



## **MAPPA ACUSTICA STRATEGICA DELL'AGGLOMERATO DI FOGGIA**

(Codice identificativo univoco: AG\_IT\_00\_00018)

**AUTORITA' COMPETENTE:**

**ARPA Puglia  
Direzione Scientifica**

**U.O.S. Agenti Fisici**

Responsabile tecnico - scientifico: Dott.ssa Anna Guarnieri Calò Carducci

*Gruppo di lavoro ARPA Puglia:* Dott. Ing. Francesco Cardillo  
Dott. Ing. Benedetto Figorito  
Dott. Arch. Rocco Di Modugno  
Dott. Ing. Gianluca Primavera

## **RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA**

<b>Aggiornamento</b>	<b>Riferimento normativo</b>	<b>Descrizione</b>
Rev.1	Marzo 2022	Elaborato ai sensi del D.Lgs.194/05 s.m.i. art.3 c.3

## Indice

1	INTRODUZIONE GENERALE.....	4
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	5
3	DESCRIZIONE DELL'AGGLOMERATO DI FOGGIA.....	9
4	PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE.....	10
5	METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI.....	13
5.1	Mappatura delle infrastrutture stradali comunali e provinciali.....	13
5.1.1	Organizzazione e gestione dati.....	14
5.1.2	Classificazione degli assi stradali.....	17
5.1.3	Monitoraggio del rumore.....	18
5.1.4	Definizione del metodo di calcolo.....	22
5.1.5	Stima della popolazione esposta.....	30
5.2	Mappatura dei siti di attività industriale.....	30
5.2.1	Individuazione e caratterizzazione acustica dei siti industriali.....	31
5.2.2	Stima della popolazione esposta a sorgenti industriali.....	32
5.3	Mappatura delle infrastrutture ferroviarie locali.....	32
5.3.1	Caratterizzazione acustica dell'infrastruttura ferroviaria FdG.....	34
5.3.2	Stima della popolazione esposta al rumore delle ferrovie locali.....	38
5.4	Mappatura dell'aeroporto.....	38
5.4.1	Stima della popolazione esposta al rumore aeroportuale.....	39
5.5	Integrazione delle mappature dei gestori.....	40
5.5.1	Mappatura acustica presentata da ANAS.....	42
5.5.2	Mappatura acustica presentata da Autostrade per l'Italia.....	43
5.5.3	Mappatura acustica presentata da RFI.....	44
5.6	Incertezza nella predisposizione della mappa acustica strategica.....	45
6	SINTESI DEI RISULTATI.....	50
6.1	Infrastrutture stradali.....	52
6.2	Infrastrutture ferroviarie.....	55
6.3	Siti di attività industriale.....	59
6.4	Aeroporto.....	59
6.5	Esposizione al rumore globale ( <i>all Sources</i> ).....	60

7	MATERIALE TRASMESSO.....	63
8	CONCLUSIONI.....	64
9	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	67

# 1 INTRODUZIONE GENERALE

La Regione Puglia, in ottemperanza a quanto disposto dal D.Lgs.194/05 del 19/08/2005 “Attuazione della direttiva 2002/46/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale” [1], con DGR n. 1009 del 26/06/2007 ha individuato l'ARPA Puglia quale Autorità competente per lo svolgimento delle attività del D.Lgs.194/05, mentre con DGR n. 1332 del 03/07/2012 e successivamente con DGR n. 729 del 19/05/2020, ha individuato, tra gli altri, il territorio del comune di Foggia come agglomerato principale (con popolazione superiore a 100.000 abitanti) da sottoporre a mappa acustica strategica.

Arpa Puglia ha già provveduto alla redazione e all'aggiornamento della Mappa Acustica Strategica (MAS) dell'agglomerato di Foggia relativamente al secondo e terzo ciclo di scadenze definite dal D.Lgs. 194/05 (ultimo riferimento normativo Giugno 2017).

Ai sensi dell'art.3, come modificato dal D.Lgs. n.42 del 17/02/2017 [2], l'aggiornamento della Mappa Acustica Strategica deve essere elaborato e trasmesso alla Regione territorialmente competente entro 31 marzo 2022 e, successivamente, riesaminato e rielaborato in funzione delle necessità, almeno ogni cinque anni.

Il presente documento costituisce la relazione descrittiva contenente una sintesi delle scelte metodologiche adottate nell'ambito dell'aggiornamento quinquennale della Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Foggia riferita alla scadenza 2022.

La presente relazione e la documentazione digitale ad essa allegata è stata elaborata in conformità alle nuove linee guida del Ministero della Transizione Ecologica (d'ora in avanti MiTE) relative alla “Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore”[21], e alle “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)” [21], entrambe aggiornate a marzo 2022. Ciò assicura l'ottemperanza ai requisiti minimi di cui all'allegato 4 del D.Lgs. 194/05, nonché agli aggiornamenti normativi intervenuti nell'ultimo quinquennio, meglio descritti nel capitolo successivo.

Gli elaborati della mappa acustica strategica, compreso il presente aggiornamento, sono disponibili per l'informazione del pubblico attraverso le pagine del sito istituzionale di ARPA Puglia ([https://www.arpa.puglia.it/pagina2905\\_mappe-acustiche-strategiche.html](https://www.arpa.puglia.it/pagina2905_mappe-acustiche-strategiche.html)).

## 2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Come “Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione ed alla gestione del rumore ambientale”, il D.Lgs. 194/05 costituisce il riferimento normativo principale sulla base del quale è stato elaborato il lavoro oggetto della presente relazione tecnica. Come noto esso sancisce l’obbligo per gli Enti territoriali competenti e i gestori delle infrastrutture di trasporto di produrre i seguenti elaborati:

- **Mappatura Acustica**, ovvero *“la rappresentazione di dati relativi 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 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”* (cfr. lettera o comma 1 articolo 2 del Decreto);
- **Mappa Acustica strategica**, ovvero *“una mappa finalizzata alla determinazione dell’esposizione globale al rumore in una certa zona a causa di varie sorgenti di rumore ovvero alla definizione di previsioni generali per tale zona”* (cfr. lettera p comma 1 articolo 2 del Decreto);
- **Piani di Azione**, ovvero *“i piani destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti, compresa, se necessario, la sua riduzione”* (cfr. lettera q comma 1 articolo 2 del Decreto).

I suddetti elaborati costituiscono degli strumenti indispensabili per la prevenzione o la riduzione degli effetti nocivi dell’esposizione al rumore ambientale, compreso il fastidio, contemplando anche l’informazione e la partecipazione attiva del pubblico.

Con l’entrata in vigore del *D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 [2]* sono state aggiornate le scadenze temporali previste per i prossimi cicli di consegna delle mappature, come riportato nella tabella seguente.

Soggetto		Predisposizione Mappe Acustiche e Mappe Acustiche Strategiche	Predisposizione Piani d’Azione
Agglomerati urbani	Popolazione > 100.000 ab.	30 giugno 2017 (31 marzo 2022 dal ciclo successivo)	18 luglio 2018 (18 aprile 2023 dal ciclo successivo)

Soggetto		Predisposizione Mappe Acustiche e Mappe Acustiche Strategiche	Predisposizione Piani d'Azione
Infrastrutture stradali	Veicoli/anno > 3 mln	30 giugno 2017 (31 marzo 2022 dal ciclo successivo)	18 luglio 2018 (18 aprile 2023 dal ciclo successivo)
Infrastrutture stradali ricadenti negli agglomerati principali		31 gennaio 2017	18 ottobre 2017
Infrastrutture ferroviarie	Convogli/anno > 30.000	30 giugno 2017 (31 marzo 2022 dal ciclo successivo)	18 luglio 2018 (18 aprile 2023 dal ciclo successivo)
Infrastrutture ferroviarie ricadenti negli agglomerati principali		31 gennaio 2017	18 ottobre 2017
Aeroporti	Movimenti/anno > 50.000	30 giugno 2017 (31 marzo 2022 dal ciclo successivo)	18 luglio 2018 (18 aprile 2023 dal ciclo successivo)
Aeroporti ricadenti negli agglomerati principali		31 gennaio 2017	18 ottobre 2017

Tabella 2.1 – Scadenze temporali previste dal D.Lgs.42/2017

Come già accennato nell'introduzione generale, la mappa acustica strategica deve soddisfare i requisiti minimi di cui all'allegato 4 del D.Lgs.194/05; inoltre, secondo quanto previsto dall'allegato 6 dello stesso Decreto, occorre predisporre i seguenti dati da trasmettere alla Commissione Europea:

- numero totale stimato di persone che vivono nelle abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di  $L_{den}$  in dB a 4 m di altezza: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75, con distinzione fra rumore del traffico veicolare, ferroviario e aereo o dell'attività industriale;
- numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che occupano abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di  $L_{night}$  in dB a 4 m di altezza: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70, con distinzione fra rumore del traffico veicolare, ferroviario e aereo o dell'attività industriale.

Il descrittore acustico  $L_{den}$  è calcolato secondo la seguente relazione:

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

dove  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  e  $L_{night}$  rappresentano ciascuno il livello continuo equivalente ponderato "A", determinato sull'insieme dei rispettivi periodi di riferimento (*diurno*, dalle ore

06:00 alle ore 20:00; *serale*, dalle ore 20:00 alle ore 22:00; *notturno*, dalle ore 22:00 alle ore 06:00) all'interno dell'anno solare precedente a quello della scadenza normativa.

Per anno si intende l'anno di osservazione per l'emissione acustica e un anno medio sotto il profilo meteorologico.

Nel determinare i valori di  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$ ,  $L_{night}$  possono essere applicate tecniche previsionali e/o di campionamento statistico, prevedendo il solo suono incidente per i ricettori in facciata, e quindi trascurando il contributo del suono riflesso dalla facciata dell'abitazione considerata.

Il D.Lgs. n. 194/05 è stato ulteriormente modificato a seguito dell'emanazione delle seguenti disposizioni normative a livello europeo:

- La Direttiva (UE) 2015/996 della Commissione del 19 maggio 2015 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio [8];
- La Direttiva (UE) 2020/367 della Commissione del 4 marzo 2020, che modifica l'allegato III della Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la definizione di metodi di determinazione degli effetti nocivi del rumore ambientale [9];
- La Direttiva delegata (UE) 2021/1226 della Commissione del 21 dicembre 2020 che modifica, adeguandolo al progresso scientifico e tecnico, l'allegato II della Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i metodi comuni di determinazione del rumore [10].

Queste ultime due Direttive sono state recepite nell'ordinamento italiano con il Decreto interministeriale 14 gennaio 2022 "*Attuazione della direttiva (UE) 2020/367 della Commissione del 4 marzo 2020, riguardante la definizione di metodi di determinazione degli effetti nocivi del rumore ambientale, e della direttiva delegata (UE) 2021/1226 della Commissione del 21 dicembre 2020, riguardante i metodi comuni di determinazione del rumore*" (GU n.37 del 14/02/2022) [3], che ha modificato/sostituito gli allegati 2 e 3 del D.Lgs. 194/05.

Particolarmente significative ai fini del presente lavoro sono state le modifiche ai metodi comuni di determinazione del rumore: già con la Direttiva 2015/996, che modificava l'allegato II della Direttiva 2002/49/CE, sono stati introdotti i nuovi metodi comuni denominati CNOSSOS-EU, divenuti obbligatori per l'elaborazione delle mappature acustiche a partire dal 31 dicembre 2018. L'allegato II è stato successivamente modificato in alcune parti con l'emanazione della Direttiva delegata 2021/1226.

A completamento del quadro normativo di riferimento giova infine citare le seguenti disposizioni normative comunitarie, utili per la definizione dei formati digitali di scambio con la Commissione Europea:

- Direttiva 2007/2/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 marzo 2007, che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità Europea (INSPIRE);
- Regolamento (UE) 2019/1010 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 giugno 2019, che armonizza gli obblighi di comunicazione nella normativa in materia di ambiente;
- Decisione di Esecuzione (UE) 2021/1967 della Commissione dell'11 novembre 2021 che istituisce l'archivio dati obbligatorio e il meccanismo digitale obbligatorio di scambio delle informazioni in conformità della Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

### 3 DESCRIZIONE DELL'AGGLOMERATO DI FOGGIA

L'agglomerato di Foggia, individuato formalmente dalla Regione Puglia attraverso la Deliberazione della Giunta Regionale n. 1332 del 3 luglio 2012 e riconfermato con D.G.R. n. 729 del 19 maggio 2020, coincide col territorio comunale della città di Foggia, così come delimitato dai suoi confini amministrativi<sup>1</sup>. Come detto nell'introduzione, la Regione Puglia, con DGR n. 1009 del 26/06/2007, ha individuato ARPA Puglia quale autorità competente per la predisposizione della mappa acustica strategica e del relativo piano d'azione. Secondo quanto riportato nelle *“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 [21], l'agglomerato è stato univocamente identificato dal MiTE mediante il codice **AG\_IT\_00\_00018**.

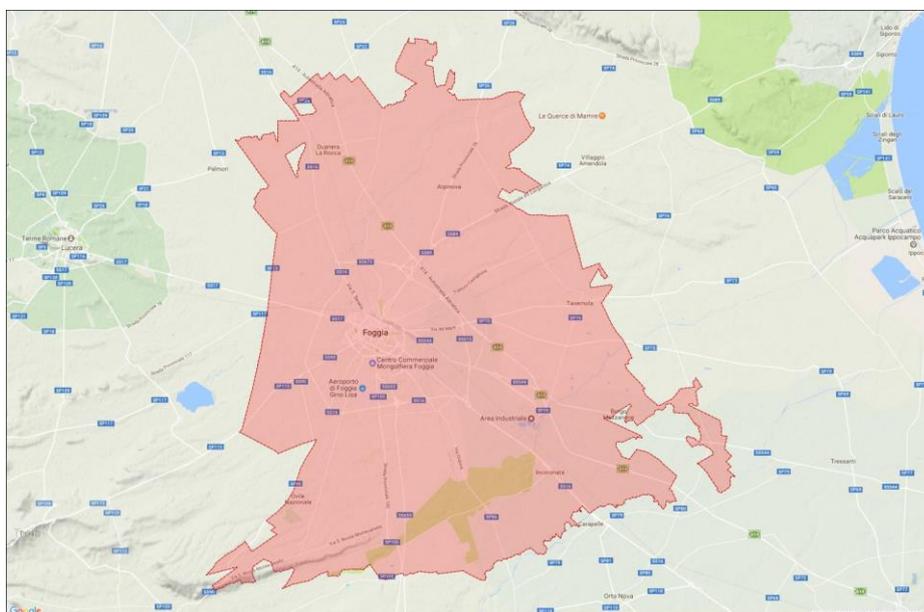


Figura 3.1 – Delimitazione dell'agglomerato di Foggia

Il territorio dell'agglomerato si estende per circa 510 km<sup>2</sup> e interessa 146.406 abitanti (dati ISTAT al mese di Dicembre 2021).

I dati caratteristici delle diverse sorgenti sonore da analizzare ai fini dell'elaborazione della mappa strategica sono:

- ~ 720 km di infrastrutture stradali;
- ~ 107 km di infrastrutture ferroviarie;
- ~ 7 ettari di infrastrutture aeroportuali;
- ~ 7 insediamenti industriali sottoposti ad A.I.A. di competenza regionale e provinciale.

<sup>1</sup> I confini amministrativi considerati nel presente studio sono quelli disponibili in formato shapefile sul sito istituzionale dell'ISTAT alla pagina <http://www.istat.it/it/archivio/104317>.

## 4 PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE

La redazione delle Mappe Acustiche Strategiche è finalizzata alla determinazione dell'esposizione globale al rumore a causa delle varie sorgenti presenti nell'agglomerato, strumento propedeutico per l'individuazione delle aree critiche verso le quali indirizzare gli interventi di mitigazione che sono oggetto del successivo Piano di Azione, come previsto dal D.Lgs. 194/05.

Oltre al Piano di Azione, esistono altri strumenti di pianificazione acustica, le cui competenze a livello regionale e locale sono definite dalla Legge Quadro 447/1995. Gli enti interessati dall'attuazione di questi interventi sono principalmente i Comuni e i gestori di infrastrutture di trasporto ricadenti nell'agglomerato.

Per i primi è prevista l'attuazione del Piano di Classificazione Acustica Comunale (ex art. 6, comma 1, lett. a) e il Piano di Risanamento Acustico Comunale (ex art. 7).

Gli enti gestori di infrastrutture di trasporto ricadenti nell'agglomerato sono invece tenuti alla redazione e trasmissione del Piano di Azione ex D.Lgs. 194/05 e del Piano di Contenimento e Abbattimento del Rumore previsto dal D.M. 29/11/2000.

Ad oggi il Comune di Foggia ha adottato il Piano di Classificazione acustica comunale e il relativo Piano di Risanamento Acustico attraverso quello che lo stesso Comune ha denominato "Piano di Disinquinamento Acustico"; tuttavia esso risulta attualmente non vigente per effetto della mancata approvazione della Provincia (come disposto dalla L.R. n.03 del 12/02/2002).

Con Delibera di Giunta Comunale n.7 del 26/01/2017 il Comune di Foggia ha altresì preso atto della MAS dell'Agglomerato di Foggia e approvato il relativo Piano di Azione (PdA) [18], redatti da Arpa Puglia ai sensi del D.Lgs. 194/05 e relativi al secondo ciclo di scadenze normative (giugno 2012 per le MAS e luglio 2013 per il PdA). Tali strumenti di controllo e pianificazione sono stati successivamente aggiornati da ARPA Puglia in occasione del terzo ciclo di attuazione della Direttiva 2002/49/CE (scadenze giugno 2017 per le MAS e luglio 2018 per il PdA). Il Comune di Foggia con D.G.C. n. 141 del 03/10/2018 ha approvato l'aggiornamento del Piano di Azione, elaborato nel luglio 2018. Il PdA è stato pubblicato da Arpa Puglia sul proprio sito istituzionale, ottemperando così alla fase di "Informazione e Consultazione al Pubblico", come disposto dall'art.8 del D.Lgs. 194/05 .

Il Piano di Azione fornisce una panoramica sui possibili strumenti di risanamento da adottare per far fronte alle criticità acustiche emerse dalla MAS, distinguendo tra interventi da mettere in campo prioritariamente nel breve e medio termine presso quelle aree dove vi

è un significativo superamento dei limiti di rumorosità e interventi nel lungo termine per le restanti aree dove si è riscontrato un superamento di qualsiasi entità. In particolare lo studio comprende un focus sulle prime dieci aree risultate maggiormente critiche in termini di Indice di Priorità, un descrittore derivato dal D.M. 29/11/2000 che tiene conto tanto del superamento del limite quanto del numero di ricettori impattati, per le quali è stata analizzata la fattibilità sia tecnica che economica degli interventi proposti. Per tutte le altre aree, a cui sono indirizzati interventi nel lungo termine, sono suggerite soluzioni indicative senza entrare nel merito della loro fattibilità tecnica ed economica.

Nell'individuazione delle azioni mitigative proposte sono stati recepiti e integrati anche interventi contenuti in alcuni studi/progetti redatti dal Comune di Foggia: si segnala, in particolare, il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS), adottato con Delibera del Consiglio Comunale n. 66 del 29/09/2017, in cui è stato eseguito uno studio approfondito di analisi e gestione della mobilità urbana, comprensivo di azioni strategiche volte alla riduzione e/o fluidificazione del traffico stradale, che potrebbe avere, pertanto, ricadute positive sul clima acustico del territorio, sia a livello generale sia localmente in corrispondenza delle aree critiche individuate nel Piano di Azione. Altro intervento degno di nota è la realizzazione (in parte già eseguita) di una nuova viabilità perimetrale alla città denominata Nuovo Orbitale, progetto elaborato nell'ambito del Piano Urbano della Mobilità di Area Vasta (PUMAV), che ha, tra i suoi principali obiettivi, quello di alleggerire la rete urbana di alcune componenti di traffico.

Nel Piano d'Azione di Foggia sono stati forniti inoltre alcuni spunti generici relativamente alla gestione del rumore presso le cosiddette *aree silenziose*, definite, secondo le modifiche introdotte dal D.Lgs. 42/2017 come zone, delimitate dall'autorità competente ex D.Lgs. 194/05 e s.m.i., in cui  $L_{den}$  o un altro indicatore acustico non superi un determinato valore. Nelle more dell'emanazione del D.M. di cui al comma 10-bis art.4 del D.Lgs. 194/05 e s.m.i., le zone individuate nel Piano sono state le stesse già segnalate in quello precedente, con l'aggiunta di due nuove aree introdotte a seguito delle indicazioni riportate nel Piano Urbano della Mobilità Sostenibile elaborato dal Comune di Foggia che prevede, tra le diverse azioni strategiche proposte, l'accorpamento della Villa Comunale e del Parco dei Campi Diomedei in un'unica area verde e la rigenerazione urbana dell'area in cui è locato il Parco Iconavetere. Pertanto, sono state individuate 11 aree tra quelle la cui destinazione d'uso dovrebbe prevedere come requisito fondamentale un giusto grado di comfort acustico, come le aree verdi contenute nel Piano Regolatore Generale del comune di Foggia e le classi I del Piano di Zonizzazione Acustica Comunale, aventi area maggiore di 5000 m<sup>2</sup> e influenzate dal rumore prodotto dalle strade locali.

Nella tabella che segue sono riassunti gli interventi considerati nel PdA, distinguendo quelli suggeriti per il breve-medio termine da quelli indicati nel lungo termine. Per maggiori approfondimenti si rimanda allo studio completo consultabile sul sito istituzionale di Arpa Puglia all'indirizzo [https://www.arpa.puglia.it/pagina2906\\_piani-dazione.html](https://www.arpa.puglia.it/pagina2906_piani-dazione.html)

Tabella 4.1 : Azioni di Risanamento previste per il traffico veicolare in funzione dell'orizzonte temporale di realizzazione	
Orizzonte temporale	Interventi previsti
Breve-Medio Termine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approvazione del Piano di Zonizzazione Acustica Comunale</li> <li>• Posa di pavimentazioni stradali fonoassorbenti e/o sistemi di riduzione della velocità dei veicoli, es. impianti di rilevamento della velocità, cartelli di segnalazione, utilizzo di rotatorie, onde verdi semaforiche, passaggi pedonali rialzati (interventi alla sorgente)</li> <li>• Installazione di barriere fonoassorbenti (interventi lungo la via di propagazione) Sostituzione dei semafori con rotatorie presso gli incroci</li> <li>• Realizzazione di piste ciclabili</li> <li>• Sostituzione degli infissi in facciata (interventi al ricettore, non applicabili alle aree silenziose)</li> <li>• Interventi nel breve termine previsti dal Comune nell'ambito della pianificazione territoriale (es. Piano Urbano della Mobilità)</li> </ul>
Lungo Termine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinergia strategica tra i piani di risanamento dell'Amministrazione Comunale e quelli di tutti gli altri settori interessati nella pianificazione e gestione del territorio e dei trasporti (Infrastrutture e Mobilità, Urbanistica ed Edilizia Privata)</li> <li>• Riduzione emissioni sonore dei singoli veicoli</li> <li>• Riduzione delle velocità di percorrenza nel rispetto dei limiti di velocità anche attraverso creazione di zone residenziali a bassa velocità (Zone 30)</li> <li>• Incentivazione e sviluppo della mobilità alternativa (mezzi pubblici, ciclabile, pedonale)</li> <li>• Interventi sul trasporto pubblico: rinnovo del parco veicoli (sostituzione dei mezzi rumorosi di vecchia fattura) e gestione più efficiente della rete</li> <li>• Cambiamento dello stile di guida/comportamento degli abitanti</li> </ul>

Per quanto riguarda le infrastrutture di trasporto ricadenti nell'agglomerato di Foggia, gli enti gestori interessati (ANAS, Autostrade per l'Italia e RFI) hanno previsto per il Piano di Azione degli interventi di risanamento che sostanzialmente recepiscono quelli dei rispettivi Piani di contenimento e abbattimento del rumore prodotti ai sensi del D.M. 29/11/2000. Si riassumono di seguito gli interventi proposti e si rimanda ai Piani di Azione di ciascun gestore per ulteriori approfondimenti:

- ANAS S.p.a: stesa di asfalti fonoassorbenti lungo la SS16, la SS655 e la NSA361, per una lunghezza complessiva pari a 300 m;

- Autostrade per L'Italia ha previsto l'installazione di barriere fonoassorbenti per una lunghezza complessiva pari a 624 m;
- *RFI*: Installazione di barriere fonoassorbenti per un totale di circa 4,114 Km e n.15 interventi diretti al ricettore (sostituzione degli infissi) su ricettori isolati all'interno dell'agglomerato.

## 5 METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI

Come indicato in premessa, la mappa acustica strategica e le relative mappature acustiche dell'agglomerato di Foggia riferite alla scadenza normativa del 2017 sono state sottoposte ad un riesame, volto ad aggiornare gli elaborati alla luce di possibili variazioni nei dati di input utilizzati per la modellizzazione delle sorgenti sonore nonché degli aggiornamenti normativi intercorsi nell'ultimo quinquennio. In proposito occorre evidenziare che, rispetto alle precedenti fasi di mappatura acustica, nel modello di simulazione, per tutte le sorgenti è stato adottato il nuovo metodo comune di determinazione del rumore denominato CNOSSOS-EU, introdotto dalla Direttiva 2015/996 e successivamente modificato dalla Direttiva delegata 2021/1226.

Per ognuna delle sorgenti di rumore modellizzate è stata verificata l'eventuale variazione della relativa incidenza sul clima acustico in ambito urbano attraverso campagne di monitoraggio fonometrico di controllo e/o attraverso l'integrazione e l'aggiornamento dei dati di ingresso al modello.

In particolare, dopo un richiamo delle fasi metodologiche del lavoro, già adottate in occasione del precedente ciclo di mappatura e qui aggiornate con i nuovi dati di input oltre che con i nuovi metodi di calcolo, nei prossimi paragrafi saranno presentati i risultati delle mappature aggiornate. Nello specifico:

1. Mappatura delle infrastrutture comunali e provinciali;
2. Mappatura acustica dei siti di attività industriale;
3. Mappatura acustica delle ferrovie locali;
4. Mappatura acustica dell'aeroporto;
5. Integrazione delle mappature acustiche aggiornate pervenute dagli enti gestori e realizzazione della Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Foggia.

### 5.1 Mappatura delle infrastrutture stradali comunali e provinciali

La rete stradale compresa nell'agglomerato di Foggia presenta differenti tipologie di infrastrutture, dal piccolo vicolo della città vecchia al tratto ad ampio scorrimento

dell'Autostrada Adriatica, caratterizzate da notevoli diversità, sia da un punto di vista di competenze e gestione, che relativamente ai flussi di traffico e all'emissione acustica.

Per la determinazione dei descrittori  $L_{den}$  ed  $L_{night}$  e la conseguente elaborazione delle mappature aggiornate delle infrastrutture stradali si è proceduto nuovamente attraverso la modellizzazione acustica effettuata tramite il programma di calcolo previsionale CadnaA, tarato in base ai nuovi rilievi di rumore sul campo. Come già esplicitato in precedenza, il rumore prodotto dalle infrastrutture stradali è stato determinato con il metodo CNOSSOS-EU. In fase di modellizzazione sono stati eseguiti due calcoli: uno relativo ai livelli di rumore in facciata agli edifici, escludendo la riflessione della facciata stessa, e l'altro su una griglia di punti ricettori con passo di 5 metri per i descrittori  $L_{den}$  e  $L_{night}$ ; in entrambi i casi i punti prescelti per il calcolo sono stati posizionati ad un'altezza dal suolo pari a 4 m.

Il lavoro di aggiornamento ha pertanto riguardato tutte le fasi del lavoro già affrontate per la precedente mappatura, ovvero:

- organizzazione e gestione dei dati;
- classificazione degli assi stradali;
- monitoraggio del rumore;
- definizione del metodo di calcolo;
- stima della popolazione esposta.

### **5.1.1 Organizzazione e gestione dati**

La prima fase di lavoro è consistita nella raccolta ed organizzazione dei dati disponibili aggiornati per il Comune di Foggia e nella loro validazione ai fini della predisposizione della mappa acustica delle strade.

Poiché la stima dei livelli sonori avviene attraverso l'utilizzo di un modello di calcolo previsionale, la qualità del risultato finale, ossia del valore di livello sonoro al ricettore, dipende strettamente dalla tipologia di dati di input inseriti nel modello. La differente tipologia di dati a disposizione può determinare la necessità di esecuzione di specifiche campagne di misura e sopralluoghi sul campo (per esempio la conoscenza o meno dei flussi di traffico e delle velocità, della pavimentazione della strada, dell'altezza degli edifici, ecc...). Tutti i dati sono stati gestiti ed organizzati mediante l'utilizzo di sistemi GIS.

#### **5.1.1.1 Dati relativi alla popolazione**

Il D.Lgs.194/05 prevede la valutazione del numero di persone esposte al rumore entro specifici intervalli di livello sonoro. Come già descritto negli elaborati tecnici della

precedente Mappa Strategica, si è partiti dagli ultimi dati di popolazione disponibili in forma disaggregata (per sezione di censimento), ovvero quelli pubblicati dall'ISTAT relativi all'ultimo censimento popolazione del 2011. In ambiente GIS a ciascuna sezione è stato assegnato il numero di abitanti 2011 e successivamente tale numero è stato aggiornato in funzione della presenza di nuovi edifici e della destinazione d'uso ipotizzata per gli stessi, normalizzando poi il valore complessivo sull'ultimo dato aggregato reso disponibile per il comune di Foggia dall'ISTAT sul proprio sito istituzionale (dati aggiornati al mese di dicembre 2021 pubblicati all'indirizzo <http://dati.istat.it/#> nella sezione *Popolazione residente – bilancio > dati mensili*).

#### **5.1.1.2 Dati di tipo geometrico per la costruzione del modello acustico**

I dati di tipo geometrico sono stati utilizzati per realizzare una adeguata modellizzazione della porzione di territorio da analizzare. Come dato di partenza è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5.000 aggiornata all'anno 2006, resa disponibile dal Servizio Cartografico della Regione Puglia (<http://www.sit.puglia.it/>).

In occasione della revisione quinquennale della MAS di Foggia gli ultimi dati già sottoposti ad aggiornamento in occasione del precedente ciclo di mappatura, sono stati ulteriormente aggiornati tramite l'interpretazione delle ultime ortofoto/foto panoramiche di google maps rese disponibili sul web, nonché specifici sopralluoghi.

Il sistema di riferimento utilizzato per l'intero studio è stato ETRS89-GRS80 (European Terrestrial Reference System 1989), come richiesto dalle specifiche tecniche elaborate dal MiTE [21].

Successivamente sono state eseguite delle elaborazioni in ambiente GIS, come descritto nel seguito.

#### ***Modello digitale del terreno***

Per la costruzione del modello digitale del terreno sono stati utilizzati i tematismi CTR delle curve di livello, dei punti quotati, nonché di altri oggetti cartografati con relativa quota assoluta. A partire da questi in ambiente GIS è stata realizzata una nuova copertura costituita da polilinee 3D, idonea all'importazione nel modello di calcolo. Nell'elaborazione è stata posta particolare attenzione alla presenza di forti discontinuità piano altimetriche delle sorgenti di rumore (ad esempio la presenza dei cavalcavia o di ponti in corrispondenza di lame) e del terreno circostante.

### **Aree assorbimento del terreno**

Utilizzando il quarto livello “CORINE LAND COVER” aggiornato al 2011 dell’uso del suolo del 2006, dato disponibile dal Servizio Cartografico della Regione Puglia (<http://www.sit.puglia.it>), è stato creato uno specifico shapefile sotto forma di poligoni per l’attribuzione dei coefficienti di assorbimento. Il dato geometrico è stato utilizzato all’interno del software di simulazione acustica importandolo come aree “Assorbimento del terreno” ed assegnando a ciascuna di esse il proprio coefficiente (cfr. Par. 5.1.4.2).

### **Edifici**

Si tratta del livello tematico poligonale codificato nella CTR con la descrizione “Edificio civile”. Sempre in ambiente GIS sono stati individuati gli edifici utili ai fini della modellizzazione acustica, escludendo ad esempio tettoie, baracche, pensiline etc. aventi area inferiore a 20 mq. Successivamente i poligoni sono stati suddivisi in base alle polilinee codificate come “dividente edificio civile”, e a ciascuno, come altezza, è stata attribuita la differenza tra la quota in gronda e la quota al piede edificio. I poligoni senza indicazione di quota sono stati accorpati a quelli adiacenti aventi maggiore contiguità rispetto agli altri (ovvero avente in comune la porzione maggiore di perimetro).

I dati planimetrici sono stati aggiornati attraverso l’interpretazione delle ultime ortofoto rese disponibili tramite il servizio WMS dal sito del Servizio Cartografico della Regione Puglia [http://www.sit.puglia.it/portal/portale\\_cartografie\\_tecniche\\_tematiche/WMS](http://www.sit.puglia.it/portal/portale_cartografie_tecniche_tematiche/WMS). Inoltre sono state estratte informazioni altimetriche dai rilievi LiDAR del 2008/2009 del MATTM (attuale MiTE) nelle aree di studio dove la copertura è presente.

Per quanto riguarda l’assegnazione della popolazione ad ogni edificio, è stato applicato il “caso 1B” del metodo descritto nel paragrafo 2.8 dell’allegato II della Direttiva 2002/49/CE (come modificato dalla Direttiva delegata 2021/1226), che utilizza la densità volumetrica di popolazione: per ogni sezione di censimento è stato calcolato il volume totale degli edifici a destinazione d’uso residenziale e quindi la densità di popolazione, dividendo il numero di abitanti della sezione (aggiornamento al 2021 come descritto nel paragrafo 5.1.1.1) per il volume totale della sezione stessa; ad ogni edificio è stata assegnata la popolazione residente, moltiplicando il volume del singolo edificio per la densità calcolata per la sezione di censimento di appartenenza. Il dato così ottenuto è stato arrotondato all’intero immediatamente superiore e quindi, per ogni sezione di censimento, è stata effettuata la normalizzazione sul dato globale di popolazione.

## **Strade**

A partire dalla CTR e/o dalle ortofoto disponibili, in ambiente GIS è stato digitalizzato il grafo stradale necessario per la modellizzazione acustica stradale del territorio comunale. Per ogni infrastruttura sono stati rappresentati archi e nodi in maniera semplificata, prestando particolare attenzione al rispetto delle distanze relative sorgente-ricettore, e alle indicazioni riportate nella *“Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure - Version 2, 13 August 2007”* predisposta dal gruppo di lavoro WG-AEN della Commissione Europea (d’ora in avanti GPG) [11]. Agli archi principali sono stati associati i rispettivi toponimi, nonché la corretta indicazione altimetrica ricavata dal DTM descritto in precedenza.

Anche in questo caso, tramite la consultazione di ortofoto/foto aeree disponibili sul web nonché specifici sopralluoghi, è stata verificata la presenza di eventuali nuovi assi stradali, successivamente digitalizzati in ambiente GIS nella loro corretta posizione plano-altimetrica.

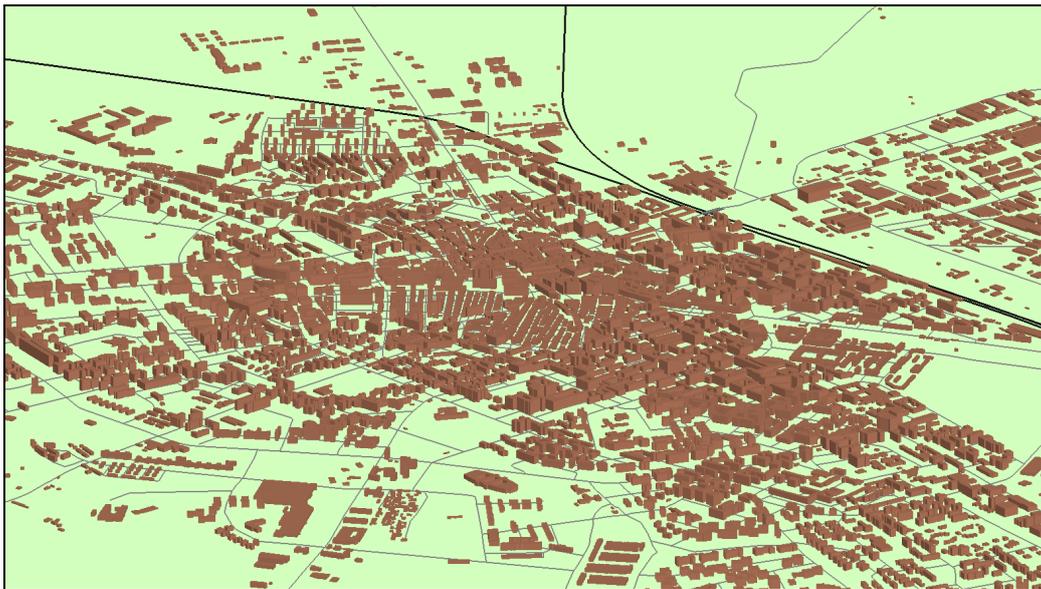


Figura 5.1 – Ricostruzione tridimensionale dell’agglomerato di Foggia in ambiente GIS

### **5.1.2 Classificazione degli assi stradali**

In occasione della precedente mappatura la caratterizzazione della rumorosità prodotta dalle sorgenti stradali aveva previsto un lavoro preliminare di classificazione di ogni asse, tenendo conto delle caratteristiche emissive dal punto di vista acustico (larghezza strada, distanza dagli edifici, manto stradale, caratteristiche del traffico stradale, etc.) e dell’assetto territoriale nel quale le strade sono inserite. Nello specifico

tutte le strade erano state suddivise in categorie omogenee dal punto di vista acustico, ed a ciascuna di esse era stata attribuita la potenza acustica ricavata per la categoria di appartenenza. A partire dalle informazioni disponibili, l'intero stradario era stato suddiviso in cinque categorie di flussi di traffico:

- 1 – elevato;
- 2 – medio;
- 3 – ridotto;
- 4 – trascurabile.

Nell'ambito del presente studio è stata utilizzata la medesima metodologia, avendo valutato l'opportunità di una riclassificazione parziale a fronte delle eventuali variazioni nelle caratteristiche emissive degli assi stradali degli ultimi cinque anni, la cui entità è stata verificata dapprima tramite un'analisi con gli strumenti cartografici disponibili in rete (Google Maps, Google earth, Openstreet Map) e poi attraverso una campagna di monitoraggio di breve durata (almeno 24 ore) sia presso alcuni dei punti già monitorati nella precedente mappatura sia presso nuovi ricettori, allo scopo di verificare la variazione di rumorosità degli assi stradali ed aggiornare eventualmente i valori di potenza acustica assegnati a ciascuna classe. Per le strade di categoria 4 (traffico trascurabile), in analogia alla precedente mappatura, non sono state eseguite misure poiché la loro rumorosità non incide in alcun modo sull'esposizione della popolazione agli intervalli di livello sonoro richiesti dalla END.

### **5.1.3 Monitoraggio del rumore**

Per le misure sono state utilizzate 5 centraline di monitoraggio del tipo rilocabile, ciascuna avente le seguenti principali caratteristiche:

- Fonometro integratore in classe 1, marca SVANTEK, completo di:
  - Preamplificatore microfónico SV 17;
  - Microfono in campo libero da ½" (G.R.A.S. 40AE) prepolarizzato;
  - Filtri real time 1/1, 1/3 d'ottava (20 Hz – 20 kHz);
- Valigetta a tenuta ermetica completa di batteria da 33 Ah (autonomia di almeno 10 giorni), mod. SV211C;
- Cavo prolunga da 10 m tra preamplificatore e valigetta a tenuta ermetica;
- Kit di protezione per preamplificatore e microfono per misure in esterno, mod. SA 205;

- Palo telescopico completo di supporto treppiede, marca Manfrotto, mod. Black Alu Super Stand;
- Calibratore in classe 1, mod. SV31 – livello 114 dB, frequenza 1000 Hz.

Le misure sono state eseguite alla presenza di:

- dott. ing. Francesco Cardillo – tecnico competente in acustica ambientale (Attestato di riconoscimento della Provincia di Bologna – Servizio Amministrativo Ambiente, prot. n. 207562 del 14/07/2006) – numero iscrizione ENTECA 5849;
- dott. ing. Gianluca Domenico Primavera – tecnico competente in acustica ambientale (Determina Dirigenziale n. 435 del 10/07/2009 - Servizio Ambiente - Provincia di Bari) – numero iscrizione ENTECA 6491;
- dott. ing. Benedetto Figorito – tecnico competente in acustica ambientale (Determina Dirigenziale n. 4880 del 20/09/2016 - Servizio Edilizia Impianti Termici – Città Metropolitana di Bari) – numero iscrizione ENTECA 6591;
- dott. arch. Rocco di Modugno – tecnico competente in acustica ambientale (Determina Dirigenziale n. 2427 del 05/05/2017 – Città Metropolitana di Bari) – numero iscrizione ENTECA 6615.

Tutte le misure effettuate sul territorio comunale hanno avuto durata pari a uno o più giorni, e sono state realizzate collocando lo strumento di misura presso strutture o cortili prospicienti i tratti stradali da monitorare. In molti casi lo strumento è stato posizionato presso le pertinenze delle scuole comunali del territorio di Foggia.



Figura 5.2 – Rilievo eseguito in prossimità di Via Manfredonia

Il livello sonoro misurato è il livello equivalente di pressione sonora ponderato “A”, con un tempo di campionamento pari a 1 secondo, costante di tempo “fast”, acquisizione dei principali livelli percentili ( $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{95}$ ,  $L_{99}$ ).

Inoltre, per ogni strumento è stato impostato un livello di soglia (trigger), superato il quale è stata acquisita la registrazione audio degli eventi sonori, al fine di individuare la presenza di eventi anomali durante la misura (ad es. sirene dei mezzi di soccorso o di antifurti, latrare di cani, schiamazzi, rumore introdotto dal passaggio di treni, etc.). All’inizio e alla fine di ciascuna misura è stata eseguita la calibrazione dello strumento, per la verifica del corretto funzionamento della strumentazione secondo quanto raccomandato dal D.M. 16/03/1998 [5] (differenza tra i due fattori di calibrazione inferiore a 0,5 dB). In Figura 5.3 è possibile visualizzare la distribuzione spaziale delle misure all’interno dell’agglomerato di Foggia.



Figura 5.3 – Distribuzione dei punti di indagine fonometrica per l’aggiornamento della MAS dell’agglomerato di Foggia

Al termine della fase di monitoraggio i dati acquisiti dalle centraline sono stati post-elaborati, al fine della loro validazione. In particolare sono state eliminate le porzioni di misura comprendenti eventi atmosferici non ammessi per le misure fonometriche ex D.M. 16/03/1998 [5] (presenza di pioggia, vento superiore a 5 m/s, etc.), nonché eventi sonori anomali. Quindi sono stati ricavati i livelli relativi ai tre periodi di riferimento  $L_{day}$ ,  $L_{eve}$ ,  $L_{night}$ , nonché  $L_{den}$ .

Nel caso di misure aventi durata maggiore di 24 ore i livelli calcolati derivano dalle medie logaritmiche ricavate nei diversi giorni per ciascuna delle tre fasce orarie.

In totale i rilievi effettuati sono stati 23, i cui risultati sono riportati in Tabella 5.1.

Codice misura	Ubicazione	Categoria	$L_{day}$ [dB(A)]	$L_{eve}$ [dB(A)]	$L_{night}$ [dB(A)]	$L_{den}$ [dB(A)]
FG_01_BT	Viale Giuseppe La Torre	1	65.4	64.9	59.3	67.6
FG_02_BT	Via Mario Altamura	1	61.8	60.9	55.3	63.7
FG_03_BT	Viale Europa	1	64.8	64.5	58.6	66.9
FG_04_BT	Via Carlo Baffi	1	63.4	61.9	53.8	64
FG_05_BT	Via Manfredonia	1	72.3	71.9	66.2	74.5
FG_06_BT	Viale Sant'Alfonso Maria dei Liguori	1	66	66.8	61	68.9
FG_07_BT	Via Bari	1	63.7	62.5	56.2	65.1
FG_08_BT	Via Michele Mastelloni	2	62.2	61.6	54.1	63.4
FG_09_BT	Via Ortona Lavello	2	59.5	57	51.7	60.6
FG_10_BT	Via Luigi Zuretti	2	60.2	56.1	49.7	60.1
FG_11_BT	Via Giacomo Matteotti	2	62.1	60.3	55.5	63.8
FG_12_BT	Via Fortunato Maria Farina	2	62.9	61.2	54.8	64
FG_13_BT	Via Vincenzo Gioberti	2	64.8	63.9	57.9	66.5
FG_14_BT	Via Galliani	2	61.8	58.2	51.4	61.8
FG_15_BT	Via Galanti	3	63.6	63.1	56.7	65.4
FG_16_BT	Via Antonio Labriola	3	59.2	57.1	49.7	59.7
FG_17_BT	Via Saverio Capezzuto	3	58.7	58.4	51.4	60.3
FG_18_BT	Via Francesco Petrarca	3	53.5	52.7	45.6	54.8
FG_19_BT	Via Vittorio Alfieri	3	61.8	61.2	54.8	63.5
FG_20_BT	Via Giovanni Pastore Sabato	3	54.3	51.9	44.5	54.6
FG_21_BT	Via Eliseo Iandolo	3	52.3	52.2	46.8	54.8
FG_22_BT	Via Giuseppe Rosati	3	57.6	55.1	48.6	58.2
FG_23_BT	Via Marchese de Rosa	3	61.9	61.1	56.2	64.2

Tabella 5.1 – Risultati della campagna di misure

Nella Tabella 5.2 si riporta invece il confronto tra i livelli  $L_{den}$  e  $L_{night}$  misurati per la redazione della MAS del 2022 e quelli della MAS del 2017 presso i ricettori ubicati in prossimità degli stessi assi stradali.

Ubicazione	L <sub>den</sub> [dB(A)]			L <sub>night</sub> [dB(A)]		
	L <sub>den,2022</sub>	L <sub>den,2017</sub>	ΔL <sub>den</sub>	L <sub>night,2022</sub>	L <sub>night,2017</sub>	ΔL <sub>night</sub>
Via Manfredonia	74.5	69.6	4.9	66.2	61.1	5.1
Viale Sant'Alfonso Maria dei Liguori	68.9	64.7	4.2	61	56.5	4.5
Via Mario Altamura	63.7	60.3	3.4	55.3	50.8	4.5
Via Vincenzo Gioberti	66.5	63.8	2.7	57.9	56.1	1.8
Via Carlo Baffi	64	62.6	1.4	53.8	53.3	0.5
Via Michele Mastelloni	63.4	61.9	1.5	54.1	52.3	1.8
Viale Giuseppe La Torre	67.6	63.5	4.1	59.3	54.4	4.9
Via Giacomo Matteotti	63.8	66.3	-2.5	55.5	57	-1.5
Via Galliani	61.8	61.9	-0.1	51.4	52.7	-1.3
Via Antonio Labriola	59.7	59.6	0.1	49.7	49.8	-0.1
Via Galanti	65.4	63.2	2.2	56.7	53.7	3
Via Ortona Lavello	60.6	58.5	2.1	51.7	50.1	1.6
Via Giuseppe Rosati	58.2	55.1	3.1	48.6	46.2	2.4

Tabella 5.2 – confronto tra i livelli L<sub>den</sub> e L<sub>night</sub> presso i ricettori nella MAS 2022 e nella MAS 2017

Visto lo scostamento, in alcuni casi piuttosto significativo, nei valori di livello sonoro presso i ricettori tra le due diverse mappature, sono stati riassegnati i valori di potenza sonora alle classi acustiche di riferimento degli assi stradali, adottando la metodologia descritta nei successivi paragrafi.

#### 5.1.4 Definizione del metodo di calcolo

Per il calcolo dei livelli di rumore richiesti dalla normativa è stato impiegato il software CadnaA, aggiornato alla versione 2022 - build:189.5221 (rilasciato a marzo 2022), sviluppato dalla DataKustik GmbH che implementa, tra gli altri, il nuovo metodo comune di calcolo CNOSSOS-EU descritto, relativamente al rumore stradale, al paragrafo 2.2 dell'allegato II della Direttiva 2002/49/CE e s.m.i.

Al fine di aggiornare le mappature relative alle infrastrutture stradali, dopo aver verificato ed eventualmente aggiornato i dati geometrici e/o emissivi di input al modello, come già descritto, è stato costruito il modello di simulazione all'interno del software di previsione acustica attraverso le seguenti fasi:

- a. Importazione delle polilinee 3D per la creazione del DTM;
- b. Importazione delle aree di assorbimento del terreno
- c. Importazione edificato;
- d. Importazione assi stradali;

- e. Importazione punti di monitoraggio
- f. Impostazione dei parametri di calcolo
- g. Calcolo della potenza sonora degli assi stradali
- h. Calcolo dei descrittori acustici

#### **5.1.4.1 Importazione delle polilinee 3D per la creazione del DTM**

Le polilinee 3D create in ambiente GIS (cfr. paragrafo 5.1.1.2) sono state importate in CadnaA sotto forma di shapefile ed assegnate alla categoria “curve di livello”. Successivamente sono stati importati gli shapefile relativi ai ponti (poligoni 3D, preventivamente creati in ambiente GIS) ed assegnati alla categoria “ponti”.

Al termine di questa fase CadnaA ha generato un suo modello del terreno di tipo TIN (Triangulated Irregular Network), successivamente verificato mediante le viste “3D-special” del software.

#### **5.1.4.2 Importazione delle aree di assorbimento del terreno**

In fase di aggiornamento delle mappature è stato migliorato il livello di dettaglio del modello previsionale, con conseguente maggiore rappresentatività dello stesso, andando a differenziare il territorio in base al grado di assorbimento del terreno, rappresentato dal cosiddetto Ground Factor (G).

Per tenere conto di questo aspetto è stato creato uno specifico shapefile sotto forma di poligoni, a cui è stato assegnato un valore di G variabile da 1 (per le superfici soffici altamente assorbenti) a 0 (per quelle dure e compatte ovvero scarsamente assorbenti). L'elemento vettoriale è stato quindi importato nel modello e integrato di conseguenza nell'algoritmo di calcolo.

#### **5.1.4.3 Importazione edificato**

Gli edifici 3D elaborati come descritto in precedenza (cfr. paragrafo 5.1.1.2) sono stati importati in formato shapefile ed assegnati alla categoria “edifici”. In questo modo ogni edificio si è posizionato sul DTM, ciascuno con la sua altezza corretta, l'informazione relativa alla destinazione d'uso e, nel caso residenziale, il numero di abitanti ad esso corrispondente. Relativamente alle caratteristiche acustiche, ad ogni edificio è stato assegnato un coefficiente di assorbimento  $\alpha$  pari a 0.37 (corrispondente ad una perdita per riflessione di 2 dB), valore di default riferito ad una tipica facciata “complessa” con balconi e sporgenze. Anche in questo caso, al termine dell'importazione, è stato eseguito un controllo tramite le viste “3D-special”.

#### 5.1.4.4 Importazione assi stradali

L'intero grafo stradale è stato importato nel modello di simulazione ed associato alla categoria "strade". Automaticamente tutti gli assi si sono collocati nella corretta posizione plano-altimetrica.

In prima battuta agli assi stradali non è stato assegnato alcun valore di potenza emissiva né di flussi di traffico. In questa fase ci si è limitati al controllo tridimensionale dei vari assi mediante le viste "3D-special", ponendo attenzione alle situazioni particolari (ad es. in corrispondenza di ponti, sottopassi, strade in rilevato, etc.) e correggendo eventuali errori.

#### 5.1.4.5 Importazione punti di monitoraggio

Lo shapefile dei punti in cui sono state eseguite le misure è stato importato in CadnaA ed assegnato alla categoria "ricettori". Ad ogni punto sono stati associati i valori rilevati strumentalmente per le tre fasce giorno, sera e notte. In ambiente CadnaA è stata corretta la posizione relativa ricettore-facciata dell'edificio, nonché la quota rispetto all'asse stradale più vicino. Ancora una volta è stata verificata la corretta ubicazione di ogni punto utilizzando le viste "3D-special".

#### 5.1.4.6 Impostazione dei parametri di calcolo

I parametri di calcolo impostati all'interno del software CadnaA sono di seguito riportati:

Parametro	Valore
Algoritmo di calcolo utilizzato (rumore stradale)	CNOSSOS-EU
Errore massimo tollerato [dB]	0.5
Massimo raggio di ricerca intorno alla sorgente [m]	1000
Minima distanza sorgente-punto di immissione [m]	0
Partizione della sorgente – fattore di reticolo	0.5
Massima lunghezza sezione [m]	500
Minima lunghezza sezione [m]	5
Assorbimento del suolo G	0.5
Massimo ordine di riflessione	1
Riflessioni – raggio di ricerca attorno a sorgente [m]	10
Riflessioni – massima distanza sorgente-immissione [m]	100
Riflessioni – minima distanza immissione-sup. riflettente [m]	0

In merito alla configurazione dei parametri meteo sono stati utilizzati quelli di seguito riportati:

Periodo	Probabilità media annua di condizioni
Giorno	50% di condizioni favorevoli alla propagazione
Sera	75% di condizioni favorevoli alla propagazione
Notte	100% di condizioni favorevoli alla propagazione

Per ogni punto ricettore sono stati calcolati i descrittori  $L_{day}$ ,  $L_{night}$ ,  $L_{evening}$  ed  $L_{den}$ . Per l'effettuazione del calcolo, la giornata è stata suddivisa nei seguenti periodi di riferimento:

- periodo di riferimento diurno: 14 ore, dalle ore 6.00 alle ore 20.00;
- periodo di riferimento serale: 2 ore, dalle ore 20.00 alle ore 22.00;
- periodo di riferimento notturno: 8 ore, dalle ore 22.00 alle ore 6.00.

I parametri di calcolo del software di simulazione sono stati utilizzati sia nella fase di valutazione della potenza sonora di singoli assi stradali, sia nel calcolo delle mappe acustiche su una griglia di punti. Nel calcolo dei livelli sonori in facciata degli edifici l'unico parametro variato è stato "*Riflessioni - minima distanza immissione-sup. riflettente*", in cui è stato inserito un valore pari ad 1 metro. In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa, ciò consente di valutare la rumorosità sui punti ricettori in facciata ignorando il contributo derivante dalla riflessione sulla facciata stessa, ma considerando la riflessione su altri edifici o schermi presenti nelle vicinanze.

#### **5.1.4.7 Calcolo della potenza sonora degli assi stradali**

Il modello di calcolo è stato utilizzato per ricavare la potenza sonora media per ognuna delle quattro classi assegnate agli assi stradali dell'intero agglomerato.

Per le prime tre categorie di strade, ovvero quelle caratterizzate da traffico elevato, medio e ridotto, le potenze sono state assegnate a partire dai rilievi fonometrici di breve termine, secondo la procedura di seguito descritta.

Innanzitutto, all'interno del modello di simulazione, è stato lanciato il calcolo presso i punti ricettori corrispondenti alle misure fonometriche, avendo preventivamente assegnato una potenza sonora ipotetica agli assi stradali su essi incidenti in termini di rumorosità. Per ciascuna delle fasce orarie di riferimento (giorno, sera, notte), con metodo iterativo, sono stati modificati i valori di potenza sonora delle strade, fino a raggiungere la perfetta coincidenza tra valori misurati strumentalmente e valori calcolati nel modello. Al termine di questo processo è stata ricavata la potenza sonora dei singoli assi stradali (Tabella 5.3) e quindi la media per ciascuna classe di appartenenza.

Nome Strada	Categoria	Potenza acustica [dB]		
		LW day	LW evening	LW night
Viale Giuseppe La Torre	1	79	78.5	72.9
Via Mario Altamura	1	82	81.1	75.5
Viale Europa	1	81.6	81.3	75.4
Via Carlo Baffi	1	80	78.5	70.4
Via Manfredonia	1	87.2	86.8	81
Viale Sant'Alfonso Maria dei Liguori	1	82.4	83.2	77.4
Via Bari	1	78.9	77.7	71.4
Via Michele Mastelloni	2	77.4	76.8	69.3
Via Ortona Lavello	2	77.6	75.1	69.8
Via Luigi Zuretti	2	77.3	73.2	66.8
Via Giacomo Matteotti	2	77.3	75.5	70.7
Via Fortunato Maria Farina	2	77.9	76.2	69.8
Via Vincenzo Gioberti	2	76.7	75.8	69.8
Via Galliani	2	76.2	72.6	65.8
Via Galanti	3	74.6	74.1	67.7
Via Antonio Labriola	3	75.8	73.7	66.3
Via Saverio Capezzuto	3	70.3	70	63
Via Francesco Petrarca	3	66.5	65.7	58.6
Via Vittorio Alfieri	3	75.3	74.7	68.3
Via Giovanni Pastore Sabato	3	67.9	65.5	58.1
Via Eliseo Iandolo	3	65.2	65.1	59.7
Via Giuseppe Rosati	3	71.5	69	62.5
Via Marchese de Rosa	3	74.1	73.3	68.4

Tabella 5.3 – Potenze acustiche ricavate nel modello di simulazione

Per ricavare un dato più realistico si è ipotizzato che il livello di rumore misurato durante la campagna di monitoraggio presso alcuni ricettori non derivasse unicamente dall'asse stradale su cui il ricettore stesso affacciava ma altresì dal contributo, seppure inferiore, delle strade circostanti. Questa condizione risulta particolarmente veritiera allorché il punto di immissione cade in corrispondenza di incroci o comunque di aree con strade concomitanti, in misura tanto maggiore quanto minore è la differenza di classe tra le strade suddette. Se non si fosse tenuto conto di ciò, si sarebbe rischiesta una sovrastima nell'attribuzione del dato di potenza sonora della strada e di conseguenza delle potenze medie assegnate alle tre classi summenzionate.

All'interno del modello di simulazione, ai tratti stradali nell'intorno dei punti di misura è stata quindi assegnata la potenza di rumore media ricavata per la corrispondente classe di appartenenza, lasciando invariati i parametri di potenza per l'asse stradale maggiormente influente sul ricettore (ovvero quelli riportati in Tabella 5.3).

A questo punto è stato lanciato un nuovo calcolo presso i punti ricettori. Nella maggior parte dei casi si è notato un aumento dei livelli di pressione sonora, causato dall'influenza dei nuovi assi stradali considerati. Quindi, analogamente a quanto avvenuto

nella fase precedente, il livello di potenza acustica degli assi stradali di Tabella 5.3 è stato regolato in modo iterativo, sino a quando la differenza massima tra livello di pressione sonora calcolato e misurato è risultata inferiore a 0,5 dB.

La Tabella 5.4 riporta il confronto tra livelli di pressione sonora calcolati e misurati in corrispondenza dei ricettori.

Ubicazione	Livello CALCOLATO (Lc)				Livello MISURATO (Lm)				Differenza Lc-Lm			
	L <sub>day</sub>	L <sub>eve</sub>	L <sub>night</sub>	L <sub>den</sub>	L <sub>day</sub>	L <sub>eve</sub>	L <sub>night</sub>	L <sub>den</sub>	L <sub>day</sub>	L <sub>eve</sub>	L <sub>night</sub>	L <sub>den</sub>
	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]
Via Marchese de Rosa	62.1	61.3	56.4	64.4	61.9	61.1	56.2	64.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Via Galanti	63.6	63.1	56.7	65.3	63.6	63.1	56.7	65.4	0	0	0	-0.1
Via Michele Mastelloni	62.1	61.6	54.1	63.4	62.2	61.6	54.1	63.4	-0.1	0	0	0
Via Ortona Lavello	59.6	57.4	52.1	60.9	59.5	57	51.7	60.6	0.1	0.4	0.4	0.3
Via Luigi Zuretti	60.3	56	49.7	60.2	60.2	56.1	49.7	60.1	0.1	-0.1	0	0.1
Via Giacomo Matteotti	62.1	60.3	55.4	63.8	62.1	60.3	55.5	63.8	0	0	-0.1	0
Viale Giuseppe La Torre	65.7	65.2	59.6	67.8	65.4	64.9	59.3	67.6	0.3	0.3	0.3	0.2
Via Mario Altamura	61.8	60.9	55.3	63.7	61.8	60.9	55.3	63.7	0	0	0	0
Via Fortunato Maria Farina	62.9	61.3	54.9	64	62.9	61.2	54.8	64	0	0.1	0.1	0
Via Vincenzo Gioberti	64.8	63.9	57.8	66.5	64.8	63.9	57.9	66.5	0	0	-0.1	0
Via Antonio Labriola	59.2	57.1	49.7	59.7	59.2	57.1	49.7	59.7	0	0	0	0
Viale Europa	64.8	64.5	58.6	66.9	64.8	64.5	58.6	66.9	0	0	0	0
Via Saverio Capezzuto	58.9	58.5	51.6	60.5	58.7	58.4	51.4	60.3	0.2	0.1	0.2	0.2
Via Francesco Petrarca	53.7	52.8	45.8	54.9	53.5	52.7	45.6	54.8	0.2	0.1	0.2	0.1
Via Vittorio Alfieri	61.8	61.2	54.7	63.5	61.8	61.2	54.8	63.5	0	0	-0.1	0
Via Giovanni Pastore Sabato	54.5	52	44.7	54.8	54.3	51.9	44.5	54.6	0.2	0.1	0.2	0.2
Via Carlo Baffi	63.3	61.9	53.7	63.9	63.4	61.9	53.8	64	-0.1	0	-0.1	-0.1
Via Manfredonia	72.5	72.1	66.3	74.6	72.3	71.9	66.2	74.5	0.2	0.2	0.1	0.1
Viale Sant'Alfonso Maria dei	66	66.8	61	68.9	66	66.8	61	68.9	0	0	0	0
Via Eliseo Iandolo	52.2	52.4	46.9	54.9	52.3	52.2	46.8	54.8	-0.1	0.2	0.1	0.1
Via Galliani	61.8	58.1	51.3	61.8	61.8	58.2	51.4	61.8	0	-0.1	-0.1	0
Via Bari	64	62.8	56.5	65.4	63.7	62.5	56.2	65.1	0.3	0.3	0.3	0.3
Via Giuseppe Rosati	57.6	55.2	48.8	58.3	57.6	55.1	48.6	58.2	0	0.1	0.2	0.1

Tabella 5.4 – Confronto tra livelli di pressione sonora calcolati e misurati

Al termine di questa fase è stata ricavata la potenza definitiva di ciascun asse stradale e quindi ricalcolati i valori medi per categoria, riportati in Tabella 5.5.

Categoria strada	Potenza acustica media [dB]		
	LW <sub>day</sub>	LW <sub>evening</sub>	LW <sub>night</sub>
<b>1 – traffico elevato</b>	81.2	80.6	74.4
<b>2 – traffico medio</b>	76.2	73.6	67.3
<b>3 – traffico ridotto</b>	69.8	68.7	61.9

Tabella 5.5 – Potenze sonore medie per categoria di strada

Nella tabella seguente viene mostrato il confronto tra i valori assegnati alle tre classi di potenza della MAS 2017 e quella attuale del 2022, da cui emerge un marcato calo delle potenze per le classi 1 e 2 in tutte le fasce orarie, mentre la classe 3 si attesta su valori simili a quelli registrati nel ciclo precedente.

Categoria strada	Potenza acustica media [dB]					
	LW <sub>day,2017</sub>	LW <sub>day,2022</sub>	LW <sub>eve,2017</sub>	LW <sub>eve,2022</sub>	LW <sub>night,2017</sub>	LW <sub>night,2022</sub>
<b>1 – traffico elevato</b>	82,5	81.2	81,4	80.6	75,7	74.4
<b>2 – traffico medio</b>	77,4	76.2	76,6	73.6	69,6	67.3
<b>3 – traffico ridotto</b>	69,7	69.8	69,1	68.7	61,7	61.9

Tabella 5.6 – Confronto tra le potenze sonore medie della MAS 2017 e della MAS 2022

Come detto in precedenza, per le infrastrutture stradali di categoria 4 è stata fatta una valutazione di tipo qualitativo, a partire dalla considerazione che in questi tratti il traffico stradale non contribuisce in maniera significativa ai livelli di esposizione sonora della popolazione. In altre parole, all'interno del modello di simulazione, agli assi di categoria 4 è stata assegnata una potenza sonora tale da non superare in nessun caso, in facciata degli edifici più esposti, i valori di 50 dB(A) per L<sub>night</sub> e 55 dB(A) per L<sub>den</sub>.

La potenza acustica media ricavata per la categoria 4 è riportata in Tabella 5.7.

Categoria strada	Potenza acustica media [dB]		
	LW <sub>day</sub>	LW <sub>evening</sub>	LW <sub>night</sub>
<b>4 – traffico trascurabile</b>	58,0	56,5	52,0

Tabella 5.7 – Potenza sonora assegnata alle strade con traffico trascurabile

I nuovi livelli di potenza sonora così ottenuti sono stati attribuiti in ambiente GIS a tutti gli assi stradali del grafo a seconda della classe di appartenenza e successivamente importati nel software di simulazione.

#### 5.1.4.8 Calcolo dei descrittori acustici

Una volta aggiornato il modello di simulazione, sono stati lanciati due calcoli:

- **Calcolo in facciata**, ovvero la determinazione dei livelli sonori a 4 metri di altezza sulla facciata degli edifici abitativi secondo le indicazioni riportate al paragrafo 2.8 “*Esposizione al rumore*” dell'allegato II alla Direttiva 2002/49/CE

e s.m.i., al fine di individuare per i descrittori acustici  $L_{den}$  e  $L_{night}$  il numero assoluto di residenti esposti a determinati intervalli dei livelli acustici;

- **Mappa acustica**, ovvero il calcolo dei descrittori acustici  $L_{den}$  e  $L_{night}$  su una griglia di punti con passo di 5 per 5 metri, altezza relativa pari a 4 metri. Le mappe acustiche consentono di valutare in modo immediato la rumorosità in determinate aree del territorio, nonché gli edifici maggiormente esposti. Una volta calcolata, la mappa può essere rappresentata sotto forma sia di superfici che di curve isolivello con passo di 5 dB, così come imposto dalla normativa.

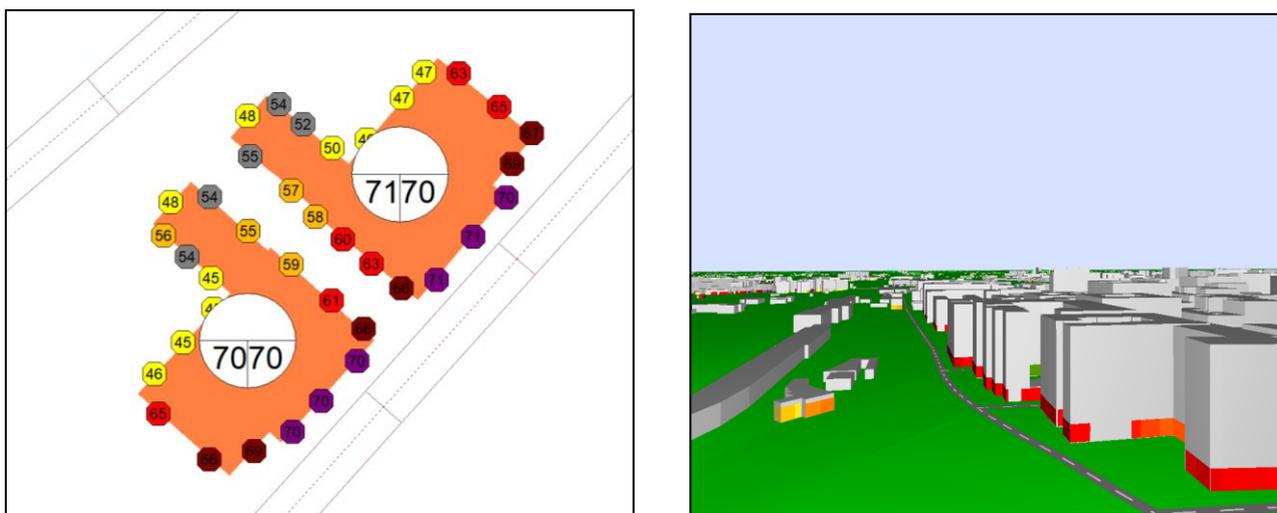


Figura 5.4 – Visualizzazione dei ricettori in facciata edificio e ricostruzione 3D

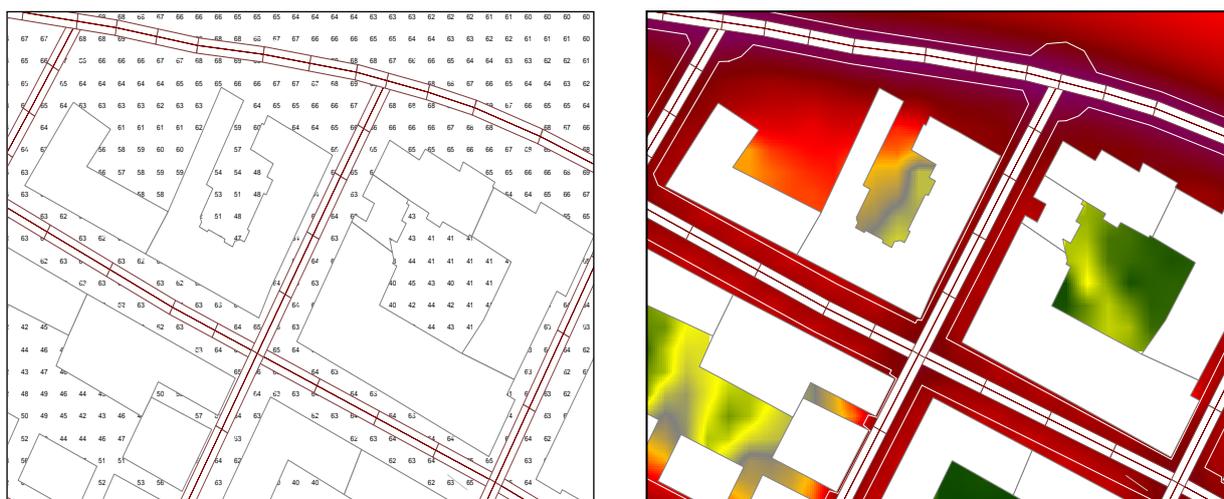


Figura 5.5 – Visualizzazione griglia ricettori e risultati del calcolo

### 5.1.5 Stima della popolazione esposta

Dopo la messa a punto del modello aggiornato, è stato effettuato un nuovo calcolo relativo alla stima della popolazione esposta alle infrastrutture stradali, che è stata effettuata utilizzando le funzionalità implementate all'interno del software di simulazione. La distribuzione dei punti ricettori lungo le facciate degli edifici residenziali è stata effettuata direttamente all'interno del software di simulazione tramite l'opzione "Punti in facciata secondo CNOSSOS" della finestra "Mappa edifici/Valutazione rumore in facciata" e considerando un'altezza relativa dal suolo pari a 4 metri. Tale opzione utilizza la procedura denominata "*Caso 1: facciate suddivise ad intervalli regolari*" descritta al paragrafo 2.8 "*Esposizione al rumore*" dell'allegato II alla Direttiva 2002/49/CE e s.m.i.

La distanza tra ricettori e facciata dell'edificio è stata impostata a 0,1 metri, mentre per l'esecuzione del calcolo la minima distanza tra ricettore e superficie riflettente è stata impostata ad 1 metro. Come accennato in precedenza, ciò consente di valutare la rumorosità su ciascun punto ricettore, escludendo la riflessione sulla facciata dell'edificio stesso ma considerando quella sugli altri edifici e/o ostacoli presenti.

Dopo aver lanciato il calcolo ed ottenuto i valori dei descrittori acustici per i ricettori in facciata edificio, all'interno del software CadnaA è stato richiamato il comando "*Object-scan*", scegliendo l'opzione "*EU 2021/1226>Popolazione in classi di livello (Mediana)*". In modo automatico il software calcola il numero di persone esposte agli intervalli di rumorosità richiesti dalla normativa, sia per l'indicatore  $L_{den}$  che per  $L_{night}$ , secondo la metodologia descritta al paragrafo 2.8 dell'allegato II alla Direttiva 2002/49/CE nella sezione "*Assegnazione delle abitazioni e delle persone che vivono nelle abitazioni ai punti ricettore – lettera b*". Attraverso analoghe funzioni implementate all'interno del comando "Object-scan" del software è stato calcolato il numero di edifici esposti al rumore, suddivisi in residenziali, scolastici e ospedali nonché la superficie dell'agglomerato esposta in  $km^2$ .

Si specifica che i plessi scolastici e le aree ospedaliere costituiti da più edifici sono comunque conteggiati come singole unità, la cui esposizione al rumore è riferita agli edifici dove sono ubicate le aule nel caso delle scuole e le sale di degenza nel caso degli ospedali.

## 5.2 Mappatura dei siti di attività industriale

Nei paragrafi seguenti è riportata la metodologia per la valutazione della popolazione esposta alla rumorosità prodotta dai siti industriali nell'ambito dell'aggiornamento quinquennale richiesto dal D.Lgs 194/05. Anche per le sorgenti industriali è stato utilizzato il nuovo metodo di determinazione del rumore denominato CNOSSOS-EU.

## 5.2.1 Individuazione e caratterizzazione acustica dei siti industriali

Gli insediamenti industriali da sottoporre a mappatura acustica, secondo la definizione riportata nell'art. 2 comma 1 lettera v) del D.Lgs. 194/05, corrispondono alle aree classificate V o VI ai sensi delle norme vigenti in cui sono presenti attività industriali quali quelle definite nell'allegato 1 al decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59. Poiché per il Comune di Foggia non è ancora entrata in vigore la classificazione acustica del territorio comunale, sono stati individuati gli insediamenti assoggettati ad A.I.A. (di competenza statale e regionale) ricadenti all'interno dei confini amministrativi del comune di Foggia.

Nella tabella seguente è riportato l'elenco aggiornato degli insediamenti con obbligo di mappatura, in base alla documentazione in possesso di Arpa Puglia.

Nome	Sede operativa	Competenza	Codice IPPC
<b>FENICE S.p.a.</b>	Zona Industriale - Località "Incoronata"	Regionale	1.1
<b>SOC. COOP. NUOVA S. MICHELE</b>	Località "San Giuseppe"	Regionale	5.4
<b>ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA STATO S.p.a</b>	Via Leone XIII,n.333	Regionale	6.1b
<b>BARILLA G. e R. F.Ili S.p.A.</b>	S.S. 16 Km 684+300- Località "Incoronata"	Regionale	6.4b2
<b>MODERNE SEMOLERIE ITALIANE</b>	S.S. 16 Km 684+300- "Contrada Quercia S.Lorenzo"	Regionale	6.4b2
<b>Società consortile Alimentare Futuragri</b>	Zona ASI – Località incoronata	Regionale	6.4b
<b>Amiu Puglia Spa</b>	Località Passo Breccioso	Regionale	5.3

Tabella 5.8: Insediamenti industriali assoggettati ad A.I.A. nell'agglomerato di Foggia

In occasione della precedente MAS tutti gli insediamenti erano stati perimetrati in ambiente GIS e importati nel software CadnaA per la successiva taratura, basata sulle misure fonometriche svolte dagli stessi gestori nell'ambito delle procedure A.I.A. In particolare, a partire dall'analisi dei relativi layout erano state individuate le principali sorgenti di rumore presenti, ricostruite poi nel modello di simulazione acustica come sorgenti areali orizzontali e verticali e/o come sorgenti puntuali. Successivamente le stesse sorgenti erano state tarate modulandone la potenza sonora sulla base dei livelli di

rumore misurati strumentalmente presso i ricettori individuati dall'ente gestore, importati come "ricettori" all'interno del modello previsionale e posizionati sia all'interno che all'esterno dello stabilimento.

Per la revisione quinquennale delle mappature è stata quindi verificata la consistenza della precedente taratura rispetto ai nuovi livelli di rumore riportati nella documentazione aggiornata dei gestori a disposizione dell'Agenzia. Nei casi in cui la taratura della precedente MAS si è dimostrata non più rappresentativa della rumorosità degli impianti simulati, sono state modificate le potenze sonore delle sorgenti fino ad ottenere la migliore corrispondenza tra valori misurati e valori calcolati tramite modello.

### **5.2.2 Stima della popolazione esposta a sorgenti industriali**

La valutazione della popolazione esposta al rumore prodotto dagli insediamenti industriali nell'ambito dell'aggiornamento quinquennale è stata effettuata utilizzando il software di simulazione CadnaA già descritto al paragrafo 5.1.4. Il calcolo è stato effettuato in facciata degli edifici residenziali esposti, secondo le stesse modalità descritte nel paragrafo 5.1.5 per il rumore stradale, utilizzando lo stesso strato informativo degli edifici già configurato ciascuno col numero di abitanti come descritto nella sezione "Edifici" del Paragrafo 5.1.1.2.

Al termine delle elaborazioni il software ha restituito i risultati riportati nella Tabella 6.6 del paragrafo 6.3, dalla quale è possibile anche osservare il numero di edifici e la superficie dell'agglomerato esposti.

### **5.3 Mappatura delle infrastrutture ferroviarie locali**

Il D.Lgs. 194/05 prevede che gli enti gestori di infrastrutture ferroviarie elaborino e trasmettano all'autorità competente le mappature acustiche con riferimento agli assi ferroviari su cui transitano più di 30.000 convogli/anno (assi ferroviari principali).

Nell'agglomerato di Foggia la rete ferroviaria si estende per circa 107 km, così ripartiti:

- ~ 100 Km in gestione a Rete Ferroviaria Italiana (RFI), di cui 14 Km condivisi con Ferrovie del Gargano (FdG)
- ~ 21 km in gestione a Ferrovie del Gargano (FdG), di cui circa 7 km interessati dalla linea Foggia-Lucera e 14 km (in condivisione con RFI) dalla linea Foggia-S.Severo

Di queste solo RFI gestisce assi ferroviari principali, di cui vengono riportati i risultati delle mappature aggiornate nel paragrafo 5.5.3.

La mappatura dei restanti assi non principali è in carico ad Arpa Puglia, in qualità di autorità competente designata per gli agglomerati, che ha già adempiuto alla consegna degli elaborati per il precedente ciclo di scadenze e che deve pertanto produrre il relativo aggiornamento quinquennale.

Tutti gli assi ferroviari sopra descritti sono riportati in Figura 5.6 .

Per l'aggiornamento quinquennale della mappatura relativa agli assi ferroviari non principali è stato adottato il nuovo metodo di determinazione del rumore denominato CNOSSOS-EU e la stessa metodologia della MAS 2017. Per l'aggiornamento dei dati di input al modello, ARPA Puglia, con nota n. 40303 del 01/06/2021, ha richiesto le informazioni necessarie al gestore dell'infrastruttura. Non avendo ottenuto riscontro la Regione Puglia, con nota n. 14624 del 11/10/2021, ha ulteriormente sollecitato quanto già richiesto da ARPA, senza ricevere alcuna risposta. Pertanto si è deciso di utilizzare le informazioni relative al traffico ferroviario aggiornate al 2021, desunte dagli orari ufficiali pubblicati da FdG sul proprio sito istituzionale.

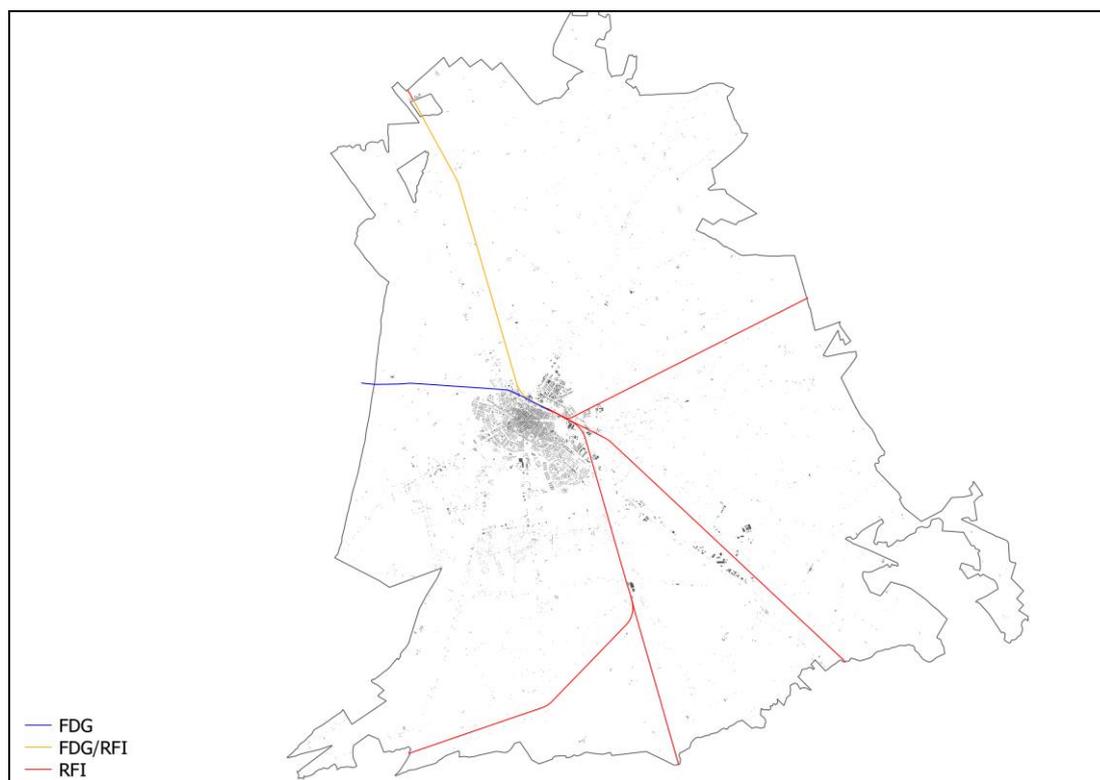


Figura 5.6 – Assi ferroviari all'interno dell'agglomerato di Foggia

Nel paragrafo successivo è illustrata la metodologia adottata per l'aggiornamento del modello previsionale.

### **5.3.1 Caratterizzazione acustica dell'infrastruttura ferroviaria FdG**

Il software di modellizzazione acustica CadnaA implementa il modulo dedicato alla mappatura delle infrastrutture ferroviarie, secondo il nuovo metodo di determinazione denominato CNOSSOS-EU, descritto al paragrafo 2.3 dell'allegato II alla Direttiva 2002/49/CE e s.m.i..

Rispetto al metodo di calcolo olandese "RMR II" utilizzato in occasione del precedente ciclo di scadenze, CNOSSOS-EU prevede l'acquisizione di un maggior numero di dati di input (con una conseguente miglior rappresentazione della rumorosità generata dalle infrastrutture ferroviarie), come di seguito elencato:

- numero di transiti dei convogli nei tre periodi di riferimento (Day, Evening e Night) lungo la tratta ferroviaria;
- categoria Treno (veicolo ad alta velocità, locomotiva diesel, locomotiva elettrica, etc.);
- tipologia del sistema frenante (freni a ceppi, freni a disco, etc.) del convoglio;
- massima velocità raggiunta lungo la tratta;
- caratteristiche costruttive dei binari (traversa mono o doppio blocco, traversa in legno, binario nel letto di ghiaia, etc.);
- stato di manutenzione del fungo della rotaia;
- raggio di curvatura della tratta;
- presenza del ponte e caratteristiche costruttive (cemento/muratura, acciaio, con traversina nella ghiaia, etc.);
- eventuale presenza di sistemi di riduzione del rumore alla rotaia (ammortizzatore ferroviario, piastra assorbente, etc.);
- tipo di connessione dei binari (rotaia saldata, con scambi, etc.).

I suddetti dati, come già evidenziato al Par. 5.3 non sono stati forniti dal gestore e pertanto sono stati elaborati autonomamente considerando per i flussi di traffico l'orario ufficiale del gestore e per l'infrastruttura i dati trasmessi dal gestore in occasione del precedente ciclo di mappatura (rif. 2017); per i dati aggiuntivi richiesti dal nuovo metodo CNOSSOS-EU sono state considerate le impostazioni di default del software CadnaA.

L'inserimento dei dati di input appena descritti permette di associare ad ogni singola tratta ferroviaria un valore di potenza acustica, che viene poi calibrato sulla base di rilievi strumentali in modo da verificare la corrispondenza tra la simulazione del rumore ferroviario tramite software e il suo valore reale misurato attraverso le indagini strumentali.

Nello specifico l'idea di base è quella di confrontare il livello di immissione generato da una specifica tratta ferroviaria, misurato strumentalmente attraverso rilievi fonometrici, con il livello di immissione simulato dal software, in corrispondenza della postazione di misura e nei tre periodi di riferimento (day, evening, night).

A tale scopo è stato necessario determinare il livello di emissione sonora della tipologia di treni in transito sugli assi analizzati, in modo da ricostruire poi il profilo complessivo di rumorosità di una determinata tratta ferroviaria in base al numero di passaggi dei convogli.

Per valutare il rumore associato al passaggio di un singolo treno, il parametro maggiormente utilizzato è il SEL, definito come il livello di un rumore stazionario avente durata pari ad 1 secondo e stessa energia sonora prodotta dal rumore variabile all'interno dell'intervallo di misura T. La determinazione del SEL consente quindi di isolare il rumore prodotto da un evento acustico di breve durata (come ad esempio proprio un singolo transito di treno), preceduto e seguito dal rumore di fondo. Esso sostituisce quindi l'utilizzo del Livello Continuo Equivalente, non adatto a questo tipo di misure poiché quest'ultimo integrerebbe energeticamente anche il rumore di fondo e quindi andrebbe poi a sottostimare il livello associato esclusivamente al passaggio del treno. Il SEL viene calcolato attraverso la seguente espressione:

$$SEL = 10 * \text{Log}_{10} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\left(\frac{L_p(t)}{10}\right)} dt$$

dove  $L_p(t)$  è il livello di pressione sonora all'istante t, mentre l'intervallo temporale di integrazione è definito come il tempo necessario affinché il livello sonoro si porti ad un valore di 10 dB(A) inferiore rispetto al livello massimo (Figura 5.7).

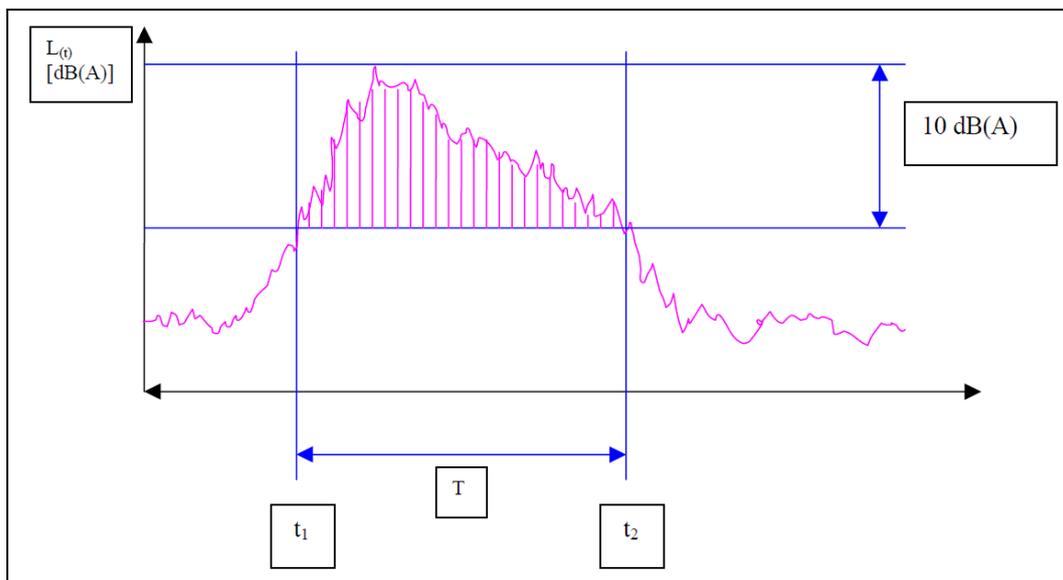


Figura 5.7 – Intervallo temporale di integrazione ed energia sonora considerata nel calcolo del SEL relativo al passaggio di un convoglio ferroviario

Per identificare in maniera corretta il rumore derivante dal singolo evento, si è fatto riferimento a quanto riportato nel D.M. 16.03.98 relativamente alle tecniche di rilevamento del rumore ferroviario, che richiede di determinare la traccia del livello di pressione sonora con costante di tempo fast per un tempo sufficientemente lungo a comprendere l'evento.

Per la determinazione dei SEL è stato quindi necessario acquisire i profili del livello equivalente attraverso un tempo di campionamento molto ridotto (100 ms) in modo da essere equiparabile alla velocità di risposta del rivelatore del fonometro con costante di tempo fast (125 ms).

A partire dalla traccia ottenuta si è isolato il singolo evento dal rumore di fondo, considerando come dato utile la porzione energetica della misura compresa tra il livello massimo e lo stesso livello ridotto di 10 dB(A).

L'intervallo temporale nel quale ricade l'evento deve avere una durata minima tale da escludere eventi impulsivi non associabili al transito del treno.

Una volta acquisita la metodologia di misura è stata pianificata una campagna di rilievi fonometrici di breve durata, in modo da rilevare un numero sufficiente di transiti ferroviari al fine di ricavare un SEL medio che sia rappresentativo della rumorosità della tipologia di treni per ciascun gestore. I dati sulla rumorosità dei treni sono stati acquisiti in occasione di una campagna di rilievi strumentali eseguiti in occasione del precedente ciclo di scadenze (rif. normativo 2017), eseguita a ridosso dell'asse ferroviario della linea Foggia-Lucera.



Figura 5.8 – Rilievo fonometrico presso la linea Foggia-Lucera

Per quanto riguarda invece la taratura del modello previsionale sono state in primo luogo ricostruite le combinazioni treno-infrastruttura più simili alla situazione reale sulla base dei dati disponibili, e in seguito modificati iterativamente i parametri di input, in modo da ottenere il minor scarto possibile tra il  $Leq$  nei periodi day, evening, night (e di conseguenza DEN) calcolato dal software e quello misurato strumentalmente nel punto di indagine.

In particolare il valore del livello equivalente in uno specifico periodo di riferimento T ( $Leq,T$ ) si ottiene dal prodotto tra il numero di passaggi di veicoli nel periodo T e il valore del SEL medio ( $SEL_m$ ) ottenuto dalle misure :

$$L_{eq,T} = 10 * \text{Log}_{10}(SEL_m * P_T) - 10 * \text{Log}_{10}(T)$$

Nella tabella che segue viene riportato il confronto tra i valori di  $Leq,Tk$  calcolati a partire dalle misure fonometriche e quelli ottenuti dal software di simulazione al termine del processo di taratura per le tratte gestite da Ferrovie del Gargano

TRATTA	Modello	SEL <sub>medio</sub>	Leq <sub>T</sub> MISURATO			Leq <sub>T</sub> SIMULATO		
			D	E	N	D	E	N
Foggia-Lucera	ETR 330	91,9	62,1	60,3	50,3	61,3	59,5	49,6
<b>Lden</b>			<b>62</b>			<b>61,2</b>		

Tabella 5.9 – Confronto tra livelli misurati e livelli simulati per le tratte ferroviarie di FdG

### 5.3.2 Stima della popolazione esposta al rumore delle ferrovie locali

Al termine del processo di calibrazione del modello aggiornato è stato stimato il numero di persone esposte e di edifici (scolastici e ospedalieri) al rumore, a partire dal calcolo del rumore in facciata agli edifici residenziali, valutato per intervalli di livello sonoro. I dati di esposizione sono stati successivamente sommati energeticamente a quelli delle ferrovie principali trasmessi dai gestori, secondo la metodologia descritta nel paragrafo 6.

## 5.4 Mappatura dell'aeroporto

L'aeroporto di Foggia "Gino Lisa" non rientra tra gli aeroporti principali così come definiti dal D. Lgs. 194/05. Pertanto la valutazione della rumorosità all'interno dell'agglomerato di Foggia è in carico all'autorità competente individuata dalla Regione (Arpa Puglia).

L'estensione complessiva del sedime aeroportuale è di circa 250 ettari, aumentata rispetto al precedente ciclo di mappatura di circa 40 ettari, visto l'allungamento della pista 15/33 (Figura 5.9).

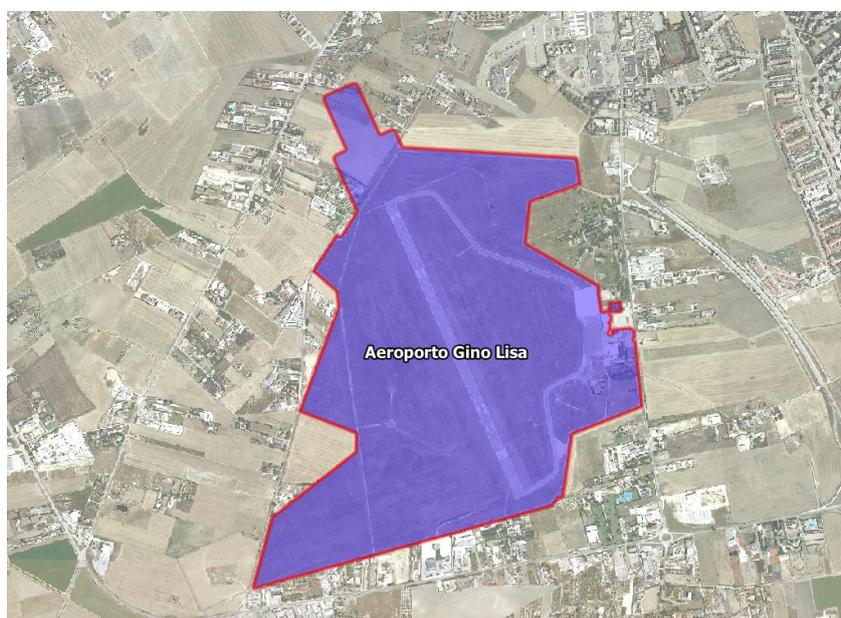


Figura 5.9 – Estensione del sedime aeroportuale dell'Aeroporto "Gino-Lisa"

La mappatura aggiornata è stata ricavata tenendo conto dei livelli di rumorosità aggiornati al 2021 registrati dalle centraline fonometriche permanenti ubicate nell'intorno dell'aeroporto, sfruttando la mappatura del descrittore LVA nell'intorno aeroportuale, presentata da Aeroporti di Puglia (AdP) nel 2020 in previsione delle riunioni della

commissione aeroportuale ex art.5 del D.M. 31/10/1997. Occorre precisare che nell'anno di osservazione 2021 lo scalo è stato chiuso sino al 15 luglio 2021, a causa dei lavori di prolungamento della pista 15/33 cominciati a fine 2019.

L'aggiornamento della mappatura è stato eseguito secondo le fasi di seguito riportate:

- Attualizzazione della mappatura LVA scenario 2010 all'anno 2021 sfruttando i dati di monitoraggio registrati dalle centraline AdP;
- Conversione della mappatura relativa al descrittore LVA nella mappa relativa ad  $L_{den}$  tramite le indicazioni della Norma UNI11252:2007;
- Calcolo della popolazione esposta ai livelli  $L_{den}$  e  $L_{night}$ .

Occorre sottolineare che la mappa  $L_{night}$  prodotta dall'Aeroporto di Foggia non produce alcun esposto, visto il numero trascurabile di voli notturni registrati nella fascia oraria 22:00 – 06:00 nel periodo di osservazione 2021.

In riferimento al primo punto, la conversione si è basata sul calcolo dello scostamento tra il valore LVA ricavato dalla mappa scenario 2010 in corrispondenza del punto in cui ricade la centralina P603 "Via del Salice" con il valore LVA registrato dalla stessa postazione con riferimento all'anno di osservazione 2021. La differenza in termini di LVA, risultata pari 13.5 dB, è stata quindi applicata ad ogni punto della griglia LVA per ottenere l'intera mappatura LVA riferita al 2021.

A questo punto sono state applicate le procedure di conversione descritte nella norma UNI11252:2007, ed in particolare quanto riportato al paragrafo 9.4.2.1 - Metodo 5. A partire dai valori  $L_{VA}$ , considerato il numero trascurabile di sorvoli notturni nel periodo di osservazione, è stata applicata la formula di conversione di seguito indicata:

$$L_{den} = -28,10 + 1,49 L_{VA} \text{ dB(A)}$$

associata ad uno scarto tipo dell'errore della stima pari a 0,7 dB. In questo modo è stato ricavato il grigliato dei punti  $L_{den}$ , a partire dal quale è stata stimata la popolazione esposta, come descritto nel paragrafo successivo.

#### **5.4.1 Stima della popolazione esposta al rumore aeroportuale**

Il calcolo della popolazione esposta è stato eseguito in ambiente CadnaA, utilizzando la mappa acustica  $L_{den}$  ottenuta con la metodologia su descritta e la copertura dell'edificato cittadino con le informazioni del numero di abitanti, già predisposta per il calcolo degli esposti al rumore stradale (cfr. paragrafo 5.1.1.2). In particolare, secondo quanto previsto

dal paragrafo 2.8 - sezione *Assegnazione dei punti di misura del rumore alle abitazioni e alle persone che vivono nelle abitazioni* dell'Allegato II alla Direttiva 2002/49/CE, nel caso del rumore aeroportuale ad ogni edificio sono stati attribuiti i livelli massimi  $L_{den}$  letti dalla griglia che circonda l'edificio stesso. I livelli così ottenuti sono stati associati agli abitanti e quindi è stata ricavata la tabella degli esposti per ciascun intervallo di  $L_{den}$ , richiamando all'interno del software di simulazione CadnaA il comando "Object-scan", scegliendo in successione l'opzione "EU 2021/1226>Punto più rumoroso della mappa in/vicino all'edificio>Step 1" e quindi "Step 2". Una volta applicato tale metodo, come era facile attendersi dalle considerazioni fatte in precedenza e vista l'assenza di voli di linea commerciali operati con aeromobili nel periodo di osservazione, è emersa la totale assenza di popolazione esposta a tutte le fasce richieste dalla normativa sia per  $L_{den}$  che per  $L_{night}$ .

## 5.5 Integrazione delle mappature dei gestori

Per le infrastrutture principali ex D.Lgs. 194/05 sono stati utilizzati i dati elaborati dai relativi gestori nell'ambito della predisposizione della mappatura acustica.

In occasione della revisione quinquennale, per ciascun gestore è stata verificata l'esistenza di documentazione aggiornata da integrare con le mappature delle infrastrutture non principali descritte nei precedenti paragrafi, allo scopo di produrre le mappature acustiche per tipologia di sorgente.

Si specifica che la competenza in termini di controllo della documentazione trasmessa dai gestori di infrastrutture a valenza nazionale è in carico al MiTE e pertanto i relativi dati sono stati riportati e integrati senza verificarne la consistenza.

La Tabella 5.10 riporta in sintesi la situazione della documentazione riferita alle infrastrutture principali, compresi gli eventuali aggiornamenti, disponibile in ARPA Puglia alla data della redazione della presente relazione tecnica.

Nell'elenco non figurano gli enti gestori di infrastrutture che con nota formale trasmessa ad ARPA Puglia hanno dichiarato di non avere in gestione assi principali così come definiti dal D.Lgs 194/05.

Tipologia di infrastruttura	Ente gestore	Dati disponibili
		Fonte
Stradale	Comune di Foggia	Nessuna comunicazione su gestione di strade principali

Tipologia di infrastruttura	Ente gestore	Dati disponibili
Stradale	Provincia di Foggia	La Provincia ha comunicato di non avere in gestione strade principali
Stradale	ANAS	ANAS - Mappatura acustica ai sensi del D.Lgs.194/05 elaborata dal gestore (rif. Normativo 2012) – il gestore ha comunicato che sulle proprie tratte al momento non sono stati posti in atto gli interventi di mitigazione previsti nel PCAR e PdA, pertanto le precedenti mappature rimangono valide
Stradale	ASPI	ASPI – Aggiornamento della Mappatura acustica ai sensi del D.Lgs.194/05 elaborata dal gestore (rif. Normativo 2022)
Ferroviaria	RFI	RFI – Aggiornamento della Mappatura acustica ai sensi del D.Lgs.194/05 elaborata dal gestore (rif. Normativo 2022)

Tabella 5.10: Suddivisione delle infrastrutture stradali e ferroviarie per gestori e dati disponibili ex D.Lgs 194/05 per l'agglomerato di Foggia

Dall'integrazione tra le mappature aggiornate delle infrastrutture principali e quelle non principali sono stati prodotti i seguenti risultati:

- Mappatura in formato grafico riportante le superfici e le curve isolivello relative al rumore derivante dall'insieme di tutte le sorgenti presenti nell'agglomerato di Foggia (*all Sources*);
- Popolazione esposta al rumore per tipologia di sorgente (*strade, ferrovie*);
- Popolazione esposta al rumore derivante dall'insieme di tutte le sorgenti presenti nell'agglomerato di Foggia (*all Sources*).

In merito al primo punto, l'integrazione dei dati trasmessi dai gestori è stata effettuata attraverso il metodo della somma energetica dei singoli contributi di  $L_{den}$  ed  $L_{night}$  relativi alle diverse sorgenti mappate. Utilizzando le griglie punti e/o le curve isolivello dei due indicatori, in ambiente GIS è stata ricavata la griglia derivante dal totale delle sorgenti presenti nell'agglomerato. A partire da essa, sempre in ambiente GIS, sono state generate le curve e le aree isolivello richieste dalla normativa.

Per quanto concerne il calcolo degli esposti per tipologia di sorgente e per l'*all sources* le griglie pre-elaborate in ambiente GIS relative alle sole sorgenti principali mappate dai gestori sono state importate nel software di simulazione CadnaA, all'interno del quale è stata effettuata la somma energetica per entrambi i descrittori  $L_{den}$  e  $L_{night}$  tra i punti griglia delle mappature dei gestori e i punti in facciata calcolati con il software CadnaA.

Entrambe le procedure di calcolo sono comunque approfondite al Paragrafo 6.

Nei paragrafi che seguono si riporta sinteticamente il contenuto della documentazione prodotta dagli enti gestori di infrastrutture principali con riferimento agli obblighi previsti dal D.Lgs. 194/05.

### **5.5.1 Mappatura acustica presentata da ANAS**

Nell'agglomerato di Foggia, gli unici assi stradali in gestione ad ANAS valutabili come principali ai sensi del D.Lgs. 194/05, sono la SS655 e la SS17, con un'estensione complessiva di circa 14 km.

In riferimento ad essi il gestore, con nota ufficiale trasmessa al MiTE, alla Regione Puglia e alla scrivente Agenzia, ha comunicato che *“non avendo ancora potuto procedere alla realizzazione delle opere del Piano [Piano di Contenimento e Abbattimento del Rumore n.d.r.], si deve ritenere che la situazione delineata dalle Mappature Acustiche a suo tempo redatte e consegnate non sia sostanzialmente mutata, e quindi essa vada considerata ancora vigente”*.

Pertanto, per l'integrazione delle mappature acustiche delle infrastrutture in gestione ad ANAS sono stati utilizzati i dati già trasmessi nell'ambito del precedente ciclo di scadenze normative, di cui si richiamano i contenuti e i risultati in termini di esposizione al rumore.

La documentazione trasmessa in quella occasione conteneva:

- Relazione generale (formato pdf);
- Quadro unione assi stradali principali (tavola formato A3, file pdf);
- Mappa  $L_{den}$  (tavole formato A3, scala 1:5.000, file pdf);
- Mappa  $L_{night}$  (tavole formato A3, scala 1:5.000, file pdf);
- Griglia punti (formato excel) composta da una maglia passo 10 per 10 metri, corridoio di 250 metri per lato dall'asse stradale, valori  $L_{den}$  e  $L_{night}$  calcolati a 4 metri di altezza;
- Confine agglomerato (formato shapefile);
- Asse stradale principale (formato shapefile);
- Curve Isolivello  $L_{den}$  e  $L_{night}$  calcolati a 4 metri di altezza, negli intervalli previsti dalla normativa (formato shapefile);
- Aree  $L_{den}$  negli intervalli previsti dalla normativa (formato shapefile);
- Aree  $L_{night}$  negli intervalli previsti dalla normativa (formato shapefile);

- Data flow 5--8 (format excel) per gli assi stradali con traffico superiore ai 3 mln di veicoli.

In relazione al contributo di popolazione esposta ai livelli  $L_{den}$  ed  $L_{night}$ , sono stati considerati i risultati presentati dal gestore ed inseriti nel relativo dataflow DF8.

Nella Tabella 5.11 è riportato il numero di persone esposte per ogni infrastruttura.

STRADA	Numero di persone esposte a livelli di $L_{den}$ [dB(A)]				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
SS 655	2	3	1	0	0
SS 17	1	1	0	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
STRADA	Numero di persone esposte a livelli di $L_{night}$ [dB(A)]				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
SS 655	3	2	0	0	0
SS 17	1	1	0	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tabella 5.11: Numero di persone esposte ai livelli di  $L_{den}$  e  $L_{night}$  – ANAS

### 5.5.2 Mappatura acustica presentata da Autostrade per l'Italia

Relativamente all'agglomerato di Foggia, Autostrade per l'Italia, secondo quanto previsto dalla normativa vigente entro il 31 gennaio 2022, ha trasmesso la documentazione di aggiornamento delle mappature acustiche riguardanti il tratto dell'A14 ricadente all'interno dei confini amministrativi. La documentazione prodotta contiene:

- Reporting Mechanism DF4\_8 in formato Excel contenente i descrittori acustici dell'area di studio suddivisi per asse stradale;
- Shape files relativi agli assi stradali principali con traffico superiore ai 3 milioni di veicoli all'anno;
- Shape files relativi al confine dell'agglomerato;
- Shape files relativi all'edificato;
- Shape files relativi agli interventi di mitigazione acustica esistenti;
- Shape files relativi alle coperture orizzontali esistenti;
- Shape files dei punti relativi ai livelli di esposizione alle facciate;
- Shape files relativi ai punti di calcolo della griglia equi-spaziata 10X10 m con i livelli  $L_{den}$  e  $L_{night}$ ;

- Shape files relativi ai dati caratteristici delle sorgenti stradali inserite nel modello;
- Shape files delle aree relative ai livelli Lden;
- Shape files delle aree relative ai livelli Lnight;
- Shape files delle curve isofoniche relative ai livelli Lden;
- Shape files delle curve isofoniche relative ai livelli Lnight;
- Relazione tecnica esplicativa delle Metodologie di Calcolo e di Analisi in conformità al DLgs 194/2005;
- Metadato descrittivo della Relazione tecnica esplicativa delle Metodologie di Calcolo e di Analisi in conformità al DLgs 194/2005.

I dati relativi alla popolazione esposta all'infrastruttura gestita da Autostrade per l'Italia sono stati desunti dal dataflow DF4\_8 consegnato dal gestore e riportati in Tabella 5.12.

<b>A14</b> cod.: IT_a_rd0002012	<b>Numero di persone esposte a livelli di L<sub>den</sub> [dB(A)]</b>				
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
	0	0	0	0	0
	<b>Numero di persone esposte a livelli di L<sub>night</sub> [dB(A)]</b>				
	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
	0	0	0	0	0

Tabella 5.12: Numero di persone esposte ai livelli di L<sub>den</sub> e L<sub>night</sub>, arrotondate al centinaio – Autostrade per l'Italia

Contrariamente a quanto comunicato nel precedente ciclo di mappatura non risulta alcun esposto (dati arrotondati).

### 5.5.3 Mappatura acustica presentata da RFI

I dati aggiornati consegnati dal gestore sono di seguito elencati:

- *Mappe Georeferenziate*, in formato shape file, con gli assi ferroviari inclusi negli agglomerati, con le curve isofoniche relative a valori di Lden pari a 55 dB(A), 60 dB(A), 65 dB(A), 70 dB(A), 75 dB(A) e a valori di Lnight pari a 50 dB(A), 55 dB(A), 60 dB(A), 65 dB(A), 70 dB(A) alla quota di 4 metri sul piano di campagna e con i confini degli agglomerati presi a riferimento;

- *Noise Directive Data Flows* contenenti i dati richiesti per le infrastrutture ferroviarie nel formato proposto dall'Eionet Data Dictionary (DD) redatto dall'European Environment Agency (EEA) e pubblicato sul sito internet <http://dd.eionet.europa.eu/datasets/>;
- *Metadati* relativi a ciascun documento allegato;
- *Dati di traffico* circolato giornaliero medio, relativo all'anno 2020, per ciascun asse ferroviario incluso all'interno degli agglomerati.

Anche in questo caso i dati di popolazione esposta (arrotondati al centinaio) sono stati ricavati dal file "NoiseDirectiveDF4\_8\_Foggia" e sono riportati in Tabella 5.13:

Numero di persone esposte a livelli di $L_{den}$ [dB(A)]					
55-59	60-64	65-69	70-74	>75	TOT
13500	9900	3700	700	100	27900
Numero di persone esposte a livelli di $L_{night}$ [dB(A)]					
50-54	55-59	60-64	65-69	>70	TOT
13300	8300	2800	500	100	25000

Tabella 5.13: Numero di persone esposte ai livelli di  $L_{den}$  e  $L_{night}$  – RFI

## 5.6 Incertezza nella predisposizione della mappa acustica strategica

Nella predisposizione della mappa acustica strategica dell'agglomerato di Foggia, è necessario considerare varie fonti di incertezza, ciascuna legata ad una specifica fase di lavoro. Le maggiori incertezze sono legate alle operazioni di:

- Classificazione degli assi stradali;
- Monitoraggio acustico;
- Costruzione del modello di calcolo;
- Valutazione della popolazione esposta.

Nel seguito si riportano alcune considerazioni relative alle varie incertezze.

### **Classificazione degli assi stradali**

La necessità di estendere i livelli di potenza sonora di un campione di assi stradali all'intera rete stradale cittadina introduce necessariamente un'incertezza nella attribuzione della potenza sonora ai vari assi. In base ai dati di cui siamo in possesso è possibile

valutare la deviazione standard per ciascuna classe e nelle diverse fasce orarie, riportata nella seguente Tabella 5.14:

Deviazione standard potenza sonora [dB]			
Categoria strade	Fascia oraria 06-20	Fascia oraria 20-22	Fascia oraria 22-06
1	2,9	3,2	3,8
2	0,4	2,2	2,5
3	5,0	4,9	5,4

Tabella 5.14: Deviazione standard dei livelli di potenza sonora associata agli assi stradali dell'agglomerato

### **Monitoraggio acustico**

L'incertezza legata alla fase di monitoraggio acustico degli assi stradali va considerata in base ai fattori di seguito riportati:

1. *Incerteza strumentale*: dipende dalla classe di precisione dello strumento; per strumenti di classe 1 risulta dell'ordine di 0,5 dB(A) [15];
2. *Incerteza legata alle condizioni di misura (riproducibilità)*: è legata al posizionamento dello strumento, e dipende principalmente dalla distanza sorgente-ricettore, dalla distanza da superfici riflettenti (ad es. misure in facciata), dall'altezza dal suolo. Secondo quanto riportato nel documento UNI/TR 11326 [15] è dell'ordine di 0,3 dB(A);
3. *Incerteza legata alla variabilità della sorgente* e delle sue caratteristiche di emissione: ad esempio la variabilità dei flussi di traffico stradale tra i giorni feriali e quelli festivi; l'utilizzo di un unico valore comporta un errore dell'ordine di 1 dB(A) [15].

### **Modello di calcolo**

L'incertezza globale legata al calcolo dei descrittori acustici richiesti dalla normativa all'interno di un modello di calcolo del rumore generato in ambiente esterno dipende da:

1. *Incerteza sui dati in ingresso del modello*, in particolare:
  - **dati di tipo acustico** (tipologia di sorgente, spettro di potenza sonora e direttività);

- **dati di tipo geometrico** (andamento altimetrico dell'area, posizione ed andamento plano-altimetrico delle sorgenti, geometria di edifici e barriere acustiche);
  - **dati di tipo non geometrico** (caratteristiche fisiche di strade e infrastrutture ferroviarie, fattore di riflessione delle superfici di edifici e barriere acustiche, dati meteorologici, variazione oraria dei flussi di traffico, distribuzione della popolazione).
2. *Incertezza sul modello matematico*, determinata dai seguenti aspetti:
    - Insufficiente rappresentatività del modello matematico di base;
    - Procedure ambigue nel documento che descrive il modello;
  3. *Incertezza sul modello software*, dovuta ad errori di implementazione delle equazioni base in un particolare software;
  4. *Incertezza sull'output*, dovuta alle differenti tipologie di interpolazione delle curve isolivello rappresentate;
  5. *Incertezza associata al modello costruito*, dipendente dalle fasi di calibrazione e validazione dello stesso.

Nel software CadnaA è possibile rappresentare il livello di accuratezza delle mappe di rumore in output. Esso dipende sostanzialmente da due fattori:

- Incertezza associata al livello di potenza sonora della sorgente, la quale dipende a sua volta delle incertezze legate al monitoraggio acustico e, per le sorgenti stradali, alla classificazione degli assi, come già descritto in precedenza;
- Incertezza legata alla simulazione della propagazione sonora da parte del modello acustico, che tiene conto della variabilità dei parametri utilizzati per la costruzione del modello (ad es. variazioni delle condizioni meteorologiche).

Quest'ultima fonte di incertezza dipende strettamente dalla distanza tra sorgente e ricettore e aumenta proporzionalmente e in maniera logaritmica all'aumentare di essa [16]. La deviazione standard  $\sigma_d$  del modello associata alla propagazione del rumore è infatti rappresentata dalla seguente espressione:

$$\sigma_d = 3 \cdot \log_{10}(d/10)$$

dove d = distanza sorgente-ricettore

Volendo quindi fornire una stima dell'incertezza associata ai livelli di rumore mappati dal modello, si possono considerare due casi:

- Per distanze dalla sorgente inferiori a 10 m ( $\sigma_D = 0$ ) l'incertezza è associata esclusivamente all'accuratezza delle diverse sorgenti (accuratezza delle misure strumentali e classificazione delle sorgenti stradali);
- Per distanze dalla sorgente superiori a 10 m ( $\sigma_D > 0$ ) l'incertezza totale  $\sigma$  deriva dal contributo dell'incertezza sulla sorgente  $\sigma_s$  e dell'incertezza legata alla propagazione sonora  $\sigma_D$  ed è calcolabile attraverso la seguente espressione:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_s^2 + \sigma_D^2}$$

Per la mappatura relativa all'insieme delle sorgenti (overall sources) la stima del valore totale  $\sigma_s$  andrebbe effettuata componendo il contributo dell'incertezza legata a ciascuna singola sorgente  $\sigma_n$ , attraverso la seguente espressione [19]:

$$\sigma_s = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^N (\sigma_n \cdot 10^{0,1 \cdot L_n})}}{\sum_{n=1}^N 10^{0,1 \cdot L_n}}$$

Dove  $L_n$  è il livello parziale calcolato al ricevitore e associato all' n-esima sorgente. Riuscire a comporre e quantificare per tutte le diverse sorgenti della mappatura il contributo di ogni singola incertezza, considerando la variabilità e l'interdipendenza dei diversi parametri da cui la stessa deriva, è una procedura particolarmente complessa, che difficilmente porterebbe ad un valore univoco in maniera attendibile. È però possibile stimare, a titolo esemplificativo e in maniera orientativa, l'incertezza attribuibile al modello relativamente al rumore delle sole sorgenti stradali che, come evidenziato ai paragrafi precedenti, è quella che fornisce il contributo più significativo alla mappa di rumore dell'agglomerato di Foggia. Ipotizzando ad esempio che il contributo all'incertezza sul valore di potenza della sorgente sia associabile unicamente alla deviazione standard della classificazione degli assi stradali (trascurando quindi gli effetti derivanti dall'incertezza della catena strumentale), è possibile prevedere l'incertezza totale del modello di calcolo presso il ricevitore.

Nella figura seguente è riportata la mappa dell'incertezza sul valore  $L_{night}$  associata e ad una sola strada dell'agglomerato di Foggia di classe 1, nel periodo di riferimento notturno, con deviazione standard sul valore di potenza sonora pari a 2,9 dB (cfr. Tabella 5.14).

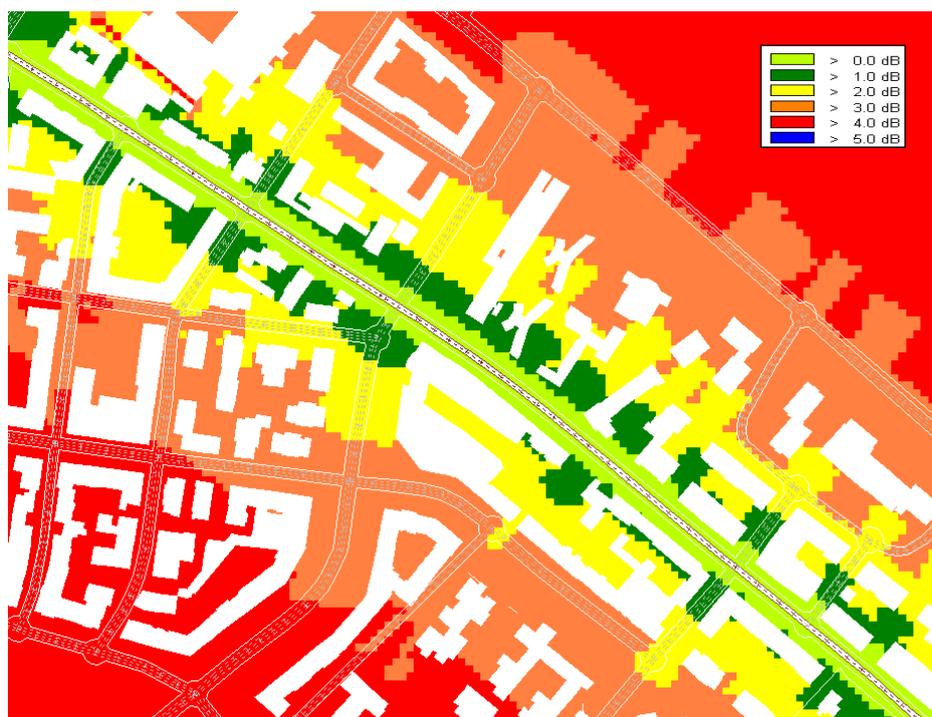


Figura 5.10 – Esempio di propagazione dell'incertezza nella modellizzazione del rumore stradale

Come è possibile osservare in figura, l'incertezza è contenuta entro i 3 dB nei primi 50-100 metri dalla sorgente, per poi crescere all'aumentare della distanza. Occorre specificare che a distanze elevate l'incidenza della specifica sorgente risulta tuttavia trascurabile rispetto alle sorgenti locali.

### **Valutazione della popolazione esposta**

L'incertezza associata al numero di persone esposte a determinati livelli di rumore è strettamente collegata all'accuratezza con cui viene assegnata la popolazione agli edifici residenziali. Il metodo sviluppato e spiegato al paragrafo 5.1.1.2, che sfrutta la densità volumetrica abitativa fornita dai dati di censimento ISTAT del 2011, è assimilabile al metodo di assegnazione degli abitanti riportato nella Toolkit della GPG (*Tool 19.1*), che fa

uso della superficie abitativa come dato di partenza da distribuire poi all'interno di ogni singolo edificio. Secondo questo metodo, l'errore stimato in termini di esposizione al rumore è pari a 1 dB(A).

## 6 SINTESI DEI RISULTATI

L'allegato 6 del D.lgs 194/05 richiede la trasmissione del numero totale stimato, arrotondato al centinaio, di persone che vivono nelle abitazioni esposte a livelli di  $L_{den}$  in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta compresi tra 55-59, 60-64, 65-69, 70-74 e maggiori di 75; per i livelli  $L_{night}$  i valori in dB compresi tra 50-54, 55-59, 60-64, 65-69 e i valori maggiori di 70. L'arrotondamento dei dati richiesti non è stato effettuato in base alle indicazioni delle Specifiche Tecniche elaborate dal MiTE a marzo 2022 [21].

Nei paragrafi a seguire saranno presentati i risultati delle mappature aggiornate in termini di popolazione esposta al rumore.

Gli esposti alle fasce di rumore richieste sono stati stimati relativamente ai seguenti tre scenari:

- Popolazione esposta a livelli  $L_{den}$  e  $L_{night}$  generati dalle infrastrutture principali (*major roads, major railways*);
- Popolazione esposta a livelli  $L_{den}$  e  $L_{night}$  distinti per tipologia di sorgente (infrastrutture stradali, infrastrutture ferroviarie, aeroporti e insediamenti industriali);
- Popolazione esposta a livelli  $L_{den}$  e  $L_{night}$  generati dal rumore di tutte le sorgenti attive (*all Sources*) nell'agglomerato di Foggia.

Nel primo caso (rumore generato dalle sole infrastrutture principali), in base alle informazioni in possesso di ARPA Puglia relativamente alla presenza di infrastrutture principali all'interno dell'agglomerato, il numero degli esposti è stato ricavato dalle mappature trasmesse da RFI per le ferrovie e da ANAS e ASPI per le strade. Per le Major Railways le mappature del gestore sono state importate in CadnaA come griglia punti 5x5 metri, da cui è stato estratto il valore del livello sonoro da associare ai punti in facciata attorno all'edificio, dopo aver scorporato il contributo energetico dovuto alla riflessione in facciata, pari a 3 dB.

Per le Major Roads le mappature di ANAS e ASPI sono state sommate energeticamente in ambiente GIS e il risultato ottenuto è importato in CadnaA, dove sono stati estratti i valori in corrispondenza dei punti in facciata, sempre dopo aver considerato la riduzione energetica di 3 dB della riflessione in facciata.

Nel secondo e nel terzo caso (rumore distinto per tipologia di sorgente e rumore derivante da tutte le sorgenti attive) è stata effettuata la somma energetica tra le mappe fornite dagli enti gestori di infrastrutture principali e i livelli ottenuti dalle simulazioni acustiche operate dal software CadnaA per le infrastrutture non principali. Nello specifico il metodo applicato ha previsto:

1. Importazione in CadnaA delle mappature acustiche per gli indicatori  $L_{den}$  e  $L_{night}$  consegnate dai gestori di infrastrutture principali, sotto forma di griglia punti 5x5 metri, ridotte di 3 dB, valore pari al contributo derivante dalla riflessione in facciata presso il ricettore (come richiesto dal D.Lgs 194/05);
2. Sovrapposizione dei punti in facciata calcolati preventivamente in CadnaA per le infrastrutture non principali (come descritto nei paragrafi precedenti per ogni tipologia di sorgente sonora) con le mappature importate;
3. Calcolo della somma energetica tra i punti in facciata ad ogni edificio ed il corrispondente valore (già decurtato di 3 dB) ricavato dalle mappature sottostanti, sia per  $L_{den}$  che per  $L_{night}$ .

Per il calcolo della popolazione esposta alle sole sorgenti principali, è stato dapprima lanciato un calcolo in facciata avendo preventivamente disattivato tutte le sorgenti di rumore presenti nel modello e successivamente ai punti in facciata è stato attribuito il valore ricavato dalle mappature acustiche delle sorgenti principali di cui al punto 1.

Al termine dell'operazione, ad ogni edificio sono risultati quindi associati un certo numero di punti contenenti il livello di rumore espresso attraverso gli indici  $L_{den}$  e  $L_{night}$ , derivanti dalla somma del rumore generato dalle infrastrutture principali e quelle non principali (Figura 6.1 (c)).

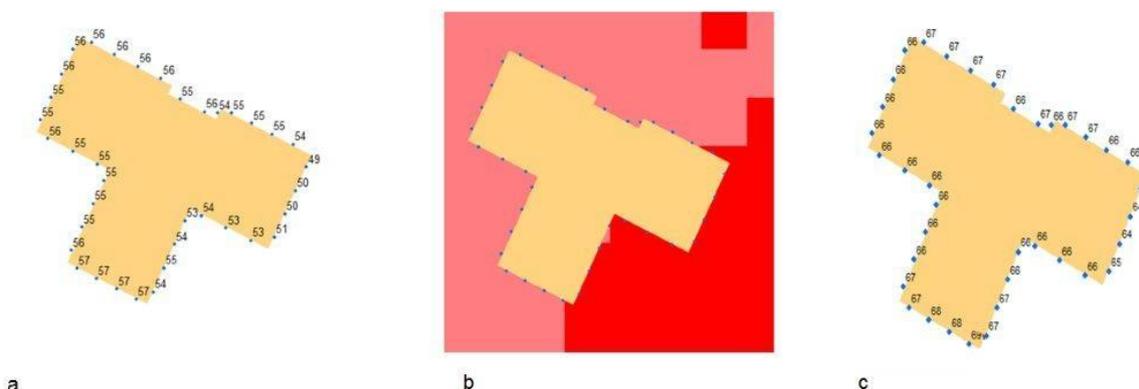


Figura 6.1 – Somma energetica di mappe acustiche in ambiente CadnaA: a) calcolo dei livelli  $L_{den}$  e  $L_{night}$  in facciata; b) integrazione dei punti in facciata con le mappature delle infrastrutture principali; c) somma energetica sui punti in facciata

L'associazione tra popolazione residente e i livelli di rumore calcolati in facciata è stata effettuata come già descritto al paragrafo 5.1.5, mentre il calcolo degli esposti è stato eseguito richiamando in CadnaA il comando "Object-scan", con opzione "EU 2021/1226>Popolazione in classi di livello (Mediana)".

Occorre segnalare che in tutti i casi non vi è mai perfetta corrispondenza tra il dato sulla popolazione esposta dichiarato dai gestori e quello risultante dalle somme energetiche effettuate da Arpa Puglia.

Tale discordanza è con tutta probabilità da attribuire ad uno dei seguenti aspetti, o alla loro combinazione:

1. Diversa attribuzione di popolazione agli edifici da parte del gestore;
2. Differente metodologia di calcolo degli esposti da parte del gestore che molto spesso si è limitato alla fascia di pertinenza delle proprie infrastrutture;
3. Riduzione energetica pari a 3 dB del contributo della riflessione in facciata dalle mappature del gestore;
4. Costruzione dei modelli di calcolo e software di simulazione differenti tra gestori e ARPA Puglia.

Nei paragrafi che seguono è riportato, per ogni tipologia di sorgente e per tutte le sorgenti (*all/Sources*), il numero di persone esposte e di edifici distinti per destinazione d'uso agli intervalli di  $L_{den}$  e  $L_{night}$  espresso in unità, come esplicitamente richiesto dalle Linee Guida del MiTE relative alla stesura delle relazioni per le MAS [22].

## 6.1 Infrastrutture stradali

Il numero totale di persone esposte al rumore da traffico veicolare all'interno dell'agglomerato di Foggia, è indicato nelle tabelle e grafici di seguito riportati.

In Tabella 6.1 sono riportati i risultati in termini di esposizione della popolazione, degli edifici e della superficie dell'agglomerato al rumore prodotto dalle infrastrutture principali (*Major Roads*) ricavati a partire dalla somma energetica delle mappature di ANAS e ASPI, unici gestori noti di infrastrutture principali nell'agglomerato.

Si evidenzia che la discrepanza riscontrata tra il dato trasmesso dai gestori (cfr. Tabella 5.11 e Tabella 5.12) e il dato ottenuto mediante somma energetica potrebbe derivare da quanto già evidenziato al paragrafo precedente, oltre al mancato aggiornamento delle mappature ANAS con i nuovi metodi di calcolo introdotti dagli aggiornamenti alla Direttiva 2002/49/CE (Cfr. Par. 5.5.1).

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta [km <sup>2</sup> ]
Intervalli Lden	55-59	164	20	0	0	4,29
	60-64	83	10	0	0	4,82
	65-69	7	2	0	0	3,43
	70-74	0	0	0	0	1,32
	>75	0	0	0	0	0
Intervalli Lnight	50-54	29	6	0	0	3,43
	55-59	159	19	0	0	3,08
	60-64	74	8	0	0	3,98
	65-69	7	2	0	0	1,46
	> 70	0	0	0	0	0

Tabella 6.1: Popolazione, edifici residenziali, edifici sensibili e superficie esposti ai livelli di  $L_{den}$  e  $L_{night}$  generato dalle infrastrutture principali – Rumore emesso dal traffico veicolare sulle *Major Roads*

In Tabella 5.2 lo stesso dato è invece riferito a tutte le infrastrutture stradali dell'agglomerato, indipendentemente dai flussi di traffico.

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta [km <sup>2</sup> ]
Intervalli Lden	55-59	41299	1229	17	2	31,31
	60-64	34954	1311	17	3	15,16
	65-69	13166	642	8	2	9,13
	70-74	637	57	0	0	4,68
	>75	6	4	0	0	0,14
Intervalli Lnight	50-54	40088	1418	16	3	19,83
	55-59	16610	743	12	1	10,51
	60-64	2581	181	1	1	7,19
	65-69	65	12	0	0	3,47
	> 70	0	0	0	0	0,03

Tabella 6.2: Popolazione, edifici residenziali, edifici sensibili e superficie esposti ai livelli di  $L_{den}$  e  $L_{night}$  – Rumore emesso dal traffico veicolare

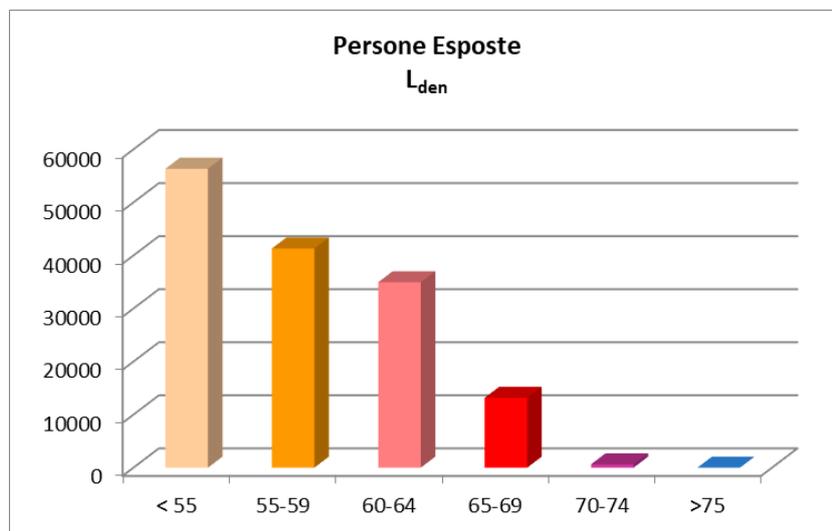


Figura 6.2 – Numero totale di persone esposte al rumore da traffico veicolare –  $L_{den}$  per classe di esposizione

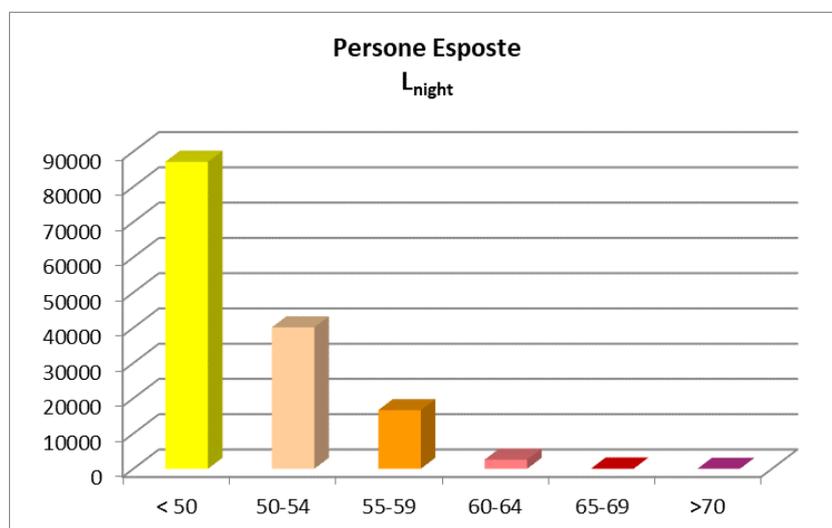


Figura 6.3 – Numero totale di persone esposte al rumore da traffico veicolare –  $L_{night}$  per classe di esposizione

Percentuale di persone esposte a livelli di $L_{den}$ [dB(A)]						
< 55	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	TOT
38%	28%	24%	9%	0%	0%	100%
Percentuale di persone esposte a livelli di $L_{night}$ [dB(A)]						
< 50	50-54	55-59	60-64	65-69	>70	TOT
59%	27%	11%	2%	0%	0%	100%

Tabella 6.3: Percentuale di persone esposte ai livelli di  $L_{den}$  e  $L_{night}$  – Rumore emesso dal traffico veicolare

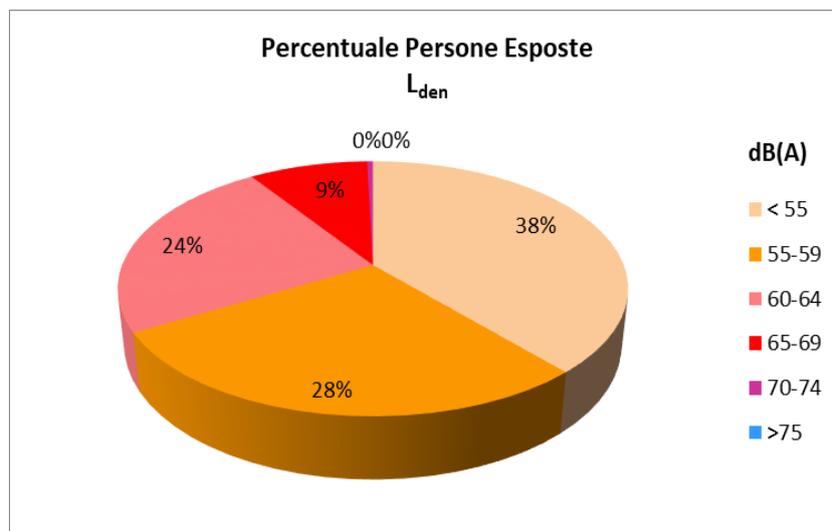


Figura 6.4 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico veicolare –  $L_{den}$  per classe di esposizione

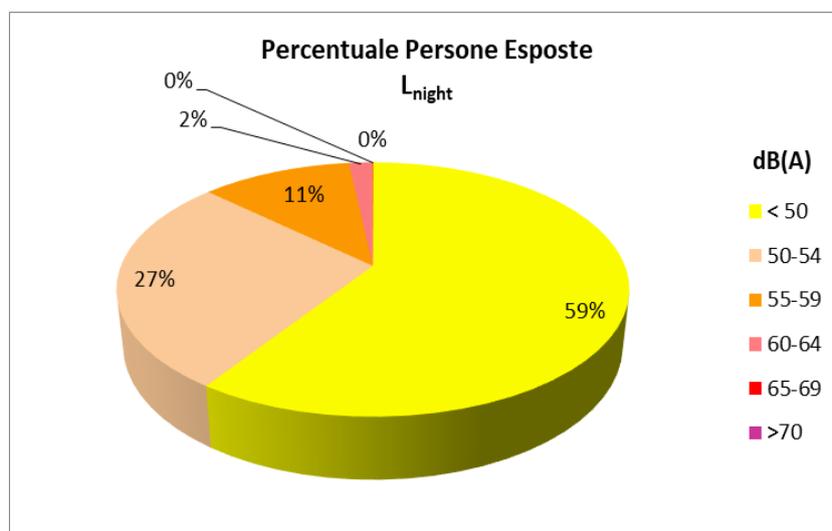


Figura 6.5 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico veicolare –  $L_{night}$  per classe di esposizione

## 6.2 Infrastrutture ferroviarie

Il numero totale di persone esposte al rumore da traffico ferroviario all'interno dell'agglomerato di Foggia è indicato nelle tabelle e grafici di seguito riportati.

I dati inseriti in Tabella 6.4 rappresentano la popolazione, gli edifici residenziali, gli edifici sensibili e la superficie esposti al rumore prodotto dalle infrastrutture ferroviarie principali (*Major Railways*) di RFI, ricavato mediante calcolo in facciata in ambiente CadnaA a partire dalle mappature a 4 m del gestore.

La differenza di esposti rispetto al dato del gestore (Cfr. Par. 5.5.3) è da attribuirsi con tutta probabilità ad uno degli aspetti richiamati al paragrafo 6.

In Tabella 6.5 il risultato è invece riferito all'esposizione al rumore di tutta la rete di infrastrutture ferroviarie, senza distinzioni tra infrastrutture principali e non principali.

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta [km <sup>2</sup> ]
Intervalli Lden	55-59	11323	445	2	0	16,56
	60-64	5448	244	1	0	21,85
	65-69	1008	63	0	0	10,04
	70-74	89	25	1	0	4,73
	>75	0	0	0	0	0
Intervalli Lnight	50-54	10427	425	2	0	20,04
	55-59	4616	197	0	0	21,60
	60-64	400	50	1	0	7,55
	65-69	33	12	0	0	3,01
	> 70	1	1	0	0	1,43

Tabella 6.4: Popolazione, edifici residenziali, edifici sensibili e superficie esposti ai livelli di  $L_{den}$  e  $L_{night}$  generato dalle infrastrutture principali – Rumore emesso dal traffico ferroviario sulle *Major Rails*

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta [km <sup>2</sup> ]
Intervalli Lden	55-59	9985	446	2	0	15,19
	60-64	5003	245	1	0	20,11
	65-69	981	63	0	0	10,08
	70-74	88	25	1	0	4,42
	>75	0	0	0	0	0,32
Intervalli Lnight	50-54	9076	425	2	0	17,18
	55-59	4276	197	0	0	20,28
	60-64	395	50	1	0	7,51
	65-69	33	12	0	0	3,01
	> 70	1	1	0	0	1,43

Tabella 6.5: Popolazione, edifici residenziali, edifici sensibili e superficie esposti ai livelli di  $L_{den}$  e  $L_{night}$  – Rumore emesso dal traffico ferroviario

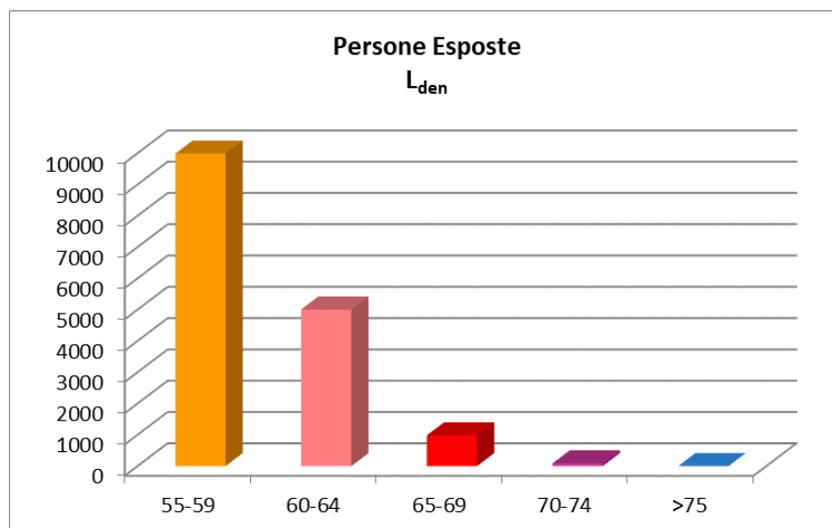


Figura 6.6 – Numero di persone esposte al rumore da traffico ferroviario –  $L_{den}$  per classe di esposizione

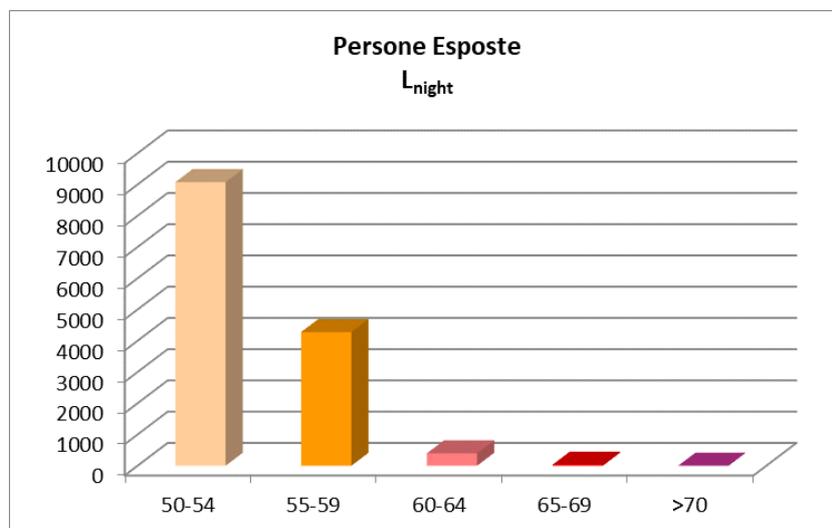


Figura 6.7 – Numero di persone esposte al rumore da traffico ferroviario –  $L_{night}$  per classe di esposizione

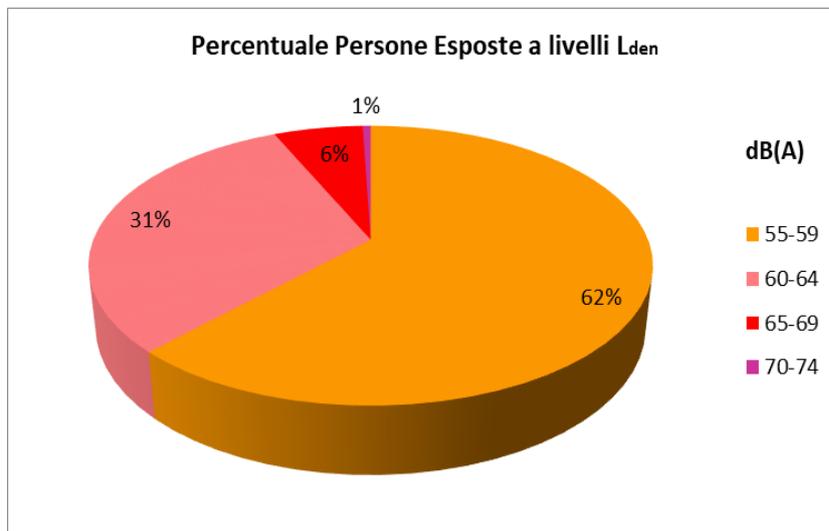


Figura 6.8 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico ferroviario –  $L_{den}$  per classe di esposizione

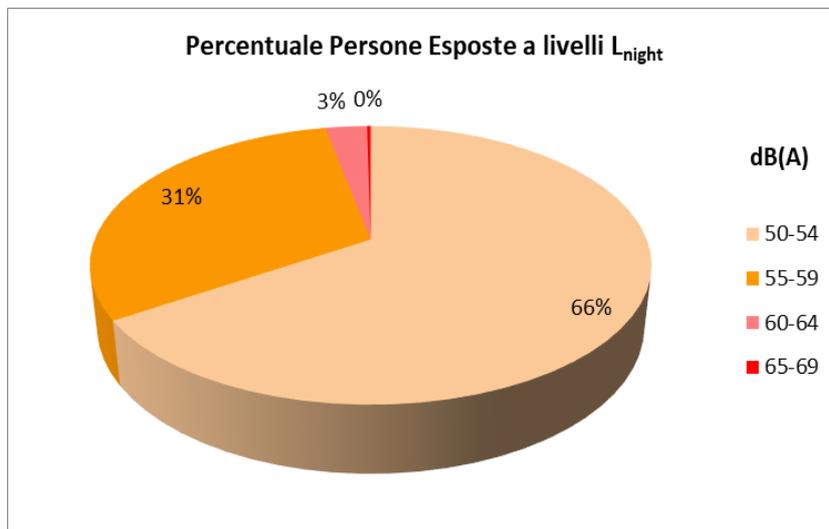


Figura 6.9 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico ferroviario –  $L_{night}$  per classe di esposizione

### 6.3 Siti di attività industriale

Il numero totale di persone esposte e di edifici (distinti per destinazione d'uso) al rumore prodotto dai siti di attività industriale, è riportato in Tabella 6.6).

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta [km <sup>2</sup> ]
Intervalli Lden	55-59	54	7	0	0	2,13
	60-64	37	7	0	0	1,07
	65-69	4	2	0	0	0,56
	70-74	0	0	0	0	0,17
	>75	0	0	0	0	0,02
Intervalli Lnight	50-54	5	4	0	0	1,71
	55-59	38	7	0	0	0,93
	60-64	3	2	0	0	0,41
	65-69	0	0	0	0	0,11
	> 70	0	0	0	0	0,01

Tabella 6.6: Popolazione, edifici residenziali, edifici sensibili e superficie esposti ai livelli di L<sub>den</sub> e L<sub>night</sub> – Rumore emesso dai siti di attività industriale

### 6.4 Aeroporto

Nella Tabella 6.7 sono riportati i risultati in termini di residenti esposti agli intervalli di L<sub>den</sub> e L<sub>night</sub>, dovuti alla sorgente aeroportuale. Come nei casi precedenti sono inoltre riportati gli edifici esposti, distinti per destinazione d'uso, nonché la superficie esposta in km<sup>2</sup>.

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta kmq
Intervalli Lden	55-59	0	0	0	0	0
	60-64	0	0	0	0	0
	65-69	0	0	0	0	0
	70-74	0	0	0	0	0
	>75	0	0	0	0	0
Intervalli Lnight	50-54	0	0	0	0	0
	55-59	0	0	0	0	0
	60-64	0	0	0	0	0
	65-69	0	0	0	0	0
	> 70	0	0	0	0	0

Tabella 6.7: Popolazione, edifici residenziali, edifici sensibili e superficie esposti ai livelli di L<sub>den</sub> e L<sub>night</sub> – Rumore emesso dall' Aeroporto

Come specificato nel paragrafo 5.4 non compaiono esposti negli intervalli  $L_{den}$  e  $L_{night}$  a causa della totale assenza di voli di linea operati con aeromobili e della chiusura dello scalo fino al 15 luglio 2021 per i lavori di prolungamento pista.

## 6.5 Esposizione al rumore globale (*all Sources*)

In Tabella 6.8 è riportata la popolazione, gli edifici e la superficie esposti a livelli di rumore  $L_{den}$  e  $L_{night}$  per effetto della sovrapposizione di tutte le sorgenti attive nell'agglomerato urbano.

La popolazione esposta ed il numero di edifici, distinti per destinazione d'uso, è riportato con il valore esatto, come espressamente richiesto dalle Linee Guida del MiTE relative alla stesura delle relazioni per le MAS [22].

		Pop. Esposta	Ed. Res.	Scuole	Ospedali	Superficie esposta [km <sup>2</sup> ]
Intervalli $L_{den}$	55-59	40302	1254	17	3	45,24
	60-64	35022	1367	19	3	33,93
	65-69	19576	824	6	2	21,35
	70-74	2359	170	3	0	9,28
	>75	4	1	0	0	0,69
Intervalli $L_{night}$	50-54	40438	1492	20	3	43,17
	55-59	24549	1013	12	3	31,35
	60-64	5655	334	3	0	15,81
	65-69	69	22	0	0	6,70
	> 70	1	1	0	0	1,50

Tabella 6.8: Popolazione, edifici residenziali, edifici sensibili e superficie esposti ai livelli di  $L_{den}$  e  $L_{night}$  – *all sources*

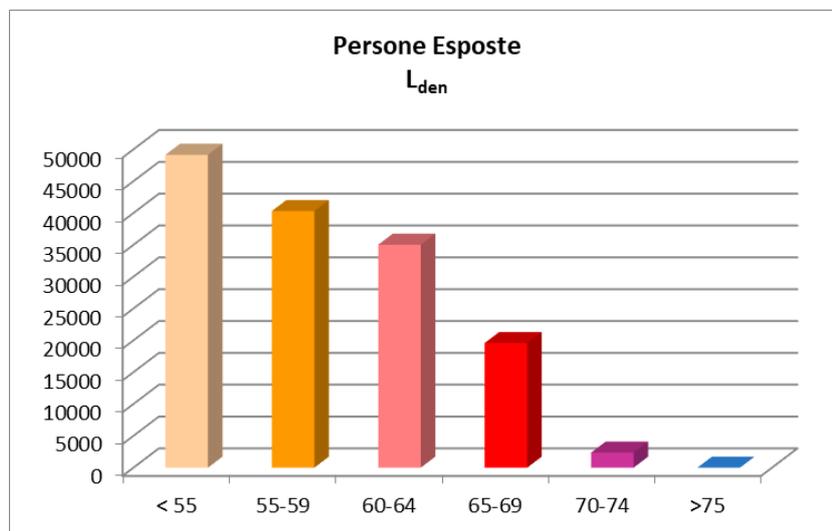


Figura 6.10 – Numero di persone esposte al rumore di tutte le sorgenti -  $L_{den}$  per classe di esposizione

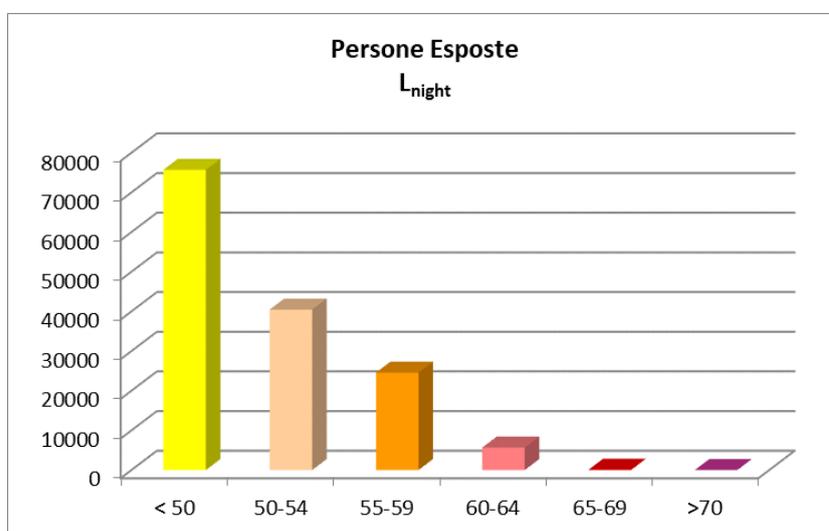


Figura 6.11 – Numero di persone esposte al rumore di tutte le sorgenti –  $L_{night}$  per classe di esposizione

Percentuale di persone esposte a livelli di $L_{den}$ [dB(A)]						
< 55	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	TOT
34%	28%	24%	13%	2%	0%	100%
Percentuale di persone esposte a livelli di $L_{night}$ [dB(A)]						
< 50	50-54	55-59	60-64	65-69	>70	TOT
52%	28%	17%	4%	0%	0%	100%

Tabella 6.9: Percentuale di persone esposte ai livelli di  $L_{den}$  e  $L_{night}$  – Rumore emesso da tutte le sorgenti attive

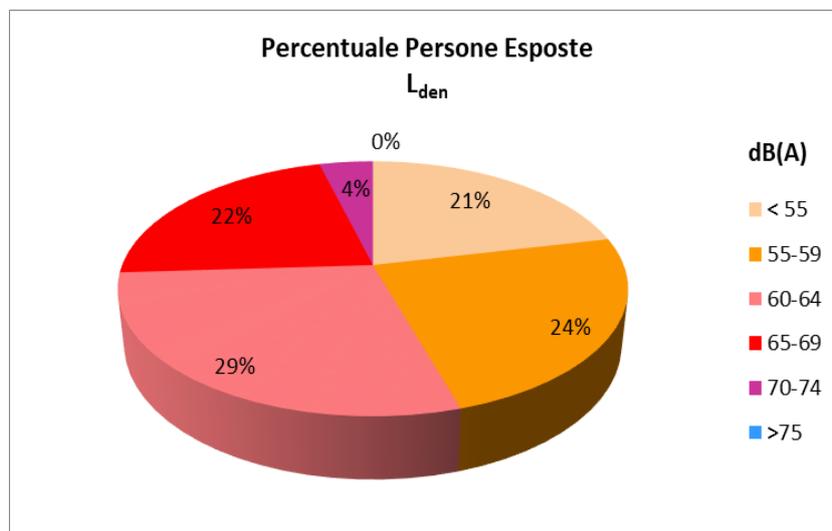


Figura 6.12 – Percentuale di persone esposte al rumore di tutte le sorgenti attive–  
L<sub>den</sub> per classe di esposizione

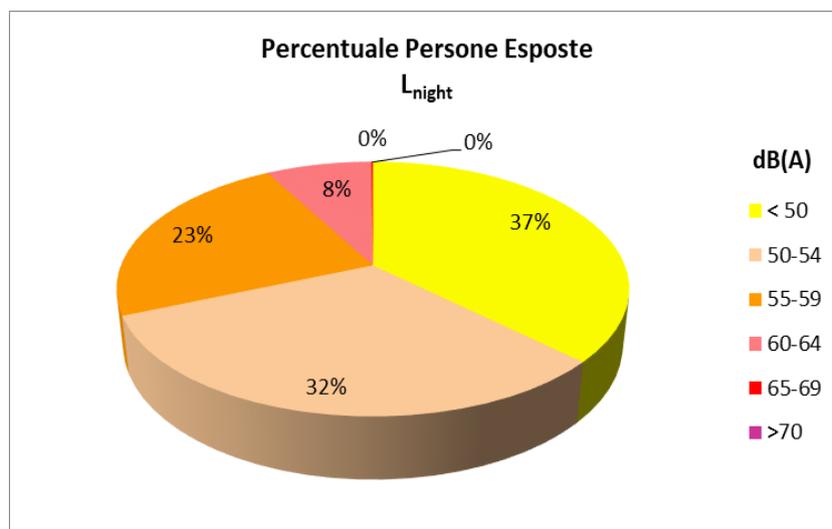


Figura 6.13 – Percentuale di persone esposte al rumore di tutte le sorgenti attive –  
L<sub>night</sub> per classe di esposizione

## 7 MATERIALE TRASMESSO

I risultati della mappa acustica strategica dell'agglomerato di Foggia sono stati trasmessi in conformità alle nuove linee guida del Ministero della Transizione Ecologica (MiTE), relative alla “*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)*” [21] (aggiornate a Marzo 2022) e pertanto in conformità ai requisiti minimi di cui all'allegato 4 del D.Lgs. 194/05.

Nella tabella seguente è riportato l'elenco della documentazione digitale trasmessa.

<b>Categoria</b>	<b>Nome file</b>	<b>Strato vettoriale</b>	<b>Scheda metadato</b>
XLS DF2	AG_IT_00_00018_Compentent_Authority_DF2_2022.xls	--	--
GEOPACKAGE_ METADATA DF1_DF5	Agglomerationsource_2020_AG_IT_00_00018.gpkg	AgglomerationSource	arlpa:meta_0002_no_dt2022
GEOPACKAGE_ METADATA DF4_DF8	Agglomerations_StrategicNoiseMaps_2022_AG_IT_00_00018.gpkg	NoiseContours_airportsInAgglomeration_Lden	arlpa:meta_0021_ma_dt2022
		NoiseContours_airportsInAgglomeration_Lnight	arlpa:meta_0022_ma_dt2022
		NoiseContours_allSourcesInAgglomeration_Lden	arlpa:meta_0023_ma_dt2022
		NoiseContours_allSourcesInAgglomeration_Lnight	arlpa:meta_0024_ma_dt2022
		NoiseContours_industryInAgglomeration_Lden	arlpa:meta_0025_ma_dt2022
		NoiseContours_industryInAgglomeration_Lnight	arlpa:meta_0026_ma_dt2022
		NoiseContours_railwaysInAgglomeration_Lden	arlpa:meta_0027_ma_dt2022
		NoiseContours_railwaysInAgglomeration_Lnight	arlpa:meta_0028_ma_dt2022
		NoiseContours_roadsInAgglomeration_Lden	arlpa:meta_0029_ma_dt2022
		NoiseContours_roadsInAgglomeration_Lnight	arlpa:meta_0030_ma_dt2022
	Agglomerations_StrategicNoiseMaps_LineString_2022_AG_IT_00_00018.gpkg	NoiseContours_airportsInAgglomeration_Lden	arlpa:meta_0031_ma_dt2022
		NoiseContours_airportsInAgglomeration_Lnight	arlpa:meta_0032_ma_dt2022
		NoiseContours_allSourcesInAgglomeration_Lden	arlpa:meta_0033_ma_dt2022
		NoiseContours_allSourcesInAgglomeration_Lnight	arlpa:meta_0034_ma_dt2022
		NoiseContours_industryInAgglomeration_Lden	arlpa:meta_0035_ma_dt2022
		NoiseContours_industryInAgglomeration_Lnight	arlpa:meta_0036_ma_dt2022
		NoiseContours_railwaysInAgglomeration_Lden	arlpa:meta_0037_ma_dt2022
		NoiseContours_railwaysInAgglomeration_Lnight	arlpa:meta_0038_ma_dt2022
		NoiseContours_roadsInAgglomeration_Lden	arlpa:meta_0039_ma_dt2022
		NoiseContours_roadsInAgglomeration_Lnight	arlpa:meta_0040_ma_dt2022
REPORT DF4_DF8	AG_IT_00_00018_report_2022.pdf	--	--

Le schede metadati elencate nella quarta colonna sono state caricate sulla piattaforma di editing disponibile al link <https://direttivarumore.isprambiente.it/metadati>, predisposta da ISPRA in collaborazione con il MiTE.

Si segnala, infine, che le mappe acustiche sotto forma di aree isolivello per gli indicatori Lden e Lnight sono state pubblicate sul WebGIS ARPA Puglia all'indirizzo <http://www.webgis.arpa.puglia.it>, al fine di consentire l'informazione del pubblico prevista dall'art. 8 del D.Lgs. 194/2005.

## 8 CONCLUSIONI

Il presente lavoro è finalizzato all'aggiornamento quinquennale della Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Foggia e dei relativi dati da trasmettere alla Commissione Europea, ai sensi e per effetto di quanto disposto dal D.Lgs.194/05 del 19/08/2005 "*Attuazione della direttiva 2002/46/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale*". L'aggiornamento è stato redatto in ottemperanza alle *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)* [21], e alle *Linee Guida - Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore* [22], entrambe elaborate dal MiTE a marzo 2022, che assicurano la conformità della mappa acustica strategica ai requisiti minimi di cui all'allegato 4 del D.Lgs. 194/05.

L'agglomerato di Foggia ha estensione coincidente con i limiti amministrativi del Comune di Foggia, pari a circa 510 km<sup>2</sup>, e interessa una popolazione di 146.406 abitanti (dati ISTAT al mese di Dicembre 2021).

Le sorgenti di rumore considerate per la redazione della mappa strategica, rimodellizzate sulla base dei dati aggiornati al 2021, sono tutte le infrastrutture stradali comunali e provinciali (mappate da ARPA Puglia), le infrastrutture stradali principali (integrando i dati trasmessi da ANAS), le infrastrutture ferroviarie principali (integrando i dati trasmessi da RFI), le infrastrutture ferroviarie locali (mappate da ARPA Puglia), i siti di attività industriale (assoggettati ad A.I.A) e l' Aeroporto.

La metodologia di studio ha sostanzialmente ricalcato quella già utilizzata per l'elaborazione della mappa acustica strategica dell'agglomerato di Taranto con scadenza giugno 2017, con l'importante novità consistente nell'utilizzo dei nuovi metodi di determinazione del rumore denominati CNOSSOS-EU, introdotti con la Direttiva 2015/996 e successivamente aggiornati dalla Direttiva Delegata 2021/1226, divenuti obbligatori per l'elaborazione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche a partire dal 31 dicembre 2018. Altra importante novità introdotta dalle Direttive succitate ha riguardato le modalità di distribuzione dei punti ricettori in facciata edifici e l'assegnazione della popolazione a ciascuno di essi, necessaria per la stima della popolazione esposta alle diverse fasce di rumorosità.

Tramite l'utilizzo dei nuovi metodi di calcolo all'interno del software di simulazione, sono stati calcolati i livelli di rumore richiesti dalle normative vigenti, considerando i

coefficienti di assorbimento acustico delle varie tipologie di territorio, nonché il numero di edifici esposti ai diversi intervalli di rumorosità  $L_{den}$  e  $L_{night}$  distinti per tipologia.

Per quanto riguarda i risultati ottenuti, già esposti al paragrafo 6, è possibile fare un'analisi sulla rumorosità dell'agglomerato in termini assoluti, ma non è possibile comparare i risultati con quanto emerso nelle precedenti Mappe Strategiche, a causa delle novità riguardanti i nuovi modelli di calcolo nonché i metodi di distribuzione e assegnazione della popolazione ai punti in facciata agli edifici.

In prima battuta è possibile osservare, come era lecito attendersi, che la principale sorgente di rumore in termini di popolazione esposta riguarda il traffico stradale prodotto dalle infrastrutture della zona urbana.

Soffermandoci sull'esposizione globale (all Sources) della popolazione ai livelli superiori alle soglie di potenziale rischio definite a livello internazionale (65 dB(A) per  $L_{den}$  e 55 dB(A) per  $L_{night}$ ), otteniamo il 15 % della popolazione dell'agglomerato per  $L_{den}$  ed il 20,7 % per  $L_{night}$ .

Per le infrastrutture ferroviarie RFI determina l'impatto preponderante sul totale degli esposti, mentre la rete ferroviaria locale ha un impatto pressoché irrilevante a causa dell'esiguo numero di convogli che transitano nell'agglomerato.

Per quanto riguarda le sorgenti industriali e l'aeroporto, il numero di esposti risulta essere molto limitato per le prime e praticamente nullo per il secondo, a causa della ubicazione degli insediamenti industriali e della chiusura dello scalo sino al 15 luglio 2021 oltre che alla totale assenza di voli di linea attualmente operati nell'aeroporto di Foggia.

Con riferimento alle attività finalizzate al miglioramento del clima acustico cittadino, è doveroso evidenziare il perdurare di alcune criticità, prima fra tutte la constatazione che nel caso della Regione Puglia l'ente competente per la redazione del Piano di Azione (Arpa Puglia) e l'ente preposto per la sua realizzazione (l'amministrazione comunale) non coincidono. Questo ha finora prodotto come effetto una mancanza di raccordo tra enti che limita di fatto la quantità e la qualità delle informazioni necessarie per verificare in maniera adeguata l'evoluzione del clima acustico dell'agglomerato.

Oltre alla difficoltà nel reperire dati aggiornati per la costruzione del modello previsionale (primo fra tutti il dato sui volumi di traffico cittadino), è da segnalare infatti la carenza di informazioni relative ad eventuali interventi messi in atto dall'ente territorialmente competente che siano direttamente o indirettamente collegati alla rumorosità delle sorgenti oggetto di mappatura (interventi sulla mobilità urbana, realizzazione di barriere acustiche, rifacimento di pavimentazione stradale, sistemi di fluidificazione del traffico, variazione nei percorsi di mezzi pesanti, rinnovo del parco mezzi

di trasporto pubblico, etc..) o che siano stati attuati per effetto del recepimento del Piano di Azione.

L'insieme di questi aspetti mette in luce un contesto che ostacola il naturale processo di gestione e miglioramento del rumore dell'agglomerato così come concepito dalla direttiva comunitaria END e porta ad auspicare come sempre una maggiore e più proficua collaborazione con gli enti territorialmente interessati dalle mappe strategiche e dai Piani di Azione, primo fra tutti il Comune, che potrebbe trarne importanti strumenti per fattive azioni di tutela del territorio.

Arpa Puglia, come fatto finora, continuerà a promuovere iniziative volte alla creazione di sinergie d'azione con le amministrazioni comunali degli agglomerati della Regione, sollecitando altresì, dove assenti, l'adozione degli strumenti di pianificazione acustica già previsti per legge (Piano di Classificazione Acustica Comunale e Piano di Risanamento Acustico Comunale).

## 9 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] 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).
- [2] Decreto Legislativo 17 febbraio 2017, n. 42, Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161 (G.U. n. 79 del 04/04/2017).
- [3] Decreto interministeriale 14 gennaio 2022 “Attuazione della direttiva (UE) 2020/367 della Commissione del 4 marzo 2020, riguardante la definizione di metodi di determinazione degli effetti nocivi del rumore ambientale, e della direttiva delegata (UE) 2021/1226 della Commissione del 21 dicembre 2020, riguardante i metodi comuni di determinazione del rumore” (GU n.37 del 14/02/2022)
- [4] 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).
- [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] 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).
- [7] 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.
- [8] Direttiva (UE) 2015/996 della Commissione del 19 maggio 2015 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio;
- [9] Direttiva (UE) 2020/367 della Commissione del 4 marzo 2020, che modifica l'allegato III della Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la definizione di metodi di determinazione degli effetti nocivi del rumore ambientale;
- [10] Direttiva delegata (UE) 2021/1226 della Commissione del 21 dicembre 2020 che modifica, adeguandolo al progresso scientifico e tecnico, l'allegato II della

Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i metodi comuni di determinazione del rumore.

- [11] European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) - Position Paper - Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure - Version 2, 13 August 2007
- [12] IMAGINE - Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment – “Description of the Source Database” - WP7: Industrial Noise, 06 febbraio 2007.
- [13] Norma ISO 9613-2:1996 – “Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation”.
- [14] Norma UNI 9884:1997 – “Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale”.
- [15] Rapporto tecnico UNI/TR 11326 – “Valutazione dell’incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 1: Concetti generali”, maggio 2009.
- [16] CadnaA Reference Manual - 03/2022 (Version 2022), DataKustik GmbH, Gilching, Germany
- [17] Mappa Acustica Strategica dell’agglomerato di Foggia - ARPA Puglia - Rif. Normativo Giugno 2017
- [18] Piano d’ Azione dell’agglomerato di Foggia - ARPA Puglia - Rif. Normativo Luglio 2018
- [19] G.Licitra, W. Probst - Noise Mapping in the EU, Models and Procedures, CRC Press, 2013
- [20] Decreto Legislativo 17 febbraio 2017, n. 42, Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161. (G.U. n.79 del 4-4-2017)
- [21] 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), MiTE, marzo 2022
- [22] Linee Guida - Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore, MiTE, marzo 2022