



REGIONE PUGLIA
Sezione Rischio Industriale

MAPPA ACUSTICA STRATEGICA
DELL'AGGLOMERATO DI BARLETTA
(D.G.R. n. 1698 del 29/09/2015)

Redazione

ARPA Puglia
Direzione Scientifica
Corso Trieste, 27 – Bari



Direttore Scientifico
f.f. di Direttore Generale
Dott. Massimo Blonda

U.O.S. Agenti Fisici
Responsabile
Dott.ssa Anna Guarnieri Calò Carducci

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

Aggiornamento

Data

Rev.0

Giugno 2016

	<p align="center">REGIONE PUGLIA Sezione Rischio Industriale</p>
<p align="center"><i>Responsabile</i></p>	<p align="center"><i>Dott. Ing. Giuseppe Tedeschi</i></p>
 <p align="center">ARPA PUGLIA</p>	<p align="center">ARPA PUGLIA U.O.S. Agenti Fisici</p>
<p align="center"><i>Responsabile tecnico-scientifico</i></p>	<p align="center"><i>Dott.ssa Anna Guarnieri Calò Carducci</i></p>
<p align="center"><i>Gruppo di lavoro ARPA Puglia</i></p>	<p align="center"><i>Dott. Ing. Francesco Cardillo</i> <i>Dott. Arch. Rocco Di Modugno</i> <i>Dott.ssa Francesca Fedele</i> <i>Dott. Ing. Benedetto Figorito</i> <i>Dott. Ing. Gianluca Primavera</i></p>

Indice

1	INTRODUZIONE GENERALE.....	4
1.1	Premessa.....	4
1.2	Quadro normativo di riferimento.....	4
2	L'AGGLOMERATO DI BARLETTA.....	6
3	METODOLOGIA OPERATIVA	8
3.1	Mappatura delle infrastrutture stradali non principali.....	8
3.1.1	Organizzazione e gestione dati	9
3.1.2	Classificazione degli assi stradali.....	12
3.1.3	Monitoraggio del rumore	13
3.1.4	Definizione del metodo di calcolo.....	16
3.1.5	Stima della popolazione esposta.....	23
3.2	Mappatura dei siti di attività industriale e del porto.....	24
3.2.1	Individuazione e caratterizzazione acustica dei siti industriali e del porto 24	
3.2.2	Stima della popolazione esposta a sorgenti industriali e porto.....	26
3.3	Mappatura delle infrastrutture ferroviarie	27
3.3.1	Caratterizzazione acustica dell'infrastruttura Ferrotramviaria.....	28
3.3.2	Caratterizzazione acustica dell'infrastruttura RFI Barletta-Spinazzola ..	29
3.3.3	Stima della popolazione esposta al rumore delle ferrovie locali	30
3.4	Integrazione delle mappature dei gestori	30
3.4.1	Mappatura acustica presentata da Autostrade per l'Italia.....	31
3.4.2	Mappatura acustica presentata da RFI	32
3.5	Incertezza nella predisposizione della mappa acustica strategica	33
4	SINTESI DEI RISULTATI	38
4.1	Infrastrutture stradali	40
4.2	Infrastrutture ferroviarie.....	42
4.3	Siti di attività industriale e porto.....	44
4.4	Esposizione al rumore globale (<i>overall sources</i>).....	46
	MATERIALE TRASMESSO	48
5	CONCLUSIONI.....	49
6	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	51

1 INTRODUZIONE GENERALE

La Regione Puglia, in considerazione del trend di crescita della popolazione residente nell'agglomerato di Barletta, che ad oggi si attesta attorno a 94.200 abitanti, e degli adempimenti previsti dal D.Lgs. 194/05 in carico agli agglomerati che superano i 100.000 abitanti (art.3 comma 3/a), con D.G.R. n. 1698 del 29/09/2015 ha approvato lo schema di convenzione che prevede, tra le altre cose, che ARPA Puglia acquisisca tutte le informazioni tecnico-amministrative ed elabori le prime mappe acustiche strategiche sperimentali per gli agglomerati pugliesi prossimi ai limiti di popolazione su richiamati, secondo i criteri stabiliti dal citato D.Lgs. 194/05.

Il presente documento costituisce la relazione descrittiva riportante i risultati del lavoro svolto per l'agglomerato di Barletta nonché una sintesi delle scelte metodologiche adottate.

1.1 Premessa

La mappa strategica dell'agglomerato è definita come 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 tali zone”*. Le sorgenti di rumore che concorrono all'“esposizione globale” sono il traffico stradale, il traffico ferroviario, il traffico aeroportuale, i siti di attività industriale inclusi i porti.

Per la redazione della mappa strategica sperimentale, laddove possibile, sono stati utilizzati i dati messi a disposizione dalle società e dagli enti gestori di infrastrutture di trasporto, limitatamente alle infrastrutture principali (elaborati in ottemperanza al D.Lgs.194/05). Per tutte le altre tipologie di infrastruttura la valutazione della rumorosità è stata effettuata da ARPA Puglia, analogamente a quanto fatto in qualità di Autorità Competente per gli agglomerati pugliesi con popolazione superiore a 100.000 abitanti (Bari, Taranto, Foggia ed Andria).

1.2 Quadro normativo di riferimento

Come detto nell'introduzione la redazione della mappa acustica strategica sperimentale dell'agglomerato di Barletta, pur non essendo cogente quale obbligo normativo, è stata realizzata secondo i criteri stabiliti dal D.Lgs. 194/05.

Detto Decreto introduce delle sostanziali novità nel quadro normativo di riferimento nazionale, costituite principalmente dall'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 d' 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.

A completamento degli elaborati in carico agli enti competenti, l'allegato 6 del D.Lgs.194/05 prevede inoltre la determinazione e relativa trasmissione alla Commissione Europea dei seguenti dati, intesi come requisiti minimi per le mappature acustiche:

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

dati potranno altresì essere valutati per la fascia 45-49 anteriormente al 18 luglio 2009.

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* (per L_{day}), dalle ore 06:00 alle ore 20:00; *serale* (per $L_{evening}$), dalle ore 20:00 alle ore 22:00; *notturno* (per L_{night}), dalle ore 22:00 alle ore 06:00) all'interno di un anno solare. 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.

2 L'AGGLOMERATO DI BARLETTA

Come detto nell'introduzione generale l'agglomerato di Barletta non è stato individuato dalla Regione Puglia come agglomerato principale ex D.Lgs. 194/05; in analogia a quanto stabilito dalla Regione Puglia per gli agglomerati di Bari, Taranto, Andria, Foggia, nel presente studio l'agglomerato è stato considerato coincidente col territorio comunale della città di Barletta, così come delimitato dai suoi confini amministrativi¹.

¹ 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/124086>.

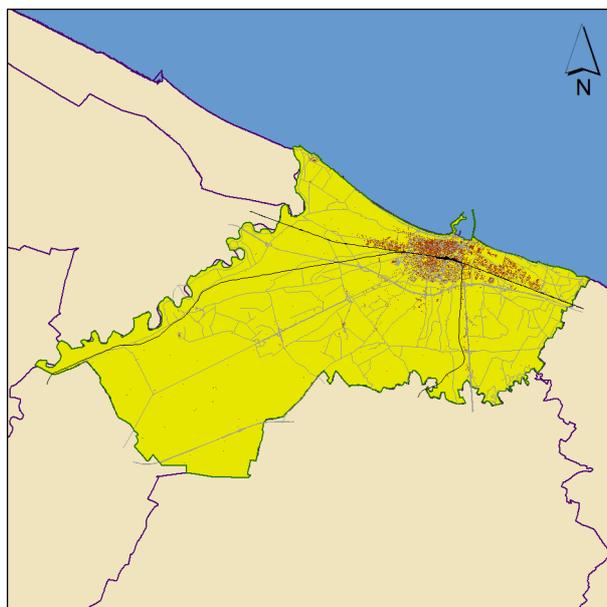


Figura 2.1 – Delimitazione dell'agglomerato di Barletta

Il territorio dell'agglomerato si estende per circa 148 km² e interessa 94.226 abitanti (dati ISTAT al 31/12/2011).

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

- ~ 544 km di infrastrutture stradali;
- ~ 39,5 km di infrastrutture ferroviarie;
- 2 insediamenti industriali sottoposti ad A.I.A.

3 METODOLOGIA OPERATIVA

Il lavoro di elaborazione della mappa acustica strategica sperimentale dell'Agglomerato di Barletta è stato suddiviso in quattro fasi:

1. Mappatura delle infrastrutture stradali non principali;
2. Mappatura acustica dei siti di attività industriale e del porto;
3. Mappatura acustica delle infrastrutture ferroviarie;
4. Integrazione delle mappature acustiche pervenute dagli enti gestori e realizzazione della Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Barletta.

Nei paragrafi successivi si riporta nel dettaglio la metodologia operativa utilizzata, nonché alcune considerazioni relative all'incertezza sui risultati finali dello studio.

3.1 Mappatura delle infrastrutture stradali non principali

Come detto in premessa la mappatura delle infrastrutture non principali ricadenti nell'agglomerato è stata realizzata da ARPA Puglia. Per le infrastrutture principali ciascun Ente gestore trasmette le mappature all'autorità competente al fine di consentirne l'integrazione in sede di redazione della mappa acustica strategica.

Nel caso dell'agglomerato di Barletta, ARPA Puglia ha richiesto agli enti gestori (Comune e Provincia) informazioni circa la presenza di infrastrutture principali ricadenti sul territorio di interesse. In base ai dati ed alle informazioni in possesso alla data di redazione del presente lavoro, ARPA Puglia ha provveduto alla mappatura di tutte le infrastrutture stradali contenute nell'agglomerato ad eccezione di quelle in gestione ad Autostrade per l'Italia, per le quali è stata prodotta la documentazione prevista dal D. Lgs. 194/05 (cfr. Par. 3.4.1).

La rete stradale compresa nell'agglomerato di Barletta presenta differenti tipologie di infrastrutture, caratterizzate da notevoli diversità, sia da un punto di vista di competenze e gestione, sia relativamente ai flussi di traffico ed emissione acustica.

In attesa dell'emanazione delle disposizioni attuative del D.Lgs.194/05², sono stati utilizzati gli stessi criteri adottati da ARPA Puglia in occasione della redazione della mappa acustica strategica degli agglomerati Pugliesi assoggettati al citato Decreto.

² I disposti normativi in attesa di emanazione sono i seguenti: decreto relativo ai criteri per la predisposizione delle mappe acustiche e delle mappe acustiche strategiche (cfr. articolo 3 comma 5 del D.Lgs.194/05), decreto relativo ai criteri e agli algoritmi per la conversione dei valori limite per i descrittori acustici L_{den} e L_{night} (cfr. articolo 5 comma 2), decreto relativo ai metodi di determinazione dei descrittori acustici e della relazione dose-effetto (cfr. articolo 6 comma 1).

Per la determinazione dei descrittori L_{den} e L_{night} si è proceduto attraverso la modellizzazione acustica effettuata tramite un programma di calcolo previsionale commerciale, tarato in base a rilievi di rumore sul campo. Secondo quanto raccomandato dal D.Lgs. 194/05, relativamente al rumore prodotto dalle infrastrutture stradali, è stato utilizzato il metodo “NMPB–Routes-96” (Nouvelle Methode de Prevision de Bruit). 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.

La caratterizzazione della rumorosità prodotta dalle sorgenti stradali ha 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. Successivamente è stata pianificata ed eseguita una campagna di monitoraggio di breve durata (almeno 24 ore), cercando di distribuire le misure su ogni classe. In tal modo è stato possibile calcolare la potenza acustica media per ogni classe di strada e quindi assegnare un livello di potenza sonora anche ai tratti stradali in cui non erano state eseguite misure.

Infine, per alcune infrastrutture stradali extraurbane, piuttosto che assegnare un valore di potenza media ricavata a partire dalle misure in ambito urbano, si è preferito utilizzare nel modello acustico i dati di traffico rilevati nell’ambito della stesura del Piano Regionale dei Trasporti della Regione Puglia [14].

Il lavoro si è sviluppato attraverso le seguenti fasi:

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

3.1.1 Organizzazione e gestione dati

La prima fase di lavoro è consistita nella raccolta ed organizzazione dei dati disponibili per il Comune di Barletta e nella loro validazione ai fini della predisposizione della mappatura 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.

3.1.1.1 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. A tal fine sono stati utilizzati gli ultimi dati di popolazione disponibili in forma disaggregata (per sezione di censimento), ovvero quelli pubblicati nell'ultimo censimento ISTAT popolazione del 2011. Direttamente dal sito internet (<http://www.istat.it>) è stato scaricato il livello tematico relativo alle sezioni di censimento ISTAT 2011 in formato vettoriale shapefile, nonché il tabulato contenente i dati numerici in formato .xls. Successivamente in ambiente GIS, tramite un'operazione di "join", ad ogni sezione di censimento sono stati assegnati i valori ad essa relativi.

Per il comune di Barletta le sezioni di censimento 2011 sono 356, di cui 29 senza alcun residente. Nelle zone maggiormente edificate le sezioni hanno un'area relativamente piccola, e coincidono, nella maggior parte dei casi, con singoli isolati. Nelle zone extraurbane l'estensione è ovviamente maggiore ed il numero di abitanti sensibilmente inferiore rispetto alla media.

3.1.1.2 Dati di tipo geometrico per la costruzione del modello acustico

Per realizzare una adeguata modellizzazione della porzione di territorio da analizzare si è fatto riferimento ai seguenti dati:

- dati cartografici ricavati dalla Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5.000 aggiornata all'anno 2006 e resa disponibile dal Servizio Cartografico della Regione Puglia (<http://www.sit.puglia.it/>);
- dati geografici ricavati dal sistema opensource Openstreetmap (<https://openstreetmap.it/>);
- dati vettoriali forniti dal Settore Ambiente del Comune di Barletta, in formato GIS Geomedia Professional della Intergraph.

Il sistema di riferimento utilizzato per l'intero studio è stato UTM WGS84, fuso 33 nord.

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 dati, 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.

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 a foto interpretazione di ortofoto e/o foto panoramiche disponibili sulla rete internet³. A ciascuna area è stata poi attribuita l'altezza ricavata dai punti quotati della CTR (come differenza tra quota in gronda e quota al piede), dalle informazioni vettoriali consegnate dall'ufficio ambiente del Comune oppure da sopralluoghi e/o dall'osservazione delle foto panoramiche (stima dell'altezza a partire dal numero dei piani di ciascuna unità volumetrica).

Per quanto riguarda l'assegnazione della popolazione ad ogni edificio, è stato utilizzato il metodo della 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 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

³ Foto aeree e/o foto panoramiche disponibili su <http://www.bing.com/maps/> oppure su <https://maps.google.it/>.

immediatamente superiore e quindi, per ogni sezione di censimento, è stata effettuata la normalizzazione sul dato globale di popolazione.

Strade

A partire dai dati geografici di OpenStreetMap, in ambiente GIS è stato elaborato il grafo stradale necessario ai fini della 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) [6]. Agli archi principali sono stati associati i rispettivi toponimi, nonché la corretta indicazione altimetrica ricavata dal DTM descritto in precedenza.

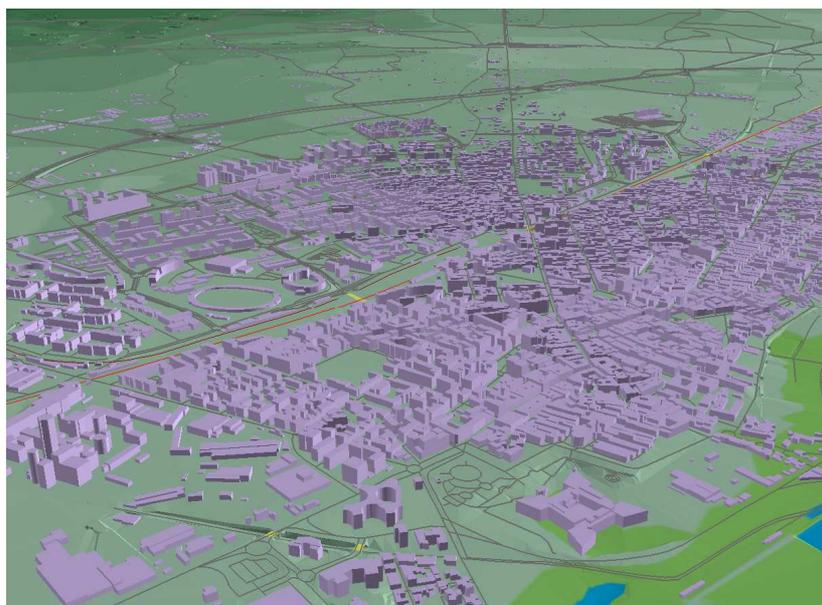


Figura 3.1 – Ricostruzione tridimensionale dell’agglomerato di Barletta in ambiente GIS

3.1.2 Classificazione degli assi stradali

Come accennato in precedenza, per la caratterizzazione acustica dell’intera rete stradale di Barletta è stato utilizzato un metodo già sperimentato positivamente in altri contesti (Bari, Taranto, Andria e Foggia) secondo cui tutte le strade sono suddivise in categorie omogenee dal punto di vista acustico, ed a ciascuna di esse è attribuita la potenza acustica ricavata per la categoria di appartenenza.

Per la classificazione degli assi stradali si è partiti dalla consultazione delle ortofoto disponibili in rete integrata con sopralluoghi mirati. In base a tali informazioni l'intero stradario è stato suddiviso in quattro categorie di flussi di traffico:

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

Poiché la caratterizzazione acustica deve tener conto sia dei flussi di traffico sia delle caratteristiche fisiche delle varie strade (presenza di fabbricati, larghezza della strada, manto stradale, numero di sensi di marcia, etc.), si è proceduto ad una serie di sopralluoghi finalizzati alla verifica della corretta attribuzione dei vari assi alle categorie summenzionate. In molti casi la classificazione preventiva è sembrata corretta, in altri casi è stato necessario procedere con una parziale riclassificazione.

3.1.3 Monitoraggio del rumore

La campagna di monitoraggio, oltre a fornire un dato puntuale del rumore presente, ha consentito di assegnare la potenza sonora alle categorie di strade in cui è stato suddiviso l'intero grafo stradale cittadino.

Per le misure sono state utilizzate 4 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 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);
- dott. ing. Gianluca Domenico Primavera – tecnico competente in acustica ambientale (Determina Dirigenziale n. 435 del 10/07/2009 - Servizio Ambiente - Provincia di Bari);
- dott. ing. Benedetto Figorito;
- dott. arch. Rocco di Modugno.

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 su balconi, lastrici solari o cortili prospicienti i tratti stradali da monitorare. Lo strumento è stato per lo più posizionato presso le pertinenze delle scuole comunali del territorio di Barletta o sui balconi di abitazioni private.



Figura 3.2 – Rilievo eseguito su un balcone prospiciente Via Cavour

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 [3] (differenza tra i due fattori di calibrazione inferiore a 0,5 dB).

A partire dalla classificazione dell'intera rete stradale è stato elaborato un piano di monitoraggio, cercando di distribuire le misure sulle prime tre categorie di strade e di coprire il più possibile le varie zone del territorio comunale (Figura 3.3). Per le strade di categoria 4 (traffico trascurabile) non sono state eseguite misure in quanto, dall'osservazione in loco delle caratteristiche di questa tipologia di tratti stradali (flusso veicolare estremamente ridotto o sviluppato dai soli residenti di quartiere, asse stradale particolarmente ristretto, assenza di collegamenti con arterie importanti) emerge che la loro presenza non incide in alcun modo in termini di popolazione esposta a livelli di rumore significativi.

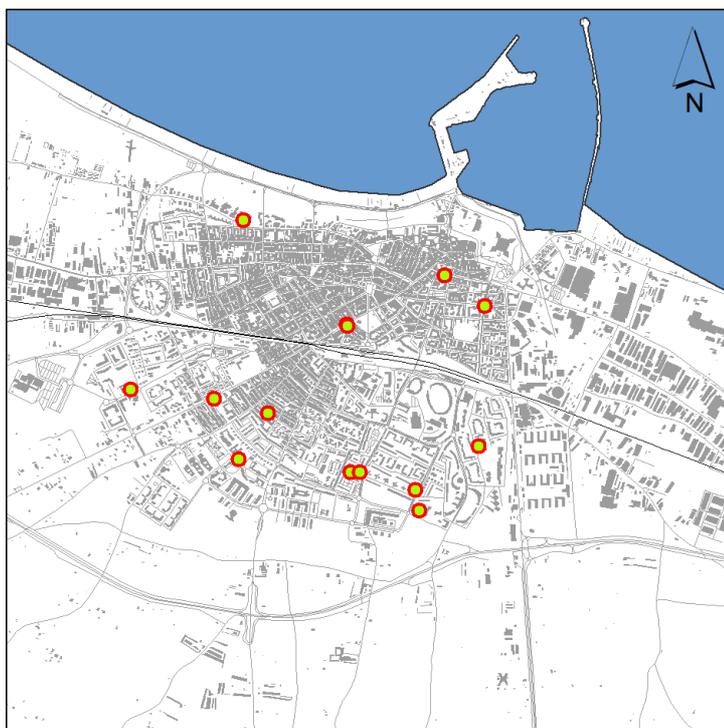


Figura 3.3 – Distribuzione dei punti di indagine fonometrica nell'agglomerato di Barletta

Come specificato in dettaglio al paragrafo 3.1.4.6, per questo tipo di strade è stato assegnato un valore di default del livello di potenza sonora, tale da non alterare gli effetti derivanti dall'esposizione dei ricettori al rumore veicolare delle categorie superiori.

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 [3] (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} , $L_{evening}$, 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 14, i cui risultati sono riportati nella Tabella 3.1.

Codice misura	Ubicazione	Categoria	L_{day} [dB(A)]	$L_{evening}$ [dB(A)]	L_{night} [dB(A)]	L_{den} [dB(A)]
BAR_01_BT	Corso Cavour	1	69.8	68.3	65.8	73
BAR_02_BT	Via Imbriani	1	66.6	66.6	63.6	70.6
BAR_03_BT	Via Canosa	1	64.1	64	60.1	67.5
BAR_04_BT	Via dei Pini	2	61.8	61.6	58.4	65.5
BAR_05_BT	Via Palmitessa	2	57.9	56.5	52.1	60.1
BAR_06_BT	Via Donizetti	2	60.9	60.4	57.8	64.8
BAR_07_BT	Viale Ofanto	2	59	59.1	54.2	61.9
BAR_08_BT	Via Zanardelli	2	56.4	56.2	48.9	58
BAR_09_BT	Viale L. da Vinci	2	60.4	60.5	56.3	63.7
BAR_10_BT	V.le Alessandro Manzoni	2	60.2	59.8	53.5	62.1
BAR_11_BT	Via Sandro Botticelli	3	61.3	58.5	53.6	62.4
BAR_12_BT	Via Vitrani	3	60	59.5	55.2	62.9
BAR_13_BT	Via Turati	3	61.4	61	53.5	62.8
BAR_14_BT	Via Capua	3	59.9	59.6	54.2	62.3

Tabella 3.1 – Risultati della campagna di misure

3.1.4 Definizione del metodo di calcolo

Per il calcolo dei livelli di rumore richiesti dalla normativa è stato impiegato il software CadnaA versione 3.72.131, sviluppato dalla DataKustik GmbH che implementa, tra gli altri, il metodo di calcolo francese NMPB - Routes - 96 (Bruit des infrastructures Routieres Methode de calcul incluant les effets meteorologiques). Il metodo NMPB è lo standard utilizzato nel caso di interesse, in cui le sorgenti di studio sono costituite da infrastrutture stradali. Tale scelta recepisce le indicazioni della Direttiva Europea 2002/49/CE che, nell'allegato II, raccomanda il metodo NMPB - Routes - 96 e la norma tecnica francese XP S31-133 per la modellazione del rumore da traffico stradale.

Tale indicazione risulta peraltro ribadita dalla Raccomandazione 2003/613/CE della Commissione 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 [5].

La costruzione del modello di simulazione all'interno del software di previsione acustica si è articolata nelle seguenti fasi:

- a. Importazione delle polilinee 3D per la creazione del DTM;
- b. Importazione edificato;
- c. Importazione assi stradali;
- d. Importazione punti di monitoraggio;
- e. Importazione di elementi schermanti;
- f. Impostazione dei parametri di calcolo;
- g. Calcolo della potenza sonora degli assi stradali;
- h. Calcolo dei descrittori acustici.

3.1.4.1 Importazione delle polilinee 3D per la creazione del DTM

Le polilinee 3D create in ambiente GIS (cfr. paragrafo 3.1.1.2) 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.

3.1.4.2 Importazione edificato

Gli edifici 3D elaborati come descritto in precedenza (cfr. paragrafo 3.1.1.2) 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 α 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".

3.1.4.3 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 piano-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.).

3.1.4.4 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”.

3.1.4.5 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)	NMPB-Routes-96
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 predefiniti suggeriti dalla GPG [6] ovvero:

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} , $L_{evening}$ e 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.

3.1.4.6 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 3.2) e quindi la media per ciascuna classe di appartenenza.

Nome Strada	Categoria	Potenza acustica [dB]		
		Lw _{day}	Lw _{evening}	Lw _{night}
Corso Cavour	1	80.9	79.4	77.0
Via Imbriani	1	78.8	78.4	75.4
Via Canosa	1	77.9	77.4	73.7
Via dei Pini	2	77	77	73.8
Via Palmitessa	2	76.2	73.1	70
Via G. Donizetti	2	77	76.6	74.1
Via Ofanto	2	73.6	73.8	68.4
Via Giuseppe Zanardelli	2	74.7	74	66.5
Viale Leonardo Da Vinci	2	75.6	75.8	71.5
Viale Alessandro Manzoni	2	75.2	73.7	68.8
Via Sandro Botticelli	3	72	69	64
Via Vitrani	3	71.2	70	64.5
Via Turati	3	71	70.5	63
Via Capua	3	69	69	63.7

Tabella 3.2 – 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 3.2).

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 3.2 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 3.3 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 _{day}	L _{eve}	L _{night}	L _{den}	L _{day}	L _{eve}	L _{night}	L _{den}	L _{day}	L _{eve}	L _{night}	L _{den}
	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]
Corso Cavour	69.8	68.3	65.8	73	69.4	67.8	66	73	-0.4	-0.5	0.2	0
Via Imbriani	66.6	66.6	63.6	70.6	66.4	66.6	63.7	70.6	-0.2	0	0.1	0
Via Canosa	64.1	64	60.1	67.5	64.1	64	60.4	67.6	0	0	0.3	0.1
Via dei Pini	61.8	61.6	58.4	65.5	61.9	61.8	58.3	65.5	0.1	0.2	-0.1	0
Via Palmitessa	57.9	56.5	52.1	60.1	58	56.1	51.7	59.7	0.1	-0.4	-0.4	-0.4
Via G. Donizetti	60.9	60.4	57.8	64.8	60.6	60	57.5	64.5	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3
Via Ofanto	59	59.1	54.2	61.9	58.8	59.2	53.9	61.7	-0.2	0.1	-0.3	-0.2
Via Giuseppe Zanardelli	56.4	56.2	48.9	58	56	55.9	48.9	57.7	-0.4	-0.3	0	-0.3
Viale Leonardo Da Vinci	60.4	60.5	56.3	63.7	60	60.7	56.1	63.5	-0.4	0.2	-0.2	-0.2
Viale Alessandro Manzoni	60.2	59.8	53.5	62.1	60.1	59.7	53.4	62	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Via Sandro Botticelli	61.3	58.5	53.6	62.4	61.3	58.6	53.5	62.3	0	0.1	-0.1	-0.1
Via Vitrani	60	59.5	55.2	62.9	59.5	59.5	55	62.6	-0.5	0	-0.2	-0.3
Via Turati	61.4	61	53.5	62.8	61.5	61.2	53.5	62.8	0.1	0.2	0	0
Via Capua	59.9	59.6	54.2	62.3	60.1	59.9	54.4	62.5	0.2	0.3	0.2	0.2

Tabella 3.3 – 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 3.4.

Categoria strada	Potenza acustica media [dB]		
	LW _{day}	LW _{evening}	LW _{night}
1 – traffico elevato	79,4	78,5	75,6
2 – traffico medio	75,7	75,1	71,2
3 – traffico ridotto	70,9	69,7	63,8

Tabella 3.4 – Potenze sonore medie per categoria di strada

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_{night} e 55 dB(A) per L_{den}.

La potenza acustica media ricavata per la categoria 4 è riportata in Tabella 3.5.

Categoria strada	Potenza acustica media [dB]		
	LW _{day}	LW _{evening}	LW _{night}
4 – traffico trascurabile	58,0	56,5	52,0

Tabella 3.5 – Potenza sonora assegnata alle strade con traffico trascurabile

I 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.

Infine, per alcune strade extraurbane non mappate dal relativo Ente gestore sono stati utilizzati, laddove disponibili, i dati di monitoraggio del traffico pubblicati nel quadro conoscitivo del Piano Regionale dei Trasporti [14], ipotizzando come velocità di percorrenza quella massima consentita dal codice della strada per ciascuna tipologia di infrastruttura. In Tabella 3.6 sono riportati, per ogni infrastruttura, i dati di potenza acustica utilizzata dal modello di simulazione come restituiti dal software CadnaA.

Nome strada	Potenza acustica [dB]		
	LW _{day}	LW _{evening}	LW _{night}
SP San Ferdinando di Puglia	84.0	80.1	76.4
SP Canosa	82.3	79.5	76.8
SP Andria	85.3	82.8	76.7
SP Trinitapoli	84.0	80.3	77.6

Tabella 3.6 – Potenza sonora di alcune strade ricavata a partire dai dati del PRT

3.1.4.7 Calcolo dei descrittori acustici

Una volta messo a punto 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 più esposta di ciascun edificio abitativo, 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. Per la rappresentazione cartografica sono state utilizzate le indicazioni cromatiche suggerite dalla norma UNI 9884:1997 [8].

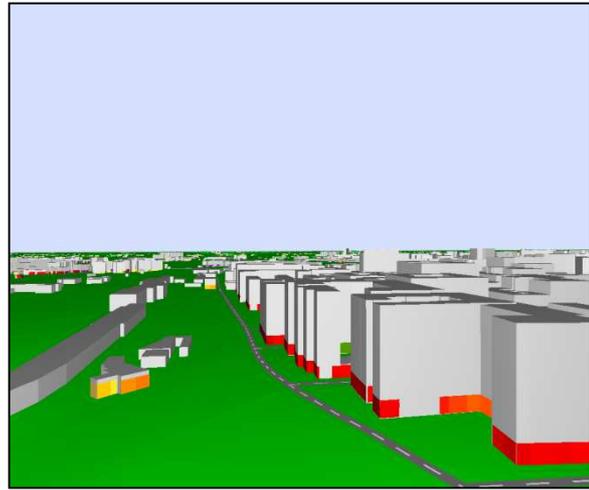


Figura 3.4 – Visualizzazione dei ricettori in facciata edificio e ricostruzione

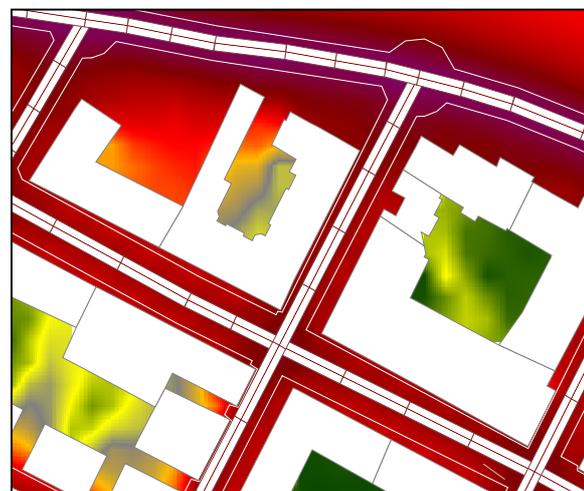
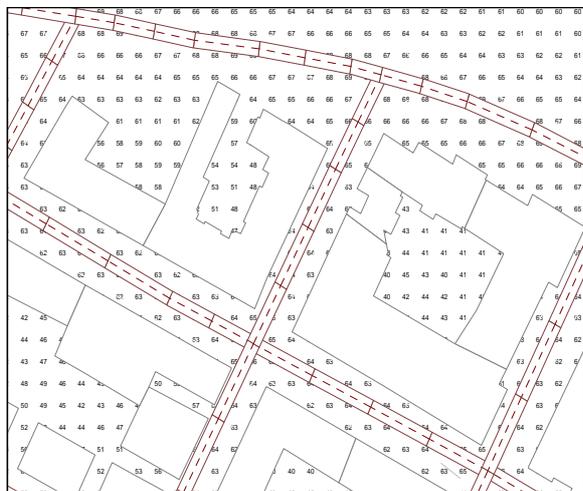


Figura 3.5 – Visualizzazione griglia ricettori e risultati del calcolo

3.1.5 Stima della popolazione esposta

La stima della popolazione esposta alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali della città di Barletta è stata effettuata utilizzando le funzionalità implementate all'interno del software di simulazione. Così come imposto dalla normativa, nonché suggerito dalla GPG [6], per ogni edificio residenziale sono stati generati in automatico una serie di punti ricettori distribuiti lungo le facciate, aventi altezza di 4 metri relativi al suolo e distanziati tra loro di 3 metri. La distanza tra ricettori e superficie 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.

Una volta lanciato il calcolo, all'interno del software CadnaA è stato richiamato il comando "Object-scan", scegliendo l'opzione "2002/49/CE Residenti per intervalli di rumore". In modo automatico il software ricava per ciascun edificio il livello massimo calcolato in facciata ed attribuisce tale livello al numero di abitanti ad esso associati. L'output finale è costituito da una tabella in cui è riportato il numero totale di abitanti esposti a determinati intervalli di rumorosità, sia per l'indicatore L_{den} che per L_{night} .

Nella Tabella 3.7 è riportato il risultato di tali elaborazioni.

Numero di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]				
55-59	60-64	65-69	70-74	>75
21.550	42.054	14.582	5.614	25
Numero di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]				
50-54	55-59	60-64	65-69	>70
40.885	19.164	11.534	608	0

Tabella 3.7: Numero di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} –
Infrastrutture stradali non oggetto di mappatura da parte degli enti gestori

3.2 Mappatura dei siti di attività industriale e del porto

Nei paragrafi seguenti è riportata la metodologia per la valutazione della popolazione esposta alla rumorosità prodotta dai siti industriali e dal porto di Barletta.

3.2.1 Individuazione e caratterizzazione acustica dei siti industriali e del porto

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 il Comune di Barletta è sprovvisto di classificazione acustica del territorio comunale, sono stati individuati gli insediamenti assoggettati ad A.I.A. di competenza regionale ricadenti all'interno dei confini amministrativi del Comune, le cui caratteristiche sono di seguito riportate:

Nome	Sede operativa	Competenza	Codice IPPC
BUZZI UNICEM S.p.a.	Via Andria, n.63	Regionale	3.1
TIMAC Italia S.p.a.	Via Trani 21	Regionale	4.3

Tabella 3.8: Insediamenti industriali assoggettati ad A.I.A. nell'agglomerato di Barletta

Tutti gli insediamenti sono stati individuati e perimetrati in ambiente GIS.

Per ognuno di essi è stata effettuata la taratura del modello a partire dalle misure fonometriche svolte per conto delle stesse aziende e riportate nella documentazione A.I.A., dopo aver preventivamente individuato, mediante analisi dei rispettivi layout, le principali sorgenti di rumore presenti in ogni stabilimento, ricostruite poi nel modello come sorgenti puntuali.

Le sorgenti sono state quindi tarate modulandone la potenza sonora sulla base dei livelli di rumore misurati strumentalmente dall'ente gestore presso i ricettori individuati, importati come "ricettori" all'interno del modello previsionale. Per le sorgenti poste all'interno di fabbricati nel modello è stata fatta l'ipotesi cautelativa di considerare tali edifici totalmente trasparenti dal punto di vista acustico.

Per quanto riguarda le sorgenti portuali, in accordo con le linee guida "Good Practice Guide on Port Area Noise Mapping and Management", elaborate nell'ambito del progetto europeo NoMEports [16], la caratterizzazione dell'infrastruttura portuale è stata effettuata utilizzando il software di simulazione acustica CadnaA.

Dall'esame della documentazione disponibile sul sito internet dell'Autorità Portuale del Levante, nonché dalla consultazione di planimetrie e/o foto aeree, le sorgenti sonore interne all'area portuale prese in considerazione poiché ritenute maggiormente impattanti sono state:

- Il tratto stradale che interessa per intero il molo di ponente;
- le attrezzature per la movimentazione delle merci (gru mobili) in esercizio sul molo di ponente.

Il rumore prodotto dalle navi ormeggiate lungo le banchine durante le operazioni di carico/scarico non è stato preso in considerazione in quanto ritenuto trascurabile rispetto alle altre fonti di rumore interne al porto.

Per l'attribuzione della potenza sonora al tratto stradale del porto si è deciso di considerare solamente il traffico pesante, stimato direttamente dai dati relativi alla movimentazione delle merci riferite all'anno 2013, disponibili sul sito internet dell'Autorità Portuale del Levante. Nella Tabella 3.9 si riportano i dati relativi alle merci trasportate nel 2013 e la stima del numero di mezzi pesanti per la loro movimentazione.

Tipologia merci trasportate	Unità di misura	Quantità trasportate nel 2013	Stima del numero di camion	Stima del numero camion/giorno	Stima del numero camion/ora
Rinfuse solide	tonnellate	728.009	26.000	71	3,0
Rinfuse liquide	tonnellate	289.915	10.354	28	1,2
Merci varie	tonnellate	17.453	623	2	0,1
TOTALI			36.978	101	4

Tabella 3.9: Merci trasportate su gomma nel porto di Barletta e stima del numero di mezzi pesanti

Per ricavare il numero di camion è stato considerato, per ogni mezzo, un carico medio di 28 tonnellate di merci. All'interno del modello di simulazione il calcolo è stato effettuato secondo gli stessi parametri utilizzati per gli assi stradali cittadini (cfr. paragrafo 3.1.4.5), considerando unicamente i mezzi pesanti, velocità media pari a 30 km/h, equa ripartizione del traffico orario nelle tre fasce day, evening e night.

Relativamente alle attrezzature di movimentazione delle merci all'interno dell'area portuale sono state individuate quattro gru mobili su gomma, modellate in CadnaA come sorgenti puntuali aventi potenza sonora in 1/3 di ottava ricavata dal database "SourceDB", realizzato nell'ambito del progetto europeo IMAGINE [15]. In particolare è stata considerata la sorgente denominata "Mobile cranes", avente una potenza complessiva pari a 105,1 dBA. Il calcolo è stato effettuato considerando il modello di propagazione di cui alla norma ISO 9613-2 [7] ed ipotizzando, cautelativamente, il funzionamento continuo di tutte le sorgenti puntuali.

3.2.2 Stima della popolazione esposta a sorgenti industriali e porto

Come detto, la valutazione della popolazione esposta al rumore prodotto dagli insediamenti industriali è stata effettuata utilizzando il software di simulazione CadnaA già descritto al paragrafo 3.1.4. Il calcolo è stato effettuato in facciata degli edifici residenziali esposti, secondo le stesse modalità descritte nel paragrafo 3.1.5.

Come già esplicitato al Paragrafo 3.1.1.2, l'assegnazione della popolazione agli edifici residenziali è stata effettuata utilizzando il metodo della densità volumetrica di popolazione, avendo preventivamente individuato gli edifici a destinazione d'uso abitativo.

Al termine delle elaborazioni il software ha restituito i risultati riportati nella Tabella 3.10.

Numero di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]				
55-59	60-64	65-69	70-74	>75
1.792	1.306	60	0	0
Numero di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]				
50-54	55-59	60-64	65-69	>70
2.244	710	4	0	0

Tabella 3.10: Numero di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} –
Insediamenti industriali e porto

3.3 Mappatura delle infrastrutture ferroviarie

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 assi principali.

La rete ferroviaria che attraversa l'agglomerato di Barletta si suddivide nelle tratte di seguito elencate:

- Linea Lecce-Milano di RFI per circa 13 Km;
- Linea Barletta-Spinazzola di RFI per circa 19 Km;
- Linea Barletta-Bari gestita da Ferrotramviaria per circa 7,5 Km.

Di queste, in base alle informazioni in possesso di ARPA Puglia, solo la prima rientra tra gli assi ferroviari principali, di cui vengono riportati gli esposti al paragrafo 3.4.2. I restanti assi non principali sono stati modellati e mappati da ARPA Puglia.

Nella Figura 3.6 sono riportati gli assi ferroviari sopra descritti:

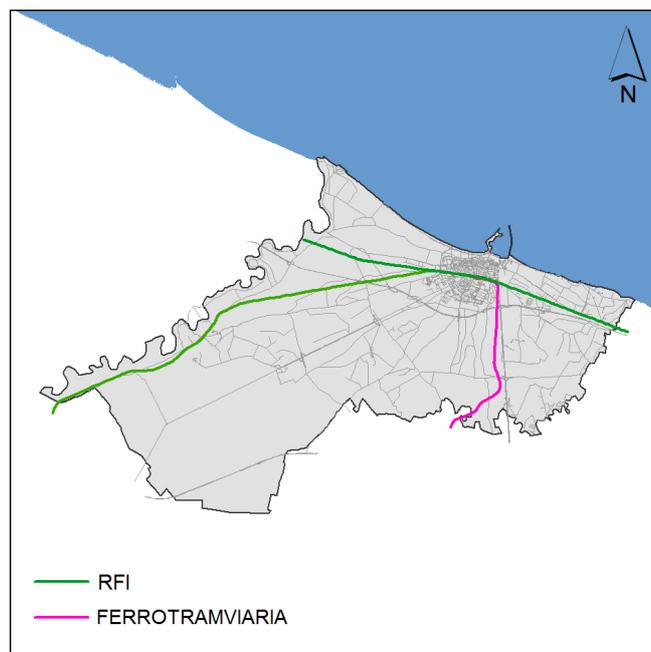


Figura 3.6 – Assi ferroviari all’interno dell’agglomerato di Barletta

3.3.1 Caratterizzazione acustica dell’infrastruttura Ferrotramviaria

Il software di modellizzazione acustica CadnaA implementa un modulo dedicato alla mappatura delle infrastrutture ferroviarie, secondo lo standard di calcolo SRM II, così come richiesto dal D.Lgs 194/05.

Analogamente agli assi stradali, ad ogni singola tratta ferroviaria viene associato un valore di potenza acustica, a seguito dell’inserimento di specifici dati di input che, nel caso in esame, sono i seguenti:

- numero di transiti dei convogli nei tre periodi di riferimento (Day, Evening e Night) lungo la tratta ferroviaria;
- tipologia del sistema frenante (freni a ceppi, freni a disco, etc.) del convoglio;
- percentuale di veicoli in condizione di frenatura;
- massima velocità raggiunta lungo la tratta;
- caratteristiche costruttive dei binari (cemento su ballast, legno su ballast, blocchi, etc.);
- tipo di rotaia (saldata, con scambi, etc.).

Per la caratterizzazione della tratta in gestione a Ferrotramviaria, trattandosi della stessa linea di collegamento con Andria, sono stati utilizzati gli stessi dati forniti come input al modello in occasione della elaborazione della mappa acustica strategica dell’agglomerato di Andria [17]. Rispetto a quanto fatto ad Andria, oltre a variare il

tracciato, sono stati attribuiti specifici profili di velocità ai convogli in funzione della vicinanza alla stazione di Barletta.

Per modellare la rumorosità dei treni in prossimità della stazione ferroviaria, che costituisce stazione di testa, è stata utilizzata una velocità equivalente dei convogli pari a 40 km/h, così come suggerito dalla GPG. Inoltre, per considerare la variabilità della velocità lungo la tratta compresa nell'agglomerato, nel modello di simulazione l'intero tratto è stato suddiviso in più parti ed a ciascuno sono state attribuite le caratteristiche di traffico e velocità come esplicitato nella tabella seguente:

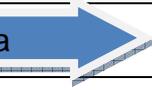
	Stazione di Barletta	Direzione Andria 													
Lunghezza tratto		1000 m	1000 m	Fino al confine											
Velocità		40 Km/h	80 Km/h	120 Km/h											
Composizione traffico		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Day</th> <th>Evening</th> <th>Night</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Treni freni disco</td> <td style="text-align: center;">39</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td>Treni freni a ceppi</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </tbody> </table>				Day	Evening	Night	Treni freni disco	39	5	8	Treni freni a ceppi	8	1
	Day	Evening	Night												
Treni freni disco	39	5	8												
Treni freni a ceppi	8	1	1												

Tabella 3.11 – Caratteristiche delle tratte ferroviarie di Ferrotramviaria considerate nel modello CadnaA

3.3.2 Caratterizzazione acustica dell'infrastruttura RFI Barletta-Spinazzola

Anche per la caratterizzazione della tratta RFI Barletta Spinazzola è stato utilizzato il modello treni raccomandato dal D.Lgs. 194/05 e implementato nel software di simulazione CadnaA.

La linea è caratterizzata dalla presenza di un unico binario non elettrificato – di cui Barletta è stazione di testa – su cui transitano treni a trazione diesel del tipo ALn 668, assimilati nel modello alla categoria “C05 – Treni diesel con freni a ceppi”. Il traffico è estremamente ridotto in termini di corse giornaliere e la linea è in attività solo per alcuni mesi all'anno (circa 120 giorni complessivi); tuttavia la caratterizzazione acustica all'interno del modello è stata effettuata, cautelativamente, considerando la linea attiva per 365 giorni/anno.

In riferimento al percorso considerato nel software di simulazione, poiché il gestore RFI nell'elaborazione della mappatura della tratta Milano-Lecce ha modellato, pur non essendo principale, il primo tratto della linea per Spinazzola (dalla stazione per un tratto di circa 2.5 Km), nel software è stata modellata la parte restante della linea, per una

lunghezza complessiva di circa 16,5 Km. I parametri in input al modello sono riportati nella tabella seguente:

Tipo treno	Numero di veicoli			Velocità [Km/h]	% veicoli frenati
	Day	Evening	Night		
Treni diesel freni a ceppi	4	1	1	100	100

Tabella 3.12 – Dati in input al modello di simulazione per la tratta Barletta-Spinazzola

3.3.3 Stima della popolazione esposta al rumore delle ferrovie locali

Una volta messo a punto il modello di simulazione è stato stimato il numero di persone esposte al rumore, a partire dal calcolo del rumore in facciata agli edifici residenziali, valutato per intervalli di livello sonoro in analogia con quanto visto per le altre sorgenti. I risultati sono riportati nella Tabella 3.13:

Numero di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]				
55-59	60-64	65-69	70-74	>75
76	13	0	0	0
Numero di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]				
50-54	55-59	60-64	65-69	>70
41	12	0	0	0

Tabella 3.13 - Numero di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} – linee RFI Barletta Spianzzola e Ferrotramviaria

3.4 Integrazione delle mappature dei gestori

In generale per le infrastrutture principali vengono utilizzati i dati elaborati dai relativi gestori nell'ambito della predisposizione della mappatura acustica prevista dal D.Lgs. 194/05. Per ciascun gestore è stata esaminata la documentazione disponibile e quindi integrata all'interno dalla mappa acustica strategica.

Con riferimento all'agglomerato di Barletta i gestori che hanno trasmesso i dati relativi alle proprie infrastrutture principali sono stati Autostrade per l'Italia ed RFI.

Le mappature trasmesse dai gestori sono state quindi integrate con le mappature realizzate da Arpa allo scopo di produrre i seguenti risultati:

- Mappatura in formato grafico riportante le superfici isolivello relative al rumore derivante dall'insieme di tutte le sorgenti presenti nell'agglomerato (*overall sources*);
- Popolazione esposta all'insieme delle sorgenti stradali e ferroviarie;
- Popolazione esposta al rumore derivante dall'insieme di tutte le sorgenti presenti nell'agglomerato (*overall 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} e 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 totale derivante dal totale delle sorgenti. A partire da essa, sempre in ambiente GIS, sono state generate le aree isolivello riportate in allegato al presente lavoro.

Per quanto concerne il calcolo degli esposti per tipologia di sorgente e per l'*overall sources* si è operata una somma energetica per entrambi i descrittori L_{den} e L_{night} tra i punti griglia ricavati dalle mappature dei gestori e i punti in facciata calcolati con il software CadnaA.

Entrambe le procedure di calcolo sono comunque approfondite al Paragrafo 4.

Nei paragrafi che seguono si riporta sinteticamente il contenuto della documentazione prodotta da Autostrade per l'Italia e da RFI.

3.4.1 Mappatura acustica presentata da Autostrade per l'Italia

La documentazione consegnata dal gestore su supporto digitale conteneva:

- Elenco Elaborati della Consegna (file Excel).
- Reporting Mechanism DF1, DF2, DF4 (scheda Excel) con i dati statistici di sintesi relativi all'intera Regione Puglia.
- Elaborati grafici in formato Shapefile riguardanti la riproduzione dei layer descrittivi dell'infrastruttura e della sua mappatura in accordo con quanto previsto dalle Linee Guida del MATTM del 18 maggio 2012 e successive condivisioni.
- Relazione esplicativa delle Metodologie di Calcolo e di Analisi (formato pdf).
- Elaborati grafici in formato Google Earth (.kmz) riguardanti la mappatura acustica in ciascun Comune attraversato in accordo con il D.Lgs. 194/2005 art.8.

I dati relativi all'agglomerato di Barletta sono stati estrapolati dagli elaborati relativi all'intera Regione mediante l'utilizzo di strumenti GIS e riportati in Tabella 3.14.

Numero di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]				
55-59	60-64	65-69	70-74	>75
0	0	0	0	0
Numero di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]				
50-54	55-59	60-64	65-69	>70
0	0	0	0	0

Tabella 3.14 : Numero di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} –
Autostrada A14

La mancanza di esposti è coerente con la posizione del tratto di Autostrade per l'Italia, che lambisce marginalmente la parte sud del territorio comunale e risulta essere molto distante da ricettori.

3.4.2 Mappatura acustica presentata da RFI

Analogamente a quanto accaduto per Autostrade per l'Italia, anche i dati degli esposti relativi all'infrastruttura ferroviaria di RFI sono stati ricavati in ambiente GIS, a partire dalle mappature consegnate per l'intero territorio regionale (al di fuori degli agglomerati) in ottemperanza al D.Lgs. 194/05.

La documentazione in possesso di ARPA Puglia consegnata da RFI consiste in:

- END Reporting Mechanism Data Template – Major rail v2_0 (file excel);
- Confini_comunali_Puglia (formato shapefile);
- File vettoriale relativo agli assi ferroviari (formato shapefile);
- File vettoriale comprendente le aree e le curve isolivello L_{den} , ad intervalli di 5 dB (formato shapefile);
- Noise Directive DF1, DF2 e DF4 secondo gli standard richiesti dalla Commissione Europea (file excel);
- Metadati dei livelli tematici/file consegnati.

Come risulta evidente dall'elenco dei dati sopra riportati, il gestore ha omesso di consegnare le curve e/o le aree isolivello relative al descrittore L_{night} . Per consentire l'integrazione dei dati del gestore con le mappature prodotte da ARPA Puglia secondo la metodologia descritta nel paragrafo 3.4, è stato necessario ricostruite le curve isolivello L_{night} di RFI all'interno dell'agglomerato di Barletta, sfruttando la correlazione tra le griglie punti L_{den} e L_{night} prodotte dallo stesso gestore per gli agglomerati di Bari e di Foggia (che

sono attraversati dalla stessa linea). In particolare, ogni isofonica L_{night} è stata ricostruita dalle isofoniche L_{den} utilizzando i seguenti scostamenti medi:

Isofonica L_{den} [dBA]	Scostamento [dBA]	Isofonica L_{night} corrispondente [dBA]
55	6.78	48.22
60	6.57	53.43
65	6.46	58.54
70	6.42	63.58
75	6.31	68.69

Tabella 3.15: Scostamento tra curve isolivello L_{den} e L_{night} utilizzate per ricavare la mappatura L_{night}

Una volta ricavate le informazioni relative al descrittore L_{night} , è stato calcolato in ambiente GIS il numero degli esposti nell'agglomerato di Barletta, riportati in Tabella 3.16.

Numero di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]				
55-59	60-64	65-69	70-74	>75
1.985	1.558	664	174	0
Numero di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]				
50-54	55-59	60-64	65-69	>70
1.904	1.271	383	116	0

Tabella 3.16: Numero di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} – RFI

3.5 Incertezza nella predisposizione della mappa acustica strategica

Nella predisposizione della mappa acustica strategica dell'agglomerato di Barletta, 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 3.17:

Deviazione standard potenza sonora [dB]			
Categoria strade	Fascia oraria 06-20	Fascia oraria 20-22	Fascia oraria 22-06
1	1,5	1,0	1,7
2	1,2	1,5	2,6
3	1,3	0,8	0,6

Tabella 3.17: 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) [9];
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 [9] 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) [9].

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 piano-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 [10]. La deviazione standard σ_b del modello associata alla propagazione del rumore è infatti rappresentata dalla seguente espressione:

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

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 σ deriva dal contributo dell'incertezza sulla sorgente σ_S e dell'incertezza legata alla propagazione sonora σ_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 σ_S andrebbe effettuata componendo il contributo dell'incertezza legata a ciascuna singola sorgente σ_n , attraverso la seguente espressione [13]:

$$\sigma_S = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^N (\sigma_n \cdot 10^{0.1L_n})}}{\sum_{n=1}^N 10^{0.1L_n}}$$

Dove L_n è il livello parziale calcolato al ricettore 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. E' 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 Barletta. 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 ricettore. Nella figura seguente è riportata la mappa dell'incertezza sul valore L_{day} associata e ad una sola strada dell'agglomerato di Barletta di classe 2, nel periodo di

riferimento notturno, con deviazione standard sul valore di potenza sonora pari a 1,2 dB (cfr. Tabella 3.17).

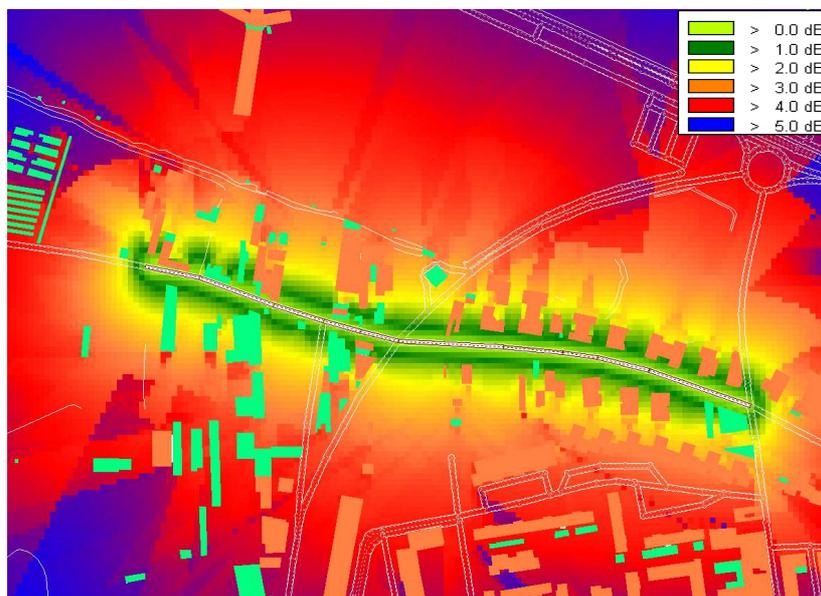


Figura 3.7 – Esempio di propagazione dell'incertezza nella modellizzazione del rumore stradale

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 3.1.1.2, 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).

4 SINTESI DEI RISULTATI

Dovendo fornire i risultati della mappa acustica strategica sperimentale secondo i criteri del D.Lgs. 194/05 si rammenta che l'allegato 6 del Decreto 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.

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;
- Popolazione esposta a livelli L_{den} e L_{night} distinti per tipologia di sorgente (infrastrutture stradali, infrastrutture ferroviarie, insediamenti industriali e porto);
- Popolazione esposta a livelli L_{den} e L_{night} generati dal rumore di tutte le sorgenti attive (*overall sources*) nell'agglomerato di Barletta.

Nel primo caso (rumore generato dalle sole infrastrutture principali), poiché non sono state rese disponibili informazioni in merito ad eventuali infrastrutture principali in gestione al Comune di Barletta e alla Provincia BAT, il numero degli esposti è quello ricavato dai dati consegnati da Autostrade per l'Italia (per le strade) e RFI (per le ferrovie), estrapolando in ambiente GIS il dato degli esposti a partire dalle curve isolivello dei tratti ricompresi nei confini amministrativi del Comune.

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

- l'export dei livelli calcolati in facciata da CadnaA. Essi corrispondono a dei punti distanziati 3 metri l'uno dall'altro, in formato shapefile, i cui attributi contengono un campo identificativo dell'edificio su cui il punto è posizionato e due campi corrispondenti ai valori L_{den} e L_{night} (Figura 4.1 (a));
- importazione degli stessi punti in ambiente GIS e sovrapposizione alle mappature acustiche delle infrastrutture principali fornite dagli enti gestori, preventivamente trasformate in mappe raster con cella di dimensioni 5x5

metri (Figura 4.1 (b)) e ridotte energeticamente di 3 dB, valore pari al contributo derivante dalla riflessione in facciata presso il ricettore (come richiesto dal D.Lgs 194/05);

- creazione di due nuovi campi agli attributi dello shapefile dei punti in facciata, contenenti i livelli L_{den} e L_{night} associati alle infrastrutture principali, estratti dal raster di appartenenza e necessari per operare la somma energetica;
- calcolo della somma tra i livelli associati alle due tipologie di infrastrutture (principali e non), inserendo il risultato in un nuovo campo dello shapefile relativo ai punti in facciata.

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 4.1 (c)).

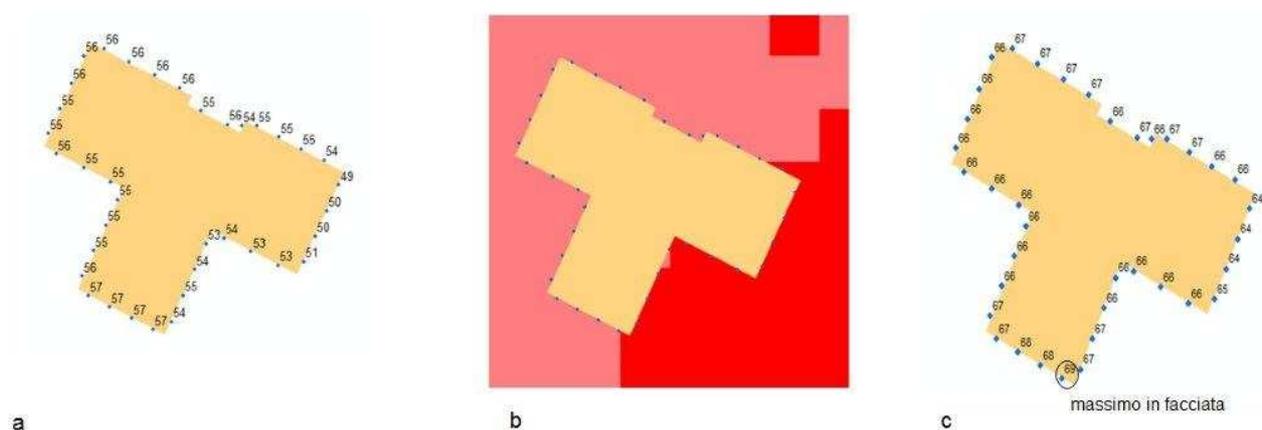


Figura 4.1 – Somma energetica di mappe acustiche in ambiente GIS : a) output dei livelli L_{den} e L_{night} in facciata dal software Cadna; b) integrazione dei punti in facciata con mappe raster delle infrastrutture principali; c) somma energetica sui punti in facciata

Il punto caratterizzato dal livello somma più alto è stato quindi utilizzato per determinare il livello della facciata maggiormente esposta ed associato all'edificio e di conseguenza al numero di abitanti in esso residenti.

Nei paragrafi che seguono è riportato, per ogni tipologia di sorgente e per tutte le sorgenti (*overall sources*), il numero di esposti agli intervalli di L_{den} e L_{night} richiesti dal D. Lgs 194/05.

4.1 Infrastrutture stradali

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

Come già osservato al paragrafo 3.4.1, il rumore generato dall'unica infrastruttura stradale principale (Autostrade per l'Italia) non produce esposti nell'agglomerato di Barletta, pertanto Il numero totale di esposti al rumore di tutte le sorgenti stradali coincide con quello derivante dagli assi non principali mappati da Arpa Puglia. Esso è riportato in Tabella 4.1 arrotondato al centinaio come richiesto dall'allegato 6 del D. Lgs. 194/05.

Numero totale di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]						
< 55	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	TOT
10400	21600	42100	14600	5600	0	94.300

Numero totale di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]						
< 50	50-54	55-59	60-64	65-69	>70	TOT
22100	40900	19200	11500	600	0	94.300

Tabella 4.1: Numero totale di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} – Rumore emesso dal traffico veicolare

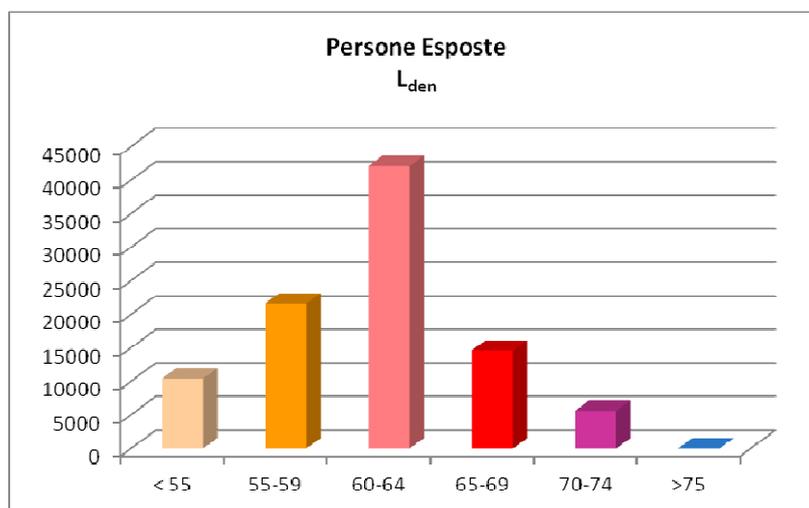


Figura 4.2 – Numero totale di persone esposte al rumore da traffico veicolare – L_{den} per classe di esposizione

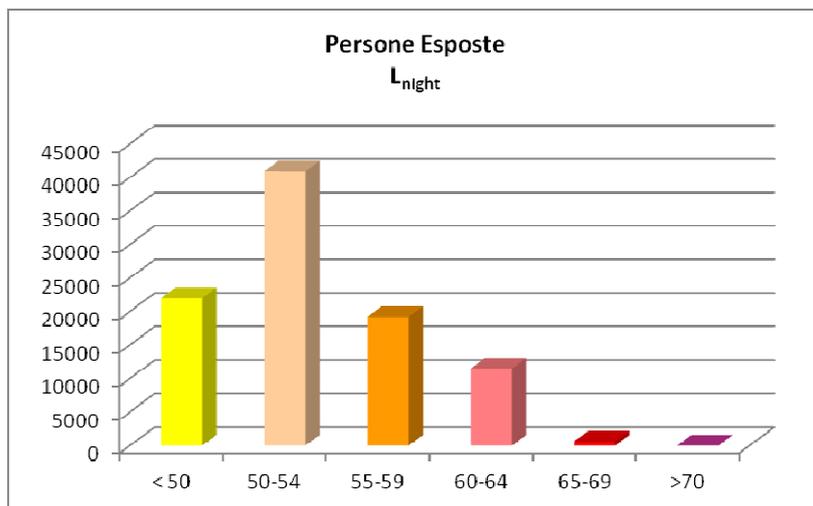


Figura 4.3 – Numero totale di persone esposte al rumore da traffico veicolare – L_{night} per classe di esposizione

Percentuale di persone esposte a livelli di L _{den} [dB(A)]						
< 55	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	TOT
11%	23%	45%	15%	6%	0%	100%
Percentuale di persone esposte a livelli di L _{night} [dB(A)]						
< 50	50-54	55-59	60-64	65-69	>70	TOT
23%	43%	20%	12%	1%	0%	100%

Tabella 4.2: Percentuale di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} – Rumore emesso dal traffico veicolare

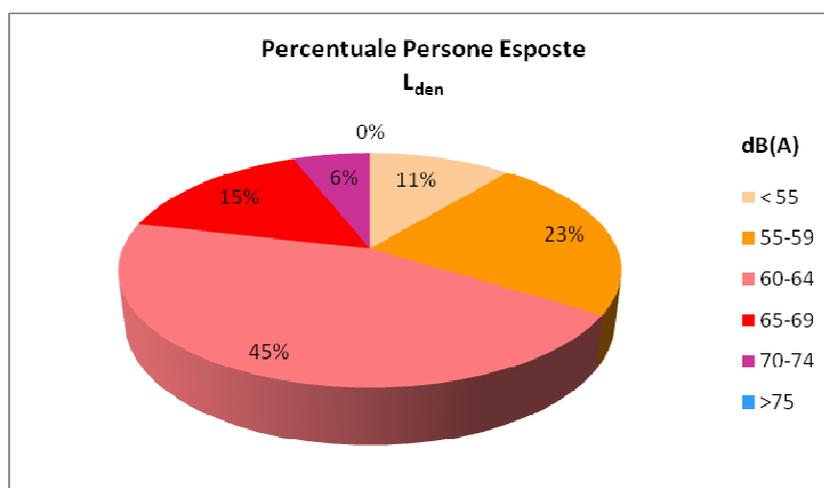


Figura 4.4 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico veicolare – L_{den} per classe di esposizione

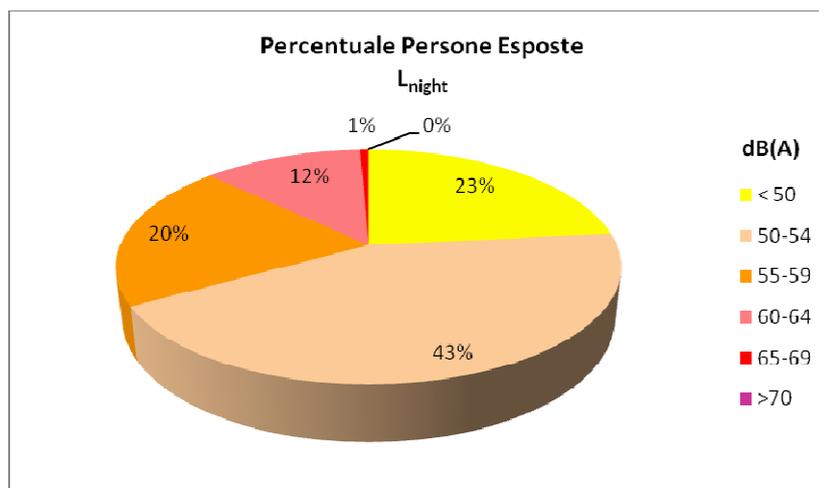


Figura 4.5 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico veicolare – L_{night} per classe di esposizione

4.2 Infrastrutture ferroviarie

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

Il dato relativo agli esposti al rumore prodotto dalle infrastrutture ferroviarie principali e quello relativo a tutte le infrastrutture ferroviarie dell'agglomerato sono identici, essendo trascurabile il contributo derivante dagli assi non principali.

In Tabella 4.3 Si richiama comunque per coerenza il dato relativo agli esposti al rumore derivante dalle infrastrutture ferroviarie principali, anch'esso arrotondato al centinaio.

Numero di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]					
55-59	60-64	65-69	70-74	>75	TOT
2.000	1.600	700	200	0	4.500
Numero di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]					
50-54	55-59	60-64	65-69	>70	TOT
1.900	1.300	400	100	0	3.700

Tabella 4.3: Numero totale di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} – Rumore emesso dal traffico ferroviario

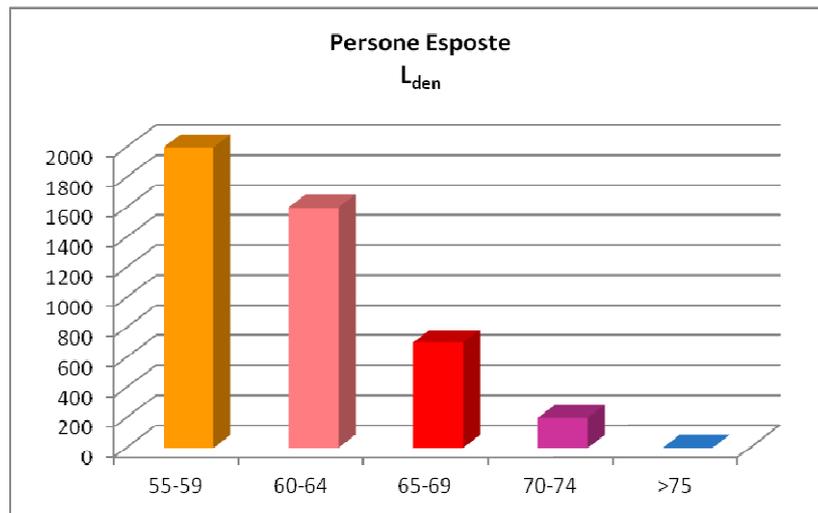


Figura 4.6 – Numero di persone esposte al rumore da traffico ferroviario – L_{den} per classe di esposizione

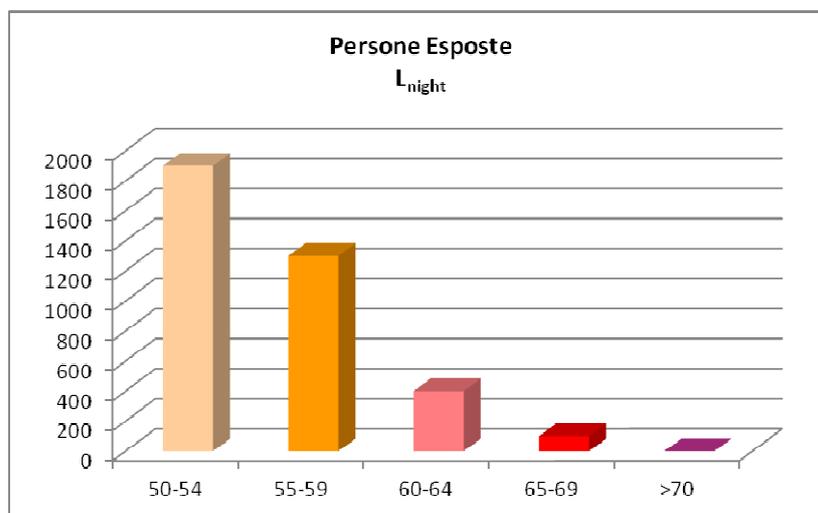


Figura 4.7 – Numero di persone esposte al rumore da traffico ferroviario – L_{night} per classe di esposizione

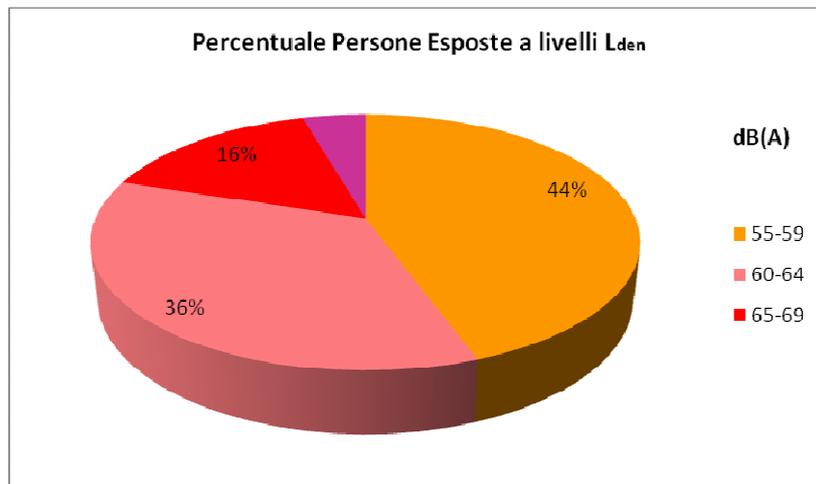


Figura 4.8 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico ferroviario – L_{den} per classe di esposizione

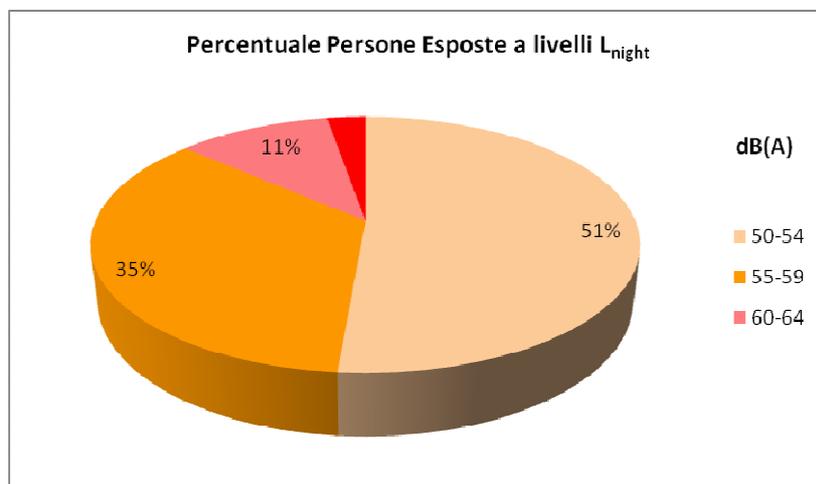


Figura 4.9 – Percentuale di persone esposte al rumore da traffico ferroviario – L_{night} per classe di esposizione

4.3 Siti di attività industriale e porto

Il numero totale di persone esposte al rumore prodotto dai siti di attività industriale, arrotondato al centinaio, come richiesto dalla normativa, è riportato in Tabella 4.4.

Numero di persone esposte a livelli di Lden [dB(A)]					
55-59	60-64	65-69	70-74	>75	TOT
1800	1300	100	0	0	3200
Numero di persone esposte a livelli di L _{night} [dB(A)]					
50-54	55-59	60-64	65-69	>70	TOT
2200	700	0	0	0	2900

Tabella 4.4: Numero totale di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} – Rumore emesso dai siti di attività industriale e porto

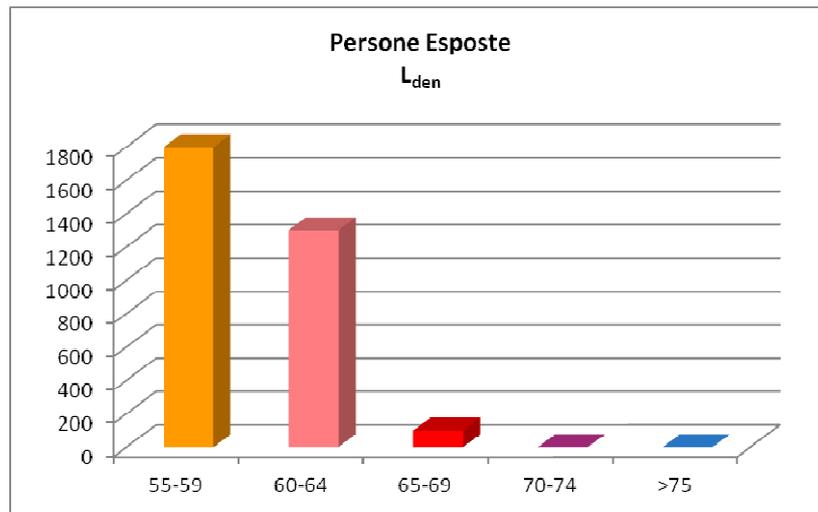


Figura 4.10 – Numero di persone esposte al rumore da insediamenti industriali e porto – Lden per classe di esposizione

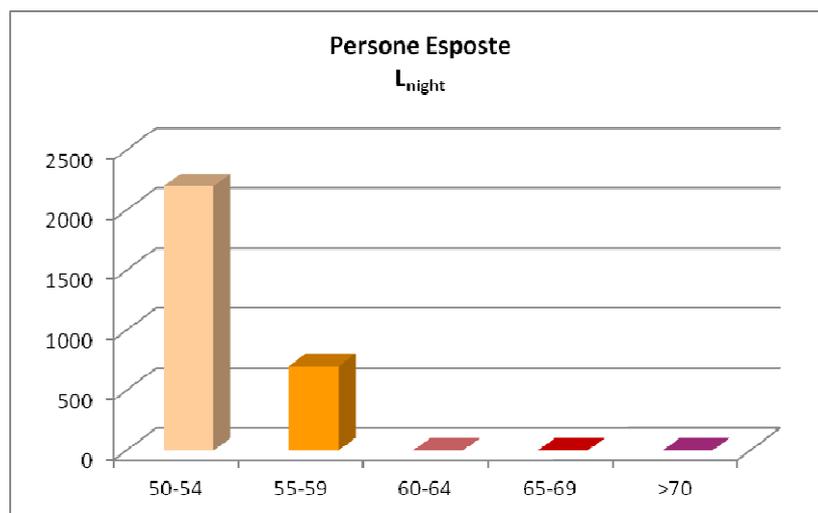


Figura 4.11 – Numero di persone esposte al rumore da insediamenti industriali e porto – L_{night} per classe di esposizione

4.4 Esposizione al rumore globale (*overall sources*)

In Tabella 4.5 è riportato il numero di abitanti esposti a livelli di rumore L_{den} e L_{night} per effetto della sovrapposizione di tutte le sorgenti attive nell'agglomerato urbano.

Numero di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]						
<55	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	TOT
9500	20400	43200	15300	5900	0	94300
Numero di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]						
<50	50-54	55-59	60-64	65-69	>70	TOT
20400	39100	21900	11900	1000	0	94300

Tabella 4.5: Numero totale di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} – Overall sources

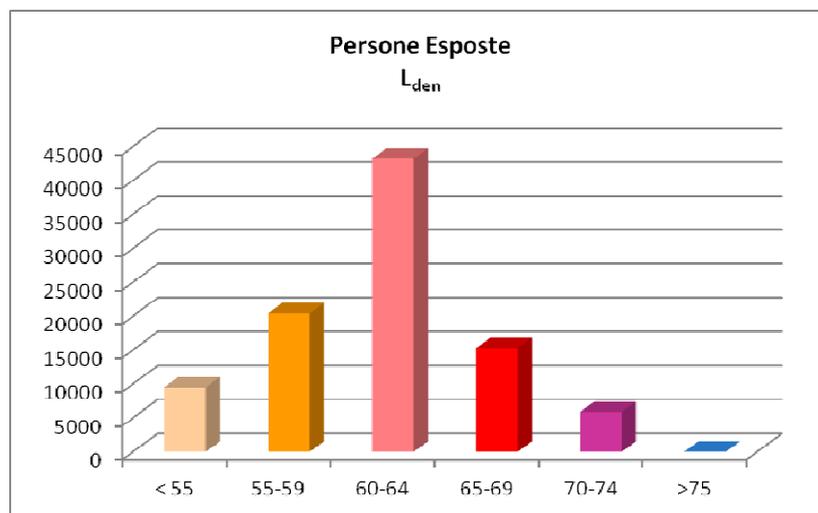


Figura 4.12 – Numero di persone esposte al rumore di tutte le sorgenti - L_{den} per classe di esposizione

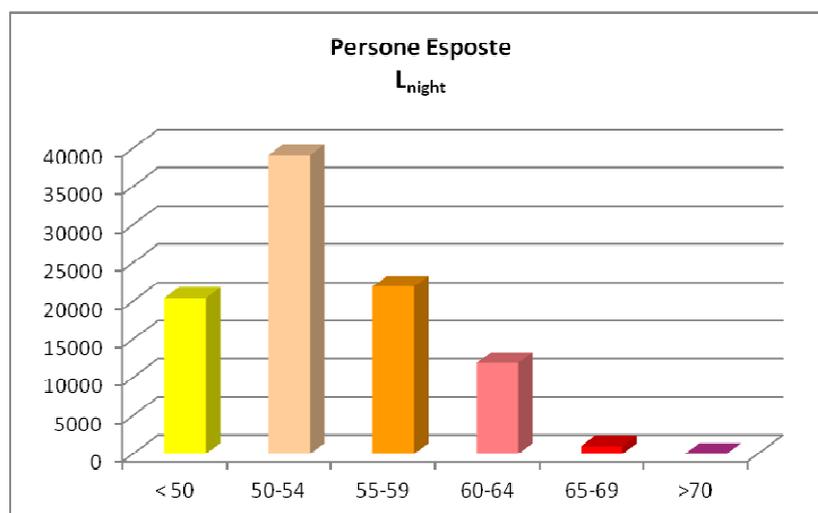


Figura 4.13 – Numero di persone esposte al rumore di tutte le sorgenti – L_{night} per classe di esposizione

Percentuale di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]						
< 55	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	TOT
10%	22%	46%	16%	6%	0%	100%

Percentuale di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]						
< 50	50-54	55-59	60-64	65-69	>70	TOT
22%	41%	23%	13%	1%	0%	100%

Tabella 4.6: Percentuale di persone esposte ai livelli di L_{den} e L_{night} – Rumore emesso da tutte le sorgenti attive

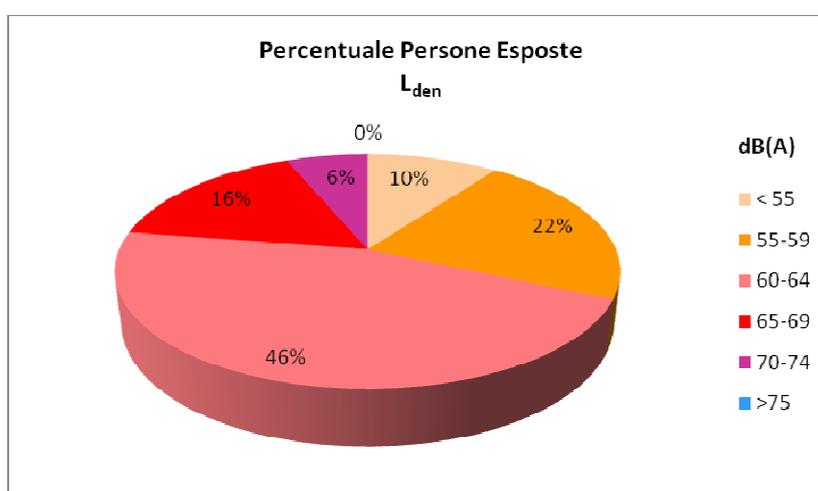


Figura 4.14 – Percentuale di persone esposte al rumore di tutte le sorgenti attive – L_{den} per classe di esposizione

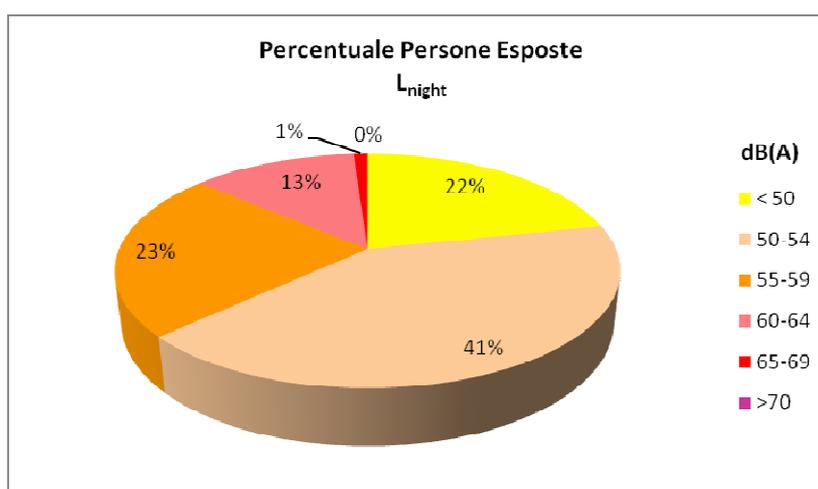


Figura 4.15 – Percentuale di persone esposte al rumore di tutte le sorgenti attive – L_{night} per classe di esposizione

MATERIALE TRASMESSO

I risultati della mappa acustica strategica sperimentale dell'agglomerato di Barletta sono rappresentati attraverso:

- La presente relazione tecnica;
- Tavole cartografiche in formato .pdf, in scala 1:8.000 con le aree isolivello sonoro dei descrittori acustici L_{den} , e L_{night} , relative al rumore globale (overall sources).

5 CONCLUSIONI

Il presente lavoro è stato realizzato da ARPA Puglia in considerazione del trend di crescita della popolazione residente nel comune di Barletta che potrebbe portare, nel prossimo futuro, ad includere lo stesso tra gli agglomerati assoggettati agli adempimenti del D.Lgs.194/05 del 19/08/2005 *“Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”*.

In analogia a quanto stabilito dalla Regione Puglia per gli agglomerati soggetti agli obblighi di cui al D.Lgs. 194/05 (Bari, Taranto, Andria, Foggia), l'agglomerato di Barletta ha estensione coincidente con i limiti amministrativi del Comune, pari a circa 147 km², e interessa una popolazione di circa 94.200 abitanti (dati censimento ISTAT 2011).

Le sorgenti di rumore considerate per la redazione della mappa strategica sono tutte le infrastrutture non principali (strade e ferrovie mappate da ARPA Puglia), le infrastrutture principali (integrando i dati trasmessi da Autostrade per l'Italia e RFI) e i siti di attività industriale (assoggettati ad A.I.A) compreso il porto.

In linea con quanto accade nelle maggiori città italiane, all'interno dell'agglomerato di Barletta la principale sorgente di rumore in termini di popolazione esposta è rappresentata dal traffico stradale prodotto dalle infrastrutture della zona urbana. I livelli maggiori di rumorosità sono stati calcolati lungo le principali arterie di ingresso/uscita dalla zona centrale, lungo la tangenziale esterna, nonché per alcuni collegamenti di interquartiere. Per quanto riguarda le altre sorgenti, il numero di esposti è risultato per lo più concentrato sugli intervalli più bassi di rumore e quindi poco significativo in termini di potenziale rischio per la salute (con riferimento alle soglie di 65 dB(A) per L_{den} e 55 dB(A) per L_{night} definite a livello internazionale). Si può infatti osservare che per il rumore industriale l'incidenza sul rumore globale in termini di L_{den} è pari allo 0,7 % nell' intervallo 65-70 dB(A) e pari a circa il 3% nell' intervallo 55-60 dB(A) in termini di L_{night} . Per il rumore ferroviario i livelli calcolati indicano un'incidenza leggermente maggiore sul rumore globale, pari a circa il 4% in termini di L_{den} per valori superiori ai 65 dB(A) e circa il 5% in termini di L_{night} per valori superiori a 55 dB(A).

In generale i risultati ottenuti relativamente all'insieme di tutte le sorgenti (overall sources) evidenziano che la percentuale di popolazione esposta a livelli sonori superiori alle soglie di potenziale rischio si attestano rispettivamente intorno al 22% e al 37 %. In merito ai livelli più elevati, per il descrittore L_{den} non risultano esserci esposti a livelli superiori a 75 dB(A) mentre nella fascia 70-74 dB(A) si registra circa il 6%; per il

descrittore L_{night} si registra l' 1% di popolazione esposta a livelli superiori a 65 dB(A) e il 12% per livelli superiori a 60 dB(A).

6 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] Legge 26 ottobre 1995, n. 447, Legge quadro sull'inquinamento acustico (Suppl. Ord. n. 125 alla G.U.R.I. n. 254 del 30/10/1995).
- [3] Decreto Ministeriale 16 marzo 1998, Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U.R.I. n. 76 del 1/4/1998).
- [4] 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).
- [5] 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.
- [6] 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
- [7] Norma ISO 9613-2:1996 – “Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation”.
- [8] Norma UNI 9884:1997 – “Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale”.
- [9] Rapporto tecnico UNI/TR 11326 – “Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 1: Concetti generali”, maggio 2009.
- [10] CadnaA user's manual - Version 3.7, DataKustik GmbH, Greifenberg, Germany 2007
- [11] Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Bari - ARPA Puglia - Rif. Normativo Giugno 2012
- [12] Mappa Acustica Strategica dell'agglomerato di Taranto - ARPA Puglia - Rif. Normativo Giugno 2012
- [13] G.Licitra, W. Probst - Noise Mapping in the EU, Models and Procedures, CRC Press, 2013

- [14] Piano Regionale dei Trasporti – Piano Attuativo 2009-2013 – Quadro Conoscitivo. Regione Puglia - Assessorato ai Trasporti e alle Vie di Comunicazione.
- [15] 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.
- [16] NoMEPorts European Project. “Good Practice Guide on Port Area Noise Mapping and Management”. Tech. Ann., 2008.
- [17] Mappa Acustica Strategica dell’agglomerato di Andria - ARPA Puglia - Rif. Normativo Giugno 2012