



**CITTÀ
METROPOLITANA
DI BOLOGNA**



Vie en.ro.se.
Ingegneria



D. Lgs. 19/08/2005, n. 194 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale"

PIANO D'AZIONE IV CICLO DI AGGIORNAMENTO (2024)

CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA (CA_IT_RD_0062)

Rete Stradale Provinciale

(assi stradali principali con flusso veicolare superiore ai 3 milioni di veicoli/anno)

Approvato con Delibera n. ____ del __/__/__

**REPORT DI SINTESI DEL PIANO D'AZIONE
AP_2023_RD_IT_00_0062**

**Data di consegna: 15/01/2024
Revisione: Rev.01**



SOMMARIO

1. INTRODUZIONE GENERALE	4
1.1. PREMESSA	4
1.2. ADEMPIMENTI PER LA QUARTA FASE DI MAPPATURA	4
1.3. PROBLEMATICHE CONCERNENTI LA PANDEMIA COVID-19	6
1.4. METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI	7
1.5. BASE DATI PER LA MODELLAZIONE	8
2. GENERALITÀ E SORGENTI CONSIDERATE	9
3. AUTORITÀ COMPETENTE	12
4. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	13
5. VALORI LIMITE	15
5.1 INDICATORI ACUSTICI UTILIZZATI	15
5.2 DEFINIZIONE DEI VALORI LIMITE	18
6. SINTESI DEI RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA	19
7. STIMA DEL NUMERO DI PERSONE ESPOSTE AL RUMORE	21
7.1 AREE CRITICHE	21
7.2 INDICATORE DI CRITICITÀ ACUSTICA ECU_{DEN}	22
8. EFFETTI NOCIVI DEL RUMORE AMBIENTALE SULLA SALUTE	24
8.1 CARDIOPATIA ISCHEMICA	24
8.2 FASTIDIO FORTE E GRAVI DISTURBI DEL SONNO	25
8.3 RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI NOCIVI	25
9. RESOCONTO DELLE CONSULTAZIONI PUBBLICHE	26
10. MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE	27
10.1 MISURE DI RUMORE IN ATTO	27
10.2 MISURE DI RUMORE IN FASE DI PREDISPOSIZIONE	29
10.3 TEMPISTICA DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI	30
11. INFORMAZIONI DI CARATTERE FINANZIARIO	32
12. VALUTAZIONE DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE	35
13. VALUTAZIONE DELLA RIDUZIONE DEL NUMERO DELLE PERSONE ESPOSTE	36
13.1 CALCOLO DEI VALORI DI ECU_{DEN}	37
13.2 POPOLAZIONE ESPOSTA A VALORI SUPERIORI AL LIMITE DI RIFERIMENTO	39
13.3 MASSIMO SUPERAMENTO RISPETTO AI VALORI LIMITE	41
13.4 INTERVALLI DI ESPOSIZIONE	43
13.5 CONCLUSIONI E COMMENTO DEI RISULTATI	51



14. BIBLIOGRAFIA

53



1. INTRODUZIONE GENERALE

1.1. PREMessa

Con Determina n. 1893 dell'11/08/2023, la Città Metropolitana di Bologna ha affidato a Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l. l'incarico relativo alla stesura del IV ciclo di aggiornamento del Piano d'Azione delle infrastrutture stradali di propria gestione e pertinenza.

L'incarico è stato svolto dal seguente gruppo di lavoro:

Tabella 1 – Gruppo di lavoro

Ing. Francesco Borchi	Tecnico Competente in Acustica n. 7919 dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (E.N.T.E.C.A.)	Responsabile del progetto Direttore Tecnico di Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l.
Dott.ssa Raffaella Bellomini	Tecnico Competente in Acustica n. 8043 dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (E.N.T.E.C.A.)	Legale rappresentante di Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l.
Ing. Andrea Falchi	Tecnico Competente in Acustica n. 8048 dell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (E.N.T.E.C.A.)	Responsabile della modellistica
Ing. Ivan Iannuzzi	-	Collaboratore

Secondo quanto riportato dall'art. 3, comma 3 lettera b del Decreto Legislativo 194 del 19 agosto 2005 ⁽⁸⁾, la Città Metropolitana di Bologna (con l'identificativo gestore CA_IT_RD_0062, assegnato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica – MASE (ex Ministero della Transizione Ecologica), in qualità di gestore di infrastrutture stradali sulle quali transitano oltre 3 milioni di veicoli all'anno è tenuta a trasmettere agli Enti competenti i seguenti dati, relativi al IV° ciclo di aggiornamento:

- ✓ Mappatura Acustica dell'intera rete stradale, entro il 30/06/2022.
- ✓ Piano d'Azione dell'intera rete stradale, entro il 18/04/2024.

Il presente report si riferisce alla trasmissione dei Piani di Azione, tenendo conto dei risultati della Mappatura Acustica 2022 ⁽¹²⁾ ⁽¹³⁾, relativamente all'intera rete di strade principali gestite dalla Città Metropolitana di Bologna.

Per le simulazioni, sono stati utilizzati gli algoritmi di calcolo raccomandati dalla Comunità Europea, con riferimento alla Direttiva 2015/996/UE del 19 maggio 2015 ⁽²⁾, che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della Direttiva 2002/49/CE ⁽¹⁾ del Parlamento Europeo e del Consiglio, entrata in vigore il 1° gennaio 2020. Le simulazioni acustiche sono pertanto effettuate utilizzando i metodi comuni per la valutazione del rumore nell'Unione Europea (standard di calcolo "CNOSSOS-EU"). In particolare, per la componente di rumore stradale è stato utilizzato lo standard di calcolo denominato "CNOSSOS-EU Road 2021/2015", che recepisce le più recenti modifiche al database delle emissioni introdotto dalla Direttiva Delegata 2021/1226/UE ⁽⁴⁾ (entrata in vigore il 29/07/2021).

1.2. ADEMPIMENTI PER LA QUARTA FASE DI MAPPATURA

A seguito della pubblicazione del decreto legislativo n. 194 del 19 agosto 2005 (aggiornato a seguito dell'entrata in vigore del decreto legislativo 42/2017 ⁽⁹⁾) che recepisce la direttiva comunitaria 2000/49/CE, per quanto riguarda i gestori/possessori di "assi stradali principali", dopo gli adempimenti dei bienni 2006-2008, 2011-2013 e 2016-2018, sono entrati in vigore i seguenti obblighi, per il quarto round di mappatura/piani d'azione:

- ✓ **ENTRO 31/01/2022:** trasmissione dei dati delle mappe acustiche relativamente alle tratte della propria rete con traffico superiore a 3.000.000 veicoli/anno e che ricadono entro gli agglomerati con popolazione superiore a 100.000 abitanti.



- ✓ **ENTRO 30/06/2022:** trasmissione, alla regione o alla provincia autonoma competente, della mappatura acustica degli assi stradali principali di interesse nazionale su cui transitano più di 3.000.000 di veicoli all'anno nonché di alcuni dati statistici inerenti l'esposizione all'inquinamento acustico di persone e edifici, riferiti al precedente anno solare.
- ✓ **ENTRO 18/06/2023*:** trasmissione dei dati dei piani di azione, tenendo conto dei risultati della mappatura acustica, relativamente alle tratte della propria rete con traffico superiore a 3.000.000 veicoli/anno e che ricadono entro gli agglomerati con popolazione superiore a 100.000 abitanti.
- ✓ **ENTRO 18/04/2024*:** trasmissione, alla regione od alla provincia autonoma competente, dei piani di azione per gli agglomerati e per i gestori di infrastrutture di trasporto principali.
- ✓ **ENTRO 18/07/2024*:** trasmissione, alla regione od alla provincia autonoma competente, dei piani di azione per le infrastrutture principali che interessano più regioni.
- ✓ *: in conformità al Regolamento UE/2019/1010 le date di trasmissione dei Piani d'Azione hanno subito uno slittamento di un anno solare rispetto alle scadenze naturali previste dalla legislazione vigente. Tali scadenze sono state successivamente modificate dall'articolo 11, comma 6, del Decreto-legge 29 dicembre 2022, n. 198 recante "Disposizioni urgenti in materia di termini legislativi".

La Commissione Europea ha inoltre emanato linee guida e documenti relativi alle procedure con cui effettuare le mappe acustiche e trasmettere i relativi dati agli enti interessati, recepite in Italia per mezzo dei seguenti strumenti normativi:

- ✓ Linee Guida per la predisposizione delle Mappe Acustiche e delle Mappe Acustiche Strategiche emesse a marzo 2022 ⁽⁶⁾ (Registro Ufficiale del Ministero della Transizione Ecologica – MiTE numero 0029946 del 09/03/2022), che si compongono dei seguenti documenti di riferimento:
 - "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";
 - "Specifiche tecniche per la compilazione dei metadati relativi ai set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005), marzo 2022";
 - "Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore - Linee guida, marzo 2022";
 - Schemi, in formato GeoPackage (.gpkg), predisposti dall'Agenzia europea dell'ambiente per la notifica delle sorgenti di rumore (DF1_5);
 - Schemi, in formato excel (.xls), per la dichiarazione delle autorità competenti (DF2) per la redazione e trasmissione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche;
 - Schemi, in formato GeoPackage (.gpkg), predisposti dall'Agenzia europea dell'ambiente per le mappature acustiche e le mappe acustiche strategiche delle sorgenti dichiarate (DF4_8);
 - "Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Data model documentation version 4.1";
 - "Environmental Noise Directive - Reporting guidelines - DF1_5 Noise sources – December 2021, Version 1.1";
 - "Environmental Noise Directive - Reporting guidelines - DF4_8 Strategic noise maps - December 2021, version 1.1";
 - "Creating unique thematic identifiers for the END data model, luglio 2021, Version: 1.0".
- ✓ Decreto n.664 del 13/12/2023 del Direttore Generale Valutazioni Ambientali recante "Adozione delle Linee Guida per la predisposizione Piani d'Azione e le zone silenziose in agglomerato e in aperta campagna in conformità ai criteri e alle specifiche indicate dalla Direttiva 2007/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 14 marzo 2007" ⁽⁷⁾ (Registro Ufficiale del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica – MASE numero 0000664 del 13/12/2023), che si compongono dei seguenti documenti di riferimento:



- Specifiche dati Piani d’Azione: “Allegato 1: Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi ai Piani di Azione e Zone silenziose in agglomerato e in aperta campagna (D.Lgs. 194/2005)”.
- Specifiche Metadato: “Allegato 2: Specifiche tecniche per la compilazione dei metadati relativi ai set di dati digitali dei Piani di Azione e Zone silenziose (D.Lgs. 194/2005)”.
- Sintesi Piani d’Azione: “Allegato 3: Linee guida per la predisposizione della documentazione inerente ai Piani di Azione e alla sintesi non tecnica per la consultazione del pubblico (D.Lgs. 194/2005)”.
- Data Model dicembre 2022: “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Data model documentation”. Versione 4.4”.
- Linee Guida dicembre 2022: “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Reporting guidelines DF7_10 Noise action plan: Agglomeration”. Versione 1, dicembre 2022.
- Linee Guida dicembre 2022: “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Reporting guidelines DF7_10 Noise action plan: Major airport”. Versione 1, dicembre 2022.
- Linee Guida dicembre 2022: “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Reporting guidelines DF7_10 Noise action plan: Major railway”. Versione 1, dicembre 2022.
- Linee Guida dicembre 2022: “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Reporting guidelines DF7_10 Noise action plan: Major road”. Versione 1, dicembre 2022.
- Linee Guida dicembre 2022: “Environmental Noise Directive 2002/49/EC (END) - Reporting guidelines DF7_10 Noise action plan: Quiet area”. Versione 1, dicembre 2022.
- GeoPackage template marzo 2022, predisposti dall’Agenzia europea dell’ambiente per i Piani d’Azione “NoiseActionPlan-CoverageArea.gpkg” e le zone silenziose in agglomerato e in aperta campagna “QuietAreas.gpkg”.
- Excel template dicembre 2022 “Noise action plan for agglomeration (DF7_10).xls”; “Noise action plan for major airport (DF7_10).xls”; “Noise action plan for major railway (DF7_10).xls”; “Noise action plan for major road (DF7_10).xls”.

1.3. PROBLEMATICHE CONCERNENTI LA PANDEMIA COVID-19

Ai sensi dell’articolo 7, comma 2 della Direttiva 2002/49/CE, le mappature acustiche devono essere elaborate con riferimento al precedente anno solare per ciascun ciclo di aggiornamento. Conseguentemente, la Mappatura del IV ciclo di aggiornamento (avente come data di trasmissione il 31/01/2022 per i tratti interni agli agglomerati e 31/03/2022 per i tratti esterni agli agglomerati) e propedeutica al presente Piano d’Azione, è stata elaborata utilizzando come dati di input i flussi stradali veicolari medi relativi all’anno solare 2021.

Deve quindi essere specificato che i dati di traffico utilizzati, a causa delle restrizioni alla circolazione delle persone che sono state imposte a più riprese a causa dell’emergenza sanitaria Covid-19, sono risultati potenzialmente anomali rispetto a quelli di un anno tipo. Questo ha comportato, mediamente e su buona parte delle infrastrutture oggetto di mappatura, una diminuzione del 10-20% del traffico di mezzi medio-leggeri ed a un aumento di circa il 15% del traffico di mezzi pesanti, relativamente al periodo oggetto delle restrizioni (gennaio-aprile 2021).

Tuttavia, a valle di un confronto fra i dati annuali medi di traffico del 2021 (dato utilizzato per la mappatura) e quelli del 2022, risultano scostamenti dei flussi medi contenuti mediamente entro il 10%, cioè con un effetto trascurabile dal punto di vista acustico. Conseguentemente è stato valutato che i dati di traffico utilizzati per la mappatura 2022 fossero ancora rappresentativi della condizione post-pandemia: pertanto, così come richiesto dalla Direttiva 2002/49/CE e peraltro effettuato in tutti gli altri cicli di aggiornamento, la base delle simulazioni della condizione ante-operam (Mappatura 2022) è stata ritenuta valida per la simulazione acustica della configurazione post-operam (Piano d’Azione 2023-2024).



1.4. METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI

La valutazione dei livelli sonori è stata condotta mediante la simulazione del rumore generato dalle sorgenti acustiche considerate nella Piano d'Azione, utilizzando il software di calcolo SoundPLAN versione 8.2, in cui sono implementati i metodi di calcolo comuni per la valutazione del rumore nell'Unione Europea ("CNOSSOS-EU").

Il software consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo in considerazione numerosi parametri e fattori legati:

- ✓ alla localizzazione, forma ed altezza degli edifici;
- ✓ alla topografia dell'area di indagine;
- ✓ alle caratteristiche fonoassorbenti del terreno;
- ✓ alla tipologia costruttiva e posizione plano-altimetrica del tracciato stradale;
- ✓ alla presenza di eventuali ostacoli schermanti;
- ✓ alle caratteristiche acustiche della sorgente;
- ✓ alla dimensione ed alla tipologia di eventuali barriere antirumore.

Il software utilizza un algoritmo di calcolo tipo "ray-tracing" con tracciamento dei raggi dai punti ricettori. Le impostazioni di calcolo adottate sono le seguenti:

- ✓ standard di calcolo denominato "CNOSSOS-EU Road 2021/2015", che recepisce le più recenti modifiche al database delle emissioni introdotto dalla Direttiva Delegata 2021/1226/UE (entrata in vigore il 29/07/2021);
- ✓ ordine di riflessione pari a 1;
- ✓ massimo raggio di ricerca 1.000 m (raggio sufficiente per la simulazione nella fascia di interesse);
- ✓ distanza di ricerca intorno a ciascun punto ricettore considerata nel calcolo pari a 200 m;
- ✓ massima distanza delle riflessioni dal ricettore pari a 150 m;
- ✓ massima distanza di riflessione dalla sorgente pari a 40 m;
- ✓ fattore suolo G: valori definiti dal Database "Corine Land Cover 2018 IV Livello";
- ✓ coefficiente di riflessione di facciata pari a 0.8 (corrispondente ad una perdita di riflessione di 1 dB(A));
- ✓ coefficiente di riflessione della barriere pari a 0.4 per barriere antirumore (corrispondente ad una perdita di riflessione di 4 dB(A));
- ✓ occorrenza di condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono pari a: 50% nel periodo GIORNO (6.00 – 20.00) / 75% nel periodo SERA (20.00 – 22.00) / 100% nel periodo NOTTE (22.00 – 6.00).

Le simulazioni sono state effettuate per i seguenti parametri:

- ✓ Livello L_{den} in dB(A) nel periodo giorno-sera-notte (0.00 – 24.00);
- ✓ Livello L_{day} in dB(A) nel periodo giorno (6.00 – 20.00);
- ✓ Livello $L_{evening}$ in dB(A) nel periodo sera (20.00 – 22.00);
- ✓ Livello L_{night} in dB(A) nel il periodo notturno (22.00 – 6.00).

Le simulazioni sono state effettuate mediante le seguenti metodologie di calcolo:

- ✓ CALCOLO DEI VALORI ACUSTICI IN FACCIATA: i livelli sonori sono stati valutati come livelli massimi sulla facciata più esposta di ciascun edificio di tipologia residenziale, residenziale mista e sensibili (tipologia sanitaria e scolastica), escludendo di fatto gli edifici non residenziali come le attività commerciali e/o produttive, i luoghi di culto, gli impianti sportivi ed i fabbricati per cui non è generalmente prevista la presenza di persone attribuibili specificatamente ad esso (baracche, tettoie, garage, ecc.). Le simulazioni sono state effettuate a 4 m di altezza, escludendo la riflessione della facciata dell'edificio retrostante il punto di calcolo, ad una distanza di 1 m dalla facciata del ricettore, inserendo un punto-ricettore per ciascuna facciata di ogni edificio.
- ✓ CALCOLO DELLE MAPPE ACUSTICHE: è stata definita una griglia di punti con passo di 10 m, posizionata ad un'altezza di 4 m dal suolo. La griglia di punti è stata da una parte utilizzata come base per la produzione



delle mappe acustiche allegate, dall'altra è stata esportata in ambiente GIS come shapefile di tipo "poligonale".

Di seguito vengono riportati i dati di input necessari per l'implementazione del nuovo modello di calcolo CNOSSOS per quanto riguarda il rumore stradale, ovvero i flussi veicolari di mezzi suddivisi nelle seguenti categorie:

- ✓ Categoria 1: veicoli a motore leggeri (autovetture, furgoni < 3,5 tonnellate, SUV, MPV, inclusi rimorchi e roulotte);
- ✓ Categoria 2: veicoli medio-pesanti (veicoli medio-pesanti, furgoni > 3,5 tonnellate, autobus, camper, ecc. a due assi e con pneumatici accoppiati sull'asse posteriore);
- ✓ Categoria 3: veicoli pesanti (veicoli commerciali pesanti, vetture da turismo, autobus con tre o più assi).
- ✓ Categoria 4: veicoli a motore a due ruote (4a ciclomotori a due, tre e quattro ruote; 4b motocicli con e senza sidecar, tricicli e quadricicli).
- ✓ Categoria 5: veicoli leggeri ibridi e/o elettrici.

1.5. BASE DATI PER LA MODELLAZIONE

I dati di input utilizzati per la costruzione del modello acustico di simulazione del rumore sono stati reperiti dall'analogo database definito per il precedente ciclo di aggiornamento della Mappatura Acustica e Piano d'Azione. La base dati territoriale, costituita dai seguenti elementi, è stata desunta dalla procedura descritta nel report della Mappatura Acustica 2022 ⁽¹¹⁾:

- ✓ Definizione delle aree di calcolo.
- ✓ Dati per la costruzione del modello del terreno.
- ✓ Dati per l'assegnazione della copertura del suolo.
- ✓ Dati per la modellazione degli edifici.
- ✓ Dati relativi alla popolazione.
- ✓ Dati per la modellazione del grafo delle sorgenti acustiche stradali.

Come pavimentazione stradale sono state considerate le seguenti tipologie indicate dal modello di calcolo CNOSSOS:

- ✓ Per i tratti con asfalto tradizionale: "0 – reference road surface" (superficie di riferimento CNOSSOS, priva di particolari caratteristiche acustiche).
- ✓ Per i tratti con asfalto a bassa rumorosità è stata scelta una tipologia di pavimentazione che garantisca un'attenuazione di 3-4 dB(A), in linea con la pavimentazione proposta nel presente Piano d'Azione.

2. GENERALITÀ E SORGENTI CONSIDERATE

Di seguito viene riportato un inquadramento planimetrico dello scenario in oggetto, in cui vengono individuati i seguenti elementi cartografici:

- ✓ colorazione viola: territorio della Città Metropolitana di Bologna;
- ✓ colorazione grigia: territorio dell'agglomerato di Bologna;
- ✓ colorazione rossa: infrastrutture stradali esterne all'agglomerato di Bologna;
- ✓ colorazione gialla: infrastrutture stradali che interessano anche l'agglomerato di Bologna

Figura 1 – Localizzazione delle sorgenti di rumore su base cartografica

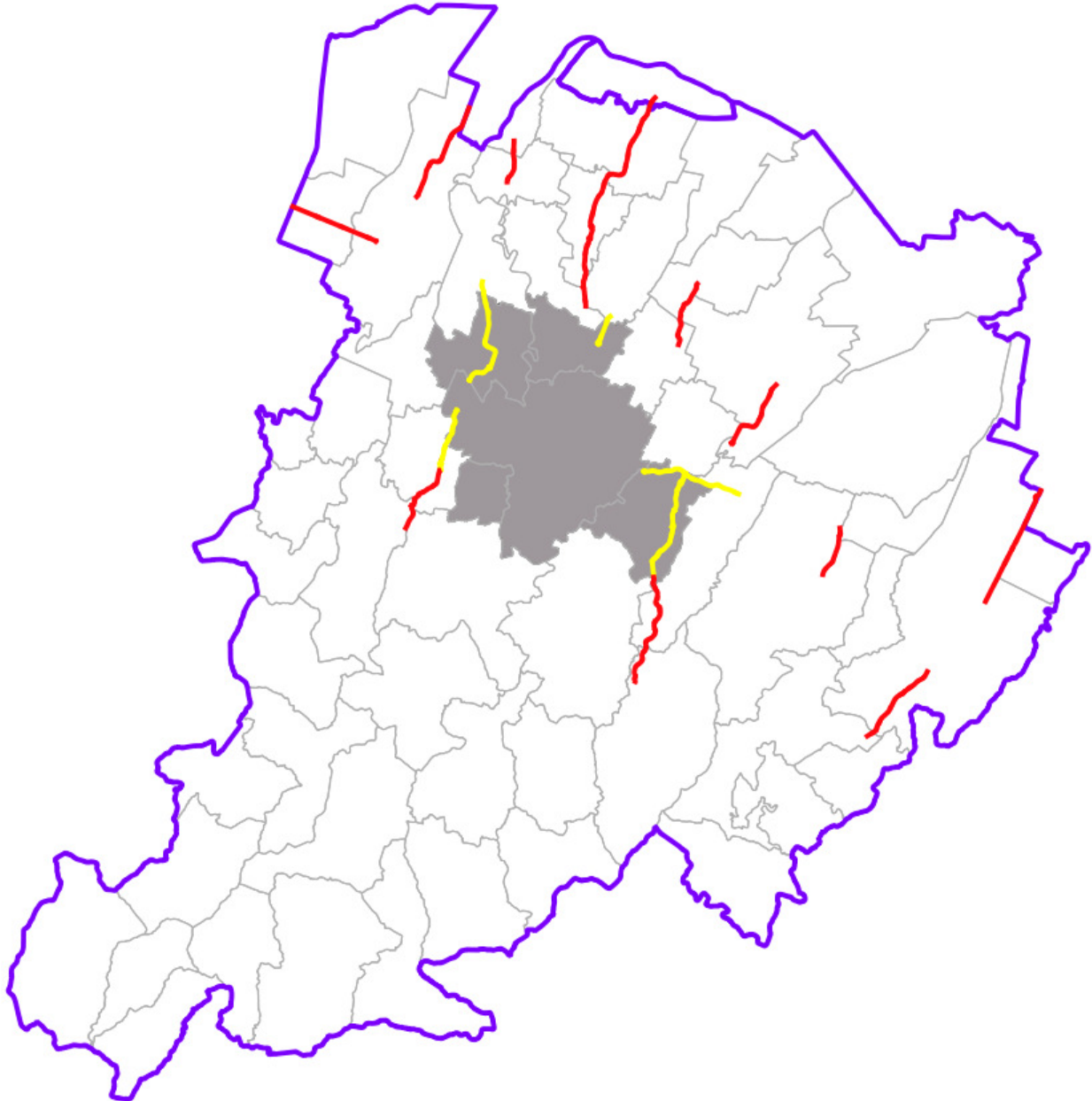




Tabella 2 – Tratti stradali oggetto di Piano d'Azione

ID	Flusso di traffico annuale [veic/anno]	Lunghezza (km)	Nome strada	Note
RD_IT_0062_001	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP3 Trasversale di Pianura - 1° Tronco	-
RD_IT_0062_002	5.800.000	6	SP4 Galliera	-
RD_IT_0062_003	4.500.000	5,2	SP6 Zenzalino	-
RD_IT_0062_004	3.900.000	4,1	SP7 Valle dell'Idice	Interamente interna all'agglomerato di Bologna
RD_IT_0062_005	5.600.000	8,4	SP18 Padullese	Tratti interni all'agglomerato di Bologna
RD_IT_0062_006	6.500.000	3,9	SP19 San Carlo	-
RD_IT_0062_007	4.400.000	4,8	SP26 Valle del Lavino	Tratti interni all'agglomerato di Bologna
RD_IT_0062_008	3.500.000	2,9	SP28 Croce dell'Idice	Interamente interna all'agglomerato di Bologna
RD_IT_0062_009	4.600.000	7,9	SP31 Colunga	Tratti interni all'agglomerato di Bologna
RD_IT_0062_010	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP36 Val di Zena	-
RD_IT_0062_011	6.900.000	2,3	SP45 Saliceto	Tratti interni all'agglomerato di Bologna
RD_IT_0062_012	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP65 della Futa	-
RD_IT_0062_013	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP253 San Vitale	-
RD_IT_0062_014	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP253 San Vitale	-
RD_IT_0062_015	5.900.000	4,7	SP255 di San Matteo Decima	-
RD_IT_0062_016	4.800.000	8	SP255 di San Matteo Decima	-
RD_IT_0062_017	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP568 di Crevalcore	-
RD_IT_0062_018	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP569 di Vignola	-
RD_IT_0062_019	4.500.000	9,4	SP610 Selice o Montanara Imolese	-
RD_IT_0062_020	4.600.000	6,9	SP610 Selice o Montanara Imolese	-
RD_IT_0062_021	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP3 Trasversale di Pianura - 1° Tronco	-
RD_IT_0062_022	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP4 Galliera	-
RD_IT_0062_023	8.600.000	4,59	SP4 Galliera	-
RD_IT_0062_024	7.100.000	5,8	SP26 Valle del Lavino	-



ID	Flusso di traffico annuale [veic/anno]	Lunghezza (km)	Nome strada	Note
RD_IT_0062_025	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP253 San Vitale	-
RD_IT_0062_026	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP568 di Crevalcore	-
RD_IT_0062_027	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP569 di Vignola	-
RD_IT_0062_028	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP3 Trasversale di Pianura - 2° Tronco	-
RD_IT_0062_029	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP3 Trasversale di Pianura - 2° Tronco	-
RD_IT_0062_030	3.400.000	7,9	SP4 Galliera	-
RD_IT_0062_031	3.500.000	5,35	SP5 San Donato	-
RD_IT_0062_032	6.000.000	3,25	SP42 Centese	-
RD_IT_0062_033	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP85 Fondovalle Savena	-
RD_IT_0062_034	3.300.000	2,126	SP255 di San Matteo Decima	-
RD_IT_0062_035	ASSE STRADALE PASSATO AD ALTRO ENTE		SP569 di Vignola	-
RD_IT_0062_036	3.900.000	10,95	SP7 Valle dell'Idice	Tratti interni all'agglomerato di Bologna

Le simulazioni di rumore per la definizione del rumore prodotto dagli assi stradali considerati sono state effettuate all'interno di un'area di calcolo di estensione pari a 500 m per ciascun lato dell'infrastruttura, ovvero corrispondente ad una fascia territoriale di ampiezza più che triplicata rispetto a quella definita come "di pertinenza" (che, nel caso delle strade di tipologia Cb, è pari a 150 m).

Questa scelta è ritenuta assolutamente cautelativa, e corrisponde ad una fascia territoriale di ampiezza più che triplicata rispetto a quella "di pertinenza" definita dal D.P.R. 142/2004 per le infrastrutture di tipologia Cb (pari a 150 m per lato).



3. AUTORITÀ COMPETENTE

Di seguito vengono riportate le informazioni sull'autorità competente, relativamente alle infrastrutture stradali oggetto del presente Piano d'Azione:

- ✓ autorità: Città Metropolitana di Bologna (in qualità di gestore di infrastrutture stradali identificato dal codice gestore CA_IT_RD_0062);
- ✓ responsabile del procedimento: ing. Maurizio Martelli
- ✓ indirizzo: Via San felice n. 25
- ✓ numero di telefono: +39-0516598003
- ✓ e-mail: cm.bo@cert.cittametropolitana.bo.it



4. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Riferimenti legislativi italiani e comunitari:

- ✓ Legge 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" (e suoi successivi decreti attuativi).
- ✓ D.M. Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- ✓ D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194, Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (G.U. n. 222 del 23 settembre 2005).
- ✓ D.Lgs. 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".
- ✓ D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare".
- ✓ Decreto del Ministero della Transizione Ecologica del 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.
- ✓ Decreto Ministeriale del Ministero della Transizione Ecologica n.16 del 24/03/2022 "Definizione delle modalità per l'individuazione e la gestione delle zone silenziose di un agglomerato e delle zone silenziose in aperta campagna, in ottemperanza al comma 10-bis, articolo 4 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194".
- ✓ Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- ✓ Direttiva 2015/996/UE 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.
- ✓ 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 dei metodi di determinazione degli effetti nocivi del rumore ambientale.
- ✓ Direttiva Delegata 2021/1226/UE 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 (EN Official Journal of the European Union L. 269/65 del 28/07/2021, entrata in vigore il 29/07/2021).
- ✓ DGR Emilia-Romagna del 17 Settembre 2012, N. 1369 con titolo: "D.Lgs. 194/2005 "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" - Approvazione delle "Linee guida per l'elaborazione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche relative alle strade provinciali ed agli agglomerati della regione Emilia-Romagna".
- ✓ DGR Emilia-Romagna del 23 settembre 2013 – n. 1339 D.Lgs. 194/05 con titolo: "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" – Approvazione delle "Linee Guida per l'elaborazione dei Piani d'Azione relative alle strade ed agli agglomerati della regione Emilia Romagna".

Riferimenti normativi e tecnici:

- ✓ European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure" – Version 2, 13/08/2007.
- ✓ Linee guida per la predisposizione della documentazione inerente ai piani d'azione, destinati a gestire i problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti, e per la redazione delle relazioni di sintesi descrittive allegare ai piani (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in data 28/01/2018).
- ✓ Linee Guida per la predisposizione delle Mappe Acustiche e delle Mappe Acustiche Strategiche (Registro Ufficiale del Ministero della Transizione Ecologica – MiTE numero 0029946 del 09/03/2022).



- ✓ Linee Guida per la predisposizione Piani d’Azione e le zone silenziose in agglomerato e in aperta campagna emesse a dicembre 2023 (Registro Ufficiale del Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica – MASE numero 0000664 del 13/12/2023).



5. VALORI LIMITE

5.1 INDICATORI ACUSTICI UTILIZZATI

Per la stesura dei Piani di Azione e della Mappatura Acustica sono stati utilizzati, come richiesto dall'art.5 del D.Lgs. 194/2005, i seguenti descrittori:

- ✓ L_{den} : livello continuo equivalente a lungo termine ponderato "A" determinato dall'insieme dei periodi giorno-sera-notte di un anno solare
- ✓ L_{night} : livello continuo equivalente a lungo termine ponderato "A" determinato dall'insieme dei periodi notturni (ore 22-06) di un anno solare

I risultati delle simulazioni sono stati utilizzati per il confronto con le fasce di esposizione (come definito nella fase di mappatura acustica), per la redazione delle mappe acustiche e per il confronto con i valori limite, sia per lo stato ante-operam che per lo stato post-operam (risultati dell'aggiornamento delle simulazioni una volta inseriti nello scenario di simulazione gli interventi di mitigazione acustica descritti nel paragrafo 10.2).

Per quanto riguarda il confronto con i valori limite, questo è risultato possibile dal momento che le Linee Guida dell'Emilia-Romagna ⁽¹²⁻¹³⁾ (D.G.R. del 23 Settembre 2013, N. 1339) definiscono una metodologia di conversione dei limiti dai parametri previsti dallo standard italiano a quelli previsti dallo standard europeo disponibili dalla fase di mappatura acustica.

In particolare, nelle Linee Guida della Regione Emilia-Romagna, vengono proposte tre diverse alternative per la risoluzione della problematica:

- ✓ **ALTERNATIVA 1:** adozione della procedura del doppio calcolo. Le mappe acustiche sono elaborate due volte, utilizzando sia i descrittori acustici europei L_{den} e L_{night} che quelli italiani $L_{Aeq,diurno}$ e $L_{Aeq,notturno}$.
- ✓ **ALTERNATIVA 2:** adozione esclusiva degli indicatori europei. Le mappe acustiche sono elaborate utilizzando esclusivamente i descrittori acustici europei L_{den} e L_{night} e le criticità sono valutate senza considerare i valori limite di legge attualmente in vigore in Italia.
- ✓ **ALTERNATIVA 3:** adozione degli indicatori europei e la conversione tecnica dei valori limite italiana. In particolare, viene definito un algoritmo di conversione in L_{den} e L_{night} e dei valori limite $L_{Aeq,diurno}$ e $L_{Aeq,notturno}$ previsti dal D.P.C.M. 14/11/1997 per il P.C.C.A. e dal D.P.R. 142/2004 per il rumore da traffico stradale.

Per la stesura del presente Piano d'Azione è stata seguita la terza alternativa, soluzione raccomandata dalle stesse Linee Guida Regionali.

Il valore limite per il periodo giorno-sera-notte L_{den} è definito dalla seguente espressione:

$$L_{den,lim} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(14 \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,lim\ diurno}}{10}} + 2 \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,lim\ diurno}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,lim\ notturno}+10}{10}} \right) - K$$

dove

- ✓ $L_{den,lim}$ è il valore limite per il periodo giorno-sera-notte;
- ✓ $L_{Aq,lim, diurno}$ è il valore limite per il periodo diurno (6.00 – 22.00) previsto dalla legislazione italiana;
- ✓ $L_{Aq,lim, notturno}$ è il valore limite per il periodo notturno (22.00 – 6.00) previsto dalla legislazione italiana;
- ✓ K è la correzione per l'esclusione della componente riflessa della facciata, pari a 0 dB(A) nel caso di calcolo dei livelli di rumore su una griglia di punti ricettore e pari a 3 dB(A) nel caso di calcolo dei livelli di rumore su di un insieme di punti ricettore posti in facciata di edifici. Il primo caso ($K=0$) verrà utilizzato per la determinazione dei conflitti sulle mappe acustiche, mentre il secondo caso ($K=3$) per la determinazione dei conflitti sui livelli acustici calcolati in facciata agli edifici ricettore.

Inoltre, il valore limite per il periodo di riferimento notturno L_{night} è definito dalla seguente espressione:

$$L_{night,lim} = L_{Aq,lim\ notturno} - K$$



Il Piano d'Azione è stato elaborato mediante la simulazione dei livelli acustici in facciata di ciascun edificio, considerando le seguenti tipologie di edifici: ricettori residenziali, ricettori sensibili (ovvero scuole, ospedali, case di cura e di riposo). Di seguito viene riportata la tabella allegata al D.P.R. 142/2004 relativa alle "strade esistenti e assimilabili", in cui i valori limite sono stati convertiti in L_{den} e L_{night} in base alla metodologia prevista dalle Linee Guida della Regione Emilia-Romagna.

Tabella 3 – Valori limite definiti dalle LL.GG. Emilia-Romagna per le fasce di pertinenza stradali per il confronto con i livelli acustici calcolati su una griglia di punti ($K=0$)

TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			diurno dB(A)	notturno dB(A)	diurno dB(A)	notturno dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50,7	40	70,7	60
		150 (fascia B)			65,7	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50,7	40	70,7	60
		150 (fascia B)			65,7	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50,7	40	70,7	60
		150 (fascia B)			65,7	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50,7	40	70,7	60
		50 (fascia B)			65,7	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50,7	40	70,7	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50,7	40	65,7	55
E - urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30				
* per le scuole vale solo il limite diurno						

Tabella 4 – Valori limite definiti dalle LL.GG. Emilia-Romagna per le fasce di pertinenza stradali per il confronto con i livelli acustici calcolati in facciata agli edifici ($K=3$)

TIPO DI STRADA (secondo Codice della Strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			diurno dB(A)	notturno dB(A)	diurno dB(A)	notturno dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	47,7	37	67,7	57
		150 (fascia B)			62,7	52
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	47,7	37	67,7	57
		150 (fascia B)			62,7	52
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	47,7	37	67,7	57
		150 (fascia B)			62,7	52
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	47,7	37	67,7	57
		50 (fascia B)			62,7	52
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	47,7	37	67,7	57
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	47,7	37	62,7	52
E - urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30				
* per le scuole vale solo il limite diurno						

Inoltre, all'interno delle aree di sovrapposizione tra fasce di pertinenza di diverse infrastrutture stradali gestite dalla Città Metropolitana di Bologna, sono stati attribuiti agli edifici valori limite ridotti in modo tale che ciascuna delle diverse strade coinvolte partecipi al suo superamento indipendentemente dall'altra strada.

Di seguito si riporta un esempio della situazione descritta, in cui vengono elencati i 6 diversi casi possibili di sovrapposizione tra fasce di pertinenza di due strade provinciali (in questo caso RD_IT_0061_007 e RD_IT_0061_037): in tabella vengono esplicitati i valori limite ridotti attribuiti a ciascun edificio rientrante nella relativa casistica.

Figura 2 – Esempio di sovrapposizione tra fasce di pertinenza di strade provinciali

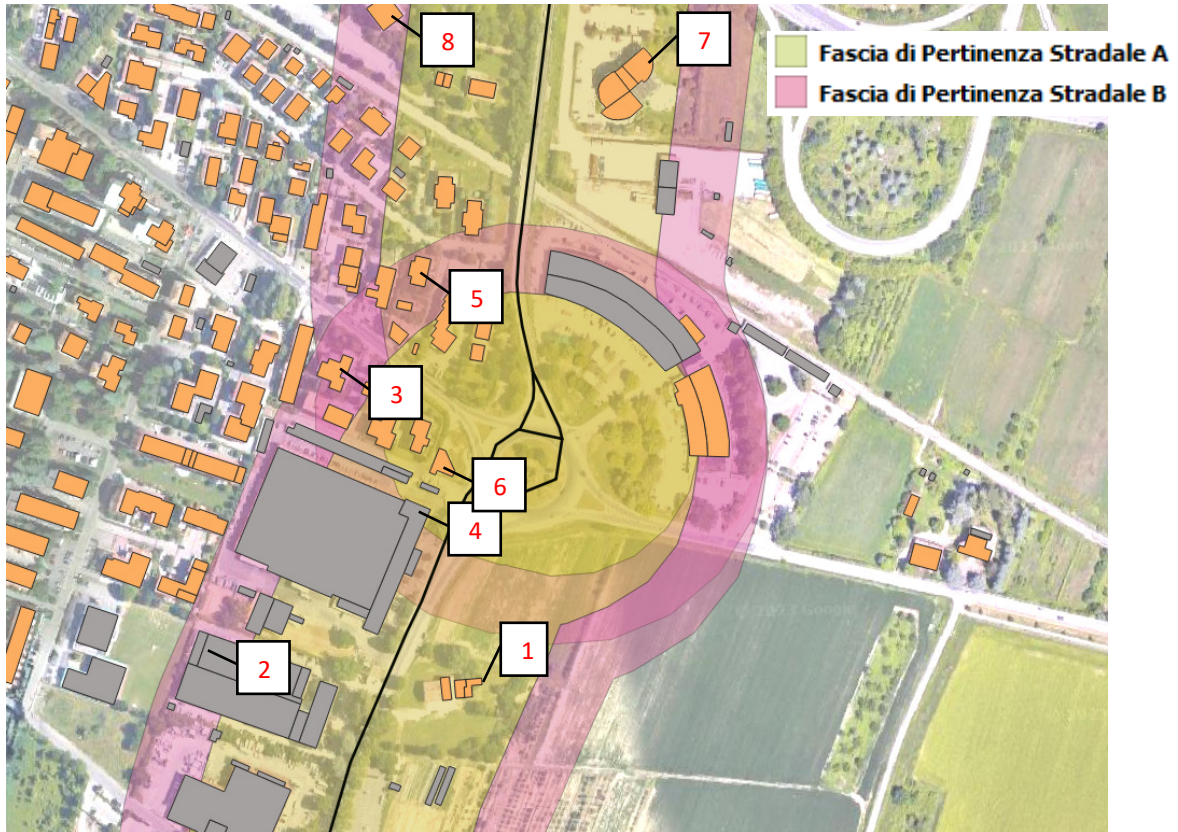


Tabella 5 – Attribuzione dei valori limite ridotti

CASO	RD_IT_0061_007		RD_IT_0062_024	
	Fascia di pertinenza stradale	Limiti attribuiti (D/N)	Fascia di pertinenza stradale	Limiti attribuiti (D/N)
1	-	-	A	67.2 / 57
2	-	-	B	62.7 / 52
3	B	59.7 / 49	B	59.7 / 49
4	B	61.5 / 50.8	A	66.5 / 55.8
5	A	66.5 / 55.8	B	61.5 / 50.8
6	A	64.7 / 54	A	64.7 / 54
7	A	67.2 / 57	-	-
8	B	62.7 / 52	-	-



5.2 DEFINIZIONE DEI VALORI LIMITE

In questo paragrafo viene descritta la procedura di assegnazione dei valori limite relativi al rumore stradale a tutti gli edifici presenti all'intero delle fasce di pertinenza acustica o comunque che le intersecano.

Le disposizioni da seguire per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento del rumore derivante dal traffico stradale sono indicate dal D.P.R. 142/2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447". Il decreto definisce l'estensione di una area limitrofa all'infrastruttura stradale, denominata fascia di pertinenza acustica, all'esterno della quale il rumore prodotto dall'infrastruttura concorre al superamento dei limiti di zona (vedasi Tabella C allegata al D.P.C.M. 14/11/1997), mentre all'interno i limiti di riferimento per il rumore prodotto dall'infrastruttura stradale vengono stabiliti dallo stesso decreto D.P.R. 142/2004.

Tutte le infrastrutture stradali oggetto del presente Piano d'Azione appartengono alla tipologia Cb (strade extraurbane secondarie a singola carreggiata), le quali sono associate ad una fascia di pertinenza di larghezza pari a 150 m per lato.



6. SINTESI DEI RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA

I risultati vengono forniti secondo quanto richiesto ai sensi degli Allegati IV e VI della Direttiva Europea 2002/49/CE (recepita dal D. Lgs 194/2005); vengono riportate le stime sotto forma di istogrammi del numero delle persone esposte agli intervalli di L_{den} ed L_{night} previsti dalla suddetta normativa, riferite a ciascuna infrastruttura stradale presente.

Nelle tabelle che seguono viene riportato il numero stimato di persone esposte a ciascuno dei seguenti intervalli;

- | | |
|--|--|
| ➤ $L_{den} < 40 \text{ dB(A)}$ | ➤ $L_{night} < 40 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $40 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 45 \text{ dB(A)}$ | ➤ $40 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 45 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $45 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 50 \text{ dB(A)}$ | ➤ $45 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 50 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $55 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 60 \text{ dB(A)}$ | ➤ $55 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 60 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 65 \text{ dB(A)}$ | ➤ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 65 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 65 \text{ dB(A)}$ | ➤ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 65 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $65 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 70 \text{ dB(A)}$ | ➤ $65 \text{ dB(A)} \leq L_{night} < 70 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $70 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 75 \text{ dB(A)}$ | ➤ $L_{night} \geq 70 \text{ dB(A)}$ |
| ➤ $L_{den} \geq 75 \text{ dB(A)}$ | |

Tabella 6 – Intervalli di esposizione (L_{den})

ID	$L_{den}<40$	$L_{den}4044$	$L_{den}4549$	$L_{den}5054$	$L_{den}5559$	$L_{den}6064$	$L_{den}6569$	$L_{den}7074$	$L_{den}\geq 75$
RD_IT_0062_002	3.158	1.813	1.539	916	488	279	232	58	0
RD_IT_0062_003	3.187	1.293	1.240	892	485	137	42	9	0
RD_IT_0062_004	651	567	536	492	288	132	82	43	1
RD_IT_0062_005	4.230	1.250	1.183	996	963	458	75	7	0
RD_IT_0062_006	3.134	217	124	83	56	24	3	0	0
RD_IT_0062_007	4.306	1.701	1.225	791	330	169	75	28	0
RD_IT_0062_008	541	513	517	455	241	99	34	7	0
RD_IT_0062_009	1.421	474	556	403	298	156	74	20	0
RD_IT_0062_011	651	170	122	111	49	23	8	2	0
RD_IT_0062_015	7.994	2.190	1.324	584	323	188	119	8	0
RD_IT_0062_016	813	933	1.102	762	312	91	36	8	1
RD_IT_0062_019	232	116	139	165	104	80	91	22	2
RD_IT_0062_020	10.498	1.483	1.248	1.070	449	266	166	124	11
RD_IT_0062_023	5.267	1.262	717	352	285	189	157	49	0
RD_IT_0062_024	5.474	2.260	1.644	1.216	891	616	493	219	3
RD_IT_0062_030	13.722	5.000	3.423	2.631	1.336	639	385	96	0
RD_IT_0062_031	2.020	854	971	1.177	769	517	241	99	17
RD_IT_0062_032	27.089	4.341	2.740	1.869	864	490	261	78	3
RD_IT_0062_034	166	317	406	202	103	49	43	4	0
RD_IT_0062_036	3.184	1.327	2.241	2.675	2.006	1.445	1.323	423	31

Tabella 7 – Intervalli di esposizione (L_{night})

ID	$L_{night}<40$	$L_{night}4044$	$L_{night}4549$	$L_{night}5054$	$L_{night}5559$	$L_{night}6064$	$L_{night}6569$	$L_{night}\geq 70$
RD_IT_0062_002	5.451	1.401	776	401	264	157	34	0
RD_IT_0062_003	4.877	1.161	792	335	88	26	6	0
RD_IT_0062_004	1.621	433	357	189	102	62	29	0
RD_IT_0062_005	5.883	1.008	1.212	672	363	22	2	0
RD_IT_0062_006	3.504	81	42	14	0	0	0	0
RD_IT_0062_007	6.449	1.060	659	295	99	54	8	0
RD_IT_0062_008	1.510	435	271	120	47	20	3	0
RD_IT_0062_009	2.144	488	377	231	109	50	2	0
RD_IT_0062_011	877	112	100	28	14	4	1	0
RD_IT_0062_015	11.042	905	401	221	148	13	0	0
RD_IT_0062_016	2.002	1.109	640	216	62	26	3	1
RD_IT_0062_019	386	151	155	85	98	62	13	0
RD_IT_0062_020	12.367	1.186	923	393	224	151	69	1
RD_IT_0062_023	6.928	482	328	246	171	96	26	0
RD_IT_0062_024	8.271	1.527	1.149	816	518	462	72	0
RD_IT_0062_030	19.759	3.248	2.301	1.063	539	271	50	0
RD_IT_0062_031	3.109	1.160	1.015	766	374	169	70	0
RD_IT_0062_032	32.236	2.548	1.646	660	405	204	36	0
RD_IT_0062_034	698	305	165	60	56	6	0	0
RD_IT_0062_036	5.078	2.546	2.474	1.876	1.390	1.035	243	16



7. STIMA DEL NUMERO DI PERSONE ESPOSTE AL RUMORE

7.1 AREE CRITICHE

Alla base delle procedure da mettere in atto per la redazione del Piano d’Azione c’è l’individuazione delle “aree critiche”, intese in generale come le aree in cui risulta elevato non solo il livello sonoro, ma anche il numero di persone esposte al rumore. L’attività di individuazione delle criticità è finalizzata ad evidenziare le situazioni che richiedono un intervento di diminuzione dei livelli di inquinamento acustico. Essa viene effettuata a partire dai risultati ottenuti nell’ambito della precedente fase di mappatura acustica, in relazione ai ricettori e alle sorgenti di rumore.

La procedura di determinazione delle “aree critiche” è stata effettuata seguendo una procedura che prevede un approccio geometrico semplificato per individuare in modo automatico le aree con superamento intorno alle infrastrutture stradali. In prima battuta, pertanto, i ricettori caratterizzati dal superamento dei valori limite, vengono raggruppati in aree critiche omogenee, che rappresentano porzioni di territorio che possono essere trattate con lo stesso intervento di mitigazione acustica.

Di seguito viene descritta per punti la procedura utilizzata.

- ✓ I livelli acustici simulati per ciascuna infrastruttura vengono confrontati con i valori limite, al fine di individuare gli edifici che evidenziano un superamento.
- ✓ Vengono selezionati i ricettori che evidenziano il superamento, con riferimento particolare al periodo notturno per gli edifici di tipologia residenziale e sensibile sanitaria, ed al periodo diurno per gli edifici di tipologia sensibile scolastica.
- ✓ Viene quindi definita di un’area circolare di raggio pari a 50 m attorno al centroide di ciascun edificio selezionato come ai precedenti punti.
- ✓ Le aree circolari aventi reciproca intersezione vengono automaticamente unite tra di loro, per la definizione delle “aree accorpate” di superamento-
- ✓ Allo stesso tempo, vengono identificati gli eventuali ricettori isolati, nel caso in cui non si fosse ravvisata una sovrapposizione tra i buffer.
- ✓ Le “aree accorpate” vengono infine sottoposte ad una procedura di post-elaborazione manuale, al fine di perimetrare le “aree critiche”. Ad esempio, tratti di stesa di pavimentazione a bassa rumorosità vicini tra di loro ma appartenenti a diverse aree accorpate vengono uniti al fine di proporre tratti continui di riasfaltatura. Di contro, le situazioni di buffer derivanti da singoli ricettori isolati, vengono escluse dalla definizione delle aree critiche in quanto si ritiene non economicamente sostenibile proporre interventi di mitigazione acustica estesa. Per tali criticità isolate verrà eventualmente valutato di realizzare interventi diretti sull’edificio ricettore.

Le 31 aree critiche individuate mediante la procedura descritta sono riepilogate nella seguente tabella.

Tabella 8 – Numero di esposti nelle aree critiche

ID STRADA	ID AREA CRITICA	Abitanti in edifici residenziali	Posti letto in edifici sanitari	Alunni in edifici scolastici
RD_IT_0062_002	RD_IT_0062_002_001	64	0	0
RD_IT_0062_002	RD_IT_0062_002_002	719	65	1.372
RD_IT_0062_003	RD_IT_0062_003_001	287	0	0
RD_IT_0062_004	RD_IT_0062_004_001	107	0	0
RD_IT_0062_004	RD_IT_0062_004_002	203	0	156
RD_IT_0062_005	RD_IT_0062_005_001	56	0	0
RD_IT_0062_005	RD_IT_0062_005_002	222	0	0
RD_IT_0062_009	RD_IT_0062_009_001	98	0	0
RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_001	172	0	0
RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_002	25	0	0



ID STRADA	ID AREA CRITICA	Abitanti in edifici residenziali	Posti letto in edifici sanitari	Alunni in edifici scolastici
RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_003	43	0	0
RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_001	47	0	0
RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_002	85	0	0
RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_003	58	0	0
RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_001	69	0	0
RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_002	316	0	265
RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_003	313	0	0
RD_IT_0062_023	RD_IT_0062_023_001	128	0	0
RD_IT_0062_024	RD_IT_0062_024_001	318	0	151
RD_IT_0062_024	RD_IT_0062_024_002	1.557	51	1.716
RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_001	257	0	0
RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_002	368	0	0
RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_003	287	0	0
RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_001	262	0	0
RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_002	270	0	0
RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_003	338	0	0
RD_IT_0062_032	RD_IT_0062_032_001	665	0	205
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_001	868	0	244
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_002	406	0	0
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_003	525	0	0
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_004	1.622	0	652

Nell'allegato 1 al presente report sono riportate le schede descrittive di ciascuna area critica, in cui vengono evidenziate le seguenti caratteristiche:

- ✓ Posizione dell'area critica nella classifica delle priorità.
- ✓ Codifica e denominazione dell'area critica.
- ✓ Sorgenti acustiche presenti
- ✓ Interventi previsti dal presente Piano d'Azione (Id intervento, descrizione e costo)
- ✓ Quantificazione degli esposti nell'area critica (numero di edifici e di persone presenti, suddivisi tra ricettori residenziali, sanitari e scolastici).
- ✓ Indice di priorità (cfr. paragrafo 11.2), nella situazione ante e post operam, con riferimento sia alle sole sorgenti stradali che alla combinazione di tutte le sorgenti acustiche presenti.
- ✓ Massimo superamento rispetto ai livelli limite, nella situazione ante e post operam nel periodo giorno-sera-notte (tra le ore 0:00 e le ore 24:00) e nel periodo notte (tra le ore 22:00 e le ore 6:00).
- ✓ Popolazione esposta a valori acustici superiori al limite nella situazione ante e post operam, nel periodo giorno-sera-notte (tra le ore 0:00 e le ore 24:00) e nel periodo notte (tra le ore 22:00 e le ore 6:00).

Nelle 31 aree critiche definite è presente un totale di circa 15.000 persone. Nello specifico sono presenti:

- ✓ 10.755 persone residenti in edifici di tipologia residenziale;
- ✓ 116 posti letto relativi agli edifici sensibili di tipologia sanitaria;
- ✓ 4.761 alunni iscritti agli edifici sensibili di tipologia scolastica.

7.2 INDICATORE DI CRITICITÀ ACUSTICA ECU_{den}

La criticità di un'area non dipende soltanto dai livelli sonori e dalla conseguente entità del superamento dei valori limite fissati, ma anche dal numero delle persone esposte a tali superamenti. Per la quantificazione della criticità di una certa zona, quindi, deve essere definito un indicatore che tenga conto di entrambi gli aspetti.

A questo proposito viene utilizzato l'indicatore ECU_{den} (Exposure Comparison Unit), definito mediante la formula seguente e previsto come riferimento nell'appendice B delle LL.GG:



$$ECU_{den} = 10 \lg \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_i + L_c}{10}}$$

dove:

- ✓ N è il numero di abitanti attribuiti ad un certo edificio
- ✓ L_i è il valore del livello L_{den} della facciata più esposta dell'edificio (vengono considerati unicamente i valori L_{den} di superiori a 55 dB(A)).
- ✓ L_c è un fattore di correzione per gli edifici pari a: 0 dB(A) per gli edifici residenziali; +5 dB(A) per gli edifici a destinazione d'uso scolastica; +10 dB(A) per gli edifici a destinazione d'uso sanitario/ospedaliera.

Nella pratica, per la stesura del presente Piano d'Azione, è stata fatta la scelta di calcolare il valore di ECU_{den} per ciascun edificio (residenziale e sensibile) presente nelle aree di calcolo e di ricavare il valore globale di ECU_{den_media} per ciascuna area critica, attraverso l'aggregazione dei valori dei singoli edifici ricadenti nell'area stessa. Come indicato nelle LL.GG. della Regione Emilia-Romagna, i valori sono stati aggregati mediante la media logaritmica dei rispettivi livelli.

Nella seguente tabella viene riportato l'elenco delle aree critiche, ordinate secondo valori decrescenti dell'indicatore di criticità ECU_{den} .

Tabella 9 – Indicatore di criticità ECU_{den_media} per area critica

Posizione	Codice univoco identificativo	ID Area Critica	ECU_{den_media} AREA CRITICA
1	RD_IT_0062_002	RD_IT_0062_002_002	86,1
2	RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_001	84,9
3	RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_004	84,7
4	RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_003	84,5
5	RD_IT_0062_024	RD_IT_0062_024_002	84,5
6	RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_002	83,8
7	RD_IT_0062_004	RD_IT_0062_004_002	82,4
8	RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_003	81,1
9	RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_002	80,7
10	RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_003	80,7
11	RD_IT_0062_032	RD_IT_0062_032_001	80,5
12	RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_001	79,0
13	RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_001	77,4
14	RD_IT_0062_024	RD_IT_0062_024_001	77,4
15	RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_001	77,3
16	RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_002	77,1
17	RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_002	77,1
18	RD_IT_0062_004	RD_IT_0062_004_001	75,7
19	RD_IT_0062_005	RD_IT_0062_005_002	74,5
20	RD_IT_0062_023	RD_IT_0062_023_001	74,1
21	RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_003	74,0
22	RD_IT_0062_009	RD_IT_0062_009_001	73,6
23	RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_003	73,4
24	RD_IT_0062_002	RD_IT_0062_002_001	72,6
25	RD_IT_0062_003	RD_IT_0062_003_001	72,0
26	RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_002	71,5
27	RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_001	71,0
28	RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_002	70,5
29	RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_003	70,3
30	RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_001	68,6
31	RD_IT_0062_005	RD_IT_0062_005_001	68,5



8. EFFETTI NOCIVI DEL RUMORE AMBIENTALE SULLA SALUTE

Nel presente paragrafo vengono determinati gli effetti nocivi del rumore ambientale sulla salute, secondo quanto definito dalla Direttiva 2020/367 della Commissione Europea⁽³⁾. Tale direttiva sostituisce integralmente l'allegato III della Direttiva 2002/49/CE, in quanto sono intervenuti progressi tecnico-scientifici nelle relazioni dose-effetto che ne hanno imposto l'adeguamento. Al momento dell'adozione della direttiva 2020/367, infatti, negli orientamenti sul rumore ambientale per la regione europea pubblicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (di seguito, O.M.S.), si sono rese disponibili informazioni di alta qualità e statisticamente significative sulle relazioni dose-effetto per gli effetti nocivi causati dall'esposizione al rumore ambientale. In particolare, sono stati individuati evidenti nessi tra il rumore ambientale ed i seguenti effetti nocivi: cardiopatia ischemica, ictus, ipertensione, diabete e altri disturbi metabolici, declino cognitivo dei bambini, declino della salute e del benessere mentale, disabilità uditiva, acufene, complicazioni alla nascita.

La direttiva definisce pertanto i metodi di determinazione dei seguenti effetti nocivi, calcolati mediante i parametri di rischio relativo (*relative risk*, RR) e rischio assoluto (*absolute risk*, AR):

- ✓ Cardiopatia ischemica (*ischaemic heart disease*, IHD), corrispondente ai codici da BA40 a BA6Z della classificazione internazionale ICD-11 dell'O.M.S. Tale effetto nocivo viene quantificato unicamente per il rumore di tipo stradale, dal momento che la stessa direttiva certifica l'impossibilità di quantificare il nesso tra altre tipologie di rumore (ferroviario e degli aeromobili) e tale patologia.
- ✓ Fastidio forte (*high annoyance*, HA).
- ✓ Disturbi gravi del sonno (*high sleep disturbance*, HSD).

8.1 CARDIOPATIA ISCHEMICA

Per quanto riguarda l'effetto nocivo di cardiopatia ischemica e con riferimento al tasso di incidenza "i", il calcolo del rischio relativo viene effettuato utilizzando le seguenti relazioni di dose-effetto:

$$RR_{IHD,i,road} = \begin{cases} e^{[(\ln(1.08)/10) \cdot (L_{den} - 53)]} & \text{per } L_{den} \text{ superiore a } 53 \text{ dB} \\ 1 & \text{per } L_{den} \text{ pari o inferiore a } 53 \text{ dB} \end{cases} \quad (\text{formula 1})$$

La proporzione dei casi nella popolazione esposta al rischio relativo in cui la cardiopatia ischemica è dovuta al rumore stradale si calcola come segue:

$$PAF_{x,y} = \left(\frac{\sum_j [p_j \cdot (RR_{j,x,y} - 1)]}{\sum_j [p_j \cdot (RR_{j,x,y} - 1)] + 1} \right) \quad (\text{formula 2})$$

dove:

- ✓ $PAF_{x,y}$ è la frazione attribuibile nella popolazione;
- ✓ la serie di bande di rumorosità j è costituita di bande individuali, la cui ampiezza massima è di 5 dB (nel presente Piano d'Azione sono state utilizzate le seguenti bande: <50 dB(A), 50-54 dB(A), 55-59 dB(A), 60-64 dB(A), 65-69 dB(A), 70-74 dB(A), >75 dB(A));
- ✓ p_j è la proporzione di popolazione totale P della zona presa in considerazione esposta alla j -esima banda di esposizione, alla quale è associato un dato rischio relativo di cardiopatia ischemica. Il valore di $RR_{j,x,y}$ è calcolato in applicazione di formula 1, utilizzando il valore centrale di ciascuna banda di rumorosità (ad esempio, 57.5 dB(A) per la banda 55-59 dB(A)).

Infine, il numero totale N di casi (ovvero il numero di individui interessati dall'effetto nocivo in questione) è dato dalla seguente formula:

$$N_{xy} = PAF_{xy,i} \cdot I_y \cdot P \quad (\text{formula 3})$$

dove:

- ✓ I_y è il tasso di incidenza della cardiopatia ischemica nella zona presa in considerazione, che può essere ottenuto da statistiche sanitarie relative alla regione o al paese in cui si trova la zona presa in considerazione;



- ✓ P è la popolazione totale della zona presa in considerazione (somma della popolazione nelle diverse bande di rumorosità).

8.2 FASTIDIO FORTE E GRAVI DISTURBI DEL SONNO

Per quanto riguarda l'effetto nocivo di fastidio forte e disturbi gravi del sonno, si utilizzano le seguenti relazioni di dose-effetto (valide per il rumore da traffico stradale):

$$AR_{HA,road} = \frac{(78.9270 - 3.1162 * L_{den} + 0.0342 * L_{den}^2)}{100}$$

(formula 4 Allegato alla Direttiva 2020/367 per l'effetto nocivo di fastidio forte)

$$AR_{HSD,road} = \frac{(19.4312 - 0.9336 * L_{night} + 0.0126 * L_{night}^2)}{100}$$

(formula 7 Allegato alla Direttiva 2020/367 per l'effetto nocivo di disturbi gravi del sonno)

Il numero totale N di individui potenzialmente interessati da tale effetto nocivo (ovvero il numero di casi attribuibili) è dato dalla seguente formula

$$N_{x,y} = \sum_j [n_j * AR_{j,x,y}]$$

(formula 12 definita in Allegato alla Direttiva 2020/367)

dove:

- ✓ $AR_{x,y}$ è il rischio assoluto dell'effetto nocivo calcolato in applicazione della formula 4 (per l'effetto nocivo di fastidio forte) oppure 7 (per l'effetto nocivo di disturbi gravi del sonno), utilizzando il valore centrale di ciascuna banda di rumorosità;
- ✓ n_j è il numero di individui esposti alla j-esima banda di esposizione.

8.3 RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI NOCIVI

Secondo quanto richiesto dalle ultime Linee Guida per la predisposizione dei Piani d'Azione, per ciascuna infrastruttura stradale oggetto del presente Piano, devono essere fornite le stime in termini di riduzione degli effetti nocivi del rumore ambientale sulla popolazione, dovuta all'introduzione delle misure di mitigazione del rumore descritte nel paragrafo 10.2.

Dal momento che, alla data attuale, non sono ancora state chiarite le modalità di utilizzo degli algoritmi riportati nel precedente paragrafo, la sintesi dei risultati dell'analisi degli effetti nocivi è demandata alla fase di eventuale revisione del Piano d'Azione successiva al periodo di osservazioni.



9. RESOCONTO DELLE CONSULTAZIONI PUBBLICHE

Per quanto concerne le Mappature Acustiche ed i Piani di Azione con traffico consolidato al 31 dicembre 2021 (IV ciclo di aggiornamento), in base all'art. 8 comma 2 del D. Lgs 194/2005, la Città Metropolitana di Bologna provvederà, mediante pubblico avviso, a dare comunicazione dell'avvenuto deposito della bozza di aggiornamento del Piano di Azione, e metterà a disposizione del pubblico una apposita area sul proprio sito istituzionale dove potranno essere consultati gli elaborati del piano ed in cui saranno comunicate le modalità previste per la presentazione di eventuali osservazioni.

Tale pubblicazione avrà una durata di almeno 45 giorni (come previsto ai sensi del D. Lgs. 194/2005), durante i quali sarà dato modo alla cittadinanza di proporre e di comunicare, tramite apposito servizio di e-mail, eventuali osservazioni relativamente ai contenuti ed alla stesura del Piano

Le eventuali osservazioni saranno esaminate dal gestore e tenute in considerazione per la stesura finale del Piano di Azione della intera rete in concessione, che in base al medesimo D. Lgs deve essere trasmessa agli Enti competenti entro il 18 aprile 2024.

Di seguito, viene riportato l'indirizzo Internet di pubblicazione del Piano:

<https://www.cittametropolitana.bo.it>

10. MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE

Gli interventi di mitigazione acustica già presenti nello scenario di simulazione ante-operam (**scenario corrispondente alla Mappatura Acustica 2022**), sono costituiti da tutti gli interventi realizzati entro dicembre 2021 (paragrafo 10.1).

Gli interventi realizzati successivamente o comunque previsti nelle prossime annualità sono invece elencati nel paragrafo 10.2 e considerati nel presente Piano d'Azione nella **configurazione post-operam**.

In particolare, nella configurazione post-operam, vengono considerati tutti gli interventi la cui realizzazione è prevista entro il 31/12/2027. Per effetto del Regolamento UE/2019/1010, è stato previsto uno slittamento delle date di trasmissione dei Piani d'Azione di un anno solare rispetto alle scadenze naturali previste dalla legislazione vigente: gli effetti del presente Piano sono pertanto valutati con un orizzonte temporale del sessennio 2022-2028, in modo da allinearsi con le future scadenze dei successivi cicli di aggiornamento.

10.1 MISURE DI RUMORE IN ATTO

Secondo quanto dichiarato dall'ente gestore, allo stato attuale risultano installati i seguenti interventi antirumore sulle strade oggetto di mappatura acustica.

INTERVENTO N. 1

UBICAZIONE: SP 4 "Galliera" (RD_IT_0062_023), dal km 8+445 al km 8+400 in dx.

INTERVENTO: installazione di una barriera fonoisolante trasparente costituita da pannelli in PMMA con aggetto, avente un'altezza fuori terra di 4.00 m e una lunghezza complessiva di 35 m.

Figura 3 – Planimetria schematica dell'INTERVENTO 1





INTERVENTO N. 2

UBICAZIONE: SP 26 "Valle del Lavino" (RD_IT_0062_024), dal km 8+730 al km 10+080.

INTERVENTO: realizzazione di un tappeto in conglomerato bitumoso fonoassorbente.

Figura 4 – Planimetria schematica dell'INTERVENTO 2



10.2 MISURE DI RUMORE IN FASE DI PREDISPOSIZIONE

Sulla base delle criticità emerse dalle simulazioni acustiche ante-operam, e dalla conseguente definizione delle aree critiche, sono stati definiti alcuni interventi di mitigazione acustica atti a ridurre i livelli acustici sulla facciata degli edifici esposti. Tali interventi sono stati inseriti nello scenario di simulazione allo scopo di calcolare i livelli acustici ai ricettori nella configurazione post-operam.

La scelta seguita è stata quella di predisporre interventi di mitigazione acustica delle seguenti tipologie:

- ✓ Interventi diretti alla sorgente (stesa di asfalti a bassa rumorosità), in corrispondenza di aree critiche accorpate in cui fosse presente un significativo numero di edifici e di persone interessati dalla rumorosità prodotto dalle strade in oggetto. Sono state valutate prioritariamente le soluzioni in grado di garantire risultati di 3-4 dB(A) in termini di abbattimento acustico ed una efficacia nel tempo di circa 5 anni dalla stesa
- ✓ Interventi lungo la congiungente sorgente-ricettore (installazione di barriere acustiche), in corrispondenza esclusivamente di ricettori sensibili (scolastici e sanitari). Sono stati inseriti schermi antirumore secondo il dimensionamento proposto nella seguente tabella.
- ✓ In riferimento alle aree critiche accorpate vengono invece esclusi interventi diretti al ricettore (sostituzione degli infissi) perché ritenuti non economicamente sostenibili in ragione dell'elevato numero di edifici presenti.

Nella seguente tabella vengono riepilogati gli interventi di mitigazione acustica, con un dimensionamento degli stessi.

Tabella 10 – Interventi

Codice univoco identificativo	ID Area Critica	ID intervento	Lunghezza (m)
RD_IT_0062_002	RD_IT_0062_002_001	asf_01	910
RD_IT_0062_002	RD_IT_0062_002_002	asf_02	2.000
RD_IT_0062_003	RD_IT_0062_003_001	asf_03	1.300
RD_IT_0062_004	RD_IT_0062_004_001	asf_04	1.100
RD_IT_0062_004	RD_IT_0062_004_002	asf_05	1.050
RD_IT_0062_005	RD_IT_0062_005_001	asf_06	2.500
RD_IT_0062_005	RD_IT_0062_005_002	asf_07	910
RD_IT_0062_009	RD_IT_0062_009_001	asf_08	1.700
RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_001	asf_09	620
RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_002	asf_10	440
RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_003	asf_11	570
RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_001	asf_12	1.600
RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_002	asf_13	1.100
RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_003	asf_14	1.300
RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_001	asf_15	1.600
RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_002	asf_16	2.100
RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_003	asf_17	2.400
RD_IT_0062_023	RD_IT_0062_023_001	asf_18	1.400
RD_IT_0062_024	RD_IT_0062_024_001	asf_19	1.000
RD_IT_0062_024	RD_IT_0062_024_002	asf_20	3.500
RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_001	asf_21	750
RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_002	asf_22	1.200
RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_003	asf_23	1.550
RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_001	asf_24	950
RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_002	asf_25	400



Codice univoco identificativo	ID Area Critica	ID intervento	Lunghezza (m)
RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_003	asf_26	1.200
RD_IT_0062_032	RD_IT_0062_032_001	asf_27	1.100
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_001	asf_28	1.200
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_002	asf_29	470
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_003	asf_30	1.100
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_004	asf_31	2.300
RD_IT_0062_004	RD_IT_0062_004_002	bar_02	75 / H=3.00 m
RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_002	bar_03	85 / H=2.50 m
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_001	bar_04	60 / H=2.50 m
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_004	bar_05	35 / H=2.00 m
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_004	bar_06	30 / H=2.00 m

Localizzazione delle barriere antirumore:

- ✓ bar_02: Scuola Primaria (Via Castel di Britti, S. Lazzaro Savena)
- ✓ bar_03: Scuola Primaria Ponticelli (Via Punta 87, Imola)
- ✓ bar_04: Scuola Materna/Primaria Cesare Gnudi (Via del Partigiano 31, Ozzano dell'Emilia)
- ✓ bar_05: Scuola Primaria Ca' di Bazzone (Monterenzio)
- ✓ bar_06: Asilo Nido Comunale Il Melograno (Via Luna, 71 Monterenzio)

10.3 TEMPISTICA DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

Per quanto riguarda la programmazione temporale della realizzazione degli interventi, la scelta seguita è stata quella di suddividere le azioni in interventi di breve, medio e lungo periodo, secondo la seguente scansione temporale:

- ✓ **BREVE PERIODO:** interventi con un valore dell'indicatore di criticità ECU_{den} superiore a 75 dB(A) (ovvero, criticità "molto seria" definita nell'Appendice B delle LL.GG.).
- ✓ **MEDIO PERIODO:** interventi con un valore dell'indicatore di criticità ECU_{den} compreso tra 70 e 75 dB(A) (ovvero, criticità "seria" definita nell'Appendice B delle LL.GG.). La realizzazione di tali interventi è prevista in fase di stesura del prossimo step di aggiornamento del Piano d'Azione.
- ✓ **LUNGO PERIODO:** interventi con un valore dell'indicatore di criticità ECU_{den} inferiori a 70 dB(A) (ovvero, criticità "moderata/accettabile" definita nell'Appendice B delle LL.GG.). La realizzazione di tali interventi è prevista in fase di stesura del prossimo step di aggiornamento del Piano d'Azione.

Nella seguente tabella viene riepilogata la scansione temporale della realizzazione degli interventi previsti nel presente piano d'Azione.

Tabella 11 – Scansione temporale di realizzazione degli interventi

ID intervento	Codice univoco identificativo	ID Area Critica	ECU_{den} AREA CRITICA	Criticità	Tempistica
bar_04	RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_001	98,0	molto seria	breve periodo
bar_05	RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_004	96,4	molto seria	breve periodo
bar_03	RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_002	95,0	molto seria	breve periodo
bar_02	RD_IT_0062_004	RD_IT_0062_004_002	91,5	molto seria	breve periodo
bar_06	RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_004	87,1	molto seria	breve periodo
asf_02	RD_IT_0062_002	RD_IT_0062_002_002	86,1	molto seria	breve periodo
asf_30	RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_003	84,5	molto seria	breve periodo
asf_20	RD_IT_0062_024	RD_IT_0062_024_002	84,5	molto seria	breve periodo
asf_25	RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_002	83,8	molto seria	breve periodo
asf_31	RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_004	82,9	molto seria	breve periodo



ID intervento	Codice univoco identificativo	ID Area Critica	ECU _{den} AREA CRITICA	Criticità	Tempistica
asf_28	RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_001	82,1	molto seria	breve periodo
asf_26	RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_003	81,1	molto seria	breve periodo
asf_29	RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_002	80,7	molto seria	breve periodo
asf_23	RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_003	80,7	molto seria	breve periodo
asf_27	RD_IT_0062_032	RD_IT_0062_032_001	80,5	molto seria	breve periodo
asf_05	RD_IT_0062_004	RD_IT_0062_004_002	79,5	molto seria	breve periodo
asf_24	RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_001	79,0	molto seria	breve periodo
asf_21	RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_001	77,4	molto seria	breve periodo
asf_19	RD_IT_0062_024	RD_IT_0062_024_001	77,4	molto seria	breve periodo
asf_09	RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_001	77,3	molto seria	breve periodo
asf_22	RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_002	77,1	molto seria	breve periodo
asf_04	RD_IT_0062_004	RD_IT_0062_004_001	75,7	molto seria	breve periodo
asf_16	RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_002	74,8	seria	medio periodo
asf_07	RD_IT_0062_005	RD_IT_0062_005_002	74,5	seria	medio periodo
asf_18	RD_IT_0062_023	RD_IT_0062_023_001	74,1	seria	medio periodo
asf_17	RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_003	74,0	seria	medio periodo
asf_08	RD_IT_0062_009	RD_IT_0062_009_001	73,6	seria	medio periodo
asf_11	RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_003	73,4	seria	medio periodo
asf_01	RD_IT_0062_002	RD_IT_0062_002_001	72,6	seria	medio periodo
asf_03	RD_IT_0062_003	RD_IT_0062_003_001	72,0	seria	medio periodo
asf_13	RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_002	71,5	seria	medio periodo
asf_12	RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_001	71,0	seria	medio periodo
asf_10	RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_002	70,5	seria	medio periodo
asf_14	RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_003	70,3	seria	medio periodo
asf_15	RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_001	68,6	moderata	lungo periodo
asf_06	RD_IT_0062_005	RD_IT_0062_005_001	68,5	moderata	lungo periodo



11. INFORMAZIONI DI CARATTERE FINANZIARIO

In questo paragrafo viene definita la stima dei costi attualizzati per la realizzazione degli interventi di mitigazione acustica presenti nel Piano d’Azione. In questa fase si procede a stimare i costi degli interventi valutando esclusivamente il costo di fornitura e posa in opera del materiale richiesto (IVA esclusa). In particolare, viene effettuata una stima prettamente indicativa dei costi di realizzazione, attualizzati rispetto all’anno in corso, degli interventi proposti nel presente piano.

La stima degli oneri finanziari e dei mezzi economici necessari consentirà, in considerazione dei tempi e delle priorità degli interventi previsti dal piano, di specificare gli impegni di spesa per anno, considerando il Piano d’Azione come strumento dinamico, sottoposto a verifica e revisione con scadenza prefissata. Queste verifiche permetteranno di valutare l’effettivo raggiungimento degli obiettivi prefissati e di aggiornare gli obiettivi stessi sulla base di eventuali mutate situazioni dell’ambiente acustico.

Di seguito è riportata la quantificazione dei costi unitari degli interventi descritti.

BARRIERE ANTIRUMORE

NEL PRESENTE Piano d’Azione viene proposta la soluzione tipologica descritta nella seguente tabella. I prezzi sono stati desunti dal prezziario della Regione Emilia-Romagna, redatto nel suo ultimo aggiornamento all’anno 2022.

Tabella 12 – Prezzi unitari per barriere antirumore

Rif. prezziario Emilia-Romagna	Descrizione	Prezzo unitario	
G.05.017.a	Barriera antirumore composta da pannelli trasparenti in vetro incolore (PRESTAZIONI ACUSTICHE: categoria isolamento Acustico B3 con marcatura CE ai sensi delle UNI EN 14388 e UNI TR 11338, costituita da lastra in vetro stratificato temperato e indurito dello spessore minimo di 14 mm, racchiusa in una cornice metallica di bloccaggio zincata e verniciata). Fornitura e posa in opera di barriera completa.	360	€/mq

STESA DI ASFALTO A BASSA RUMOROSITÀ

La stima dei costi relativi alla stesa della pavimentazione a bassa rumorosità viene effettuata considerando una soluzione che prevede il rifacimento degli strati superficiali di usura del manto stradale, ovvero:

- ✓ fresatura della pavimentazione stradale esistente, per uno spessore complessivo stimato di 3 cm;
- ✓ posa in opera di un nuovo strato di usura, di spessore pari a 4 cm.

Nota: la descrizione delle opere sopra riportata deve essere intesa come una stima indicativa dei costi attualizzati: nelle successive fasi di progettazione degli interventi, i costi delle opere dovranno essere quantificati nel dettaglio anche sulla base delle reali condizioni manutentive degli asfalti esistenti.

Per quanto riguarda lo strato di usura, stante le caratteristiche del flusso veicolare delle infrastrutture in oggetto per i tratti in oggetto (flusso veicolare fluido e con velocità media 50-70 km/h), sono state valutate soluzioni semi-drenanti ed a bassa emissione sonora, tali da garantire risultati di 3-4 dB(A) in termini di abbattimento acustico ed una efficacia nel tempo di circa 5 anni dalla stesa. I prezzi sono stati desunti dal prezziario della Regione Emilia-Romagna, redatto nel suo ultimo aggiornamento all’anno 2022. Nelle seguenti tabelle sono riportati i prezzi utilizzati per la stima dei costi attualizzati la soluzione individuate.



Tabella 13 – Prezzi unitari per asfalti fonoassorbenti

Rif. prezziario Emilia-Romagna	Descrizione	Prezzo unitario	
C01.058.015.a	Fresatura di pavimentazioni stradali di qualsiasi tipo, compresi gli oneri per poter consegnare la pavimentazione fresata e pulita, con esclusione delle movimentazioni del materiale di risulta dal cantiere (per spessori compresi fino ai 3 cm, Valutato al mq per ogni cm di spessore)	0,60 x 3 = 1,80	€/mq
C01.052.030.b	Segnaletica orizzontale su tappeto fonoassorbente, a norma UNI EN 1436, costituita da strisce longitudinali in termospruzzato plastico, bianche o gialle, ad immediata essiccazione, in quantità pari a 2,2 kg/mq, contenente microsferi di vetro, applicato alla temperatura di 200 °C, con spessore sugli elementi litoidi di 2 mm (per strisce da 15 cm)	0,71	€/mq
C01.022.022.a	Strato di usura semidrenante-fonoassorbente in conglomerato bituminoso a moderata percentuale di vuoti, costituito da misto granulare frantumato, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler avente Dmax 16 mm, resistenza alla frammentazione Los Angeles (UNI EN 1097-2) LA ≤ 20 (LA20), resistenza alla levigatezza (UNI EN 1097-8) PSV ≥ 44 (PSV44) compreso fino ad un massimo 10% di conglomerato bituminoso di recupero opportunamente rigenerato con Attivanti Chimici Funzionali (rigeneranti), impastati a caldo con bitume tal quale Classe 50/70 o 70/100, dosaggio minimo di bitume totale del 4,5% su miscela con l'aggiunta di attivanti di adesione e compound fibre-polimeri in pellets aggiunti Direttamente nel mescolatore durante la fase produttiva (dosaggio 0,2 ÷ 0,6% sul peso degli aggregati) con, con percentuale dei vuoti in opera ≥ 16%, perdita di particelle Cantabro (UNI EN 12697-17) ≤ 20 e valore di aderenza superficiale BPN ≥ 64. E' compresa la pulizia della sede, l'applicazione di emulsione bituminosa modificata al 60% (C 60 BP 3) in ragione di 1,60 ÷ 1,80 kg/mq, la stesa mediante vibrofinitrice meccanica e la costipazione a mezzo di rulli di idoneo peso (spessore compreso fino a 4 cm).	15,15	€/mq

Di seguito è riportata la quantificazione dei costi degli interventi descritti.

Tabella 14 – Costo degli interventi di breve periodo del Piano d'Azione

Codice univoco identificativo	ID Area Critica	ID intervento	Costo TOTALE [€]
RD_IT_0062_002	RD_IT_0062_002_001	asf_01	96.424
RD_IT_0062_002	RD_IT_0062_002_002	asf_02	211.920
RD_IT_0062_003	RD_IT_0062_003_001	asf_03	137.748
RD_IT_0062_004	RD_IT_0062_004_001	asf_04	116.556
RD_IT_0062_004	RD_IT_0062_004_002	asf_05	111.258
RD_IT_0062_005	RD_IT_0062_005_001	asf_06	264.900
RD_IT_0062_005	RD_IT_0062_005_002	asf_07	96.424
RD_IT_0062_009	RD_IT_0062_009_001	asf_08	180.132
RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_001	asf_09	65.695
RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_002	asf_10	46.622
RD_IT_0062_015	RD_IT_0062_015_003	asf_11	60.397
RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_001	asf_12	169.536
RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_002	asf_13	116.556
RD_IT_0062_019	RD_IT_0062_019_003	asf_14	137.748
RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_001	asf_15	169.536
RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_002	asf_16	222.516
RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_003	asf_17	254.304
RD_IT_0062_023	RD_IT_0062_023_001	asf_18	148.344
RD_IT_0062_024	RD_IT_0062_024_001	asf_19	105.960
RD_IT_0062_024	RD_IT_0062_024_002	asf_20	370.860
RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_001	asf_21	79.470
RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_002	asf_22	127.152
RD_IT_0062_030	RD_IT_0062_030_003	asf_23	164.238
RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_001	asf_24	100.662
RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_002	asf_25	42.384
RD_IT_0062_031	RD_IT_0062_031_003	asf_26	127.152



Codice univoco identificativo	ID Area Critica	ID intervento	Costo TOTALE [€]
RD_IT_0062_032	RD_IT_0062_032_001	asf_27	116.556
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_001	asf_28	127.152
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_002	asf_29	49.801
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_003	asf_30	116.556
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_004	asf_31	243.708
RD_IT_0062_004	RD_IT_0062_004_002	bar_02	94.500
RD_IT_0062_020	RD_IT_0062_020_002	bar_03	89.250
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_001	bar_04	63.000
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_004	bar_05	29.400
RD_IT_0062_036	RD_IT_0062_036_004	bar_06	25.200
COSTO TOTALE DEL PIANO			4.679.617



12. VALUTAZIONE DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE

La valutazione ed il monitoraggio dei risultati del Piano dovrà invece essere effettuata mediante opportune misurazioni fonometriche atte a verificare l'efficacia acustica post operam degli interventi e la durata delle prestazioni acustiche nel tempo.



13. VALUTAZIONE DELLA RIDUZIONE DEL NUMERO DELLE PERSONE ESPOSTE

Utilizzando il modello di simulazione, nel quale sono stati inseriti gli interventi di mitigazione acustica definiti nel paragrafo 10.2, le simulazioni propedeutiche alla stesura della Mappatura Acustica (configurazione ante-operam) sono state ripetute nella configurazione post-operam.

In questo capitolo vengono riportati ed analizzati i risultati del Piano d'Azione, forniti secondo quanto richiesto ai sensi dell'articolo 1, lettera f, Allegato 5 del D. Lgs. 194/2005: si procede con la presentazione dei risultati nella fase ante-operam e nella la fase post-operam ed una valutazione del beneficio degli interventi, in termini di differenza che i vari indicatori assumono.

Nei prossimi tre paragrafi, i risultati vengono presentati suddivisi per ciascuna area critica in termini di:

- ✓ Variazione dell'indice di criticità acustica tra la situazione ante e post operam (paragrafo 13.1).
- ✓ Massimo superamento rispetto ai livelli limite (paragrafo 13.2), nella situazione ante e post operam tra il periodo giorno-sera-notte (tra le ore 0:00 e le ore 24:00) ed il periodo notte (tra le ore 22:00 e le ore 6:00).
- ✓ Rispetto al massimo superamento definito al punto precedente, variazione della popolazione esposta a valori acustici superiori al limite nella situazione ante e post operam (paragrafo 13.3).

Nell'ultimo paragrafo (paragrafo 13.4) vengono infine riportate le stime sotto forma di istogrammi e tabelle del numero delle persone residenti esposte agli intervalli di L_{den} e L_{night} previsti dalla suddetta normativa, con riferimento a tutte le infrastrutture principali gestite dalla Città Metropolitana di Bologna.

Per l'indicatore L_{den} sono state utilizzate le seguenti fasce di esposizione al rumore:

- ✓ $L_{den} < 40$ dB(A)
- ✓ 40 dB(A) $\leq L_{den} < 45$ dB(A)
- ✓ 45 dB(A) $\leq L_{den} < 50$ dB(A)
- ✓ 55 dB(A) $\leq L_{den} < 60$ dB(A)
- ✓ 60 dB(A) $\leq L_{den} < 65$ dB(A)
- ✓ 60 dB(A) $\leq L_{den} < 65$ dB(A)
- ✓ 65 dB(A) $\leq L_{den} < 70$ dB(A)
- ✓ 70 dB(A) $\leq L_{den} < 75$ dB(A)
- ✓ $L_{den} \geq 75$ dB(A)

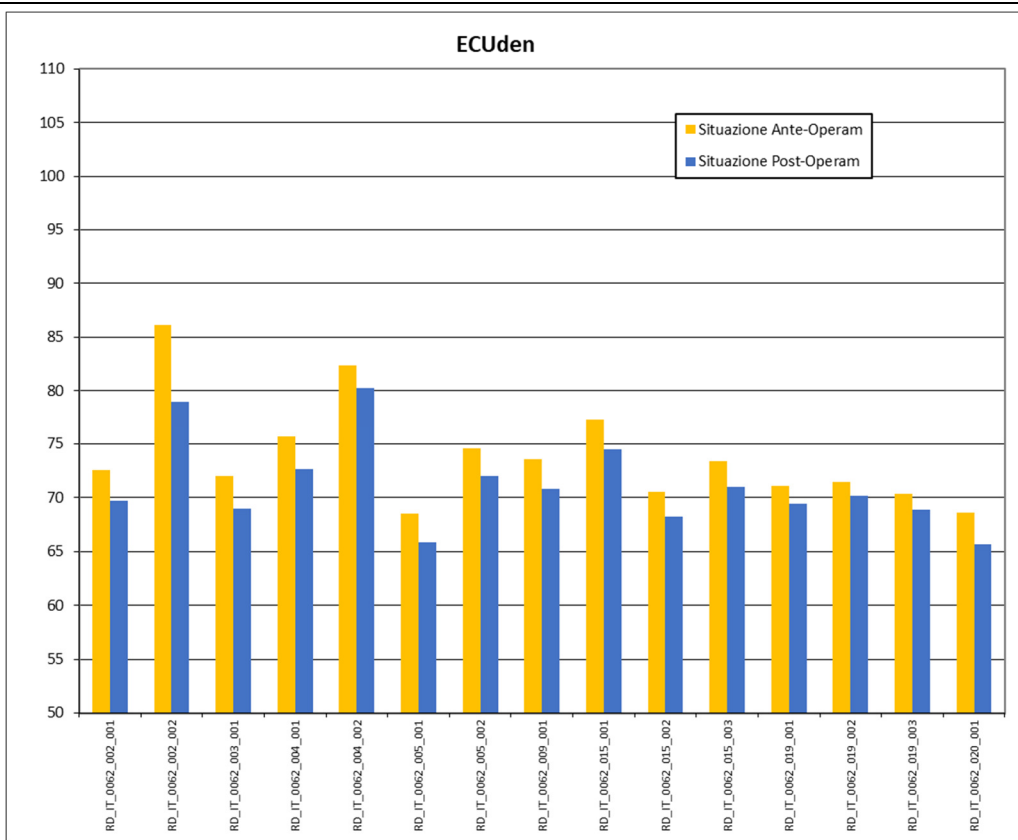
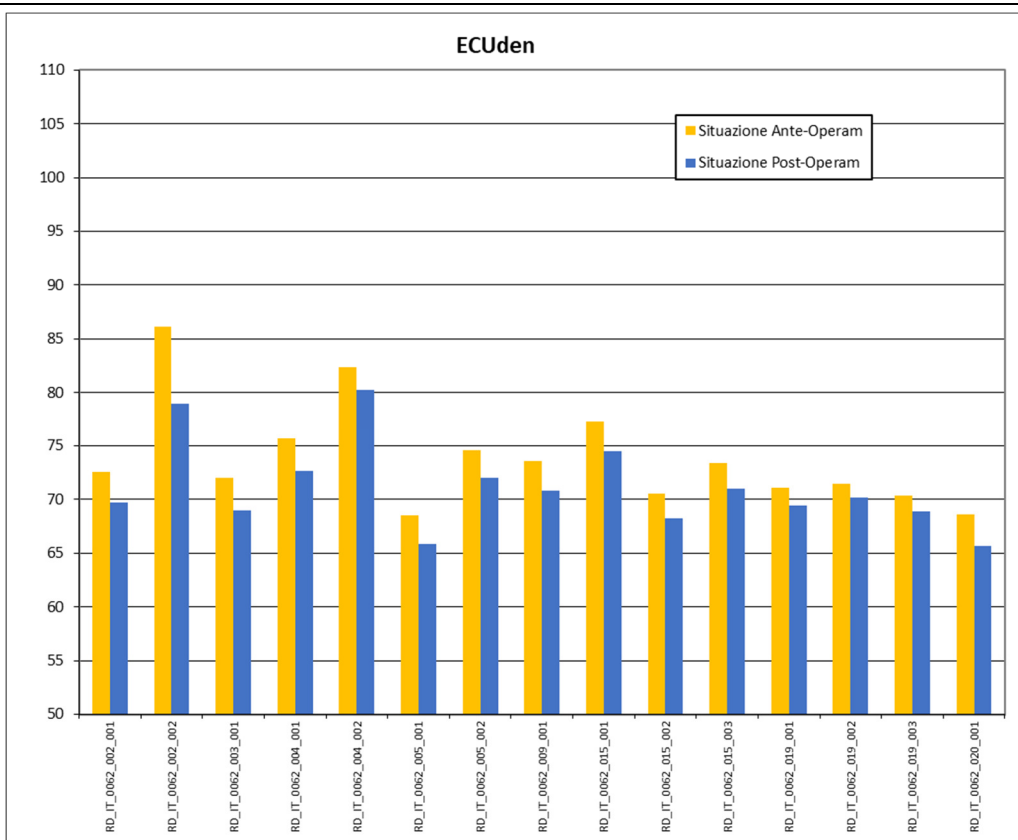
Per l'indicatore L_{night} sono state utilizzate le seguenti fasce di esposizione al rumore:

- ✓ $L_{night} < 40$ dB(A)
- ✓ 40 dB(A) $\leq L_{night} < 45$ dB(A)
- ✓ 45 dB(A) $\leq L_{night} < 50$ dB(A)
- ✓ 55 dB(A) $\leq L_{night} < 60$ dB(A)
- ✓ 60 dB(A) $\leq L_{night} < 65$ dB(A)
- ✓ 60 dB(A) $\leq L_{night} < 65$ dB(A)
- ✓ 65 dB(A) $\leq L_{night} < 70$ dB(A)
- ✓ $L_{night} \geq 70$ dB(A)

**13.1 CALCOLO DEI VALORI DI ECU_{den}**

Tabella 15 – Indice di criticità acustica

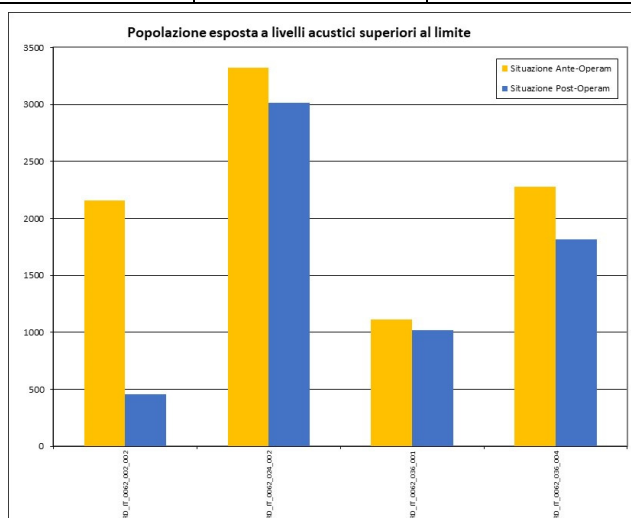
ID AREA CRITICA	ECU _{den}		
	ANTE-OPERAM	POST-OPERAM	DIFFERENZA
RD_IT_0062_002_001	72,6	69,7	-2,9
RD_IT_0062_002_002	86,1	79,0	-7,1
RD_IT_0062_003_001	72,0	69,0	-3,0
RD_IT_0062_004_001	75,7	72,7	-3,0
RD_IT_0062_004_002	82,4	80,2	-2,1
RD_IT_0062_005_001	68,5	65,8	-2,7
RD_IT_0062_005_002	74,5	72,0	-2,5
RD_IT_0062_009_001	73,6	70,8	-2,8
RD_IT_0062_015_001	77,3	74,5	-2,8
RD_IT_0062_015_002	70,5	68,3	-2,2
RD_IT_0062_015_003	73,4	71,0	-2,4
RD_IT_0062_019_001	71,0	69,4	-1,6
RD_IT_0062_019_002	71,5	70,1	-1,4
RD_IT_0062_019_003	70,3	68,9	-1,5
RD_IT_0062_020_001	68,6	65,7	-2,9
RD_IT_0062_020_002	77,1	74,2	-2,8
RD_IT_0062_020_003	74,0	70,9	-3,1
RD_IT_0062_023_001	74,1	71,9	-2,2
RD_IT_0062_024_001	77,4	74,7	-2,6
RD_IT_0062_024_002	84,5	81,5	-3,0
RD_IT_0062_030_001	77,4	74,4	-3,0
RD_IT_0062_030_002	77,1	74,3	-2,8
RD_IT_0062_030_003	80,7	77,8	-2,9
RD_IT_0062_031_001	79,0	76,0	-3,0
RD_IT_0062_031_002	83,8	80,9	-2,9
RD_IT_0062_031_003	81,1	78,0	-3,1
RD_IT_0062_032_001	80,5	77,5	-3,1
RD_IT_0062_036_001	84,9	81,6	-3,2
RD_IT_0062_036_002	80,7	78,0	-2,7
RD_IT_0062_036_003	84,5	81,6	-2,9
RD_IT_0062_036_004	84,7	81,5	-3,2

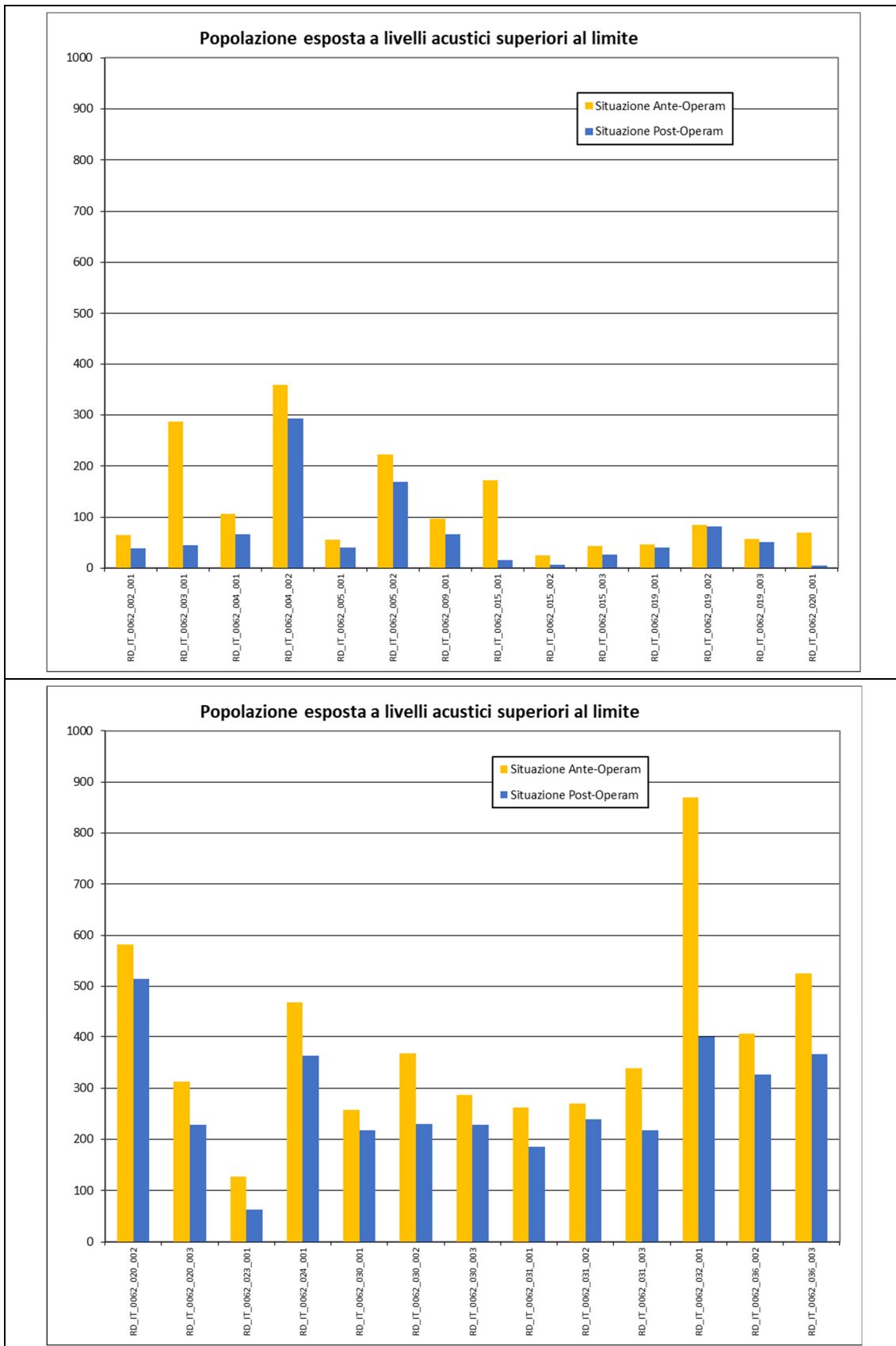


13.2 POPOLAZIONE ESPOSTA A VALORI SUPERIORI AL LIMITE DI RIFERIMENTO

Tabella 16 – Popolazione esposta a valori superiori al limite di riferimento

ID AREA CRITICA	Periodo Day-Evening-Night (0-24)		
	ANTE-OPERAM	POST-OPERAM	DIFFERENZA
RD_IT_0062_002_001	64	38	-26
RD_IT_0062_002_002	2.155	454	-1.701
RD_IT_0062_003_001	287	45	-243
RD_IT_0062_004_001	107	67	-40
RD_IT_0062_004_002	359	293	-66
RD_IT_0062_005_001	56	41	-16
RD_IT_0062_005_002	222	169	-53
RD_IT_0062_009_001	98	67	-31
RD_IT_0062_015_001	172	16	-156
RD_IT_0062_015_002	25	7	-18
RD_IT_0062_015_003	43	26	-17
RD_IT_0062_019_001	47	40	-7
RD_IT_0062_019_002	85	82	-4
RD_IT_0062_019_003	58	51	-7
RD_IT_0062_020_001	69	5	-64
RD_IT_0062_020_002	581	514	-67
RD_IT_0062_020_003	313	228	-85
RD_IT_0062_023_001	128	63	-65
RD_IT_0062_024_001	469	363	-106
RD_IT_0062_024_002	3.324	3.017	-306
RD_IT_0062_030_001	257	217	-40
RD_IT_0062_030_002	368	230	-138
RD_IT_0062_030_003	287	228	-59
RD_IT_0062_031_001	262	186	-76
RD_IT_0062_031_002	270	239	-31
RD_IT_0062_031_003	338	217	-121
RD_IT_0062_032_001	869	400	-469
RD_IT_0062_036_001	1.113	1.022	-91
RD_IT_0062_036_002	406	326	-81
RD_IT_0062_036_003	525	366	-159
RD_IT_0062_036_004	2.275	1.816	-459

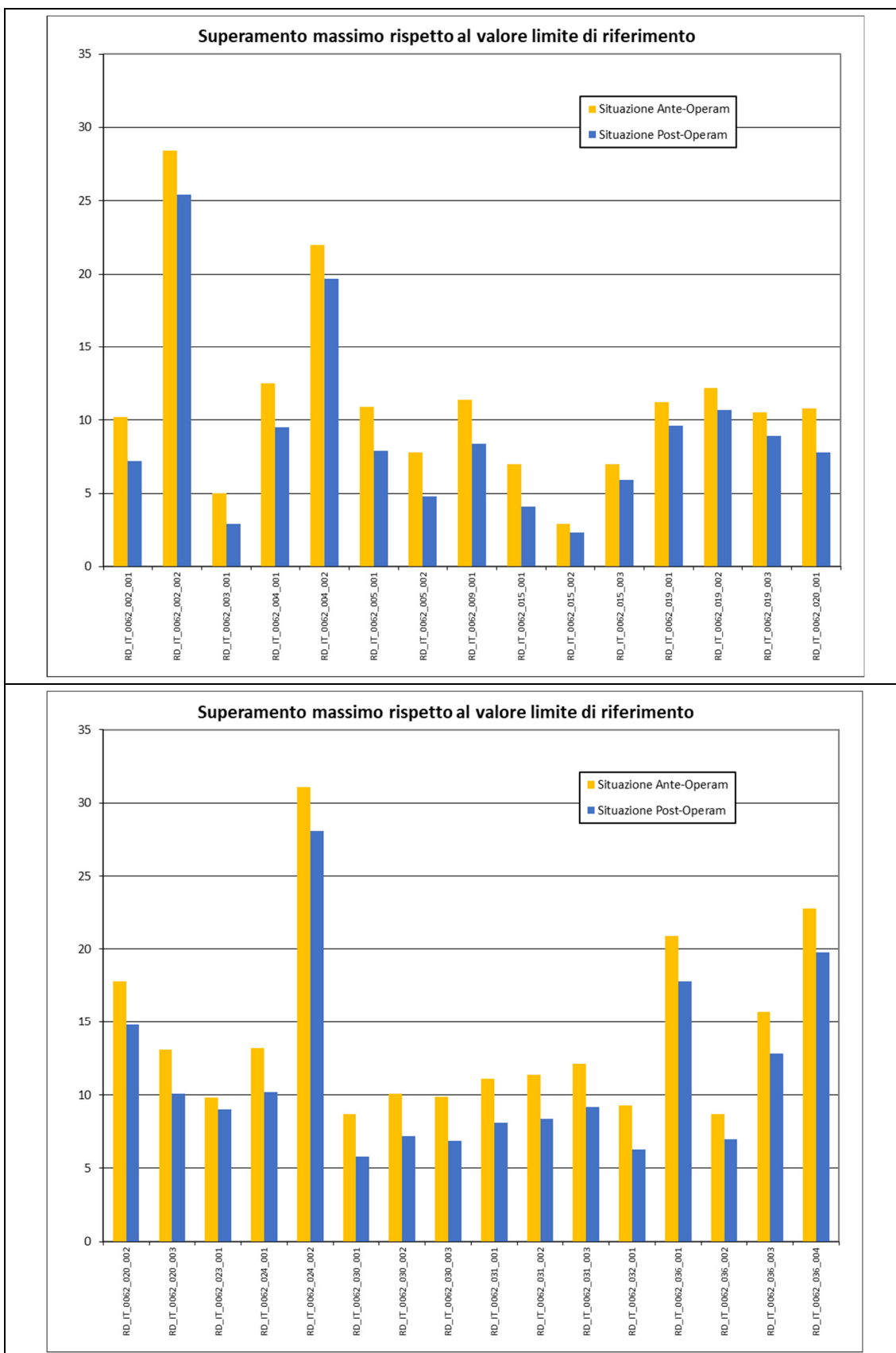




**13.3 MASSIMO SUPERAMENTO RISPETTO AI VALORI LIMITE**

Tabella 17 – Massimo superamento rispetto al valore limite di riferimento

ID AREA CRITICA	Periodo Day-Evening-Night (0-24)		
	ANTE-OPERAM	POST-OPERAM	DIFFERENZA
RD_IT_0062_002_001	10,2	7,2	-3,0
RD_IT_0062_002_002	28,4	25,4	-3,0
RD_IT_0062_003_001	5,0	2,9	-2,1
RD_IT_0062_004_001	12,5	9,5	-3,0
RD_IT_0062_004_002	22,0	19,7	-2,3
RD_IT_0062_005_001	10,9	7,9	-3,0
RD_IT_0062_005_002	7,8	4,8	-3,0
RD_IT_0062_009_001	11,4	8,4	-3,0
RD_IT_0062_015_001	7,0	4,1	-2,9
RD_IT_0062_015_002	2,9	2,3	-0,6
RD_IT_0062_015_003	7,0	5,9	-1,1
RD_IT_0062_019_001	11,2	9,6	-1,6
RD_IT_0062_019_002	12,2	10,7	-1,5
RD_IT_0062_019_003	10,5	8,9	-1,6
RD_IT_0062_020_001	10,8	7,8	-3,0
RD_IT_0062_020_002	17,8	14,8	-3,0
RD_IT_0062_020_003	13,1	10,1	-3,0
RD_IT_0062_023_001	9,8	9,0	-0,8
RD_IT_0062_024_001	13,2	10,2	-3,0
RD_IT_0062_024_002	31,1	28,1	-3,0
RD_IT_0062_030_001	8,7	5,8	-2,9
RD_IT_0062_030_002	10,1	7,2	-2,9
RD_IT_0062_030_003	9,9	6,9	-3,0
RD_IT_0062_031_001	11,1	8,1	-3,0
RD_IT_0062_031_002	11,4	8,4	-3,0
RD_IT_0062_031_003	12,1	9,2	-2,9
RD_IT_0062_032_001	9,3	6,3	-3,0
RD_IT_0062_036_001	20,9	17,8	-3,1
RD_IT_0062_036_002	8,7	7,0	-1,7
RD_IT_0062_036_003	15,7	12,8	-2,9
RD_IT_0062_036_004	22,8	19,8	-3,0



**13.4 INTERVALLI DI ESPOSIZIONE**

Di seguito viene riportata la stima del numero di popolazione esposta agli intervalli, nel periodo Den (fascia oraria compresa tra le ore 0 e le ore 24) e nel periodo Night (fascia oraria compresa tra le ore 22 e le ore 6).

Tabella 18 – Intervalli di esposizione (L_{den})

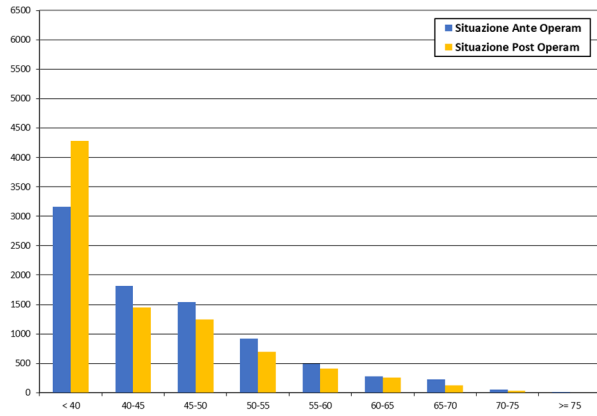
Configurazione Ante-Operam									
ID	Lden<40	Lden4044	Lden4549	Lden5054	Lden5559	Lden6064	Lden6569	Lden7074	Lden>=75
RD_IT_0062_002	3.158	1.813	1.539	916	488	279	232	58	0
RD_IT_0062_003	3.187	1.293	1.240	892	485	137	42	9	0
RD_IT_0062_004	651	567	536	492	288	132	82	43	1
RD_IT_0062_005	4.230	1.250	1.183	996	963	458	75	7	0
RD_IT_0062_006	3.134	217	124	83	56	24	3	0	0
RD_IT_0062_007	4.306	1.701	1.225	791	330	169	75	28	0
RD_IT_0062_008	541	513	517	455	241	99	34	7	0
RD_IT_0062_009	1.421	474	556	403	298	156	74	20	0
RD_IT_0062_011	651	170	122	111	49	23	8	2	0
RD_IT_0062_015	7.994	2.190	1.324	584	323	188	119	8	0
RD_IT_0062_016	813	933	1.102	762	312	91	36	8	1
RD_IT_0062_019	232	116	139	165	104	80	91	22	2
RD_IT_0062_020	10.498	1.483	1.248	1.070	449	266	166	124	11
RD_IT_0062_023	5.267	1.262	717	352	285	189	157	49	0
RD_IT_0062_024	5.474	2.260	1.644	1.216	891	616	493	219	3
RD_IT_0062_030	13.722	5.000	3.423	2.631	1.336	639	385	96	0
RD_IT_0062_031	2.020	854	971	1.177	769	517	241	99	17
RD_IT_0062_032	27.089	4.341	2.740	1.869	864	490	261	78	3
RD_IT_0062_034	166	317	406	202	103	49	43	4	0
RD_IT_0062_036	3.184	1.327	2.241	2.675	2.006	1.445	1.323	423	31
Configurazione Post-Operam									
ID	Lden<40	Lden4044	Lden4549	Lden5054	Lden5559	Lden6064	Lden6569	Lden7074	Lden>=75
RD_IT_0062_002	4.279	1.452	1.241	694	406	255	123	33	0
RD_IT_0062_003	3.691	1.273	1.095	752	356	92	18	8	0
RD_IT_0062_004	1.242	342	304	249	151	106	47	26	0
RD_IT_0062_005	4.590	1.125	1.154	1.173	671	394	52	3	0
RD_IT_0062_006	3.134	217	124	83	56	24	3	0	0
RD_IT_0062_007	4.306	1.701	1.225	791	330	169	75	28	0
RD_IT_0062_008	541	513	517	455	241	99	34	7	0
RD_IT_0062_009	1.597	497	457	388	248	133	67	14	0
RD_IT_0062_011	651	170	122	111	49	23	8	2	0
RD_IT_0062_015	8.882	1.907	1.029	421	267	176	46	3	0
RD_IT_0062_016	813	933	1.102	762	312	91	36	8	1
RD_IT_0062_019	246	122	141	166	92	94	74	15	0
RD_IT_0062_020	11.354	1.384	1.144	698	334	206	147	42	6
RD_IT_0062_023	6.510	890	399	226	116	70	58	9	0
RD_IT_0062_024	7.027	1.639	1.291	999	718	512	460	169	0
RD_IT_0062_030	15.647	4.197	3.243	2.337	958	541	258	51	0
RD_IT_0062_031	2.373	826	1.074	1.021	727	435	153	47	9
RD_IT_0062_032	28.766	3.560	2.571	1.483	731	406	188	28	3
RD_IT_0062_034	166	317	406	202	103	49	43	4	0
RD_IT_0062_036	3.989	1.666	2.584	2.244	1.745	1.362	896	165	5

Tabella 19 – Intervalli di esposizione (L_{night})

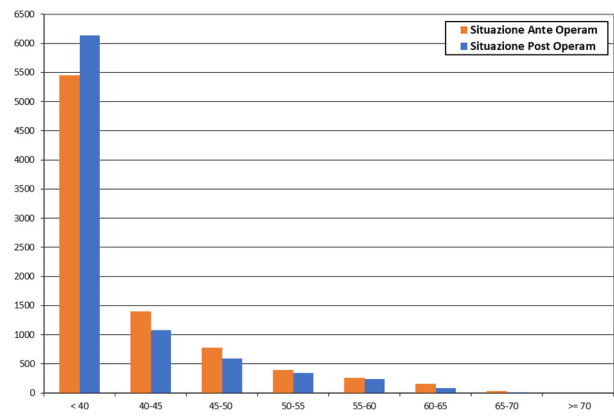
Configurazione Ante-Operam								
ID	$L_{night}<40$	$L_{night}4044$	$L_{night}4549$	$L_{night}5054$	$L_{night}5559$	$L_{night}6064$	$L_{night}6569$	$L_{night}\geq 70$
RD_IT_0062_002	5.451	1.401	776	401	264	157	34	0
RD_IT_0062_003	4.877	1.161	792	335	88	26	6	0
RD_IT_0062_004	1.621	433	357	189	102	62	29	0
RD_IT_0062_005	5.883	1.008	1.212	672	363	22	2	0
RD_IT_0062_006	3.504	81	42	14	0	0	0	0
RD_IT_0062_007	6.449	1.060	659	295	99	54	8	0
RD_IT_0062_008	1.510	435	271	120	47	20	3	0
RD_IT_0062_009	2.144	488	377	231	109	50	2	0
RD_IT_0062_011	877	112	100	28	14	4	1	0
RD_IT_0062_015	11.042	905	401	221	148	13	0	0
RD_IT_0062_016	2.002	1.109	640	216	62	26	3	1
RD_IT_0062_019	386	151	155	85	98	62	13	0
RD_IT_0062_020	12.367	1.186	923	393	224	151	69	1
RD_IT_0062_023	6.928	482	328	246	171	96	26	0
RD_IT_0062_024	8.271	1.527	1.149	816	518	462	72	0
RD_IT_0062_030	19.759	3.248	2.301	1.063	539	271	50	0
RD_IT_0062_031	3.109	1.160	1.015	766	374	169	70	0
RD_IT_0062_032	32.236	2.548	1.646	660	405	204	36	0
RD_IT_0062_034	698	305	165	60	56	6	0	0
RD_IT_0062_036	5.078	2.546	2.474	1.876	1.390	1.035	243	16
Configurazione Post-Operam								
ID	$L_{night}<40$	$L_{night}4044$	$L_{night}4549$	$L_{night}5054$	$L_{night}5559$	$L_{night}6064$	$L_{night}6569$	$L_{night}\geq 70$
RD_IT_0062_002	6.142	1.077	598	343	238	81	6	0
RD_IT_0062_003	5.296	1.025	653	249	44	16	2	0
RD_IT_0062_004	1.669	322	201	139	91	42	3	0
RD_IT_0062_005	6.093	1.062	1.143	553	299	10	1	0
RD_IT_0062_006	3.504	81	42	14	0	0	0	0
RD_IT_0062_007	6.449	1.060	659	295	99	54	8	0
RD_IT_0062_008	1.510	435	271	120	47	20	3	0
RD_IT_0062_009	2.225	483	337	213	99	41	1	0
RD_IT_0062_011	877	112	100	28	14	4	1	0
RD_IT_0062_015	11.559	584	326	180	78	4	0	0
RD_IT_0062_016	2.002	1.109	640	216	62	26	3	1
RD_IT_0062_019	403	157	148	84	103	48	7	0
RD_IT_0062_020	13.062	1.149	505	286	171	126	15	0
RD_IT_0062_023	7.674	259	179	75	65	23	1	0
RD_IT_0062_024	9.098	1.251	916	623	457	419	51	0
RD_IT_0062_030	20.815	3.031	1.960	803	486	129	8	0
RD_IT_0062_031	3.506	1.154	867	737	265	115	20	0
RD_IT_0062_032	33.032	2.311	1.303	619	332	119	18	0
RD_IT_0062_034	698	305	165	60	56	6	0	0
RD_IT_0062_036	6.453	2.585	2.134	1.548	1.372	500	64	0



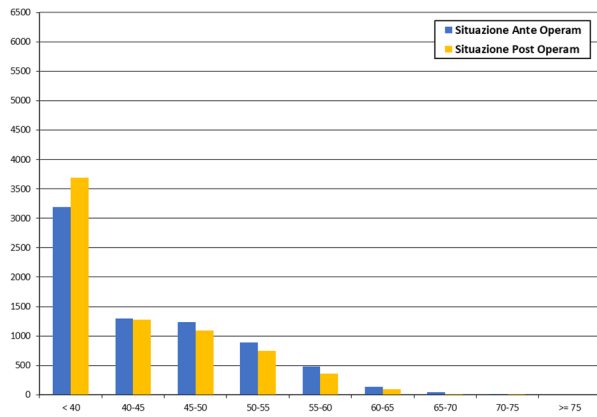
RD_IT_0062_002 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden



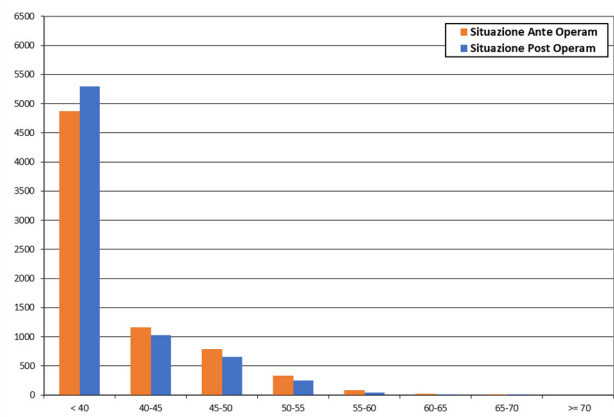
RD_IT_0062_002 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight



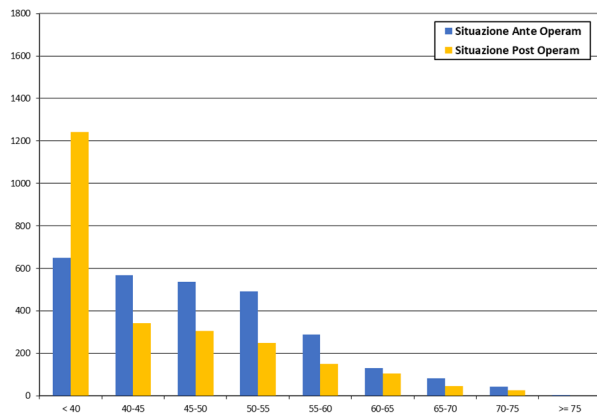
RD_IT_0062_003 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden



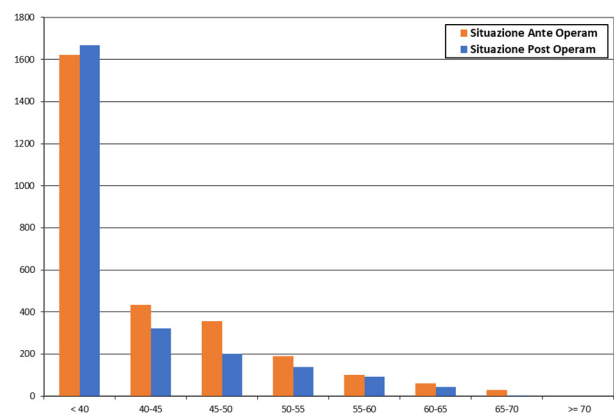
RD_IT_0062_003 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight



RD_IT_0062_004 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden

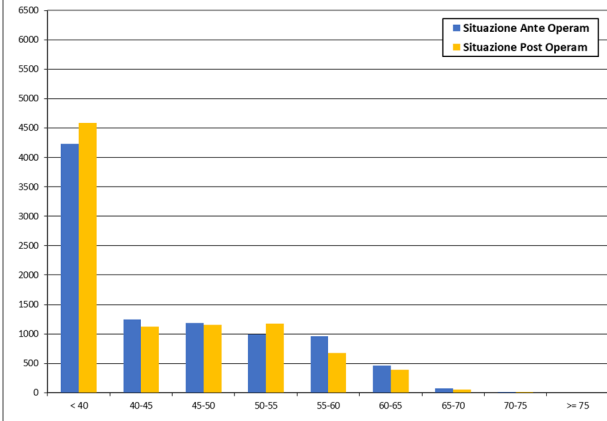


RD_IT_0062_004 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight

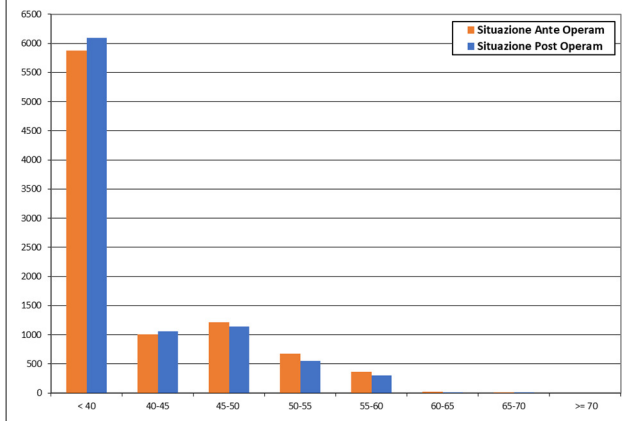




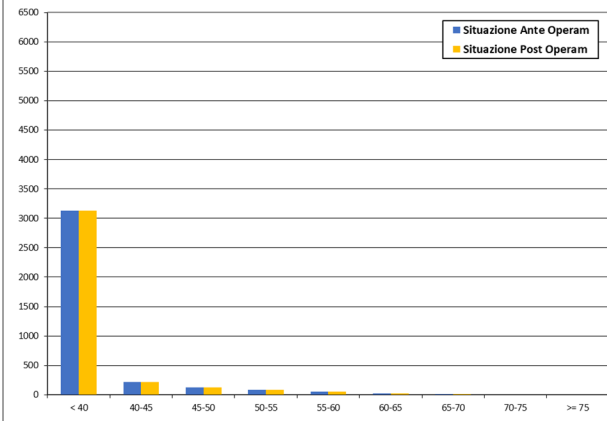
RD_IT_0062_005 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden



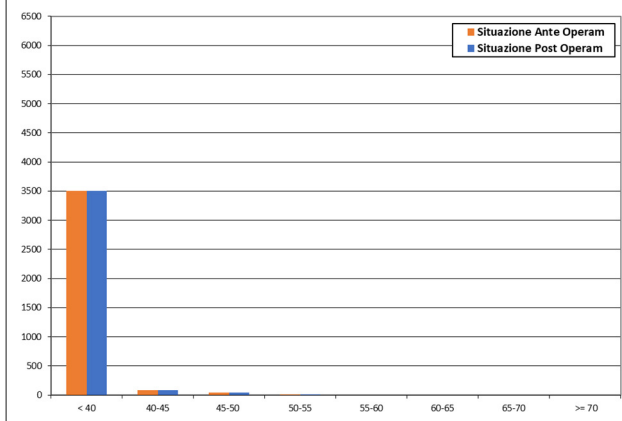
RD_IT_0062_005 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight



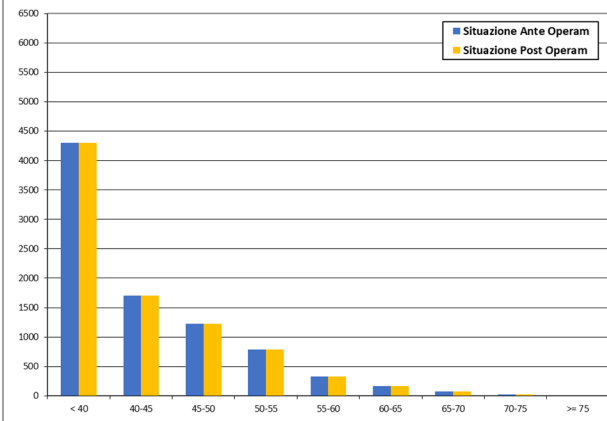
RD_IT_0062_006 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden



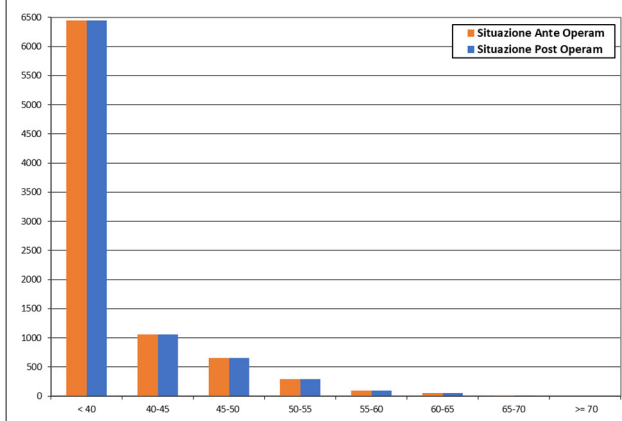
RD_IT_0062_006 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight



RD_IT_0062_007 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden

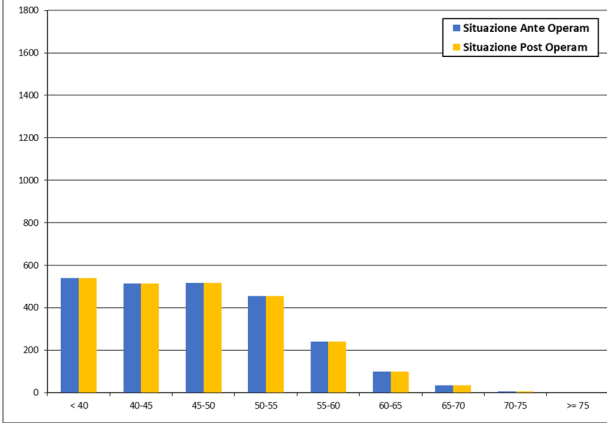


RD_IT_0062_007 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight

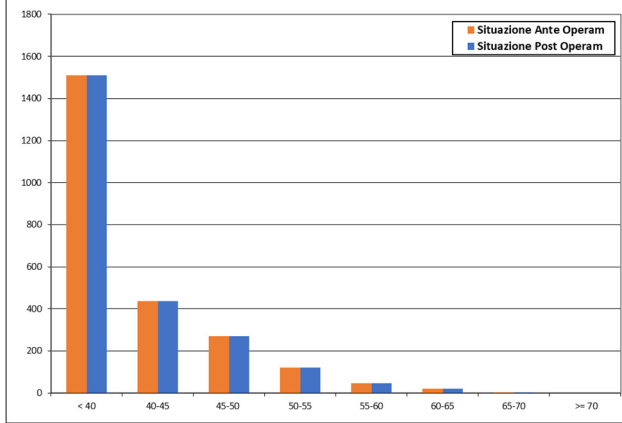




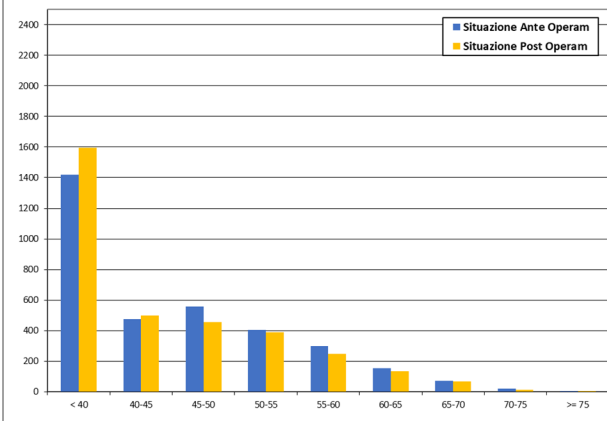
RD_IT_0062_008 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden



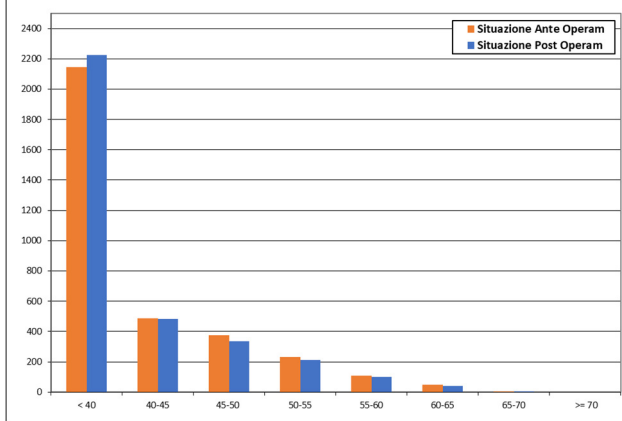
RD_IT_0062_008 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight



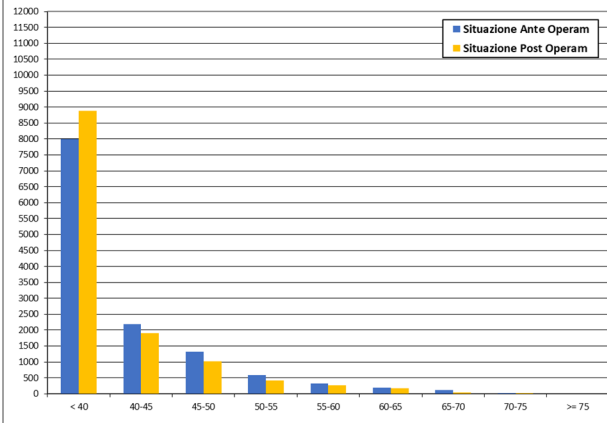
RD_IT_0062_009 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden



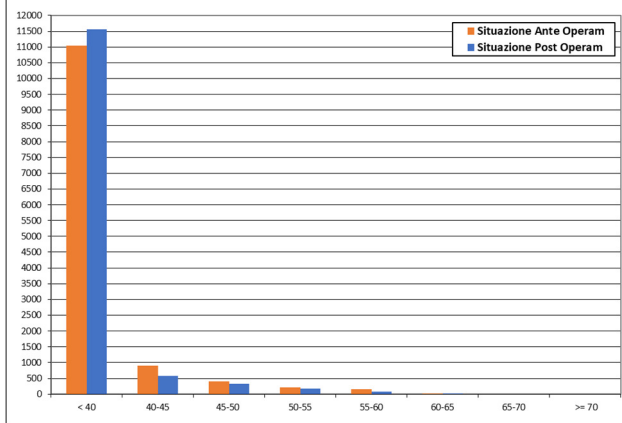
RD_IT_0062_009 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight



RD_IT_0062_015 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden

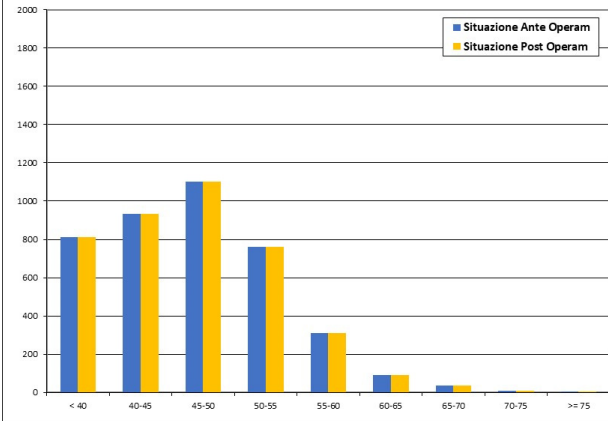


RD_IT_0062_015 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight

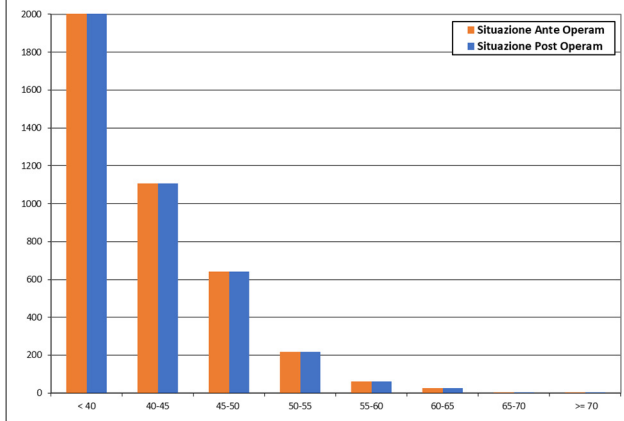




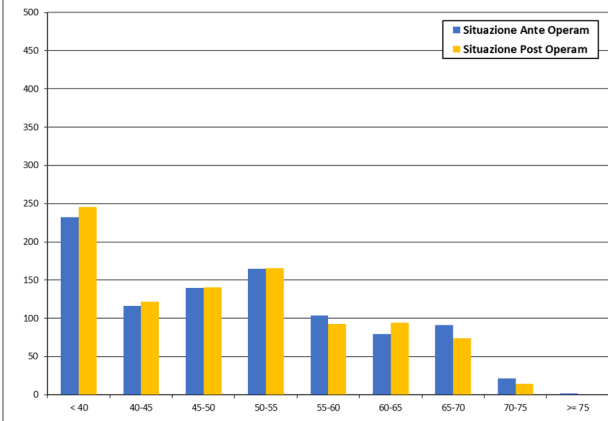
RD_IT_0062_016 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden



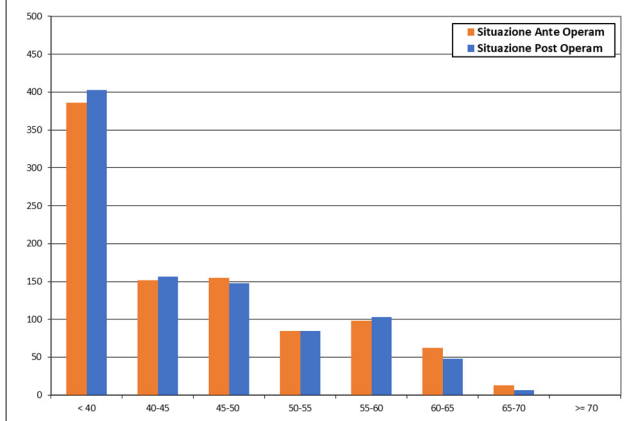
RD_IT_0062_016 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight



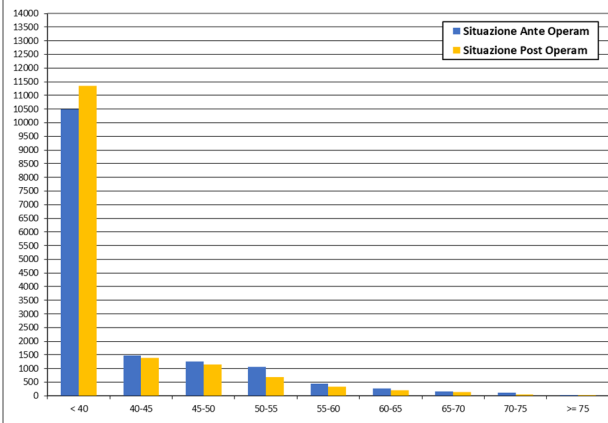
RD_IT_0062_019 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden



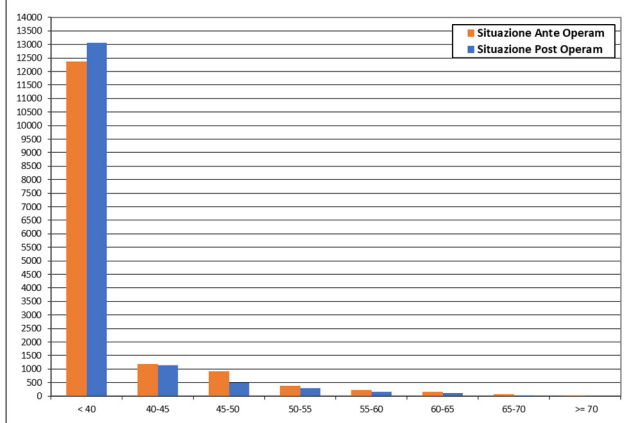
RD_IT_0062_019 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight



RD_IT_0062_020 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden

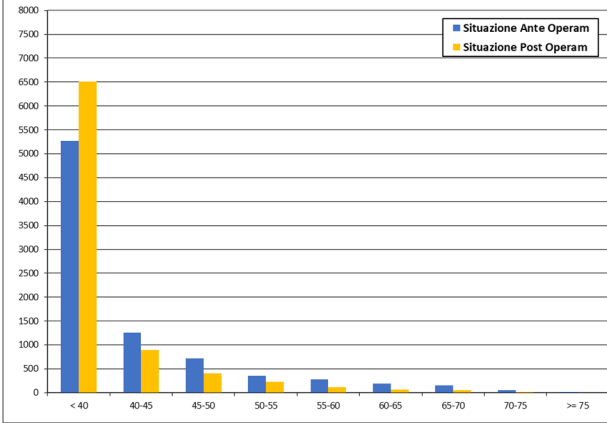


RD_IT_0062_020 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight

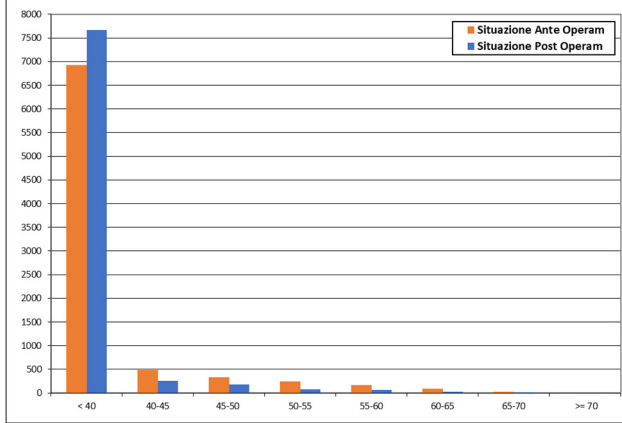




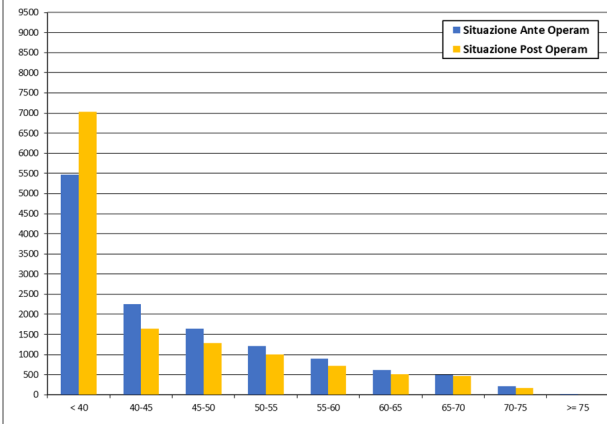
RD_IT_0062_023 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden



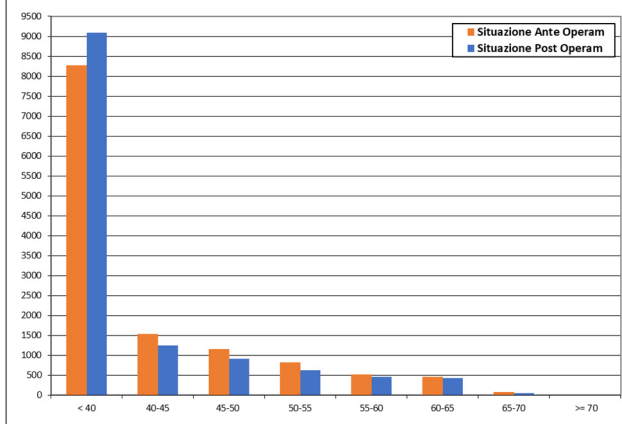
RD_IT_0062_023 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight



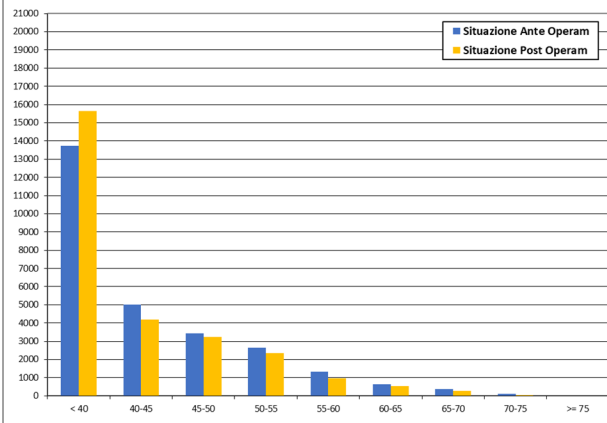
RD_IT_0062_024 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden



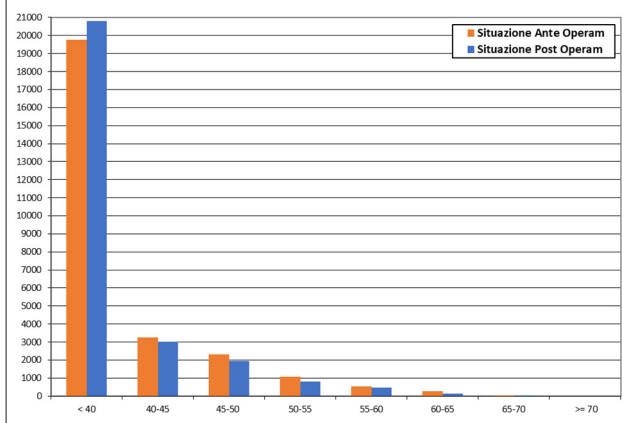
RD_IT_0062_024 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight



RD_IT_0062_030 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden

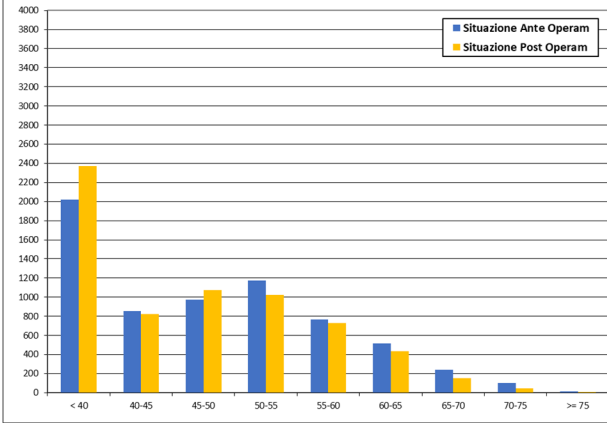


RD_IT_0062_030 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight

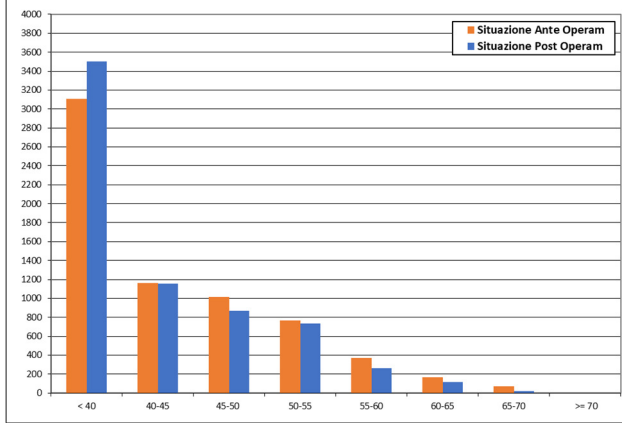




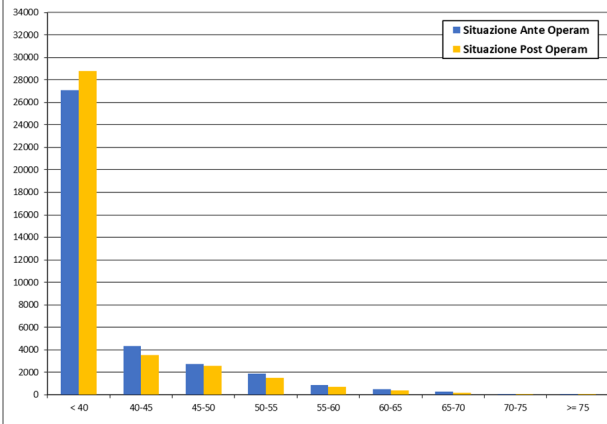
RD_IT_0062_031 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden



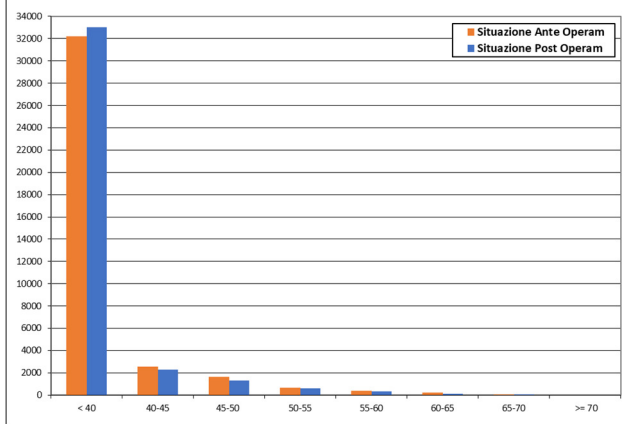
RD_IT_0062_031 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight



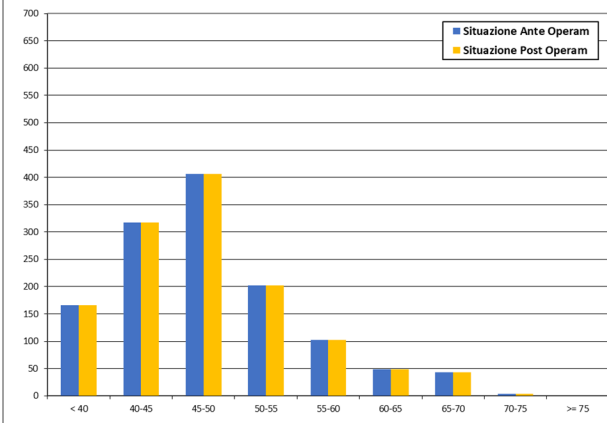
RD_IT_0062_032 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden



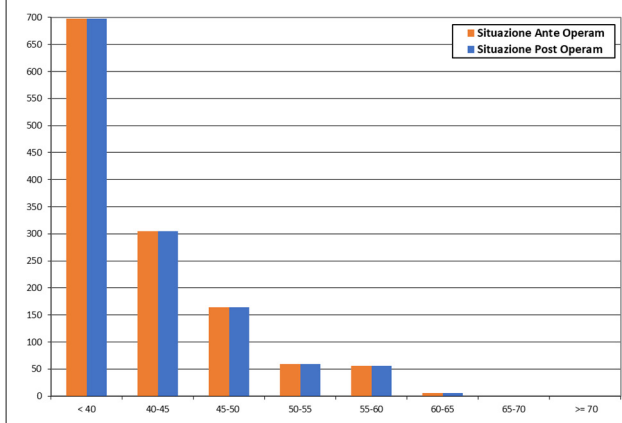
RD_IT_0062_032 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight

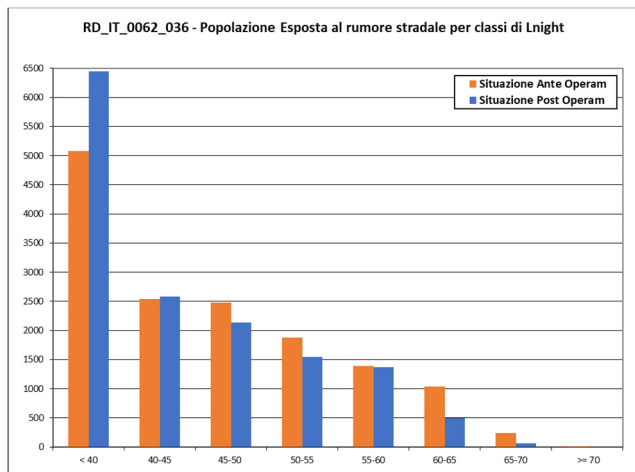
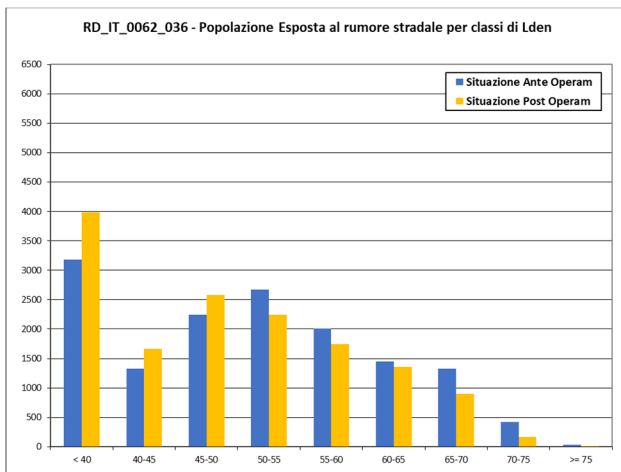


RD_IT_0062_034 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lden



RD_IT_0062_034 - Popolazione Esposta al rumore stradale per classi di Lnight





13.5 CONCLUSIONI E COMMENTO DEI RISULTATI

L'indicatore L_{den} rappresenta il livello sonoro medio presente nell'intero periodo della giornata ed è il parametro che consente di valutare gli effetti complessivi di disturbo indotto dal rumore.

L'indicatore L_{night} è il livello sonoro medio nel periodo notturno (compreso tra le ore 22 e le ore 6) e viene utilizzato per valutare gli effetti del rumore sul sonno.

Dall'analisi dei risultati riportati nei precedenti paragrafi, si può notare come gli interventi di mitigazione previsti dal presente Piano d'Azione garantiscano una riduzione dell'esposizione al rumore sia della popolazione complessiva presente in prossimità delle infrastrutture stradali principali gestite dalla Città Metropolitana di Bologna, che limitatamente all'analisi delle sole aree critiche.

AREE CRITICHE (Paragrafi 13.1, 13.2, 13.3)

Per quanto riguarda i parametri statistici analizzati (Indice di priorità ECU_{den} , massimo superamento rispetto ai livelli limite, popolazione esposta a valori acustici superiori al limite di riferimento), si nota un miglioramento della situazione acustica in tutte le aree critiche considerate, dal momento che i livelli dei parametri decrescono tra la situazione ante-operam e la situazione post-operam.

In particolare:

- ✓ I valori dell'indice di priorità diminuiscono di circa 3-4 dB(A) in corrispondenza di tutte le aree critiche, ad eccezione delle aree RD_IT_0062_019_001, RD_IT_0062_019_002, RD_IT_0062_019_003 in cui il decremento è inferiore a 2 dB(A) e dell'area critica RD_IT_0062_002_002, che evidenzia una diminuzione del valore di ECU_{den} di circa 7 dB(A).
- ✓ Il numero di popolazione esposta a valori superiori al limite di riferimento è dato dalla combinazione di residenti in edifici abitativi, alunni in edifici sensibili di tipologia scolastica e posti letto in edifici sensibili di tipologia sanitaria. Pertanto, la variazione di tale numero risulta più consistente nelle aree critiche in cui sono presenti edifici scolastici (come, ad esempio, RD_IT_0062_002_002, in cui è presente una riduzione di 1.701 persone e RD_IT_0062_024_002, RD_IT_0062_032_001, RD_IT_0062_036_004 che evidenziano riduzioni superiori a 200 persone).
- ✓ Il livello massimo del superamento rispetto ai valori limite evidenzia un decremento di circa 3 dB(A) in corrispondenza di tutte le aree critiche.

INTERVALLI DI ESPOSIZIONE (Paragrafo 13.4)

In corrispondenza delle infrastrutture stradali principali gestite dalla Città Metropolitana di Bologna presso cui non è prevista la realizzazione di alcun intervento (RD_IT_0062_006, RD_IT_0062_007, RD_IT_0062_008, RD_IT_0062_011, RD_IT_0062_016 e RD_IT_0062_034) le situazioni ante-operam e post-operam coincidono.

Per quanto riguarda la popolazione complessiva presente in prossimità delle restanti strade, gli interventi di mitigazione acustica garantiscono un generale aumento del numero di persone presenti nelle fasce di



esposizione inferiori (L_{den} / L_{night} inferiore a 40/45 dBA) ed una corrispondente diminuzione del numero di persone esposte alle fasce di esposizione superiori (L_{den} / L_{night} superiore a 55 / 60 dBA).

14. BIBLIOGRAFIA

- 1) Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- 2) Direttiva 2015/996/UE 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.
- 3) 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 dei metodi di determinazione degli effetti nocivi del rumore ambientale.
- 4) Direttiva delegata 2021/1226/UE 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 (EN Official Journal of the European Union L. 269/65 del 28/07/2021, entrata in vigore il 29/07/2021).
- 5) 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, Versione 2 13/08/2007.
- 6) Linee Guida per la predisposizione delle Mappe Acustiche e delle Mappe Acustiche Strategiche (Registro Ufficiale del Ministero della Transizione Ecologica – MiTE numero 0029946 del 09/03/2022).
- 7) Linee Guida per la predisposizione Piani d'Azione e le zone silenziose in agglomerato e in aperta campagna emesse a dicembre 2023 (Registro Ufficiale del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica – MASE numero 0000664 del 13/12/2023).
- 8) D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194, "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (G.U. n. 222 del 23 settembre 2005)".
- 9) D.Lgs. 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".
- 10) D.M. 14/01/2022 "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.
- 11) "Mappatura Acustica della Città Metropolitana di Bologna - Aggiornamento delle immissioni nell'intera rete", 30/06/2022.
- 12) DGR del 17 Settembre 2012, N. 1369 con titolo: "D.Lgs. 194/2005 "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" - Approvazione delle "Linee guida per l'elaborazione delle mappature acustiche e delle mappe acustiche strategiche relative alle strade provinciali ed agli agglomerati della regione Emilia-Romagna".
- 13) DGR del 23 settembre 2013 – n. 1339 D.Lgs. 194/05 con titolo: "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" – Approvazione delle "Linee Guida per l'elaborazione dei Piani d'Azione relative alle strade ed agli agglomerati della regione Emilia Romagna".



IL PRESENTE ELABORATO SI COMPONE DI 54 PAGINE E 1 ALLEGATO

QUESTO DOCUMENTO È STATO REDATTO PER VIE EN.RO.SE. INGEGNERIA S.R.L.

DAL DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA N. 7919 ELENCO ENTECA

CON LA COLLABORAZIONE

DEL DOTT. ING. ANDREA GUIDO FALCHI

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA N. 8084 ELENCO ENTECA

IL PRESENTE RAPPORTO È STATO CONSEGNATO

IN DATA 15/01/2024

PER VIE EN.RO.SE. INGEGNERIA S.R.L.

DOTT.SSA. RAFFAELLA BELLOMINI (LEGALE RAPPRESENTANTE)

Raffaella Bellomini



DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI (DIRETTORE TECNICO)



DOTT. ING. ANDREA GUIDO FALCHI (RESPONSABILE DELLA MODELLISTICA)

AG Falchi