



Comune di Casatenovo (LC)

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

PIANO D'AZIONE AGGIORNAMENTO 2020

**assi stradali principali con flusso veicolare superiore ai 3 milioni di veicoli/anno
di competenza del Comune di Casatenovo (LC)**

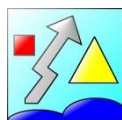
**IT_a_AP_MRoad0091.pdf
Report di Sintesi del Piano d'Azione**



Committente:
COMUNE DI CASATENOVO
SETTORE ECOLOGIA

Responsabile del Procedimento:
Arch. Deborah Riva

Collaboratori:
Dott.ssa Valentina Riolo



Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l.
Viale Belfiore, 36 - 50144 Firenze
acustica@vienrose.it

Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Francesco Borchì

Project Manager:
Dott.ssa Raffaella Bellomini

Responsabile modellistica:
Dott. Ing. Andrea Guido Falchi

Collaboratori:
Ing. Gianfrancesco Colucci

24/08/2020 Rev.1
PIANO D'AZIONE

Scala: -

Formato: A4.pdf



INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. DESCRIZIONE DELLA INFRASTRUTTURA STRADALE	5
3. AUTORITÀ COMPETENTE	7
4. CONTESTO GIURIDICO	8
5. INDICATORI E VALORI LIMITE	9
5.1 INDICATORI ACUSTICI UTILIZZATI	9
5.2 DEFINIZIONE DEI VALORI LIMITE	9
5.3 DEFINIZIONE DELLE AREE DI CALCOLO	11
6. IL MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA	12
6.1 BASE DATI PER LA MODELLAZIONE	12
6.2 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO	12
6.3 MODELLAZIONE DEGLI EDIFICI	12
6.4 DATO DI POPOLAZIONE	13
6.5 SORGENTE "TRAFFICO STRADALE"	13
6.6 PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE GIÀ ATTUATI E MISURE ANTIRUMORE IN ATTO	13
6.7 SOFTWARE E STANDARD DI CALCOLO UTILIZZATI	14
6.8 CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLA SORGENTE "TRAFFICO STRADALE"	15
7. SINTESI DEI RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA (ANTE-OPERAM)	16
8. IL PIANO D'AZIONE	17
8.1 AREE CRITICHE	17
8.2 INTERVENTI	21
8.3 INDICE DI PRIORITÀ	24
8.4 VALUTAZIONE DEI VINCOLI AMBIENTALI	24
9. SINTESI DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE (ANTE-OPERAM)	26
10. SINTESI DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE (POST-OPERAM)	27
10.1 RISULTATI PER AREA CRITICA	27
10.2 INTERVALLI DI ESPOSIZIONE	27
10.3 QUANTIFICAZIONE DEL NUMERO DEGLI ESPOSTI	31
11. REQUISITI DEL PIANO D'AZIONE (ALLEGATO 5 D. LGS. 194/2005)	36
11.1 INFORMAZIONI DI CARATTERE FINANZIARIO	36
11.2 RESOCONTO DELLE CONSULTAZIONI PUBBLICHE (ART. 8)	38
11.3 RESOCONTO DELLE MISURE ANTIRUMORE	39
11.4 VALUTAZIONE DELL'ATTUAZIONE E DEI RISULTATI DEL PIANO	39



Comune di Casatenovo (LC)



Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l.



1. INTRODUZIONE

Il presente Report di Sintesi descrive la metodologia ed i risultati del Piano d'Azione delle infrastrutture principali identificate, ai sensi dell'Art. 2 c. d del D. Lgs. 194/2005, come «asse stradale principale», quindi con traffico annuo superiore a 3.000.000 di veicoli, gestite dal Comune di Casatenovo (LC).

Secondo quanto stabilito nell'articolo 1, comma 5 del D. Lgs. 194/2005, i piani d'azione devono essere aggiornati ogni 5 anni. Il presente lavoro è relativo alla prima stesura del Piano d'Azione, successivo alla precedente fase di Mappatura Acustica, redatta nel mese di giugno 2018 (di seguito indicata come Mappatura 2018).

Le infrastrutture stradali per le quali viene redatto il presente Piano d'Azione sono quelle elencate nel paragrafo 3.1.

L'incarico, commissionato dal Comune di Casatenovo con in data 20/11/2019 a Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l., è stato svolto dal seguente gruppo di lavoro:

Tabella 1 – Gruppo di lavoro

Ing. Francesco Borchì	N. 7919 Elenco Nazionale dei Tecnici in Acustica (ENTECA)	Responsabile del progetto Direttore Tecnico di Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l.
Dott.ssa Raffaella Bellomini	N. 8043 Elenco Nazionale dei Tecnici in Acustica (ENTECA)	Responsabile Amministrativo e Legale Rappresentante di Vie en.ro.se. Ingegneria S.r.l.
Ing. Andrea Falchi	N. 8084 Elenco Nazionale dei Tecnici in Acustica (ENTECA)	Responsabile della modellistica
Ing. Gianfrancesco Colucci	N. 10653 Elenco Nazionale dei Tecnici in Acustica (ENTECA)	Collaboratore

La consegna è organizzata nelle seguenti sottocartelle di riferimento:

- ✓ CARTELLA PRINCIPALE denominata “IT_a_rd00091”.
- ✓ AP_REPORT contenente:
 - “IT_a_AP_MRoad0091f” report di sintesi del Piano d'Azione
 - “IT_a_AP_MRoad0091_Allegato_1f” mappe acustiche secondo l'indicatore L_{diurno} (6.00-22.00) nella configurazione ante operam;
 - “IT_a_AP_MRoad0091_Allegato_2” mappe acustiche secondo l'indicatore $L_{notturno}$ (22.00-6.00) nella configurazione ante operam;
 - “IT_a_AP_MRoad0091_Allegato_3” mappe acustiche secondo l'indicatore L_{diurno} (6.00-22.00) nella configurazione post operam;
 - “IT_a_AP_MRoad0091_Allegato_4” mappe acustiche secondo l'indicatore $L_{notturno}$ (22.00-6.00) nella configurazione post operam.
- ✓ REPORT_MECHANISM_XLS contenente il “Noise Directive Dataflow 7 and 10 Coverage” per i Piani d'Azione, codificato con NoiseDirectiveDF_7_10_APCoverage_DF_7_10_MRoad.xls.
- ✓ AP_SUMMARY_REPORT contenente:
 - “IT_a_AP_MRoad0091_SummaryReport” sintesi non tecnica del piano d'azione.



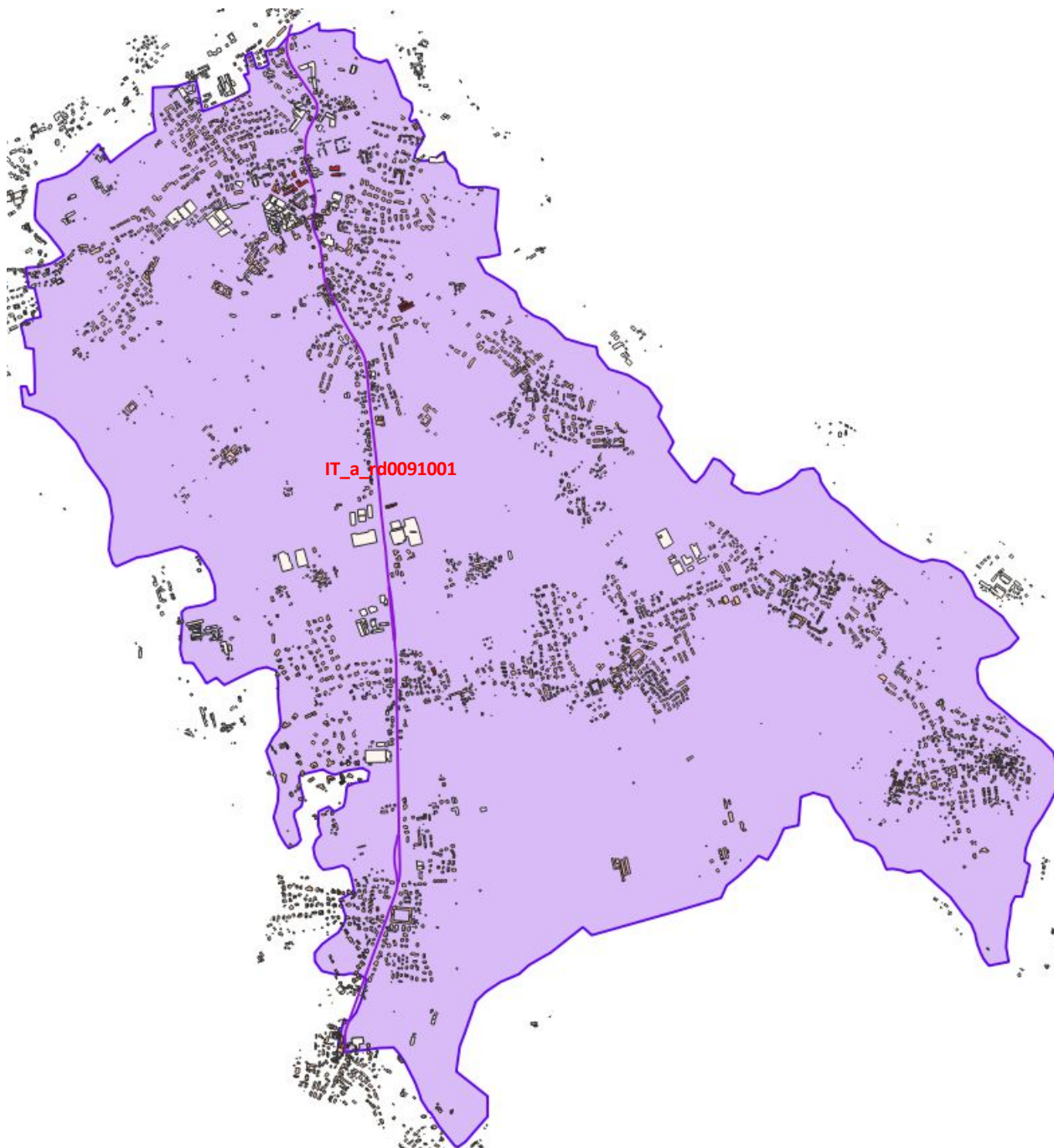
- *"IT_a_AP_MRoad0091_Declaration_SummaryReport"* dichiarazione della data di adozione del piano d'azione.
- *"IT_a_AP_MRoad0091_Webform"* modello riportante le informazioni di sintesi del piano d'azione.



2. DESCRIZIONE DELLA INFRASTRUTTURA STRADALE

Di seguito viene riportato un inquadramento planimetrico, in cui viene evidenziata la posizione della strada oggetto del Piano d'Azione (LCSP051 Strada Provinciale 51, IT_a_rd0091) all'interno del territorio comunale di Casatenovo.

Figura 1 – Localizzazione della LCSP051





Nelle seguenti tabelle è riportata una sintesi delle informazioni principali relativamente all'infrastruttura stradale oggetto del Piano d'Azione, in conformità ai contenuti minimi del Piano d'Azione riportati nell'Allegato 5 del D. Lgs 194/2005 lettera a.

Tabella 2 – Tratti stradali oggetto del Piano d'Azione

CODE DF7_10: IT_a_AP_MRoad0091				
Codice	Nome strada	Flusso annuale di traffico	Lunghezza [Km]	Tipologia di strada (definita secondo Codice della Strada, D.L. n. 285 del 1992)
IT_a_rd0091001	LCSP051 Strada Provinciale 51	7.046.690	5+100	C – Strada extraurbana secondaria
Tratto di competenza: compreso a nord tra il confine con il Comune di Monticello Brianza (LC) e a sud con il confine con il Comune di Camparada (MB)				

Codice	Numero di abitanti presenti nell'area di calcolo (cfr. capitolo 5)	Numero di iscritti a scuole (di ogni ordine e grado) presenti nell'area di calcolo (cfr. capitolo 5)	Numero di posti letto (in ospedali, case di cura/riposo) presenti nell'area di calcolo (cfr. capitolo 5)
IT_a_rd0091001	6.674	1.527	53

Codice	Numero di edifici residenziali presenti nell'area di calcolo (cfr. capitolo 5)	Numero edifici scolastici (di ogni ordine e grado) presenti nell'area di calcolo (cfr. capitolo 5) *	Numero di edifici ospedalieri (ospedali, case di cura/riposo) presenti nell'area di calcolo (cfr. capitolo 5) *
IT_a_rd0091001	1.090	22	8

*: il numero degli edifici di tipologia sensibile è riferito all'effettivo numero di fabbricati attribuibili a tali tipologie, e non al numero di plessi scolastici e ospedalieri presenti in ciascuna area critica.



3. AUTORITÀ COMPETENTE

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

- ✓ autorità: Comune di Casatenovo – SETTORE ECOLOGIA;
- ✓ responsabile del procedimento: Arch. Deborah Riva;
- ✓ indirizzo: Piazza della Repubblica 7 – 23880 Casatenovo (LC);
- ✓ numero di telefono: +39/0399235234;
- ✓ e-mail: servizio.llpp@comune.casatenovo.lc.it



4. CONTESTO GIURIDICO

- ✓ Legge 26 ottobre 1995, n. 447, Legge quadro sull'inquinamento acustico (G.U. n. 254 del 30 ottobre 1995);
- ✓ D.M. Ambiente del 16 marzo 1998, Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U. n. 76 del 01 aprile 1998);
- ✓ D.M. Ambiente del 29 novembre 2000, Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani di intervento di contenimento e abbattimento del rumore (G.U. n. 285 del 06 dicembre 2000);
- ✓ D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142, Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare (G.U. n. 127 del 01 giugno 2004);
- ✓ 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);
- ✓ 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 Europea 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.
- ✓ Piano Comunale di Classificazione Acustica de Comune di Casatenovo.

Inoltre, si è fatto riferimento alla seguente normativa tecnica:

- ✓ Nuove linee guida "Specifiche tecniche per la predisposizione e consegna della documentazione digitale relativa alle mappe acustiche e mappe acustiche strategiche (D. Lgs. 194/05)" emanate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 14-16 Marzo 2017.
- ✓ "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 allegate ai piani" emanate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in data 28/3/2018.
- ✓ Metodi comuni per la valutazione del rumore nell'Unione Europea ("CNOSSOS-EU");
- ✓ Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003 concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità;
- ✓ UNI 11143-1:2005 Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità;
- ✓ UNI 11143-2:2005 Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 2: Rumore stradale;
- ✓ UNI/TR 11326:2009 – Acustica. Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica. Parte 1: Concetti generali;
- ✓ UNI ISO 1996-1: 2010 – Acustica. Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale. Parte 1: Grandezze fondamentali e metodi di valutazione;
- ✓ UNI ISO 1996-2: 2010 – Acustica. Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale. Parte 1: Determinazione dei livelli di rumore ambientale.



5. INDICATORI E VALORI LIMITE

5.1 Indicatori acustici utilizzati

Il Piano d'Azione è stato elaborato mediante la simulazione dei livelli acustici in facciata di ciascun edificio, considerando i ricettori di tipologia residenziali ed i ricettori di tipologia sensibile (ovvero scuole, ospedali, case di cura e di riposo).

Le simulazioni sono state effettuate in corrispondenza di ciascun piano fuori terra di ogni edificio, utilizzando i descrittori acustici previsti dalla legislazione italiana, ovvero:

- ✓ livello $L_{Aeq,diurno}$ in dB(A), valutato nel periodo diurno (6.00 – 22.00);
- ✓ livello $L_{Aeq,notturno}$ in dB(A), valutato nel periodo notturno (22.00 – 6.00).

I risultati delle simulazioni sono stati utilizzati per il confronto con le fasce di esposizione, per la redazione delle mappe acustiche (elaborati grafici) e per il confronto con i valori limite determinati ai sensi della legge 447/1995 e dei suoi decreti applicativi, 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 8.2).

5.2 Definizione dei valori limite

Il D.P.R. 142/2004 definisce l'estensione di una particolare area limitrofa all'infrastruttura stradale, denominata fascia di pertinenza, all'interno della quale i limiti di riferimento vengono stabiliti dallo stesso decreto. Visto che l'infrastruttura Stradale oggetto di Piano d'Azione risulta già entrata in esercizio alla data di emanazione del D.P.R. 142/2004, è classificabile come *“strada esistente e assimilabile”*.

Di seguito viene riportata la tabella dei limiti allegata al D.P.R. 142/2004 relativa alle strade esistenti.

Tabella 3 – Ampiezza delle fasce di pertinenza e limiti di immissione relativi ad infrastrutture stradali esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti).

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	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	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						



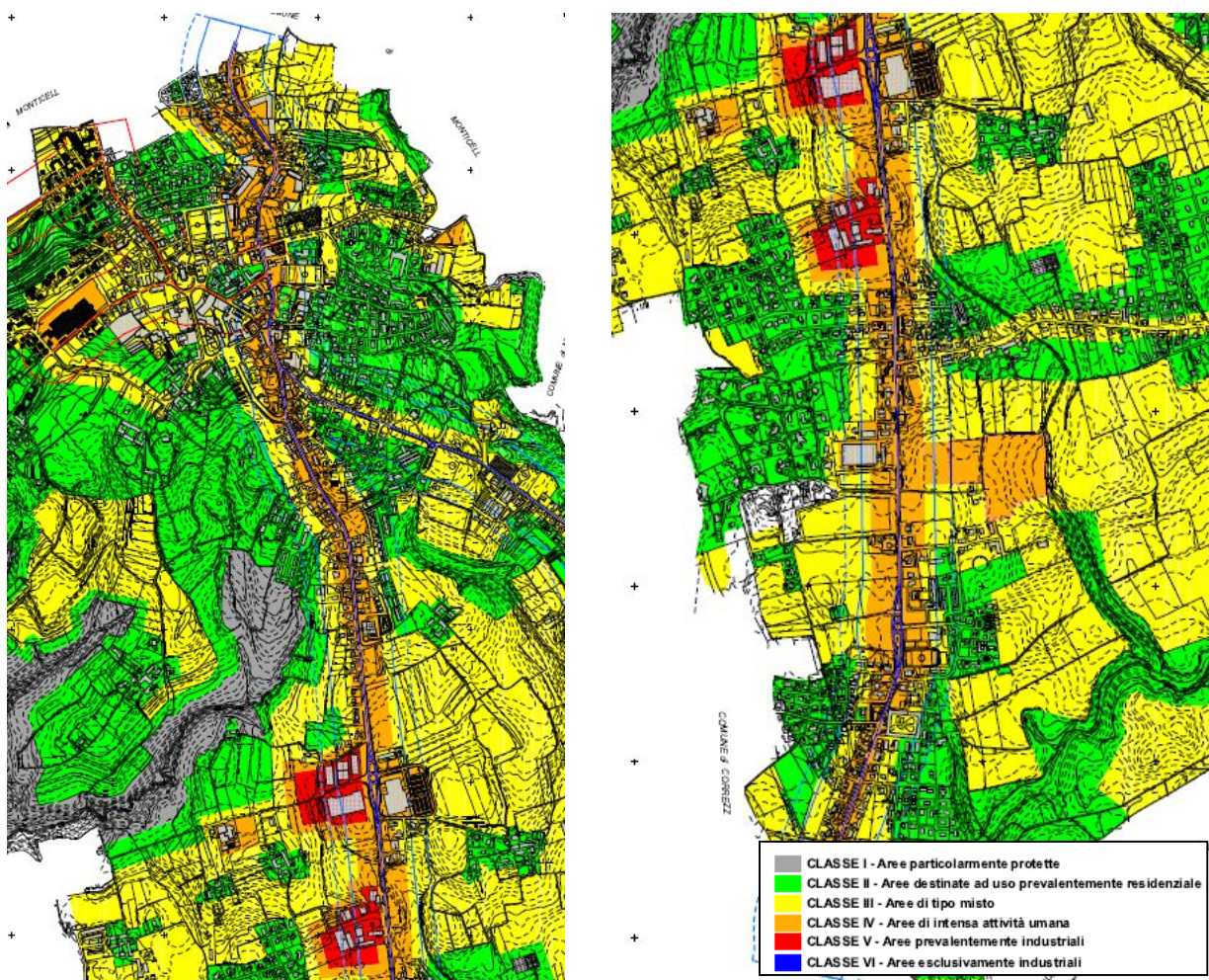
L'estensione della fascia di pertinenza dell'infrastruttura ed i limiti ad essa relativi sono definiti in base alla tipologia di strada, che nel caso in questione è una extraurbana secondaria a carreggiate non separate (Cb): i relativi limiti di riferimento sono evidenziati nella precedente tabella con colorazione arancione.

Inoltre, all'esterno della fascia di pertinenza stradale, il rumore prodotto dall'infrastruttura deve essere confrontato con i limiti di riferimento determinati dal Piano Comunale di Classificazione Acustica, riportati nella seguente tabella. Nella successiva figura sono invece riportato un estratto del P.C.C.A. di Casatenovo nella zona di interesse.

Tabella 4 – Indicazioni dei valori limite indicati dalla Tabella C allegata al D.P.C.M. 14/11/1997

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	TEMPI DI RIFERIMENTO	
	L _{Aeq,diurno} dB(A)	L _{Aeq,notturno} dB(A)
Valori Limite Assoluti di Immissione - L _{eq} In dB (A)		
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Figura 2 – P.C.C.A. del Comune di Casatenovo





È stata pertanto seguita una procedura finalizzata all'attribuzione dei limiti acustici sopra riportati: per la valutazione dei superamenti e per la quantificazione degli esposti, i limiti vengono assegnati a tutti gli edifici presenti all'intero dell'area di calcolo.

5.3 Definizione delle aree di calcolo

Le simulazioni di rumore sono state effettuate all'interno di un'area di calcolo corrispondente ad una fascia territoriale di ampiezza raddoppiata rispetto a quella definita come "di pertinenza".

Nel caso specifico, è stata quindi considerata un'area di calcolo di ampiezza pari a 300 m per ciascun lato dell'infrastruttura oggetto di Piano d'Azione.

Questa scelta è stata fatta al fine di considerare gli edifici corrispondenti ai ricettori sensibili, che ricadono in una area potenzialmente impattata dalla rumorosità prodotta dall'esercizio delle infrastrutture in questione (tale scelta è in linea con quanto richiesto dal D.P.R. 142/2004).



6. IL MODELLO DI SIMULAZIONE ACUSTICA

6.1 Base dati per la modellazione

La base dati territoriale per la costruzione del modello acustico di simulazione del rumore è costituita dai seguenti elementi:

- ✓ dati per la costruzione del modello del terreno;
- ✓ dati per la modellazione degli edifici;
- ✓ dati relativi alla caratterizzazione della sorgente acustica “traffico stradale”;
- ✓ dati relativi alla popolazione.

I dati di input per la costruzione del modello di propagazione sono stati reperiti dal geoportale della Regione Lombardia, dal cui sito internet è possibile effettuare il download dei dati geografici in formato shapefile.

6.2 Modello digitale del terreno

Il DGM (Digital Terrain Model) è una rappresentazione numerica tridimensionale del territorio, effettuata mediante triangolazione dei dati territoriali di input dal modello di simulazione.

Relativamente alla costruzione della base territoriale su cui sono state effettuate le simulazioni acustiche, sono stati reperiti i seguenti dati di input,:

- ✓ CURVE DI LIVELLO: copertura di tipo lineare contenente le curve di livello definite nella base cartografica. Queste riportano l'altezza assoluta sul livello del mare con passo relativo di 10 m (2 m nel caso di scala 1:2000);
- ✓ PUNTI QUOTA: copertura di tipo puntuale contenente i punti quota definiti nella base cartografica. Questi riportano l'altezza assoluta sul livello del mare.

6.3 Modellazione degli edifici

Il tematismo dell'edificato riveste nel modello acustico molteplici funzioni. Infatti, i principali schermi alla propagazione sonora sono proprio gli edifici che, oltre a costituire una superficie riflettente, sono anche gli elementi ricettori sulle cui facciate viene eseguito il calcolo della propagazione acustica.

Per quanto riguarda la funzione schermante si è ritenuto opportuno inserire nel modello tutti gli edifici cartografati all'interno delle sezioni censuarie che intersecano le fasce di pertinenza stradale dell'infrastruttura oggetto di piano d'azione.

I dati di input reperiti sono stati utilizzati per effettuare la ripartizione di tutti gli edifici presenti nelle aree di calcolo nelle seguenti tipologie:

- ✓ edifici residenziali, sui quali è stato effettuato il calcolo dei valori acustici in facciata;
- ✓ edifici sensibili scolastici (scuole di ogni ordine e grado);
- ✓ edifici sensibili sanitari (ospedali, case di cura e di riposo);
- ✓ edifici appartenenti a qualsiasi altra tipologia (rurali, industriali, di culto, ruderi, box, baracche ecc.).

Ciascun edificio è stato quindi contrassegnato con un codice identificativo univoco, ed è stata assegnata l'altezza di gronda nonché il numero di residenti (solo per quelli residenziali, secondo la procedura descritta nel seguente paragrafo).



6.4 Dato di popolazione

Il dato di popolazione da assegnare a ciascun edificio di tipologia residenziale è stato determinato facendo riferimento ai dati di popolazione del censimento ISTAT 2011. In particolare, partendo dal dato di popolazione della sezione di censimento, gli abitanti sono stati assegnati al singolo edificio residenziale in proporzione al volume dell'edificio stesso rispetto al volume complessivo di tutti gli edifici residenziali appartenenti a quella sezione. La procedura di assegnazione degli utenti è stata effettuata anche per i ricettori scolastici e per i ricettori sanitari presenti all'interno delle aree di calcolo definite nel paragrafo 5.3. In particolare, è stato assegnato:

- ✓ il numero di studenti iscritti (anno scolastico 2019/2020):
 - Asilo Nido Cascina Levada (Via Cascina Levada): 130
 - Scuola dell'Infanzia Valaperta (Via Dante 52): 108
 - Scuola dell'Infanzia Giovenzana (Via Giovenzana): 123
 - Scuola dell'Infanzia SS. Angeli (Via S. Gaetano): 71
 - Scuola dell'Infanzia Marzorati (Corte Caspani): 30
 - Scuola dell'Infanzia S. Giuseppe (Via della Somaglia): 35
 - Scuola Primaria Capoluogo (Via Giovenzana): 197
 - Scuola Primaria Bracchi (Via Dante 30): 89
 - Scuola Primaria Cascina Crotta (Via Crotta): 111
 - Scuola Primaria Cascina GRASSI (Via Belvedere 3): 143
 - Scuola Secondaria di Primo Grado (Via S. Giacomo 20): 284
 - Scuola statale - Istituto Professionale Graziella Fumagalli (Via della Misericordia): 604
- ✓ Il numero di posti letto relativo a edificio sanitario selezionato:
 - Casa di riposo Maria Monzini (Via Manzoni 26): 53.

6.5 Sorgente "traffico stradale"

La sorgente di rumore "traffico stradale" è stata desunta dal grafo della infrastruttura reperito dal Geoportale. L'elemento stradale è composto da un arco viario, posto sulla mezzzeria della strada.

I dati di input per la caratterizzazione dell'emissione sonora (composizione dei flussi di traffico suddivisi nelle 5 categorie di veicoli previsti dalla vigente normativa, velocità media dei veicoli, tipologia di pavimentazione stradale, tipologia di flusso) sono stati definiti ed inseriti mediante la procedura descritta nel successivo paragrafo 6.8.

6.6 Programmi di contenimento del rumore già attuati e misure antirumore in atto

Asfalto

Non presenti.

Barriere antirumore

Non presenti.

Interventi diretti al ricettore

Scuola Primaria Capoluogo (Via Giovenzana): presenza di infissi in vetro camera.



6.7 Software e standard di calcolo utilizzati

La valutazione dei livelli sonori è stata condotta mediante il software di calcolo SoundPLAN vers. 7.1.

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 e le impostazioni acustiche e di calcolo adottate sono le seguenti:

- ✓ standard di calcolo CNOSSOS, riportato nella Direttiva (UE) 996/2015;
- ✓ ordine di riflessione pari a 2;
- ✓ massimo raggio di ricerca 2000 m (raggio sufficiente per la simulazione nella fascia di interesse);
- ✓ distanza di ricerca intorno a ciascun punto ricettore considerata nel calcolo pari a 500 m;
- ✓ massima distanza delle riflessioni dal ricettore pari a 500 m;
- ✓ massima distanza di riflessione dalla sorgente pari a 200 m;
- ✓ fattore suolo G:
 - pari a 0.5 per tutte le aree comprese all'interno di ambiti urbani e/o industriali;
 - pari a 0.8 per tutte le altre aree (campi, zone rurali, zone fluviali, boschi ecc.);
- ✓ coefficiente di riflessione di facciata pari a 0,8 (corrispondente ad una perdita di riflessione di 1 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:

- ✓ I descrittori acustici previsti dalla legislazione italiana:
 - livello $L_{Aeq,diurno}$ in dB(A), valutato nel periodo diurno (6.00 – 22.00);
 - livello $L_{Aeq,notturno}$ in dB(A), valutato nel periodo notturno (22.00 – 6.00).

Come previsto dalla citata Direttiva Europea, sono state utilizzate 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 e di tipologia



sensibile (scuole, ospedali, case di riposo, case di cura) 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 in corrispondenza di tutti i piani degli edifici di calcolo, considerando 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 all'interno dell'area di calcolo. La griglia di punti è stata utilizzata come base per la produzione delle mappe acustiche allegate.

6.8 Caratterizzazione acustica della sorgente "traffico stradale"

Sono state adottate le seguenti ipotesi relative alla modellazione della sorgente acustica specifica:

- ✓ si considera un'unica linea sorgente posta al centro della carreggiata;
- ✓ la tipologia del flusso di traffico viene assegnata come "fluido continuo" su tutti gli archi del grafo;
- ✓ la pendenza del tracciato viene considerata direttamente dal software sulla base della pendenza effettiva dei singoli tratti della linea sorgente;
- ✓ per quanto riguarda la superficie stradale, sono stati acquisiti i dati relativi alla tipologia di asfalto: dal momento che in tutti i tratti oggetto di mappatura è sempre presente asfalto di tipo poroso, è stata considerata la correzione prevista nel software di simulazione per tale tipologia di sottofondo stradale;
- ✓ i dati di traffico medi orari utilizzati per le simulazioni sono stati desunti dalla Mappatura Acustica 2018, ed associati alle seguenti categorie (con le relative velocità medie di percorrenza) secondo quanto definito dalla direttiva 2015/996/UE:
 - 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).

Per quanto riguarda la categoria 4, la Direttiva prevederebbe una suddivisione nelle categorie 4a e 4b. Tuttavia, in base ai dati di traffico a disposizione, non è risultato possibile fare questa distinzione. È stato quindi assunto che la totalità dei veicoli a due ruote fosse riconducibile alla categoria 4a. Tale assunzione comporta livelli di emissione simili o in leggera sovrastima per velocità media tipiche dell'ambito urbano, a 30 km/h (+0.2 dBA), a 40 km/h (+1.0 dBA), a 50 km/h (+1.8 dBA). La sovrastima risulta significativa >2 dBA per velocità superiori a 50 km/h comunque caratteristiche di infrastrutture extraurbane dove la percentuale di motoveicoli risulta trascurabile.



7. SINTESI DEI RISULTATI DELLA MAPPATURA ACUSTICA (ANTE-OPERAM)

I risultati sono forniti secondo quanto richiesto ai sensi degli Allegati IV e VI della Direttiva Europea

I risultati sono forniti secondo quanto richiesto ai sensi degli Allegati IV e VI della Direttiva Europea 2002/49/CE (recepitata dal D. Lgs 194/2005); vengono 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.

Nelle tabelle che seguono si riportano i valori numerici che individuano la percentuale di popolazione e edifici esposta al rumore stradale considerando gli indicatori europei L_{den} e L_{night} .

Per l'indicatore L_{den} sono state utilizzate le seguenti fasce di esposizione al rumore stradale prodotto dai transiti dei mezzi:

- ✓ $50 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 55 \text{ dB(A)}$;
- ✓ $55 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 60 \text{ dB(A)}$;
- ✓ $60 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 65 \text{ dB(A)}$;
- ✓ $64 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 70 \text{ dB(A)}$;
- ✓ $70 \text{ dB(A)} \leq L_{den} < 75 \text{ dB(A)}$;
- ✓ $L_{den} \geq 75 \text{ dB(A)}$.

Per l'indicatore L_{night} sono state utilizzate le seguenti fasce di esposizione al rumore stradale prodotto dai transiti dei mezzi:

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

Tabella 5 – Numero e percentuale di abitanti esposti al rumore stradale

LCSP051 Strada Provinciale 51 IT_a_rd0091001			
L_{den} [dB(A)]	Numero di abitanti arrotondato al centinaio	L_{night} [dB(A)]	Numero di abitanti arrotondato al centinaio
50-54	0	45-49	0
55-59	1.200	50-54	1.800
60-64	1.000	55-59	700
65-69	1.400	60-64	1.500
70-74	800	65-69	400
≥ 75	100	≥ 70	0



8. IL PIANO D'AZIONE

8.1 Aree critiche

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.

Alla base delle procedure da mettere in atto per la redazione del Piano d'Azione c'è pertanto 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. Queste vengono pertanto individuate mediante la combinazione di diversi aspetti:

- ✓ Ricettori residenziali e sensibili che evidenziano un superamento dei limiti previsti dalla vigente normativa, sulla base dei risultati della configurazione ante-operam, ovvero nello scenario riferito alla situazione attuale.
- ✓ Individuazione delle aree ad elevata densità di popolazione residente, o attribuibile ad edifici di tipologia sensibile.
- ✓ Individuazione delle sorgenti che determinano il superamento e che vengono definite "sorgenti critiche".

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.

La procedura di individuazione delle aree critiche viene effettuata seguendo una procedura che prevede un approccio geometrico semplificato per individuare le aree con superamento intorno alle infrastrutture lineari, adottando la rappresentazione di sorgente rettilinea e condizioni di propagazione in campo libero.

Di seguito viene descritta per punti la procedura utilizzata.

- ✓ I livelli acustici simulati sono stati confrontati con i limiti stabiliti (cfr. paragrafo 5.2) per individuare gli edifici ricettori che evidenziano un superamento rispetto a tali limiti.
- ✓ Selezione dei ricettori di tipologia residenziale e sensibile sanitaria con superamento notturno.
- ✓ Selezione dei ricettori di tipologia sensibile scolastica con superamento diurno.
- ✓ Definizione di un'area circolare di raggio pari a 50 m attorno a ciascun edificio, selezionato come ai precedenti punti.
- ✓ Accorpamento delle aree circolari contigue tra loro, per la definizione di zone di superamento centrate sugli assi delle infrastrutture stesse.
- ✓ Identificazione di eventuali ricettori isolati, nel caso in cui non si fosse ravvisata una sovrapposizione tra i buffer.
- ✓ Revisione puntuale delle aree accorpate: alcune aree vengono ulteriormente accorpate in base ad un'analisi delle aree proposte. Ad esempio, tratti di stesa di pavimentazione a bassa rumorosità vicini tra di loro ma appartenenti a diverse aree critiche, vengono riferiti alla stessa area critica, al fine di proporre tratti più lunghi ma continui di riasfaltatura. Di contro, le situazioni di buffer derivanti da singoli ricettori isolati, vengono escluse dalla definizione delle aree critiche in quanto si è ritenuto non economicamente sostenibile proporre interventi di mitigazione acustica incentrati su singole criticità.



- ✓ Definizione delle aree critiche come proiezione delle aree accorpate sulle aree di calcolo (ovvero, una porzione territoriale di larghezza pari a 300 m per ciascun lato della strada oggetto di calcolo).
- ✓ Infine, una volta identificate e perimetrate le aree critiche, vengono definite le “sorgenti critiche”, come la porzione di infrastruttura che incide in misura rilevante sul ricettore: questa viene ricavata geometricamente dall’intersezione fra la linea sorgente e la relativa area critica.

Le aree critiche vengono riepilogate nella seguente tabella, riportando per ciascuna di esse le caratteristiche descrittive principali:

- ✓ codice identificativo univoco di ciascuna area critica;
- ✓ codice identificativo univoco di tutti gli interventi di mitigazione acustica previsti per ciascuna area critica;
- ✓ numero di popolazione presente nell’area critica, suddivisa tra:
 - abitanti attribuiti agli edifici di tipologia residenziale;
 - numero di iscritti attribuiti agli edifici di tipologia scolastica;
 - numero di posti letto attribuiti agli edifici di tipologia sanitaria (ospedali, case di cura, case di riposo);
- ✓ numero di edifici presenti in ciascuna area critica, suddivisi tra:
 - edifici residenziali;
 - edifici scolastici di ogni ordine e grado;
 - edifici sanitari (ospedali, case di cura, case di riposo).

Tabella 6 – Aree critiche

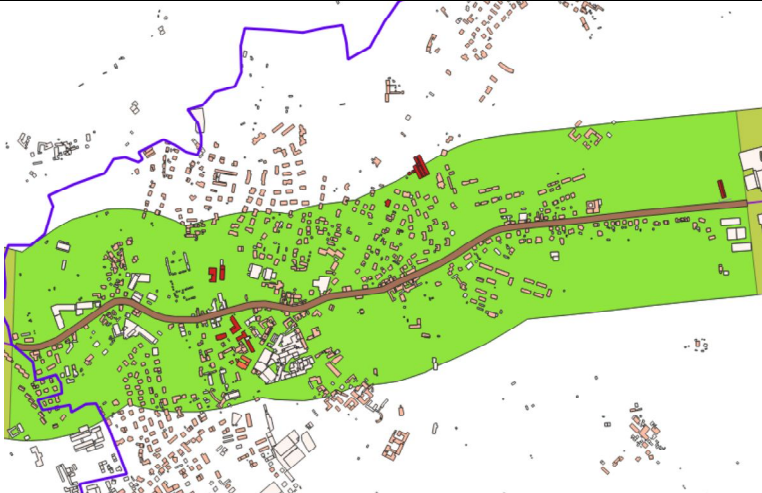
ID infrastruttura	Nome strada	ID Area critica	POPOLAZIONE			EDIFICI		
			Residenti	Isritti	Posti letto	Residenz.	Scolastici *	Sanitari *
IT_a_rd0091001	LCSP051 Strada Provinciale 51	IT_a_rd0091001_001	3.028	1.349	53	1.133	18	8
IT_a_rd0091001	LCSP051 Strada Provinciale 51	IT_a_rd0091001_001	374	143	0	250	2	0
IT_a_rd0091001	LCSP051 Strada Provinciale 51	IT_a_rd0091001_001	1.543	35	0	499	2	0

*: il numero degli edifici di tipologia sensibile è riferito all’effettivo numero di fabbricati attribuibili a tali tipologie, e non al numero di plessi scolastici e ospedalieri presenti in ciascuna area critica (ad esempio, nell’area critica IT_a_rd0091001_001 sono presenti 3 plessi scolastici, corrispondenti alla Scuola Primaria e alla Scuola Secondaria di I grado Capoluogo e all’Istituto Professionale “Graziella Fumagalli”, composti da un numero totale di fabbricati pari a 18).

Nella seguente tabella sono riportate le planimetrie delle aree oggetto del Piano d’Azione, con l’indicazione delle due aree critiche definite.



Tabella 7 – Inquadramento delle aree critiche

AREA CRITICA: IT_a_rd0091001_001	
	Nome strada: LCSP051 Strada Provinciale 51 Codice identificativo della strada: IT_a_rd0091001 Comune: Casatenovo (LC) Località: capoluogo Residenti: 3.028 Iscritti a scuole: 1.349 Posti letto: 53 Residenti con superamento DIURNO: 577 Iscritti a scuole con superamento DIURNO: 954 Posti letto con superamento DIURNO: 0 Residenti con superamento NOTTURNO: 1.073 Posti letto con superamento NOTTURNO: 0 Ipotesi di interventi: asf_01 Indice di priorità dell'area: 10.543,5
AREA CRITICA: IT_a_rd0091001_002	
	Nome strada: LCSP051 Strada Provinciale 51 Codice identificativo della strada: IT_a_rd0091001 Comune: Casatenovo (LC) Località: Rimoldo Residenti: 517 Iscritti a scuole: 143 Posti letto: 0 Residenti con superamento DIURNO: 51 Iscritti a scuole con superamento DIURNO: 0 Residenti con superamento NOTTURNO: 143 Ipotesi di interventi: asf_02 Indice di priorità dell'area: 430,9



AREA CRITICA: IT_a_rd0091001_003



Nome strada: LCSP051 Strada Provinciale 51
Codice identificativo della strada: IT_a_rd0091001
Comune: Casatenovo (LC)
Località: Campofiorengo
Residenti: 1.539
Iscritti a scuole: 35
Posti letto: 0
Residenti con superamento DIURNO: 278
Iscritti a scuole con superamento DIURNO: 35
Residenti con superamento NOTTURNO: 464
Ipotesi di interventi: asf_03
Indice di priorità dell'area: 1.642,2



8.2 Interventi

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.

La scelta seguita è stata quella di predisporre interventi di mitigazione acustica della seguente tipologia:

- ✓ **Interventi diretti alla sorgente (stesa di asfalti a bassa rumorosità):** in questo caso sono state valutate prioritariamente le soluzioni proposte dal “Progetto Leopoldo”, i cui risultati sono stati recepiti dalla Regione Toscana con la Delibera della Giunta Regionale n.157-2013 del 11/03/2013. Viene fatto riferimento alla tipologia “DENSE GRADED A TESSITURA OTTIMIZZATA”, che garantisce risultati di 3-4 dB(A) in termini di abbattimento acustico ed una efficacia nel tempo di circa 5 anni dalla stesa.

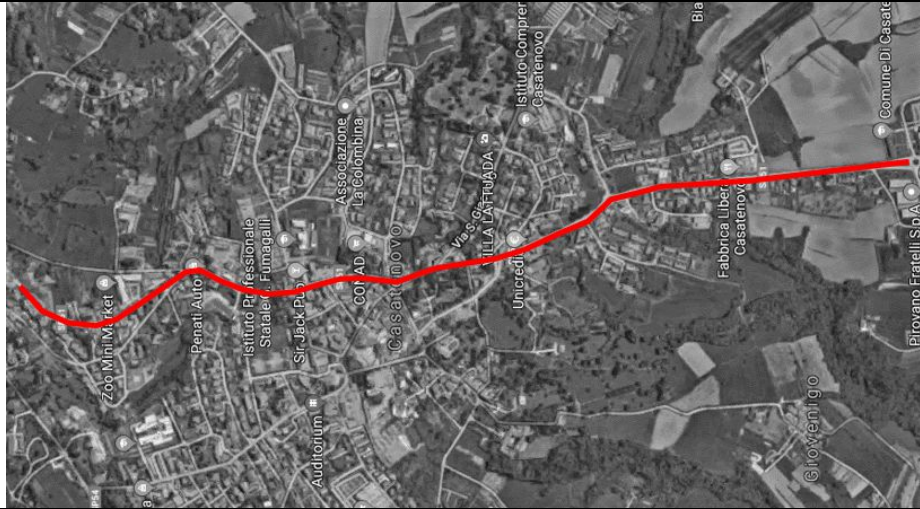
Inoltre, pur essendo presente un’evidente criticità acustica in corrispondenza della Scuola Primaria Capoluogo, ubicata in Via Giovenzana ma con affaccio diretto di due facciate sulla LCSP051, non vengono proposti interventi di mitigazione acustica per le seguenti ragioni:

- ✓ allo stato attuale sono presenti infissi in vetro camera di recente installazione su tutte le finestre dell’edificio;
- ✓ non sono presenti aule con destinazione didattica con affaccio diretto sulla LCSP051, ma solo un ufficio (attualmente utilizzato come bidelleria al piano rialzato) e la finestre della palestra e della mensa, peraltro arretrate dalla presenza del cortile;
- ✓ l’installazione di barriere antirumore non è praticabile, data la presenza di beni architettonici sottoposti a vincolo e anche dall’assenza di un resede scolastico sulla porzione di piazzale di pertinenza rivolto verso la LCSP051 che al contrario è occupato da un parcheggio.

Nella seguente tabella vengono riepilogati gli interventi di mitigazione acustica.



Tabella 8 – Interventi

INTERVENTO: asf_01		
	Codice identificativo della strada: IT_a_rd0091001 Codice identificativo dell'area critica: IT_a_rd0091001_001 Tipologia di intervento: stesa di asfalto a bassa rumorosità Ricettori di riferimento: edifici residenziali e scolastici Dimensionamento dell'intervento: L = 2.500 m, S = 12.500 m² Tratto: da confine comunale tra Casatenovo e Monticello Brianza a rotonda Via San Francesco d'Assisi Residenti con superamento DIURNO, dopo la realizzazione degli interventi: 204 Iscritti a scuole con superamento DIURNO, dopo la realizzazione degli interventi: 831 Residenti con superamento NOTTURNO, dopo la realizzazione degli interventi: 472 Indice di Priorità: 10.543,5	
INTERVENTO: asf_02		
	Codice identificativo della strada: IT_a_rd0091001 Codice identificativo dell'area critica: IT_a_rd0091001_0012 Tipologia di intervento: stesa di asfalto a bassa rumorosità Ricettori di riferimento: edifici residenziali Dimensionamento dell'intervento: L = 480 m, S = 2.400 m² Tratto: da intersezione con Via Belvedere a rotonda Via Alcide De Gasperi/Via Sant'Anna Residenti con superamento DIURNO, dopo la realizzazione degli interventi: 7 Residenti con superamento NOTTURNO, dopo la realizzazione degli interventi: 58 Indice di Priorità: 430,9	



INTERVENTO: asf_03



Codice identificativo della strada: IT_a_rd0091001

Codice identificativo dell'area critica: IT_a_rd0091001_003

Tipologia di intervento: stesa di asfalto a bassa rumorosità

Ricettori di riferimento: edifici residenziali

Dimensionamento dell'intervento: L = 890 m, S = 4.450 m²

Tratto: da rotatoria con Via Don Consonni a confine comunale tra Casatenovo e Camparada

Residenti con superamento DIURNO, dopo la realizzazione degli interventi: 27

Iscritti a scuole con superamento DIURNO, dopo la realizzazione degli interventi: 35

Residenti con superamento NOTTURNO, dopo la realizzazione degli interventi: 230

Indice di Priorità: 1.642,2



8.3 Indice di priorità

Per ciascuno degli interventi di mitigazione proposti è stato calcolato il relativo indice di priorità, ai sensi del D.M. Ambiente 29/11/2000. Il valore di tale indice è stato definito, per ciascuno dei ricettori presenti nell'area di calcolo, utilizzando il seguente algoritmo:

$$IP_i = R_i * S_i * C_i$$

dove:

- ✓ R_i : numero di persone residenti attribuite al ricettore di tipologia residenziale, o numero di persone attribuite al ricettore di tipologia sensibile (studenti per gli edifici scolastici e numero di posti letto per quelli ospedalieri);
- ✓ S_i : massimo superamento ottenuto nei periodi di riferimento diurno e/o notturno per ciascun edificio;
- ✓ C_i : coefficiente moltiplicativo (pari a: 1 per gli edifici residenziali, 3 per gli edifici scolastici, 4 per gli edifici ospedalieri e le case di cura).

L'indice di priorità IP relativo attribuito a ciascun intervento di mitigazione acustica è dato pertanto dalla sommatoria di tutti i singoli indici di priorità IP_i relativi agli edifici che ricadono nell'area specifica.

Nella seguente tabella viene riportato il valore dell'indice di priorità per ciascuno degli interventi di mitigazione proposti nel presente Piano d'Azione.

Tabella 9 – Indice di priorità delle aree critiche

ID AREA CRITICA	CODICE INTERVENTO	IP intervento
IT_a_rd0091001_001	asf_01	10.543,5
IT_a_rd0091001_002	asf_02	430,9
IT_a_rd0091001_003	asf_03	1.642,2

8.4 Valutazione dei vincoli ambientali

Nel presente paragrafo, gli interventi del Piano d'Azione vengono valutati dal punto di vista dell'impatto ambientale atteso dalla loro realizzazione e messa in opera.

Il paragrafo è finalizzato alla verifica dell'assoggettabilità a VAS (Valutazione Ambientale Strategica) del Piano d'Azione.

Nel Piano presente sono stati considerati unicamente interventi di rifacimento del manto stradale in corrispondenza di 3 distinti tratti di infrastruttura stradale, e consistenti nella stesa di nuovo asfalto a bassa rumorosità.

Effetti negativi, per quanto riguarda questa tipologia di interventi, possono eventualmente concretizzarsi in fase di cantiere, ovvero per una durata limitata nel tempo, e non risultano impatti ambientali significativi, ad eccezione della riduzione dell'inquinamento acustico. In generale si evidenzia come questa tipologia di intervento abbiano impatto positivo sulla componente acustica, riducendo il rumore prodotto dall'infrastruttura. Invece, per quanto riguarda le altre componenti ambientali l'impatto è da considerarsi certamente non significativo. In particolare, per quanto riguarda la fase di realizzazione delle pavimentazioni, le emulsioni bituminose verranno realizzate con tecnologie a freddo, al fine di minimizzare eventuali problematiche inerenti alla dispersione di sostanze volatili nell'area durante le fasi di cantierizzazione.



La rilevanza degli effetti prodotti dal Piano viene determinata dagli effetti diretti prodotti dalle azioni, dalle caratteristiche delle aree interessate dagli interventi e dalla durata degli impatti generati. Nella seguente tabella, per ciascun intervento, vengono individuati gli impatti indotti dalla loro realizzazione (unicamente nella fase di esercizio), sulle diverse componenti ambientali utilizzando il simbolo “+” nel caso di effetti positivi, ed il simbolo “-” per quelli negativi. Il numero di simboli utilizzati indica invece la rilevanza dell’impatto: ad esempio un solo simbolo indica che l’impatto, seppur presente, è ritenuto non significativo.

Tabella 10 – Impatti indotti dagli interventi del Piano d’Azione

Codice Intervento	Tipologia di Intervento	Aria	Acqua	Suolo	Biodiversità	Paesaggio	Salute	Sicurezza
asf_01	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	++					+++	+
asf_02	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	++					+++	+
asf_03	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	++					+++	+

9. SINTESI DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE (ANTE-OPERAM)

Di seguito vengono riepilogate le informazioni delle aree critiche appartenenti all'infrastruttura stradale in questione, in termini di:

- ✓ Codice identificativo dell'area critica e dell'infrastruttura.
- ✓ popolazione analizzata (residenti, alunni o numero di posti letto).
- ✓ numero di edifici analizzati (edifici residenziali, scolastici e con funzione sanitaria).
- ✓ valori massimi degli indicatori acustici $L_{Aeq,diurno}$ e $L_{Aeq,notturmo}$ ante-operam.
- ✓ conteggio della popolazione esposta a livelli $L_{Aeq,diurno}$ e $L_{Aeq,notturmo}$ superiori ai valori limite, derivanti dai risultati delle simulazioni ante-operam.

Tabella 11 – Risultati delle simulazioni ante-operam

ID infrastruttura	ID Area critica	Popolazione residente nell' area critica	Numero di iscritti alle scuole presenti nell' area critica	Numero di posti letto nei sanitari presenti nell' area critica	Numero di edifici residenziali nell' area critica	Numero di edifici scolastici nell' area critica	Numero di edifici sanitari nell' area critica	Popolazione esposta a valori di $L_{Aeq,diurno}$ superiore ai valori limite	Popolazione esposta a valori di $L_{Aeq,notturmo}$ superiore ai valori limite
IT_a_rd0091001	IT_a_rd0091001_001	3.028	1.349	53	1.133	18	8	1.531	1.073
IT_a_rd0091001	IT_a_rd0091001_002	374	143	0	250	2	0	51	143
IT_a_rd0091001	IT_a_rd0091001_003	1.543	35	0	499	2	0	313	464

10. SINTESI DEI RISULTATI DEL PIANO D'AZIONE (POST-OPERAM)

Utilizzando il modello di simulazione descritto nel capitolo 6 del presente report, nel quale sono stati inseriti gli interventi di mitigazione acustica descritti nel paragrafo 7.3, le simulazioni sono state ripetute nella configurazione post-operam.

In questo capitolo vengono riportati ed analizzati i risultati del Piano d'Azione. Questi vengono forniti secondo quanto richiesto ai sensi dell'articolo 1, lettera f, Allegato 5 del D. Lgs. 194/2005, per la fase post-operam e di valutazione del beneficio degli interventi.

10.1 Risultati per area critica

Nella seguente tabella vengono esplicitati i seguenti risultati:

- ✓ Codice identificativo dell'infrastruttura e dell'area critica.
- ✓ Interventi previsti nell'area critica.
- ✓ quantificazione del numero degli esposti a livelli acustici superiori ai limiti nel periodo diurno e notturno, per ciascuna area critica, nella fase ante-operam e post-operam.

A seguito della individuazione degli interventi di mitigazione acustica, per ogni area critica esaminata viene effettuata una stima dei benefici attesi in termini di riduzione dei livelli massimi in facciata e di popolazione esposta.

Tabella 12 – Risultati delle simulazioni ante e post-operam

ID infrastruttura	ID Area critica	Interventi previsti nell'area critica	Popolazione esposta a valori di $L_{Aeq,diurno}$ superiore ai valori limite			Popolazione esposta a valori di $L_{Aeq,notturno}$ superiore ai valori limite		
			ante operam	post operam	confronto	ante operam	post operam	confronto
IT_a_rd0091001	IT_a_rd0091001_001	asf_01	1.531	1.035	-496	1.073	472	-601
IT_a_rd0091001	IT_a_rd0091001_001	asf_02	51	7	-44	143	58	-85
IT_a_rd0091001	IT_a_rd0091001_001	asf_03	313	62	-251	464	230	-234

10.2 Intervalli di esposizione

Di seguito viene riportata la stima del numero assoluto e percentuale di popolazione esposte agli intervalli, per il periodo di riferimento diurno (indicatore acustico $L_{Aeq,diurno}$) e per il periodo di riferimento notturno (indicatore acustico $L_{Aeq,notturno}$).

Diversamente a quanto riportato per i risultati della mappatura acustica, i dati che seguono sono relativi al numero totale di esposti (residenti + iscritti a scuole + numero di posti letto negli ospedali).

Inoltre, per quanto riguarda l'analisi nel periodo di riferimento notturno, non viene fatto riferimento agli edifici scolastici ed ai relativi alunni iscritti, stante l'orario di attività delle strutture stesse.



Tabella 13 – Intervalli di esposizione (area critica IT_rd01091001_001)

L _{Aeq,diurno} [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<55	2.467	55,7	2.914	65,8
55-60	522	11,8	334	7,5
60-65	424	9,6	573	12,9
65-70	475	10,7	404	9,1
70-75	459	10,4	205	4,6
>=75	83	1,9	0	0,0
TOTALE	4.430	100,0	4.430	100,0
L _{Aeq,notturno} [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<50	1.613	52,4	1.938	62,9
50-55	380	12,3	353	11,5
55-60	389	12,6	353	11,5
60-65	414	13,4	388	12,6
65-70	254	8,2	49	1,6
>=70	31	1,0	0	0,0
TOTALE	3.081	100,0	3.081	100,0

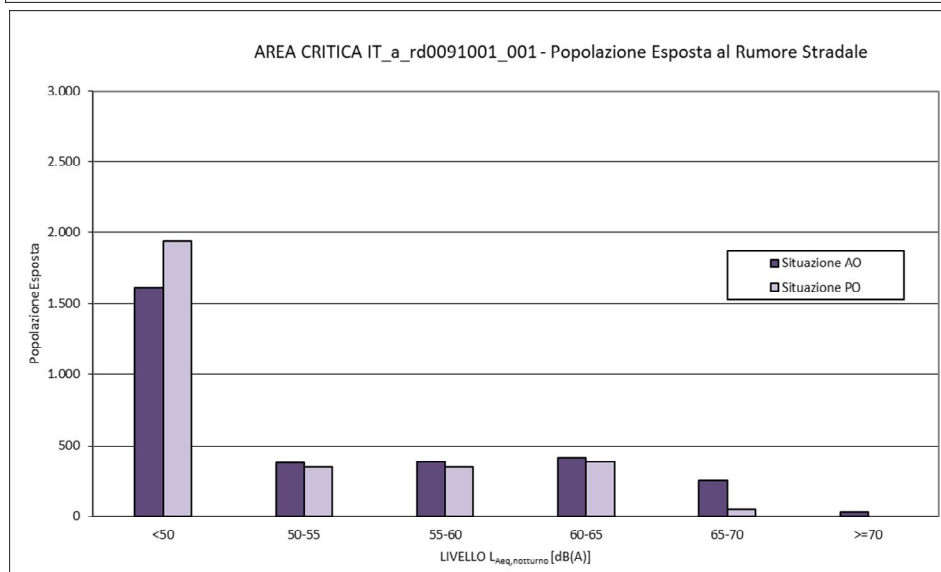
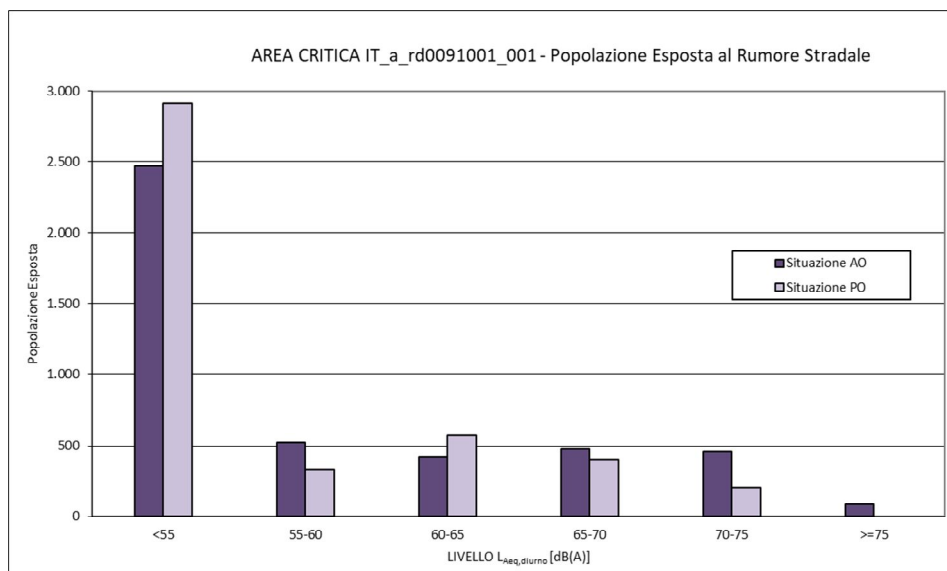




Tabella 14 – Intervalli di esposizione (area critica IT_rd01091001_002)

L _{Aeq,diurno} [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<55	286	55,3	361	69,8
55-60	97	18,8	47	9,1
60-65	25	4,8	36	7,0
65-70	62	12,0	66	12,8
70-75	47	9,1	7	1,4
>=75	0	0,0	0	0,0
TOTALE	517	100,0	517	100,0
L _{Aeq,notturno} [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<50	128	34,2	238	63,6
50-55	129	34,5	37	9,9
55-60	18	4,8	70	18,7
60-65	70	18,7	29	7,8
65-70	29	7,8	0	0,0
>=70	0	0,0	0	0,0
TOTALE	374	100,0	374	100,0

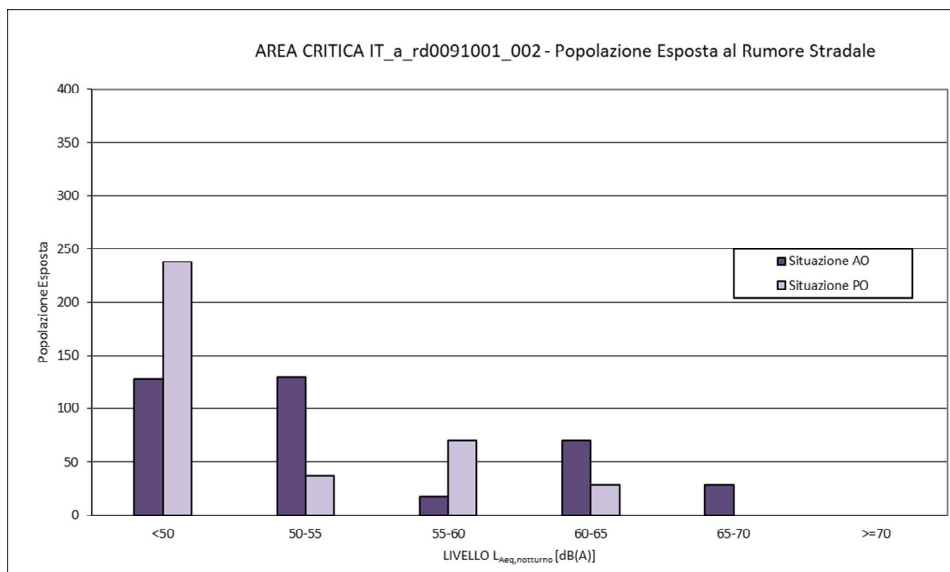
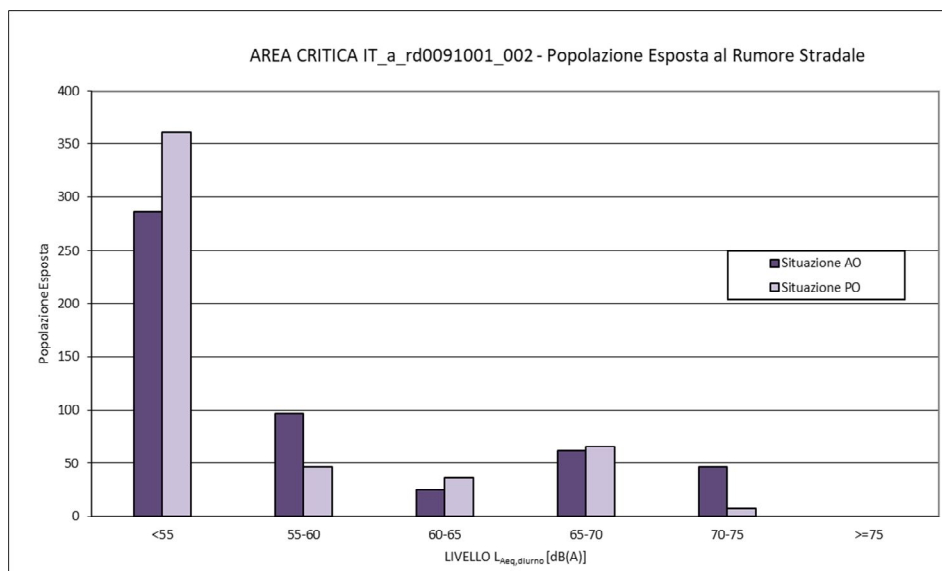
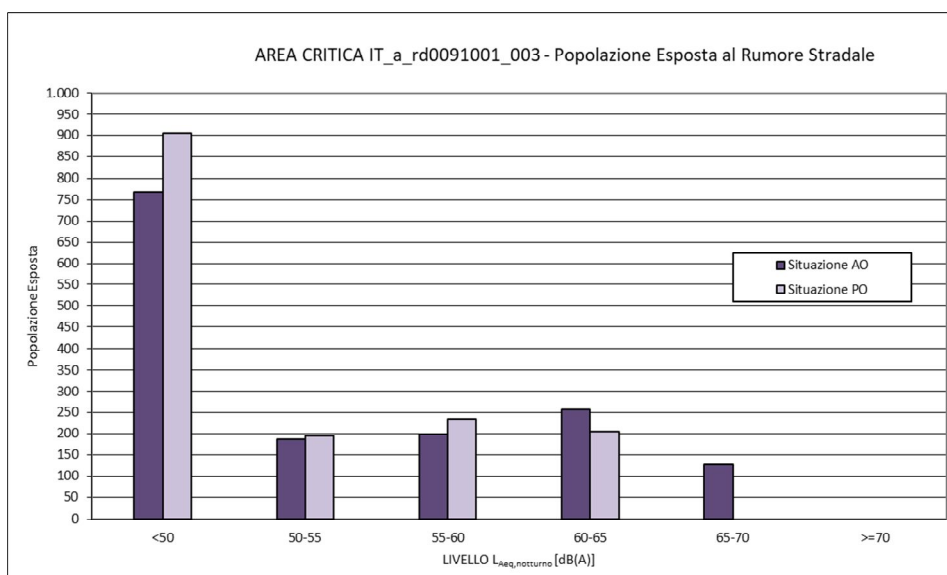
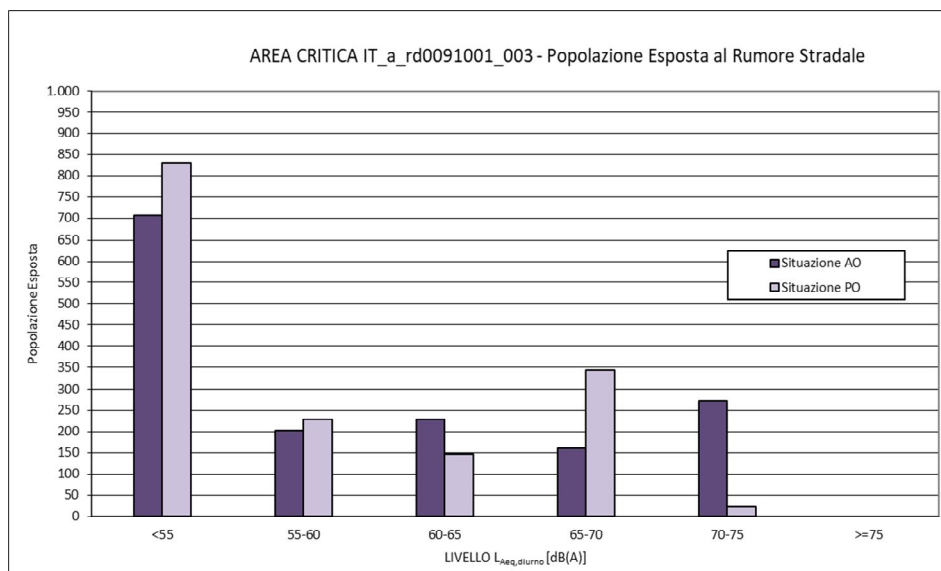




Tabella 15 – Intervalli di esposizione (area critica IT_rd01091001_003)

L _{Aeq,diurno} [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<55	707	44,9	830	52,8
55-60	203	12,9	230	14,6
60-65	229	14,6	147	9,3
65-70	161	10,2	344	21,9
70-75	273	17,4	22	1,4
>=75	0	0,0	0	0,0
TOTALE	1.573	100,0	1.573	100,0
L _{Aeq,notturno} [dB(A)]	Popolazione ANTE OPERAM		Popolazione POST OPERAM	
	TOTALE	PERCENTUALE	TOTALE	PERCENTUALE
<50	769	50,0	904	58,8
50-55	187	12,2	194	12,6
55-60	198	12,9	235	15,3
60-65	257	16,7	205	13,3
65-70	127	8,3	0	0,0
>=70	0	0,0	0	0,0
TOTALE	1.538	100,0	1.538	100,0



Dall'analisi dei risultati si nota un generale aumento degli esposti alla fascia più bassa sia nel periodo di riferimento diurno (livelli acustici inferiori a 55 dB(A)) che nel periodo di riferimento notturno (livelli acustici inferiori a 50 dB(A)). Tale aumento è dovuto all'inserimento degli interventi di mitigazione acustica, che portano ad una diminuzione dei livelli acustici calcolati sulla facciata degli edifici interessati. In particolare, per ciascuna area critica analizzata, è possibile trarre le seguenti considerazioni:

- ✓ **area critica IT a rd 0091001_001:** sia nel periodo di riferimento diurno che nel periodo di riferimento notturno, aumento degli esposti nella fascia più bassa di circa il 10%.
- ✓ **area critica IT a rd 0091001_002:** nel periodo di riferimento diurno aumento degli esposti nella fascia più bassa di circa il 15%, nel periodo di riferimento notturno, aumento degli esposti nella fascia più bassa di circa il 29%.
- ✓ **area critica IT a rd 0091001_003:** sia nel periodo di riferimento diurno che nel periodo di riferimento notturno, aumento degli esposti nella fascia più bassa di circa l'8%.

10.3 Quantificazione del numero degli esposti

Di seguito viene valutato il numero (assoluto e percentuale) di esposti a livelli acustici superiori ai limiti consentiti, in termini di persone (residenti e/o iscritti e/o posti letto), confrontando la situazione ante-operam con quella post-operam.

Nella seguente tabella vengono riportati i risultati del confronto, che vengono poi visualizzati negli istogrammi riportati nella successiva figura.

Tabella 16 – Sintesi dei risultati del Piano d'Azione (quantificazione del numero di esposti, $L_{Aeq,diurno}$)

Strada	Persone esposte a livelli acustici superiori ai limiti consentiti			
	Situazione ANTE-OPERAM		Situazione POST-OPERAM	
	Numero	Percentuale	Numero	Percentuale
IT_a_rd_0091001_001	1.531	34.6	1.035	23.4
IT_a_rd_0091001_002	51	9.9	7	1.4
IT_a_rd_0091001_003	313	19.9	62	3.9

Tabella 17 – Sintesi dei risultati del Piano d'Azione (quantificazione del numero di esposti, $L_{Aeq,notturno}$)

Strada	Persone esposte a livelli acustici superiori ai limiti consentiti			
	Scenario ANTE-OPERAM		Scenario POST-OPERAM	
	Numero	Percentuale	Numero	Percentuale
IT_a_rd_0091001_001	1.073	24.2	472	10.7
IT_a_rd_0091001_002	143	27.7	58	11.2
IT_a_rd_0091001_003	464	29.5	230	14.6

Figura 3 – Istogramma della quantificazione del numero di esposti (area critica IT_a_rd0091001_001)

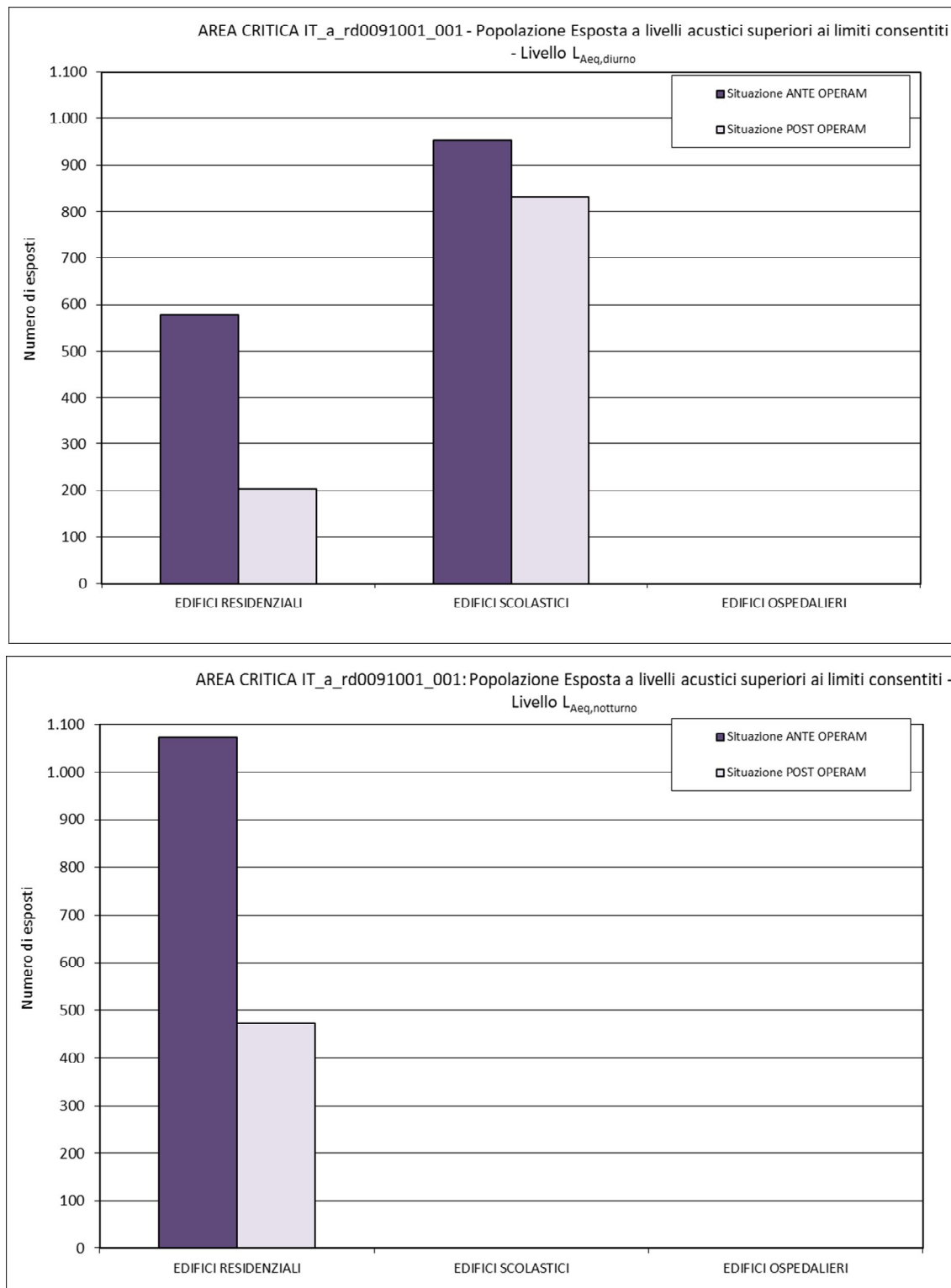


Figura 4 – Istogramma della quantificazione del numero di esposti (area critica IT_a_rd0091001_002)

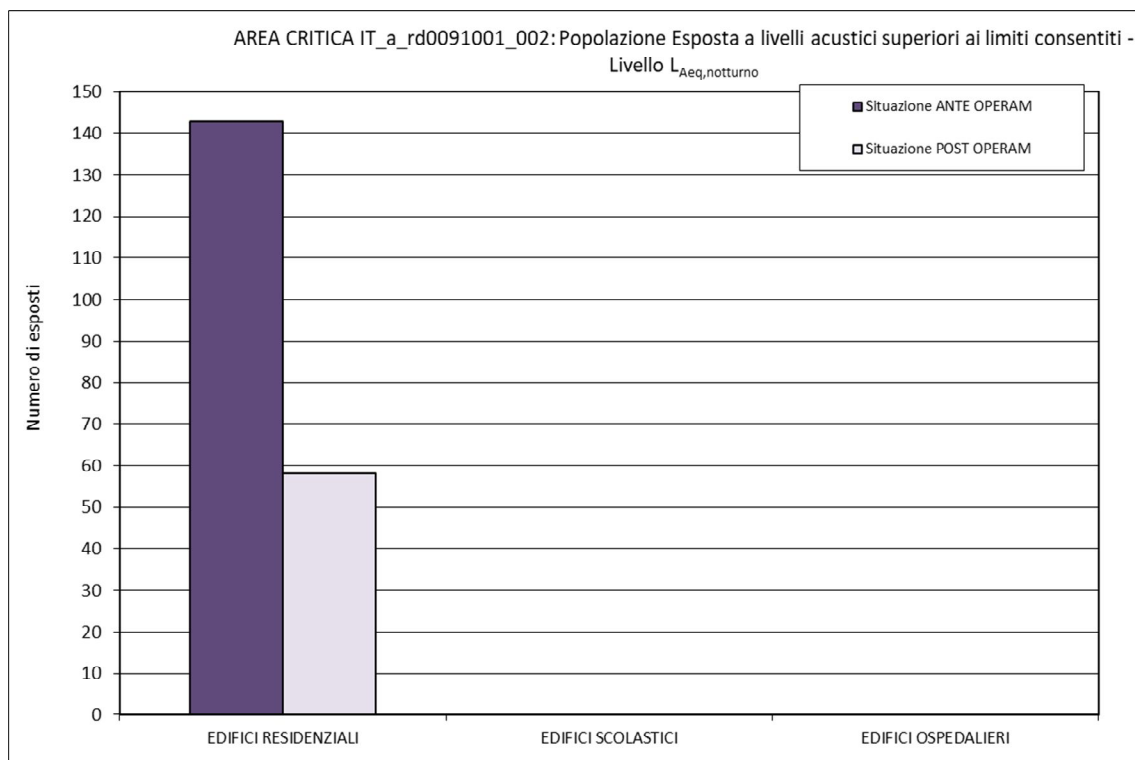
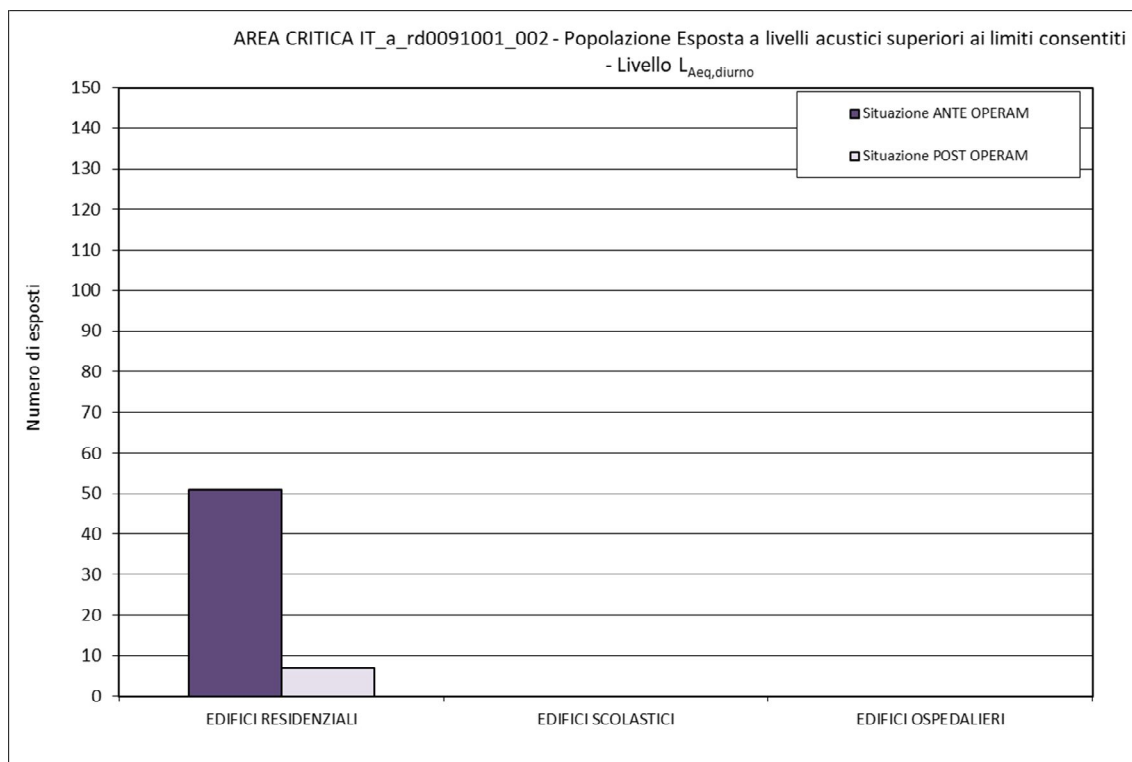
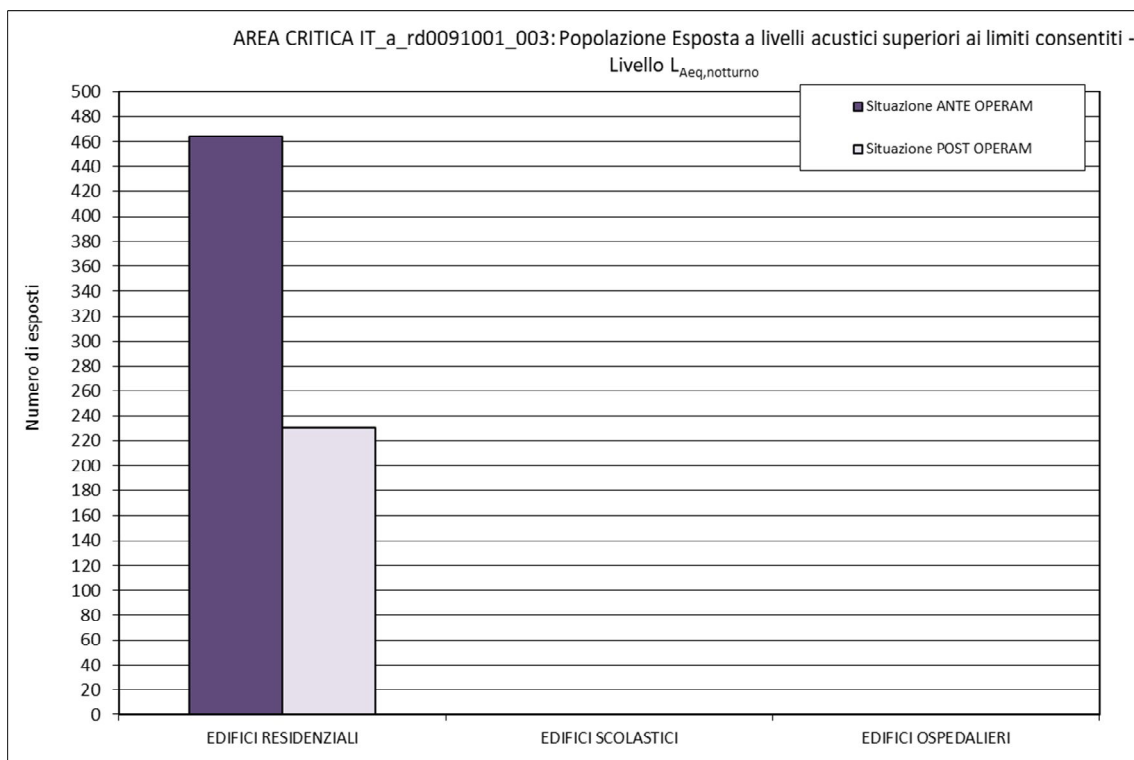
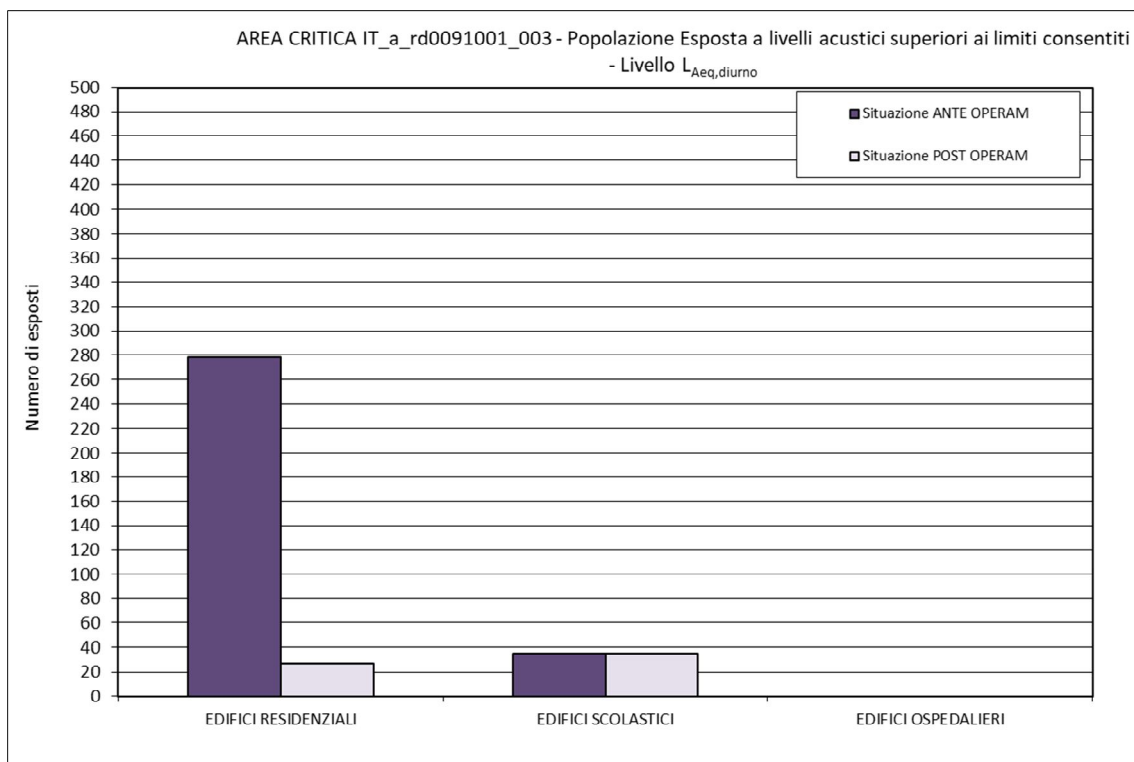




Figura 5 – Istogramma della quantificazione del numero di esposti (area critica IT_a_rd0091001_003)





Dall'analisi dei risultati è possibile trarre le seguenti considerazioni, inerenti alle diminuzioni del numero di esposti a livelli superiori ai limiti consentiti. Gli interventi di mitigazione definiti nel Piano comportano:

- ✓ **area critica IT a rd 0091001_001:** riduzione del numero di esposti di circa l'11% per il periodo diurno e di circa il 13% per il periodo notturno;
- ✓ **area critica IT a rd 0091001_001:** riduzione del numero di esposti di circa il 9% per il periodo diurno e di circa il 16% per il periodo notturno;
- ✓ **area critica IT a rd 0091001_001:** riduzione del numero di esposti di circa il 16% per il periodo diurno e di circa il 15% per il periodo notturno;



11. REQUISITI DEL PIANO D'AZIONE (ALLEGATO 5 D. LGS. 194/2005)

11.1 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, descritti nel paragrafo 8.2. Si procede a valutare i costi attuali degli interventi di breve periodo, valutando esclusivamente il costo di fornitura e posa in opera del materiale richiesto (IVA esclusa). **Viene effettuata una stima prettamente indicativa dei costi di realizzazione, attualizzati rispetto all'anno in corso, degli interventi proposti nel presente piano d'azione.**

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.

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 10 cm;
- ✓ posa in opera di un nuovo strato di collegamento, di spessore pari a 6 cm;
- ✓ posa in opera di un nuovo strato di usura, di spessore pari a 4 cm.

La descrizione delle opere sopra riportata deve essere intesa come una stima indicativa finalizzata alla definizione dei costi attualizzati: nelle successive fasi di progettazione degli interventi, le opere dovranno essere quantificate sulla base delle indicazioni dell'Amministrazione e delle reali condizioni manutentive degli asfalti esistenti.

La stima è stata effettuata utilizzando i prezzi unitari desunti dal Bollettino degli Ingegneri 10-2016. I prezzi utilizzati nella presente stima risultano allineati con le analoghe voci contenute nel Prezziario Regionale della Regione Toscana (redatto ai sensi dell'art. 12 della L.R. 13 luglio 2007, n. 38 "*Norme in materia di contratti pubblici e relative disposizioni sulla sicurezza e regolarità del lavoro*", e nel capo VII Regolamento di attuazione della L.R.38/2007 "*Norme in materia di prezziario regionale*", approvato con D.P.G.R. n. 45/R del 7 agosto 2008).

Per quanto riguarda lo strato di usura, sono state valutate prioritariamente le soluzioni proposte dal "Progetto Leopoldo", i cui risultati sono stati recepiti dalla Regione Toscana con la Delibera della Giunta Regionale n.157-2013 del 11/03/2013.

Viene fatto riferimento alla tipologia "DENSE GRADED A TESSITURA OTTIMIZZATA", che garantisce risultati di 3-4 dB(A) in termini di abbattimento acustico ed una efficacia nel tempo di circa 5 anni dalla stesa. In questo caso, i prezzi vengono desunti dal prezziario della Regione Toscana aggiornati all'anno 2016.

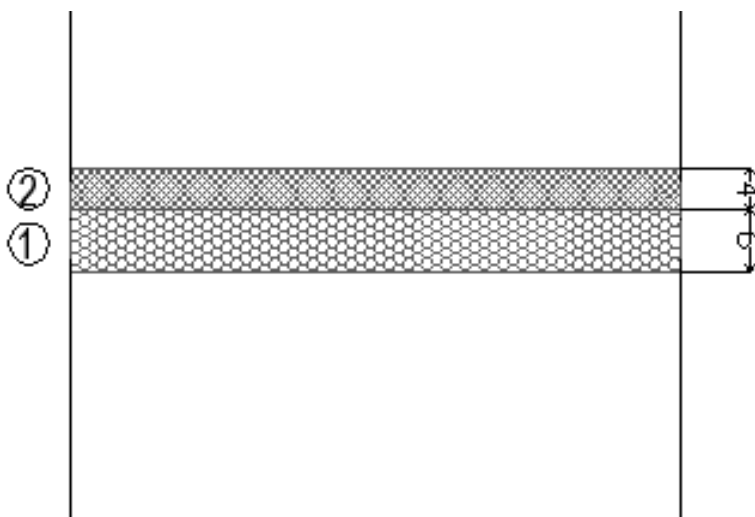
Nelle seguenti tabelle sono riportati i prezzi utilizzati per la stima dei costi attualizzati per entrambe le soluzioni individuate.

Tabella 18 – Prezzi unitari per asfalti fonoassorbenti

Rif. bollettino	Descrizione	Prezzo unitario	
361.1.3.1	FRESATURA DI PAVIMENTAZIONE bitumosa eseguita con macchina fresatrice a freddo, compresa segnaletica, pilotaggio del traffico, trasporto e scarico a deposito per reimpiego del materiale di risulta, per profondità tra 0 e 5 cm.	0,59 x 5 = 2,95	€/mq
361.1.3.2	FRESATURA DI PAVIMENTAZIONE bitumosa eseguita con macchina fresatrice a freddo, compresa segnaletica, pilotaggio del traffico, trasporto e scarico a deposito per reimpiego del materiale di risulta, oltre i 5 cm a cm.	0,47 x 5 = 2,35	€/mq
275.1.2.1	STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) in conglomerato bitumoso, steso con vibrofinitrice, previa mano d'attacco con 0.8 kg/mq di emulsione bitumosa al 55%, compresa rullatura con rullo vibrante. Con aggregato pezzatura 0/20, spessore compreso 6 cm.	17,74	€/mq
TOS16_PR.P36.017.003	TAPPETO DI USURA tipo DENSE GRADED a tessitura ottimizzata, di spessore 30 mm. Gli inerti costituenti la frazione di aggregati grossi, di natura basaltica, devono essere costituiti da aggregati lapidei di primo impiego costituiti da elementi totalmente frantumati e devono possedere un valore di levigabilità (PSV) ≥ 50%. Il rapporto filler – bitume dovrà mantenersi tra 1.1 e 1.7 e la percentuale di bitume tra 5.5-6.5%.	13,08	€/tonn
-	TAPPETO DI USURA: posa in opera e nolo attrezzature incluso spese generali e utili di impresa	0,85	€/mq
275.4.3.2	Per ogni cm in più o in meno alla voce precedente	4,03	€/mq

In figura si riporta il dettaglio relativo alla stratigrafia del tipo di intervento nelle soluzioni prospettate.

Figura 6 – Stratigrafia pavimentazione a bassa rumorosità



FRESATURA DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE ESISTENTE
per uno spessore stimato di circa 10 cm

① Strato intermedio di collegamento (BINDER) sp. 6 cm

② Strato di usura fonoassorbente sp. 4 cm



STIMA DEI COSTI

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

Tabella 19 – Costo degli interventi di breve periodo del Piano d'Azione

Codice Identificativo Intervento	Tipologia di Intervento	Costo dell'intervento
asf_01	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	€ 625.751
asf_02	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	€ 120.144
asf_03	Stesa di asfalto a bassa rumorosità	€ 222.767
COSTO TOTALE DEL PIANO		€ 968.662

11.2 Resoconto delle consultazioni pubbliche (Art. 8)

Per ottemperare a quanto richiesto dall'articolo 8 del D. Lgs. 194/2005, comma 1, 2 e 3, relativamente all'informazione e alla consultazione del pubblico dei Piani d'Azione, l'Amministrazione Comunale di Casatenovo ha proceduto alla pubblicazione del Piano sul sito web istituzionale.

L'informazione ai cittadini ha dato conto dei concetti generali dell'inquinamento acustico e delle procedure seguite nella redazione del Piano d'Azione, oltre ad una sintesi della situazione ante-operam e post-operam, con una descrizione di massima degli interventi da realizzare.

Secondo quanto previsto ai sensi dell'allegato 5, punto 4 del suddetto decreto legislativo, le informazioni richieste sono riportate (oltre che nel presente Report) all'interno di una sintesi non tecnica compilata con riferimento al documento *"Linea guida per la redazione delle relazioni descrittive allegate ai piani d'azione, destinati a gestire problemi di inquinamento acustico ed i relativi effetti"* edito dal Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare.

Tale sintesi, parte integrante della consegna, è rappresentata dai seguenti documenti, contenuti nella directory "AP_REPORT":

- ✓ IT_a_AP_MRoad0091_SummaryReport.pdf: sintesi non tecnica del Piano d'Azione.
- ✓ IT_a_AP_MRoad0091_Declaration_SummaryReport.pdf: dichiarazione della data di adozione del piano d'azione.
- ✓ IT_a_AP_MRoad0091_Webform.doc: modello riportante le informazioni di sintesi del piano d'azione predisposto da EIONET.

L'avviso di adozione del Piano d'Azione è stato pubblicato sull'Albo Pretorio del Comune in data martedì 23/06/2020 al seguente link:

casatenovo.hypersic.net/portale/albopretorio/albopretorioconsultazione.aspx?IDNODE=1446

I cittadini hanno avuto 45 giorni di tempo, ovvero fino al giorno venerdì 07/08/2020, secondo quanto indicato dall'articolo 8, comma 2, per inviare le loro osservazioni, pareri e memorie in forma scritta.

Nel periodo considerato non sono pervenute osservazioni, pareri e memorie.

I cittadini sono stati infine informati della decisione presa per mezzo di comunicazione su Albo Pretorio e la versione finale del piano adottato viene resa disponibile e consultabile al seguente indirizzo Internet: <http://www.comune.casatenovo.lc.it/>



11.3 Resoconto delle misure antirumore

Ai sensi dell'articolo 4, comma 5 del D. Lgs. 194/2005 e dell'Allegato 5, comma 1, lettera h dello stesso decreto, tra i requisiti minimi del Piano d'Azione devono essere riportate le misure antirumore già in atto, oltre ai progetti in preparazione di cui è stato già dato conto nella descrizione degli interventi del piano stesso. Allo stato attuale, come riportato nel paragrafo 6.6 del presente Report, non sono presenti misure di contenimento del rumore (asfalto a bassa rumorosità, barriere antirumore, altre tipologie di intervento), sulle infrastrutture stradali in oggetto. Risulta invece la presenza di infissi in vetro camera presso la Scuola Primaria Capoluogo (Via Giovenzana).

Per quanto riguarda la messa in opera degli interventi previsti dal presente aggiornamento del Piano d'Azione, l'Amministrazione intende procedere con la seguente tempistica:

- ✓ **BREVE PERIODO:** interventi da realizzarsi nell'anno di presentazione del presente Piano d'Azione (annualità 2020). Data la particolare situazione dovuta all'attuale emergenza sanitaria per il Covid-19 e la conseguente difficoltà nel programmare e nel realizzare gli interventi nell'annualità in corso, l'Amministrazione Comunale prevede di estendere la fase di breve periodo anche all'annualità 2021.
- ✓ **MEDIO PERIODO:** interventi da realizzarsi nei prossimi 5 anni, ovvero entro il prossimo ciclo di aggiornamento del Piano d'Azione (previsto per il 2023).
- ✓ **LUNGO PERIODO:** interventi che saranno considerati nel prossimo ciclo di aggiornamento del Piano d'Azione (ovvero, dopo l'anno 2023).

Per la definizione della tempistica di realizzazione degli interventi, viene seguito un criterio di scelta ordinando gli interventi proposti secondo valori decrescenti dell'indice di priorità. Nella seguente tabella viene riepilogata la scansione temporale della realizzazione degli interventi previsti nel presente piano d'Azione.

Tabella 20 – Scansione temporale di realizzazione degli interventi

ID area critica	ID intervento	IP intervento	Realizzazione
IT_a_rd0091001_001	asf_01 *	10.543,5	BREVE PERIODO
IT_a_rd0091001_003	asf_03	1.642,2	MEDIO PERIODO
IT_a_rd0091001_002	asf_02	430,9	LUNGO PERIODO

*: per quanto riguarda la realizzazione della stesa di asfalto a bassa rumorosità "asf_01", data la lunghezza dell'intervento che interessa l'intero abitato di Casatenovo, l'Amministrazione Comunale intende procedere con una suddivisione in lotti di intervento, in relazione alle reali criticità del manto di copertura stradale della SP51. La tempistica realizzativa dei lotti sarà definita nel dettaglio dall'Ufficio Lavori Pubblici del Comune, tale comunque da rientrare nella fase di breve periodo, ovvero entro l'annualità 2021.

11.4 Valutazione dell'attuazione e dei risultati del piano

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.



IL PRESENTE ELABORATO SI COMPONE DI 40 PAGINE.

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

DAL DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI

N. 7919 ELENCO NAZIONALE DEI TECNICI IN ACUSTICA (ENTECA)

CON LA COLLABORAZIONE

DEL DOTT. ING. ANDREA GUIDO FALCHI

N. 8084 ELENCO NAZIONALE DEI TECNICI IN ACUSTICA (ENTECA)

IL PRESENTE RAPPORTO È STATO CONSEGNATO

IN DATA 24/08/2020

DOTT. ING. RAFFAELLA BELLOMINI (LEGALE RAPPRESENTANTE)

VIE EN.RO.SE Ingegneria S.r.l.
Viale Belfiore 36 - 50144 Firenze
C.F. e P.IVA 05806850482
Tel. 055-4379140
PEC: vienrose@pec.vienrose.it

DOTT. ING. FRANCESCO BORCHI (DIRETTORE TECNICO)



DOTT. ING. ANDREA GUIDO FALCHI