 (Strada Urbana Interquartiere)	-6%	-5%	-18%
7 (Strada Urbana di Quartiere)	-7%	-6%	-19%
8 (Strada Urbana Interzonale)	-8%	-7%	-17%
9 (Strada Urbana Locale)	-8%	-7%	-17%
Media	-7%	-6%	-18%

La seguente immagine presenta la classificazione della rete stradale di Bologna, dove sono visibili le diverse categorie:



Fig. 6.2 – Classificazione della rete stradale nel Comune di Bologna



Una simile analisi è stata effettuata per i Comuni dell'Agglomerato che hanno a disposizione dati utili per un confronto: Casalecchio di Reno e S. Lazzaro di Savena.

Per il Comune di Casalecchio sono stati utilizzati rilievi di traffico effettuati su alcune sezioni urbane nei mesi di Gennaio/Aprile/Maggio 2018 e confrontati con analoghe sezioni rilevate nei mesi di febbraio e ottobre 2021. I risultati di tale analisi hanno mostrato un andamento molto simile a quello ottenuto per Bologna, con ovvie fluttuazioni maggiori dovute al numero di sezioni di confronto molto inferiore.

Per il Comune di S. Lazzaro sono stati utilizzati rilievi effettuati in occasione della redazione del PUMS metropolitano nel maggio 2018, messi a confronto con una serie di rilievi di traffico effettuati in ottobre 2021. Anche il confronto dei rilievi di traffico di San Lazzaro non contraddice i trend evidenziati per Bologna.

Le tabelle seguenti mostrano il risultato di tali confronti.

Tab. 6.2 – Coefficienti di variazione per tipologia di strada nel Comune di Casalecchio di Reno

Tipo Strada	24 ore	DIURNO	NOTTURNO
3 (Strada Extraurbana Secondaria)	5%	14%	-65%
8 (Strada Urbana Interzonale)	-6%	-6%	-22%



Tipo Strada	24 ore	DIURNO	NOTTURNO
Media	-4%	-1%	-36%

Tab. 6.3 – Coefficienti di variazione per tipologia di strada nel Comune di S. Lazzaro di Savena

Tipo Strada	24 ore	DIURNO	NOTTURNO
5 (Strada Urbana di Scorrimento)	-5%	-2%	-40%
6 (Strada Urbana Interquartiere)	1%	7%	-49%
Media	-2%	3%	-45%

Alla luce delle analisi effettuate, si è deciso di procedere utilizzando i seguenti coefficienti per aggiornare lo scenario metropolitano PUMS 2019:

Bologna:

- periodo diurno: viste le variazioni poco significative in termini acustici lasciamo invariato lo scenario PUMS 2018
- periodo notturno: per ogni categoria sono state applicate le riduzioni riportate in tabella 5.1

Tutti gli altri Comuni

- periodo diurno, come per Bologna, lasciamo invariato lo scenario PUMS 2018
- periodo notturno: Categoria 3 -50%, Categoria 5 e Categoria 6 -40%, Categoria 8-20%.

6.2.2.1.2 Sorgenti stradali principali di pertinenza ANAS S.p.A. e AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A

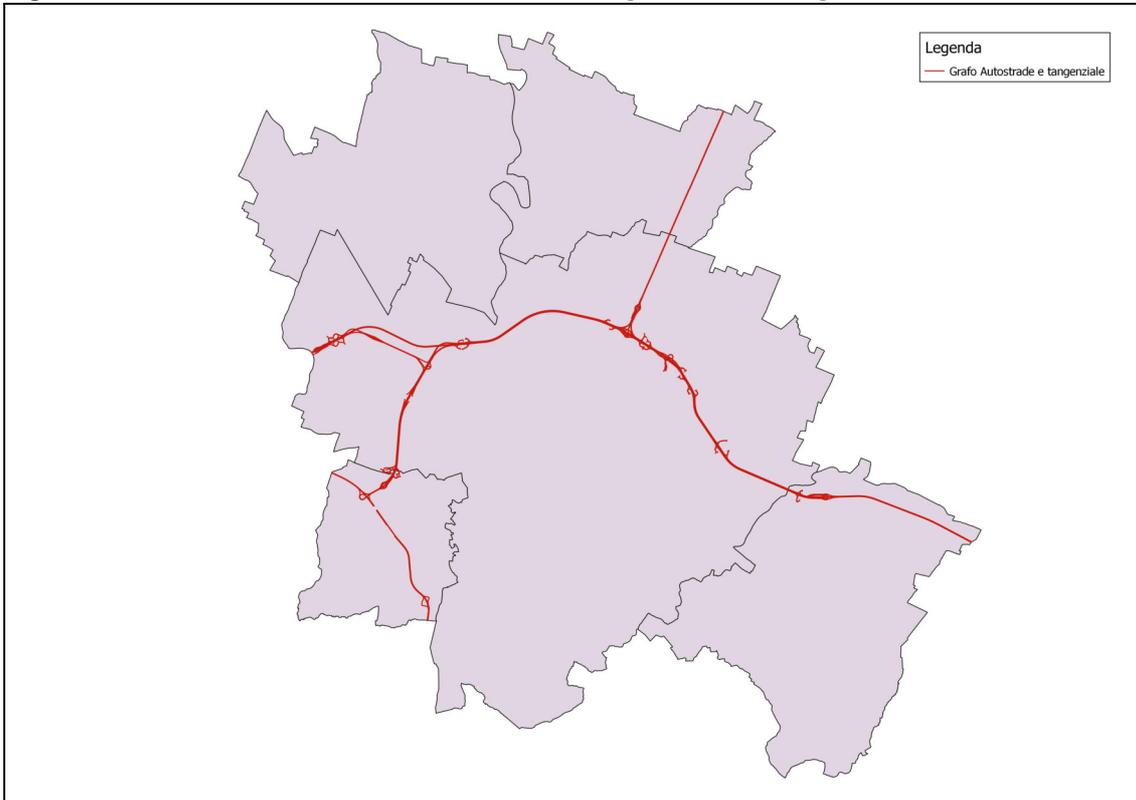
Nel territorio dell'agglomerato di Bologna ricadono importanti infrastrutture stradali di pertinenza ANAS (tangenziale di Bologna) e Autostrade per l'Italia (autostrade A1-A13-A14).

Nonostante il modello messo a disposizione dal Settore Mobilità del Comune di Bologna contenesse al suo interno il grafo di rete delle autostrade e della tangenziale, con i relativi volumi di traffico ad essi associati, per coerenza con la mappa acustica fornita dal gestore Autostrade per l'Italia si è scelto di far riferimento ai flussi veicolari utilizzati da tale società. La società Autostrade per l'Italia S.p.A. ha fornito dei dati di traffico sia per le autostrade che per gli archi della tangenziale di Bologna (ANAS fa riferimento a tali dati per la mappatura della Tangenziale di propria competenza), riferiti ai tre periodi definiti dalla normativa (diurno, serale e notturno) per diverse tipologie di veicoli. I dati sono stati successivamente elaborati mediante strumenti GIS con i quali è stato possibile aggregarli e distinguerli in funzione della classificazione veicolare in leggeri e pesanti. Contestualmente ai volumi di traffico veicolare per ogni arco della rete, è stata fornita anche la velocità media sul periodo di riferimento per ogni tipologia di veicolo.



L'immagine che segue presenta il grafo di rete per le sole autostrade e la tangenziale di Bologna, nell'area d'indagine, tale grafo è stato successivamente il dato di input per l'elaborazione acustica.

Fig. 6.3 – Grafo di rete delle autostrade e della tangenziale di Bologna



6.2.2.2 Altre caratteristiche degli archi stradali

Per eseguire la simulazione dei livelli acustici prodotti dal traffico veicolare è necessario caratterizzare la sorgente stradale, oltre che con il dato di flusso, anche con la velocità media dei veicoli circolanti e altre caratteristiche che possono avere influenza sull'emissione del rumore.

Per quanto riguarda la velocità, non disponendo di dati più completi, sui singoli archi è stata assunta la velocità fornita dal modello di traffico.

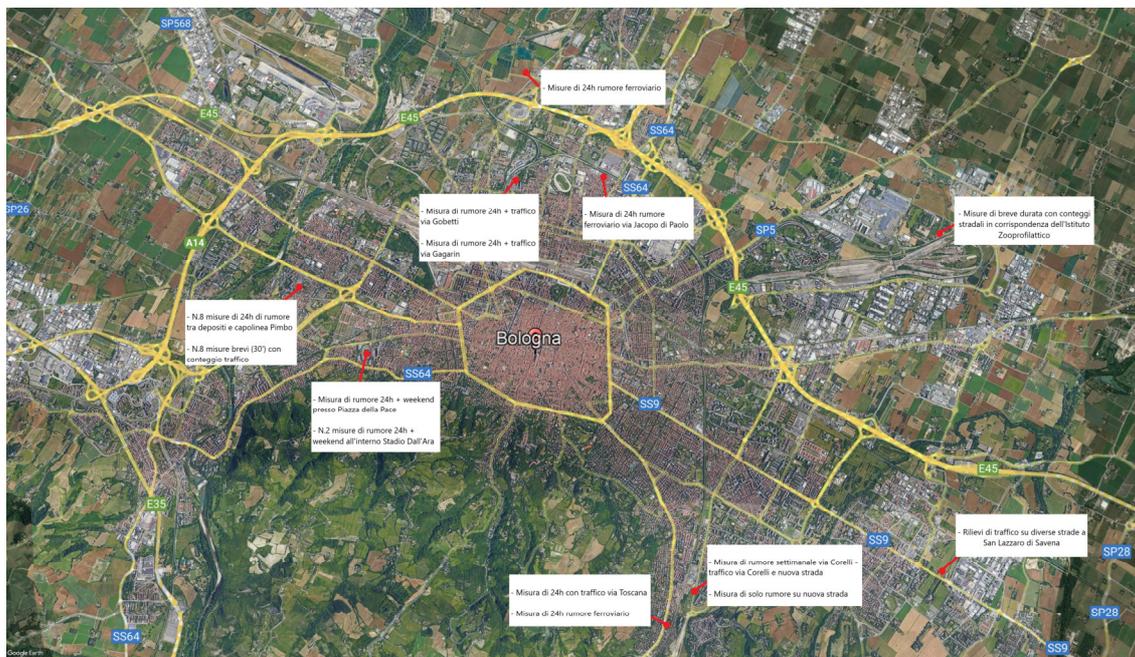
6.2.2.3 Taratura del modello

La calibrazione si basa sul confronto fra i livelli misurati e quelli ottenuti dal programma di calcolo dopo l'implementazione dei vari dati di input e delle informazioni necessarie per la modellazione dell'area oggetto di studio; il modello ottenuto può, dunque, essere considerato rappresentativo se i valori si discostano da quelli misurati di una quantità considerata



ragionevolmente minima.

Ai fini della taratura del modello previsionale, per le sorgenti stradali sono stati utilizzati una serie di recenti monitoraggi acustici e di traffico già effettuati da AIRIS unitamente a quelli forniti dalle Amministrazioni comunali. La figura seguente riporta i rilievi effettuati da Airis nel territorio comunale di Bologna.



La tabella seguente riporta i rilievi forniti dai Comuni di Casalecchio di Reno e Castelmaggiore. Gli altri Comuni non hanno fornito dati di monitoraggio acustico sul loro territorio o i dati forniti non sono stati ritenuti idonei per una corretta taratura del modello di simulazione.

COMUNE	DATI	TIPOLOGIA DATI	PUNTI DI MISURA	RILIEVO
Casalecchio di Reno	Lotto tra via Garibaldi, via Cavour e via Mameli 2018	Impatto e clima dato da realizzazione edificio residenziale, commerciale e terziario	Punto a sud del lotto di progetto + incrocio via Cavour - via Garibaldi	N.2 misure di 24h di rumore + n.3 misure brevi di traffico (30') di cui una caratterizzante il parcheggio tra via Cavour e via Mameli
Castel Maggiore	Variante di PP comparto 4M Sub5 2019	DPCA	Monitoraggio viale Europa + Nuova Galliera	N.2 misure di 48h +conteggio traffico
	Variante di PP comparto 4M Sub 2 e 3 2020	DOIMA	Monitoraggio viale Europa AIRIS Monitoraggio Nuova Galliera Città Metropolitana	N.1 misura 24h (2020) + misura spot (2019) N.1 misura settimanale + n.1 24h



COMUNE	DATI	TIPOLOGIA DATI	PUNTI DI MISURA	RILIEVO
			Affaccio residenziale Villa Zarri	N.1 misura di 24h
	Comparto di PRG 8 Trebbo di Reno	DPCA	Lotto di progetto + punti su via Guevara	N. 1 misura di 24h + traffico ; N.8 misure brevi + traffico
	PP via Lione - Berlinguer	DPCA	Monitoraggio Nuova Galliera Città Metropolitana	N.3 misure di rumore settimana Nuova Galliera
			Monitoraggio area di intervento	N.1 misura di 24h + N.4 misure di breve durata tutte con conteggio traffico
	Variante PP Comparto 6 del PRG	DPCA	Affaccio via Matteotti + misure spot	N.1 misura di 72h rumore stradale + N.1 misura di 72h rumore ferroviario + N.7 misure di breve durata

Una volta ricostruita tridimensionalmente la morfologia dell'area in esame, è stata effettuata una sorta di calibrazione del modello così costruito all'interno del software LIMA su una serie di rilievi acustici e contemporanei conteggi di traffico.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati di tale operazione.

Tab. 6.4 - Taratura del modello di simulazione – Bologna

Sorgente	Indirizzo	Anno	Rilievi		Modello		Differenza	
			Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N
strada	Fiorini 5	2021	53,6	-	52,75	47,70	-0,8	-
strada	Santa Caterina	2021	69,6	-	69,01	62,22	-0,6	-
strada	Laghetti di Corticella	2021	56,3	-	57,22	50,75	0,9	-
strada	Arcoveggio	2021	62,0	-	61,88	53,07	-0,1	-
strada	Della Casa Buia 1	2021	52,4	-	53,34	47,50	0,9	-
strada	Capolinea Rosa Luxemburg	2021	52,4	-	52,80	51,75	0,4	-
strada	Piazzale Rosa Luxemburg	2021	51,2	-	51,63	48,89	0,4	-
strada	Della Volta 19	2021	53,3	-	53,64	48,55	0,3	-
strada	Piazzale Bertalia	2021	66,4	-	66,03	57,05	-0,4	-
strada	Di Bertalia	2021	59,2	-	60,02	54,44	0,8	-
strada	Porrettana	2021	61,4	-	62,32	53,71	0,9	-
strada	Deposito Due Madonne	2021	55,8	-	55,81	51,37	0,0	-
strada	Carlo Marx 25	2021	61,1	-	61,34	53,40	0,2	-
strada	Deposito Battindarno	2021	58,4	-	58,72	52,07	0,3	-



Sorgente	Indirizzo	Anno	Rilievi		Modello		Differenza	
			Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N
strada	Battindarno 314	2021	68,4	-	68,04	60,28	-0,4	-
strada	Quirino di Marzio	2021	54,7	-	54,91	49,19	0,2	-
strada	Toscana 136	2021	67,8	62,7	67,23	62,11	-0,6	-0,6
strada	Andrea Costa 155	2017	71,4	64,4	70,49	64,03	-0,9	-0,4
strada	De Coubertin	2017	59,6	54,2	59,42	53,82	-0,2	-0,4
strada	Andrea Costa 202	2017	68,1	61,2	68,03	61,14	-0,1	-0,1
strada	Emilia Ponente	2017	64,8	-	65,51	54,98	0,7	-
strada	Pertini	2017	69,3	-	69,88	63,20	0,6	-
strada	Emilia Ponente	2017	64,9	-	66,20	57,96	1,3	-
strada	Irma Bandiera 5	2017	63,3	-	64,33	52,70	1,0	-
strada	XXI Aprile 26	2017	63,3	-	63,29	54,85	0,0	-
strada	Saragozza 21	2017	65,1	-	64,51	58,15	-0,6	-
strada	Nino Bixio 4	2017	63,4	-	64,54	52,71	1,1	-
strada	Dello Sport piazzale	2017	57,4	-	58,22	44,48	0,8	-
strada	Della Barca 20	2017	65,6	-	66,12	54,76	0,5	-
strada	Porrettana	2017	74,8	-	73,57	58,61	-1,2	-

Tab. 6.5 - Taratura del modello di simulazione –Casalecchio di Reno

Sorgente	Indirizzo	Anno	Rilievi		Modello		Differenza	
			Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N
strada	Mameli	2018	50,5	42,5	50,12	42,89	-0,4	0,4
strada	Cavour/Garibaldi	2018	57,9	50,6	57,14	49,77	-0,8	-0,8

Tab. 6.6 - Taratura del modello di simulazione –Castelmaggiore

Sorgente	Indirizzo	Anno	Rilievi		Modello		Differenza	
			Leq D	Leq N	Leq D	Leq N	Leq D	Leq N
strada	Lame	2017	60,4	-	61,69	52,12	1,3	-
strada	Torres	2017	55,8	-	55,22	52,83	-0,6	-
strada	Guevara	2017	51,5	-	50,61	48,20	-0,9	-
strada	Torres	2017	53,3	-	53,03	52,79	-0,3	-
strada	San Pierino	2021	56,8	-	56,47	53,23	-0,3	-
strada	Matteotti	2021	68,6	-	69,54	59,46	0,9	-
strada	Matteotti	2021	61,7	-	61,92	53,33	0,2	-



RFI ha fornito al Comune di Bologna le mappe acustiche calcolate ai sensi del D. Lgs. 194/05 per l'Agglomerato, che non contengono però la mappatura dello Scalo Merci San Donato.

AIRIS ha pertanto acquisito dal gestore i dati della mappa acustica ferroviaria, li ha convertiti in un formato leggibile dal software di simulazione acustica LIMA, e li ha utilizzati per le statistiche sulla popolazione esposta e per ottenere le mappe globali (somma di tutte le sorgenti).

6.2.2.4.1 Scalo merci ferroviario San Donato

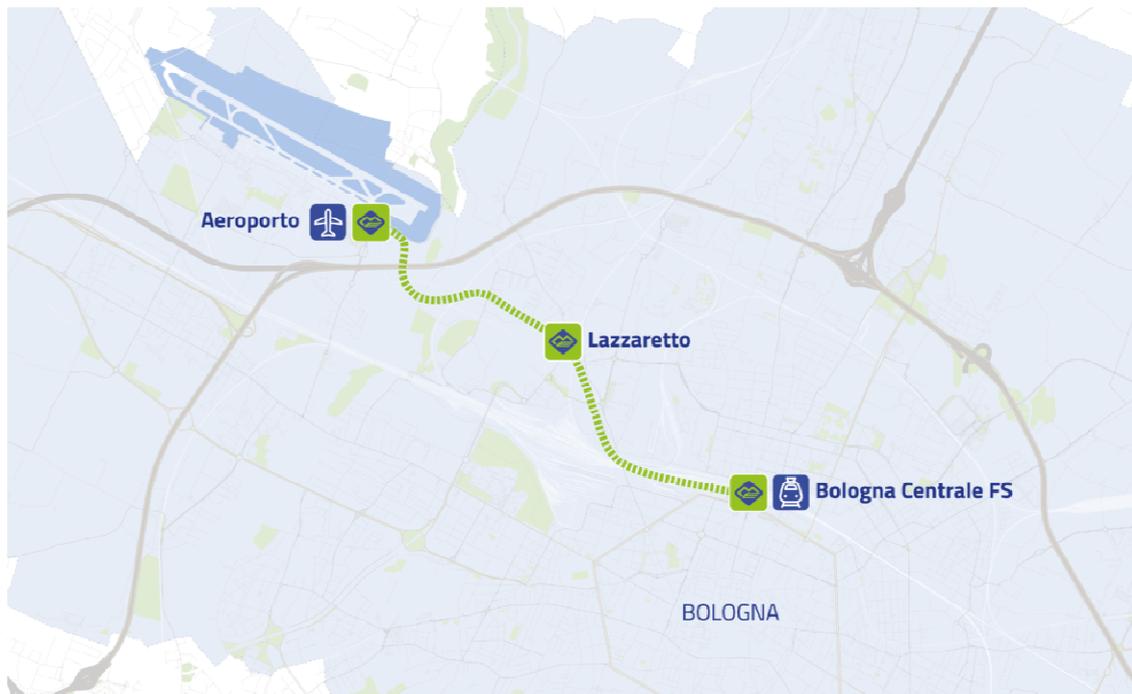
Si tratta di una sorgente sonora estesa su di una vasta area compresa nel territorio del Comune di Bologna e in passato certamente disturbante, tant'è vero che fu oggetto di lamentele ed esposti da parte di alcuni cittadini. La sorgente in oggetto si configura come infrastruttura ferroviaria ai sensi del D.P.R. 459/98 ed è di primaria importanza, e dunque va inclusa nella mappatura delle sorgenti ferroviarie e nella mappa acustica strategica dell'agglomerato. L'attività di ricomposizione dei convogli che veniva svolta all'interno dello scalo merci era però, in effetti, assimilabile a quella di un sito industriale: tale attività risulta però attualmente dismessa, mentre rimane il passaggio di alcuni convogli sulla linea ferroviaria che scorre a margine dell'area dello scalo merci. Tuttavia, RFI non ha fornito dati relativi alla mappa acustica di tale sorgente, anzi, lo scalo merci è stato escluso dalla mappa presentata da RFI. Pertanto, in accordo con i tecnici del Comune di Bologna, si è convenuto di procedere ad una ricostruzione delle emissioni sonore dello scalo merci relativamente al solo transito di convogli sulla linea a margine dell'area, sulla base dei dati rilevati da ARPA in occasione degli interventi a seguito degli esposti sopra citati e da una valutazione di clima acustico a suo tempo presentata al Comune di Bologna.

La sorgente relativa allo scalo merci ferroviario non ha subito modifiche rispetto a quanto già valutato nella precedente mappa acustica del 2017, pertanto le elaborazioni sono state fatte assumendo i medesimi dati emissivi.

6.2.2.4.2 People Mover

Il "People Mover" è un sistema di trasporto rapido di massa a guida vincolata che permette di raggiungere in pochi minuti la stazione di Bologna dall'Aeroporto "Guglielmo Marconi".





Il People Mover è stato schematizzato nel software come sorgente ferroviaria e tarato in base a una serie di rilievi effettuati da ARPAE e dal concessionario.

Il numero di passaggi del People Mover è stato dedotto dal programma di esercizio 2021 messo a disposizione dalla società TPER (Trasporto Passeggeri Emilia Romagna), prendendo a riferimento lo scenario maggiormente critico, relativo alle settimane di alta stagione ed alle fasce orarie di maggiore frequenza, pari a 6 passaggi/ora nel periodo diurno, 4 passaggi/ora nel periodo serale ed in quello notturno.

Non sono stati ritenuti idonei per una corretta taratura del modello di simulazione i dati in cui non fossero chiaramente distinguibili il contributo sonoro del solo People Mover, la posizione del punto di rilievo o il numero di passaggi.

La tabella seguente mostra il risultato di tale operazione.

Tab. 6.7 - Taratura del modello di simulazione

Sorgente	Localizzazione postazione misura	Anno	Rilievi	Modello	Differenza
			Leq D	Leq D	Leq D
People mover	Bertalia 10	2019	39,0	38,47	-0,5
People mover	Terracini 31	2019	41,0	42,14	1,1
People mover	Dei Carracci 2/5	2019	54,0	54,04	0,0



6.3 STESURA DELLE MAPPE E SINTESI DEI RISULTATI

Secondo il D. Lgs. 194/05, le mappe sono elaborate attraverso l'uso di modelli di calcolo in grado di determinare i valori dei descrittori a lungo termine nei tre periodi di riferimento diurno, serale e notturno, tenendo conto degli effetti meteorologici e delle fluttuazioni dell'emissione acustica delle sorgenti nell'anno di osservazione.

Gli Stati Membri che non dispongono di metodi nazionali di calcolo da adattare alle specifiche della Direttiva Europea 2002/49/CE, sono tenuti ad eseguire le mappe acustiche utilizzando i modelli di calcolo ad interim in essa raccomandati. È questo il caso dell'Italia.

Tramite il software LIMA ed i metodi di calcolo in esso implementati, è stato effettuato il calcolo del contributo acustico delle diverse tipologie di sorgente.

Sono stati utilizzati gli algoritmi di calcolo raccomandati dalla Comunità Europea, con riferimento alla Direttiva 2015/996/UE del 19 maggio 2015 (2), che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della Direttiva 2002/49/CE (1) del Parlamento Europeo e del Consiglio, il cui utilizzo per le elaborazioni delle mappature acustiche è obbligatorio dal 1° gennaio 2020. Le simulazioni acustiche sono pertanto effettuate utilizzando i metodi comuni per la valutazione del rumore nell'Unione Europea (standard di calcolo "CNOSSOS-EU").

Il modello di simulazione acustica impiegato consente di effettuare la stima dei livelli di rumore con differenti modalità.

Per rispondere all'esigenza di ottenere le tipologie di risultati richieste dalla normativa, sono state utilizzate due modalità di calcolo, che presentano differenze riconducibili ai criteri di posizionamento dei recettori:

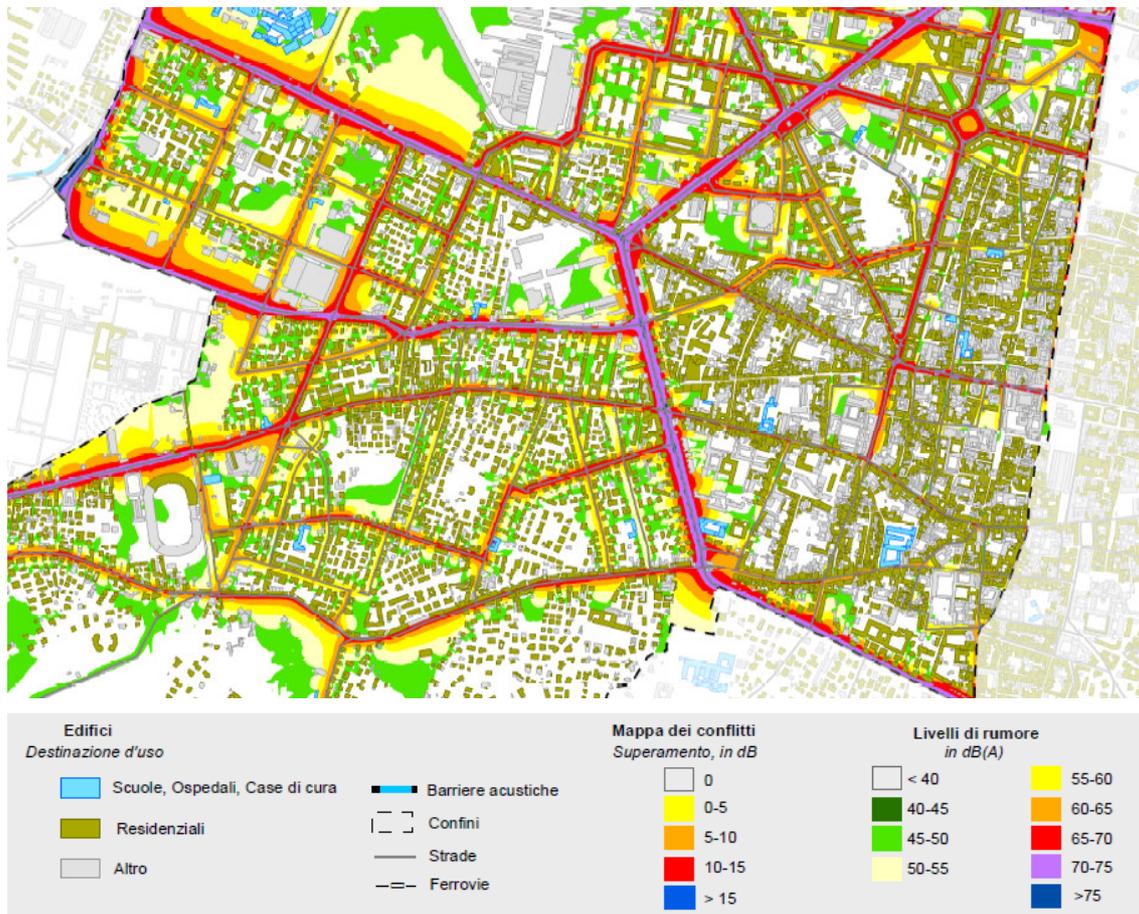
1. Griglia di calcolo. I ricettori sono posizionati in corrispondenza dei punti di intersezione di una griglia a maglia quadrata di cui l'utente può definire passo e altezza dal suolo. Le griglie di calcolo utilizzate per la MAS dell'Agglomerato di Bologna sono state definite con un passo pari a 10 m e con un'altezza dal suolo pari a 4 m.
2. Livelli acustici in facciata. I ricettori sono posizionati lungo le facciate degli edifici. I parametri che definiscono la loro localizzazione nello spazio sono: l'altezza dal suolo (posta pari a 4 m), la distanza dalla facciata (1 m) e la distanza minima tra un recettore e quello successivo sul piano orizzontale (5 m). In questa tipologia di calcolo non viene considerato il contributo della riflessione proveniente dalla facciata retrostante.

6.3.1 Mappe di rumore

I risultati dei calcoli effettuati nella modalità "griglia di calcolo", oltre alla rappresentazione grafica in pdf mediante aree rappresentative delle fasce di intervalli di L_{den} e L_{night} , sono stati esportati al fine di fornire i risultati nel formato richiesto dalle linee guida "Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005)" predisposte dal MiTE nel marzo 2022.



Fig. 6.4 – Estratto della rappresentazione grafica della mappa acustica a 4m



6.3.2 Mappa acustica strategica

La mappa acustica strategica è stata ottenuta sommando all'interno del software LIMA i contributi delle seguenti sorgenti:

- Sorgenti stradali (non principali e principali di pertinenza di AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.p.A./ANAS - A1-A13-D23-tangenziale)
- Sorgenti ferroviarie di pertinenza RFI (linee BO-VE, BO-MI, BO-VR, BO-FI, BO-AN, BO-PT scalo merci ferroviario San Donato)
- Sorgente ferroviaria di pertinenza Marconi Express (collegamento stazione-aeroporto People Mover)
- Sorgenti aeroportuali (Aeroporto G. Marconi)

Si riportano di seguito le mappe del rumore complessivo sull'intero agglomerato.



Fig. 6.5 – Mappa strategica dell'Agglomerato (OverallSources) indicatore Lden

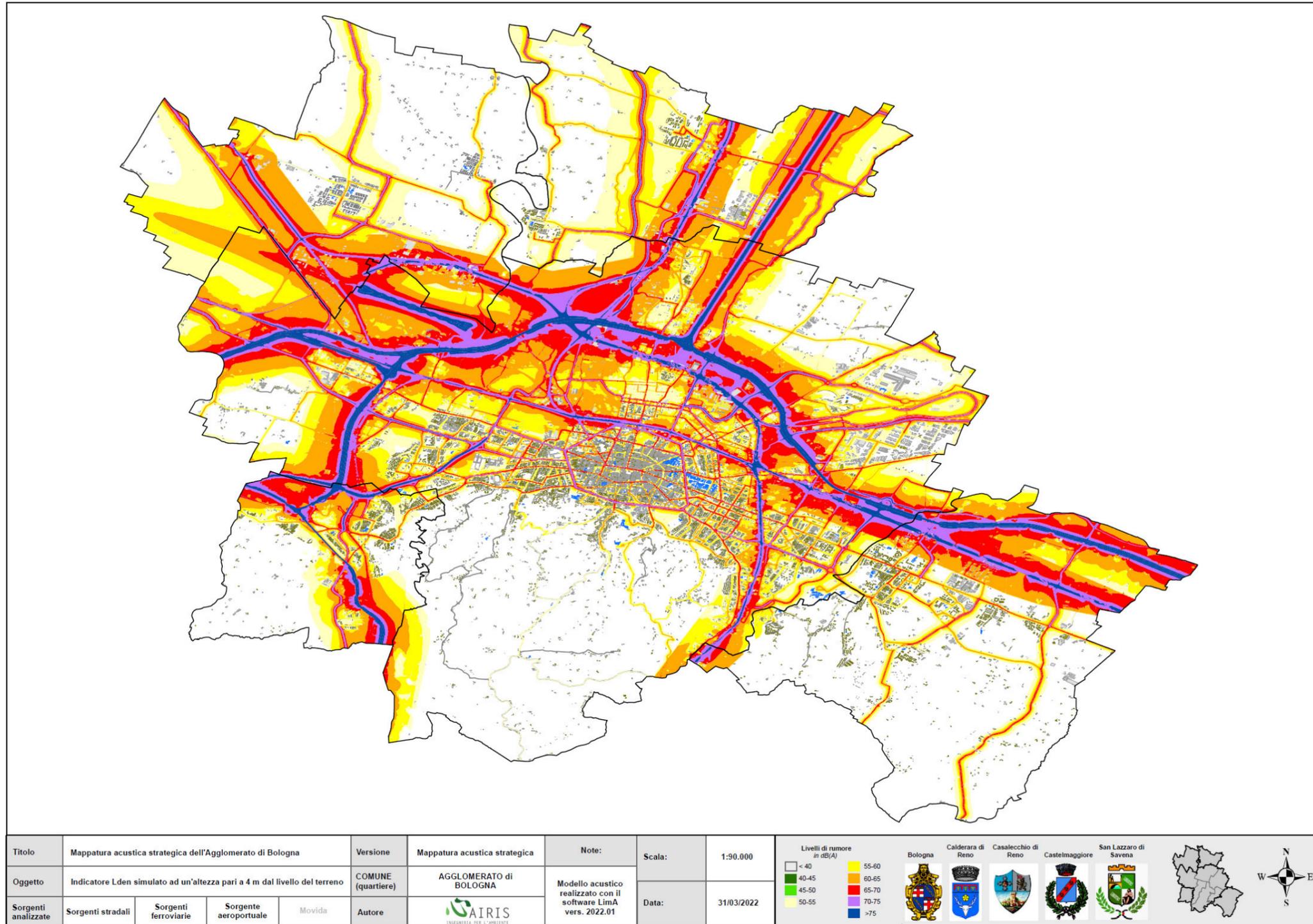
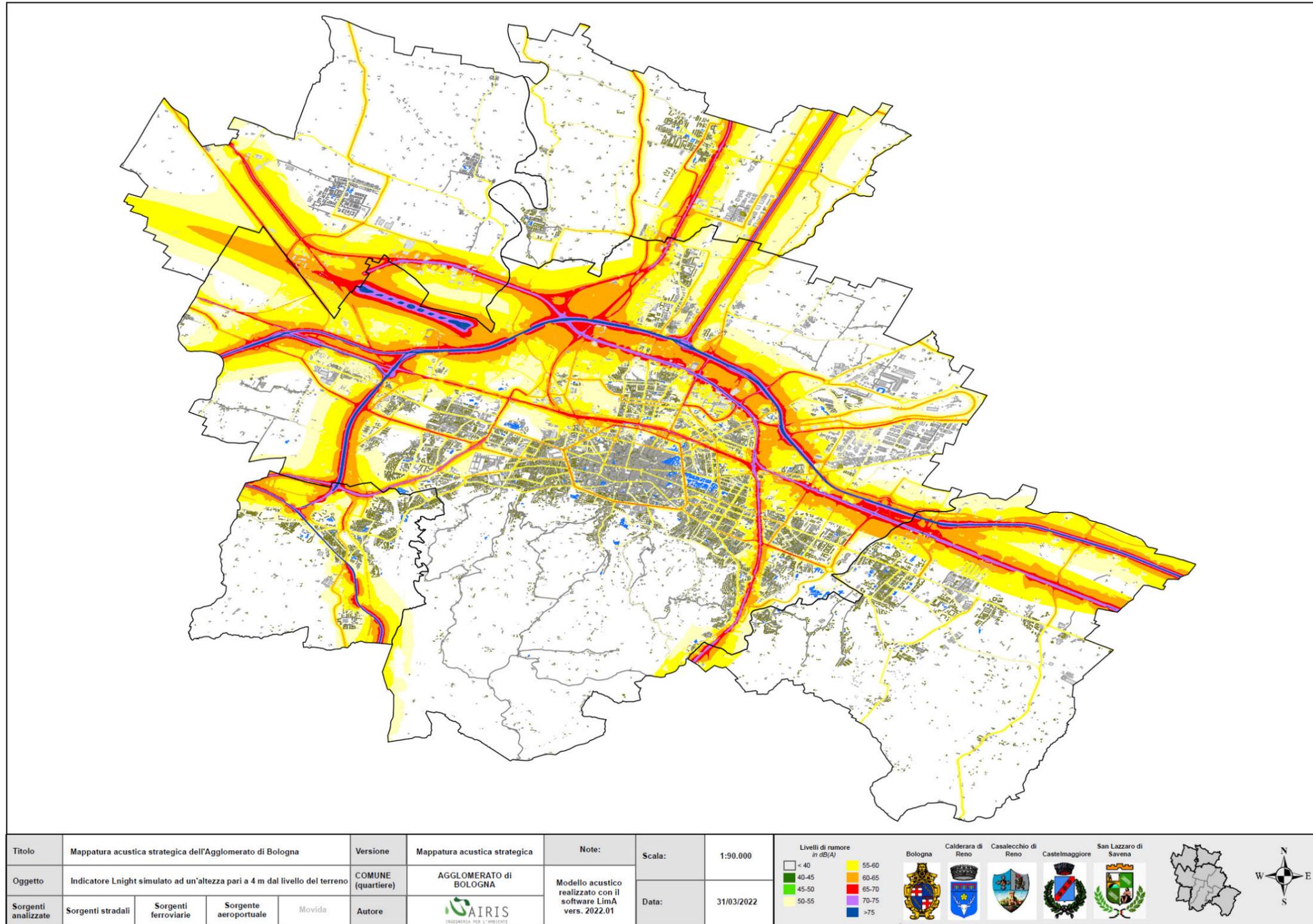


Fig. 6.6 – Mappa strategica dell'Agglomerato (OverallSources) indicatore Lnight



6.3.1 Mappe di esposizione

La modalità di calcolo “livelli acustici in facciata” è stata eseguita con lo scopo di stimare la popolazione esposta a determinati valori degli indicatori L_{den} e L_{night} : per questo motivo i ricettori sono stati posizionati esclusivamente in corrispondenza degli edifici residenziali.

La stima della popolazione esposta ai differenti valori di L_{den} e L_{night} è avvenuta sulla base dei valori massimi stimati in corrispondenza degli edifici utilizzando una specifica funzione implementata nel software di calcolo (Circulating points). Per usufruire di tale funzione è stato necessario associare ad ogni edificio residenziale la popolazione residente. Il calcolo è quindi avvenuto su una serie di ricettori puntuali distribuiti su tutte le facciate degli edifici a cui è associata popolazione, con passo massimo di 5m, altezza 4m e distanza dalla facciata 1m. Il software calcola automaticamente ed assegna ad ogni edificio il valore massimo fra tutti quelli calcolati sui ricettori posti sulle varie facciate, sia in termini di L_{den} che di L_{night} .

Tab. 6.8 – Popolazione esposta a livelli di L_{den} e L_{night} derivanti dalle sorgenti stradali per l'agglomerato di Bologna

Lden		RESIDENTI
50	55	65629
55	60	50348
60	65	33546
65	70	17560
70	75	2331
>75		89

Lnight		RESIDENTI
50	55	37234
55	60	22641
60	65	4725
65	70	236
70	75	5
>75		0

Tab. 6.9 – Popolazione esposta a livelli di L_{den} e L_{night} derivanti dalle sorgenti ferroviarie per l'agglomerato di Bologna

Lden		RESIDENTI
50	55	34856
55	60	37213
60	65	24874
65	70	9581
70	75	3538
>75		157

Lnight		RESIDENTI
50	55	24031
55	60	19978
60	65	7114
65	70	2366
70	75	120
>75		0

Tab. 6.10 – Popolazione esposta a livelli di L_{den} e L_{night} derivanti dalla sorgente aeroportuale per l'agglomerato di Bologna

Lden		RESIDENTI
50	55	23020
55	60	7343
60	65	1677
65	70	189
70	75	0
>75		0

0

Lnight		RESIDENTI
50	55	8483
55	60	2364
60	65	364
65	70	26
70	75	0
>75		0



Tab. 6.11 – Popolazione esposta a livelli di L_{den} e L_{night} derivanti dalla totalità delle sorgenti (stradali, ferroviarie, aeroportuale) per l'agglomerato di Bologna

Lden		RESIDENTI	534	Lnight		RESIDENTI
50	55	76770		50	55	57088
55	60	72703	55	60	46925	
60	65	58782	60	65	14481	
65	70	31939	65	70	2878	
70	75	6005	70	75	268	
>75		0	>75	>75	0	

In allegato le tabelle complete riportanti la popolazione esposta alle diverse sorgenti per le diverse zone dell'Agglomerato analizzate.

7 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Disposizioni legislative nazionali

- [1] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 marzo 1991, Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno (G.U.R.I. n. 57 del 8/3/1991).
- [2] Legge 26 ottobre 1995, n. 447, Legge quadro sull'inquinamento acustico (Suppl. Ord. n. 125 alla G.U.R.I. n. 254 del 30/10/1995).
- [3] Decreto Ministeriale 31 ottobre 1997, Metodologia di misura del rumore aeroportuale (G.U.R.I. n. 267 del 15/11/1997).
- [4] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore (G.U.R.I. n. 280 del 1/12/1997).
- [5] Decreto Ministeriale 16 marzo 1998, Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U.R.I. n. 76 del 1/4/1998).
- [6] Decreto del Presidente della Repubblica 18 novembre 1998, n. 459, Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario (G.U.R.I. n. 2 del 4/01/1999).
- [7] Decreto Ministeriale 29 Novembre 2000, Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore, (G.U.R.I. n. 285 del 6/12/2000).
- [8] Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004 , n. 142, Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 (G.U.R.I. n. 127 del 1/6/2004).



- [9] Decreto Legislativo 17 gennaio 2005, n. 13, Attuazione della direttiva 2002/30/CE relativa all'introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti comunitari (G.U.R.I. n. 39 del 17/2/2005).
- [10] Decreto Legislativo 18 febbraio 2005, n. 59, Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (Suppl. Ord. G.U.R.I. n. 93 del 22/4/2005).
- [11] Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n.194, Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (G.U.R.I. n. 222 del 23/9/2005).
- [12] Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 195, Attuazione della Direttiva 2003/4/CE sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale (G.U.R.I. n. 222 del 23/9/2005).

Altri documenti nazionali

- [13] Ministero della Transizione Ecologica, Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005), Marzo 2022.
- [14] Ministero della Transizione Ecologica, Specifiche tecniche per la compilazione dei metadati relativi ai set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005), Marzo 2022.
- [15] Ministero della Transizione Ecologica, Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore– Linee Guida, Marzo 2022.

Disposizioni legislative regionali

- [16] Legge Regionale Emilia-Romagna 9 maggio 2001, n. 15, Disposizioni in materia di inquinamento acustico (B.U.R. n. 62 del 11/5/2001).
- [17] Delibera della Giunta Regionale 9 ottobre 2001, n. 2053, Criteri e condizioni per la classificazione acustica nel territorio ai sensi del comma 3 dell'art. 2 della L.R. 9-5-2001, n. 15 recante 'Disposizioni in materia di inquinamento acustico' (B.U.R. n. 155 del 31/10/2001).
- [18] Delibera della Giunta Regionale 21 gennaio 2002, n. 45, Criteri per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività ai sensi dell'articolo 11, comma 1 della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante 'Disposizioni in materia di inquinamento acustico' (Prot. n. (AMB/01/24223).
- [19] Delibera della Giunta Regionale 14 aprile 2004, n. 673, Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante Disposizioni in materia di inquinamento acustico, (Prot. n. AMB/04/24465).
- [20] Delibera della Giunta Regionale 17 settembre 2012, n. 1369, DLgs 194/2005 "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore



ambientale” - Approvazione delle “Linee guida per l’elaborazione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche relative alle strade provinciali ed agli agglomerati della regione Emilia-Romagna” (B.U.R. n. 198 del 2/10/2012).

Documenti dell’Unione Europea

- [21] Direttiva Europea 96/61/CE del Consiglio del 24 settembre 1996 sulla prevenzione e la riduzione integrate dell’inquinamento, G.U.C.E. L 257 del 10 ottobre 1996.
- [22] Direttiva Europea 2002/30/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 marzo 2002 che istituisce norme e procedure per l’introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti della Comunità, G.U.C.E. L 85-40 del 28 marzo 2002.
- [23] Direttiva Europea 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (END).
- [24] Raccomandazione della Commissione Europea del 6 agosto 2003, Concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell’attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità, G.U.C.E. L 212/49-64 del 22 agosto 2003.
- [25] ECAC-CEAC, Doc. 29 - Report on standard method of computing noise contours around civil airports, 1997.
- [26] European Commission Working Group - Health and Socio-Economic Aspects, Valuation of noise, 2003.
- [27] Symonds Group, Definition, identification and preservation of urban & rural quiet areas. Final report, July 2003.
- [28] European Commission DG Environment, Adaptation and revision of the interim noise computation methods for the purpose of strategic noise mapping, Final Report AR-INTERIM-CM (CONTRACT:B4-3040/2001/329750/MAR/C1), 2003.
- [29] European Commission Working Group - Health and Socio-Economic Aspects (WG-HEALTH), Position paper on *Valuation of noise*, December 2003.
- [30] European Commission Working Group - Health and Socio-Economic Aspects(WG-HEALTH), Position paper on *Dose-effect relationships for night time noise*, 11 November 2004.
- [31] European Commission Working Group - Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure (GPG), Vr. 2, 13 August 2007.
- [32] EC – DG ENV, Reporting Mechanism proposed for reporting under the Environmental Noise Directive 2002/49/EC, Overview – October 2007.
- [33] EC – DG ENV, Reporting Mechanism proposed for reporting under the Environmental Noise Directive 2002/49/EC, Handbook (including data specification) – October 2007.



- [34] European Commission Working Group - Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), Presenting Noise Mapping Information to the Public, December 2007.
- [35] European Commission Working Group - Expert Panel on Noise (EPoN), Good practice guide on noise exposure and potential health effects, EEA Technical Report n. 11/2010.
- [36] European Environment Agency - ETC/ATNI Environmental Noise Directive - Data model documentation version 4.1, June 2021.
- [37] European Environment Agency - ETC/ATNI Environmental Noise Directive - Reporting guidelines - DF1_5 Noise sources, December 2021.
- [38] European Environment Agency - ETC/ATNI Environmental Noise Directive - Reporting guidelines - DF4_8 Strategic noise maps, December 2021.
- [39] European Environment Agency - Creating unique thematic identifiers for the END data model, 22 July 2021.

Letteratura scientifica e tecnica

- [40] Stapelfeldt H., Manvell D., Optimising uncertainty and calculation time, Proc. Forum Acusticum 2005, Budapest.
- [41] Program System LimA user's manual - Version 2022.01, Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH, 2022.





ALLEGATI

- tabelle popolazione esposta alle diverse sorgenti per le diverse zone dell'Agglomerato





Bo_BorgoPanigale

Lden		RESIDENTI
50	55	1923
55	60	259
60	65	33
65	70	16
70	75	0
>75		0

Bo_BorgoPanigale

Lnight		RESIDENTI
50	55	291
55	60	57
60	65	43
65	70	6
70	75	0
>75		0

Bo_Navile

Lden		RESIDENTI
50	55	20562
55	60	6321
60	65	986
65	70	0
70	75	0
>75		0

Bo_Navile

Lnight		RESIDENTI
50	55	7385
55	60	1630
60	65	0
65	70	0
70	75	0
>75		0

Calderara

Lden		RESIDENTI
50	55	535
55	60	763
60	65	658
65	70	173
70	75	0
>75		0

Calderara

Lnight		RESIDENTI
50	55	807
55	60	677
60	65	321
65	70	20
70	75	0
>75		0

Agglomerato

Lden		RESIDENTI
50	55	23020
55	60	7343
60	65	1677
65	70	189
70	75	0
>75		0

Agglomerato

Lnight		RESIDENTI
50	55	8483
55	60	2364
60	65	364
65	70	26
70	75	0
>75		0

3o_BorgoPanigale

Lden		RESIDENTI
50	55	11505
55	60	8792
60	65	4923
65	70	1506
70	75	163
>75		9

Bo_BorgoPanigale

Lnight		RESIDENTI
50	55	5839
55	60	2676
60	65	671
65	70	41
70	75	1
>75		0

Bo_Navile

Lden		RESIDENTI
50	55	10254
55	60	8580
60	65	7038
65	70	3008
70	75	307
>75		1

Bo_Navile

Lnight		RESIDENTI
50	55	7634
55	60	4378
60	65	746
65	70	13
70	75	1
>75		0

Bo_SanDonato

Lden		RESIDENTI
50	55	10800
55	60	8931
60	65	5318
65	70	2611
70	75	329
>75		51

Bo_SanDonato

Lnight		RESIDENTI
50	55	6384
55	60	3507
60	65	670
65	70	133
70	75	3
>75		0

Bo_SantoStefano

Lden		RESIDENTI
50	55	6015
55	60	5072
60	65	4388
65	70	3569
70	75	582
>75		0

Bo_SantoStefano

Lnight		RESIDENTI
50	55	4246
55	60	3800
60	65	960
65	70	0
70	75	0
>75		0

Bo_Saragozza

Lden		RESIDENTI
50	55	5794
55	60	4480
60	65	4921
65	70	4147
70	75	534
>75		0

Bo_Saragozza

Lnight		RESIDENTI
50	55	4457
55	60	4615
60	65	882
65	70	0
70	75	0
>75		0

Bo_Savena

Lden		RESIDENTI
50	55	8696
55	60	5989
60	65	2619
65	70	884
70	75	127
>75		0

Bo_Savena

Lnight		RESIDENTI
50	55	3427
55	60	1333
60	65	359
65	70	0
70	75	0
>75		0

Calderara

Lden		RESIDENTI
50	55	1020
55	60	669
60	65	251
65	70	91
70	75	13
>75		4

Calderara

Lnight		RESIDENTI
50	55	293
55	60	93
60	65	32
65	70	4
70	75	0
>75		0

Casalecchio

Lden		RESIDENTI
50	55	6517
55	60	4481
60	65	2183
65	70	1074
70	75	121
>75		13

Casalecchio

Lnight		RESIDENTI
50	55	3248
55	60	1400
60	65	272
65	70	17
70	75	0
>75		0

Castelmaggiore

Lden		RESIDENTI
50	55	2348
55	60	897
60	65	693
65	70	244
70	75	80
>75		0

Castelmaggiore

Lnight		RESIDENTI
50	55	665
55	60	342
60	65	84
65	70	0
70	75	0
>75		0

SanLazzaro

Lden		RESIDENTI
50	55	2680
55	60	2457
60	65	1212
65	70	426
70	75	75
>75		11

SanLazzaro

Lnight		RESIDENTI
50	55	1041
55	60	497
60	65	49
65	70	28
70	75	0
>75		0

Agglomerato

Lden		RESIDENTI
50	55	65629
55	60	50348
60	65	33546
65	70	17560
70	75	2331
>75		89

Agglomerato

Lnight		RESIDENTI
50	55	37234
55	60	22641
60	65	4725
65	70	236
70	75	5
>75		0

Bo_BorgoPanigale

Lden		RESIDENTI
50	55	6242
55	60	3193
60	65	579
65	70	143
70	75	32
>75		0

Bo_BorgoPanigale

Lnight		RESIDENTI
50	55	4077
55	60	209
60	65	50
65	70	11
70	75	0
>75		0

Bo_Navile

Lden		RESIDENTI
50	55	10340
55	60	12785
60	65	6618
65	70	1582
70	75	663
>75		32

Bo_Navile

Lnight		RESIDENTI
50	55	6429
55	60	4704
60	65	1314
65	70	436
70	75	4
>75		0

Bo_SanDonato

Lden		RESIDENTI
50	55	9142
55	60	8728
60	65	6065
65	70	3219
70	75	1776
>75		106

Bo_SanDonato

Lnight		RESIDENTI
50	55	6245
55	60	5518
60	65	2585
65	70	1054
70	75	95
>75		

Bo_SantoStefano

Lden		RESIDENTI
50	55	820
55	60	1206
60	65	825
65	70	770
70	75	53
>75		0

Bo_SantoStefano

Lnight		RESIDENTI
50	55	664
55	60	856
60	65	488
65	70	53
70	75	0
>75		0

Bo_Saragozza

Lden		RESIDENTI
50	55	847
55	60	893
60	65	327
65	70	16
70	75	0
>75		0

Bo_Saragozza

Lnight		RESIDENTI
50	55	479
55	60	105
60	65	0
65	70	0
70	75	0
>75		0

Bo_Savona

Lden		RESIDENTI
50	55	4610
55	60	6429
60	65	5885
65	70	2078
70	75	807
>75		2

Bo_Savona

Lnight		RESIDENTI
50	55	3977
55	60	4841
60	65	1543
65	70	522
70	75	4
>75		0

Calderara

Lden		RESIDENTI
50	55	187
55	60	531
60	65	433
65	70	142
70	75	27
>75		0

Calderara

Lnight		RESIDENTI
50	55	409
55	60	299
60	65	133
65	70	27
70	75	0
>75		0

Casalecchio

Lden		RESIDENTI
50	55	965
55	60	275
60	65	32
65	70	0
70	75	0
>75		0

Casalecchio

Lnight		RESIDENTI
50	55	93
55	60	17
60	65	0
65	70	0
70	75	0
>75		0

Castelmaggiore

Lden		RESIDENTI
50	55	1155
55	60	2429
60	65	2694
65	70	946
70	75	109
>75		1

Castelmaggiore

Lnight		RESIDENTI
50	55	1662
55	60	1809
60	65	536
65	70	66
70	75	0
>75		0

SanLazzaro

Lden		RESIDENTI
50	55	508
55	60	964
60	65	1545
65	70	521
70	75	304
>75		16

SanLazzaro

Lnight		RESIDENTI
50	55	340
55	60	1528
60	65	435
65	70	230
70	75	21
>75		0

Agglomerato

Lden		RESIDENTI
50	55	34816
55	60	37433
60	65	25003
65	70	9417
70	75	3771
>75		157

Agglomerato

Lnight		RESIDENTI
50	55	24375
55	60	19886
60	65	7084
65	70	2399
70	75	124
>75		0

Bo_BorgoPanigale

Lden		RESIDENTI
50	55	14414
55	60	10776
60	65	6073
65	70	1904
70	75	200
>75		11

Lnight		RESIDENTI
50	55	10333
55	60	3452
60	65	952
65	70	53
70	75	5
>75		0

Bo_Navile

Lden		RESIDENTI
50	55	18024
55	60	14073
60	65	16397
65	70	6495
70	75	1067
>75		95

Lnight		RESIDENTI
50	55	13961
55	60	12713
60	65	2856
65	70	510
70	75	91
>75		0

Bo_SanDonato

Lden		RESIDENTI
50	55	9808
55	60	14246
60	65	10377
65	70	6870
70	75	1734
>75		247

Lnight		RESIDENTI
50	55	10511
55	60	9610
60	65	3301
65	70	1065
70	75	132
>75		0

Bo_SantoStefano

Lden		RESIDENTI
50	55	6898
55	60	5880
60	65	4982
65	70	4393
70	75	776
>75		0

Lnight		RESIDENTI
50	55	4692
55	60	4582
60	65	1571
65	70	183
70	75	0
>75		0

Bo_Saragozza

Lden		RESIDENTI
50	55	6327
55	60	5664
60	65	4958
65	70	4288
70	75	493
>75		0

Lnight		RESIDENTI
50	55	5043
55	60	4605
60	65	1041
65	70	0
70	75	0
>75		0

Bo_Savena

Lden		RESIDENTI
50	55	8927
55	60	9830
60	65	7598
65	70	3753
70	75	1081
>75		100

Lnight		RESIDENTI
50	55	5833
55	60	6416
60	65	2683
65	70	810
70	75	1
>75		0

Calderara

Lden		RESIDENTI
50	55	1046
55	60	1431
60	65	1251
65	70	447
70	75	33
>75		11

Lnight		RESIDENTI
50	55	222
55	60	236
60	65	55
65	70	14
70	75	0
>75		0

Casalecchio

Lden		RESIDENTI
50	55	6741
55	60	4714
60	65	2514
65	70	1064
70	75	130
>75		13

Lnight		RESIDENTI
50	55	3547
55	60	1421
60	65	271
65	70	4
70	75	13
>75		0

Castelmaggiore

Lden		RESIDENTI
50	55	2143
55	60	3067
60	65	2422
65	70	1472
70	75	185
>75		26

Lnight		RESIDENTI
50	55	1670
55	60	1951
60	65	928
65	70	50
70	75	19
>75		0

SanLazzaro

Lden		RESIDENTI
50	55	2442
55	60	3022
60	65	2210
65	70	1253
70	75	306
>75		31

Lnight		RESIDENTI
50	55	1276
55	60	1939
60	65	823
65	70	189
70	75	7
>75		2

Agglomerato

Lden		RESIDENTI
50	55	76770
55	60	72703
60	65	58782
65	70	31939
70	75	6005
>75		534

Agglomerato

Lnight		RESIDENTI
50	55	57088
55	60	46925
60	65	14481
65	70	2878
70	75	268
>75		2