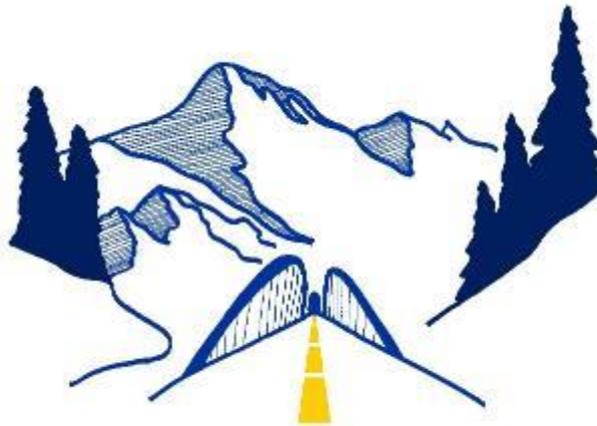


**S.S. 42 "DEL TONALE E DELLA MENDOLA"
VARIANTE EST DI EDOLO**

PROGETTO DEFINITIVO



VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	SPECIALISTA	IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
_____	_____	_____	_____
Ing. Giancarlo LUONGO	Ing. Alessandro RODINO	Ing. Maurizio SALA	Dott. Domenico TRIMBOLI

RELAZIONE ACUSTICA

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00IA03AMBRE01_B		
COM	I	21	D	1	8
				1	0
CODICE ELAB		T00IA03AMBRE01		C	-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
C	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS	Novembre 2021	R. Ziliani	C. Pertot	R. Mozzi
B	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS E PER RICHIESTA MODIFICA TRACCIATO	Agosto 2021	R. Ziliani	C. Pertot	R. Mozzi
A	EMISSIONE	Maggio 2021	R. Ziliani	C. Pertot	R. Mozzi

Indice	pag.
1. PREMESSA E SCOPI	1
2. APPROCCIO METODOLOGICO	1
2.1 Descrizione sintetica dell'opera.....	2
2.2 Criteri di predisposizione dello studio.....	3
2.3 Quadro di riferimento normativo e limiti applicabili	4
2.3.1 Rumore da infrastrutture di trasporto	7
2.3.2 DMA 29/11/2000 - Piani di risanamento	11
2.3.3 Attività rumorose a carattere temporaneo	11
2.3.4 Criteri di verifica e limiti applicabili.....	12
2.3.5 Aspetti legati alla concorsualità	13
2.3.6 Normativa regionale.....	14
2.4 Classificazione acustica della zona di intervento	14
2.5 Altre sorgenti sonore.....	18
2.6 Descrizione del modello matematico previsionale utilizzato	18
2.6.1 Modellazione del rumore prodotto da infrastrutture stradali	19
2.7 Censimento dei ricettori.....	21
3. MODELLAZIONE MATEMATICA PREVISIONALE	28
3.1 Predisposizione della modellazione dell'area.....	28
3.1.1 Orografia	28
3.1.2 Punti ricettore	28
3.2 Scenari di traffico utilizzati per le simulazioni.....	31
3.3 Calcolo dei flussi di traffico	32
3.3.1 Flussi veicolari per i tre scenari di calcolo.....	38
3.4 Parametri di input al modello di calcolo.....	41
4. CARATTERIZZAZIONE DELLA SITUAZIONE ANTE OPERAM	42
4.1 Campagna sperimentale.....	42
4.1.1 Punti di misura	42
4.1.2 Metodiche di campionamento	44
4.1.3 Limiti normativi applicabili alle sorgenti di interesse.....	44
4.1.4 Strumentazione utilizzata	46

4.1.5	Verifica del rispetto dei limiti di legge.....	46
4.1.6	Sintesi della valutazione di conformità	47
4.2	Applicazione modellistica	48
4.2.1	Calcolo su specifici ricettori.....	48
4.2.2	Mappe isofoniche	52
5.	STIMA DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO	53
5.1	Risultati della simulazione.....	53
5.1.1	Scenario 1 - Post Operam ipotesi cautelativa.....	53
5.1.2	Scenario 2 - Post Operam con ripartizione.....	57
5.1.3	Comparazione degli scenari ante e post operam con ripartizione	62
5.2	Verifica dei limiti di legge e conclusioni.....	62
6.	STIMA DEGLI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	64
6.1	Caratteristiche emissive della rumorosità prodotta dai cantieri.....	64
6.2	Analisi delle fasi realizzative previste ed individuazione degli scenari di simulazione. 64	
6.3	Predisposizione della modellazione.....	70
6.4	Risultati della simulazione.....	72
6.4.1	Attività cantieristica A	72
6.4.2	Attività cantieristica B.....	77
6.4.3	Attività cantieristica C.....	80
6.4.4	Attività cantieristica D	84
6.4.5	Traffico indotto	86
6.5	Interventi mitigativi	86
6.5.1	Interventi previsti	86
6.5.2	Risultati delle simulazioni “post mitigazione”.....	88
6.6	Misure gestionali di ottimizzazione degli interventi	91
6.7	Confronto con i limiti di legge.....	91
7.	STIMA DEGLI IMPATTI POST-MITIGAZIONE.....	93
8.	CONCLUSIONI.....	93

1. PREMESSA E SCOPI

Nell'ambito delle attività previste dal progetto di ammodernamento della S.S. 42 "del Tonale e della Mendola" variante est di Edolo - Lotto II, il presente rapporto contiene lo Studio di Impatto Acustico per la fase di esercizio (*post operam*) e realizzazione dell'opera.

2. APPROCCIO METODOLOGICO

La stima dell'impatto acustico della nuova opera¹, in accordo con la norma UNI 11143², è stata condotta attraverso le fasi di seguito descritte.

1. Caratterizzazione, mediante campagna sperimentale, del livello di "rumore residuo", ossia il rumore ambientale *ante operam*, presso un certo numero di postazioni di misura poste nell'area circostante le aree di intervento e di potenziale impatto. La campagna è stata eseguita nel periodo 25/06÷15/07/2020 ed è descritta sinteticamente al § 4 del presente documento, mentre il rapporto completo delle misure³ (nome elaborato: T00MO00MOARE03_A) è relativo alle attività propedeutiche.
2. Stima previsionale dei livelli sonori prodotti dalla nuova opera (*post operam*) ed in fase di realizzazione delle opere stesse (*corso d'opera*), attività dettagliate rispettivamente al § 5 e al § 6 del presente documento.
3. Valutazione dei risultati ottenuti, calcolo dei livelli sonori in relazione ai limiti di legge, con particolare riferimento al DPR 142/2004, più oltre descritto;
4. Eventuale studio di interventi di contenimento dell'impatto acustico e predisposizione dello scenario *post mitigazione* (§ 7), verifica di conformità ai limiti di legge.

In accordo con la terminologia stabilita dal D.Lgs. 30/04/1992 n. 285⁴ e successive modificazioni, la nuova infrastruttura sarà di tipo C – extraurbana secondaria, sottotipo C1.

Le attività sperimentali e le valutazioni modellistiche sono state svolte da personale in possesso del riconoscimento di Tecnico Competente in Acustica⁵, ai sensi dell'art. 2 comma 7 della Legge 447/95, come modificato dal D.Lgs. 42/2017, in accordo con le indicazioni contenute nel DMA 16/03/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", con strumentazione conforme ai requisiti ivi indicati.

La modellazione previsionale è stata predisposta utilizzando un pacchetto software commerciale, con applicazione dello standard ISO 9613, parte 1 e parte 2, per il calcolo della propagazione sonora e di algoritmi specifici per il rumore stradale, di ampio utilizzo in campo ingegneristico.

¹ Per "nuova opera" si intende una nuova realizzazione o la modifica di un'opera esistente.

² Norma 11143: 2005 Acustica – Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 1: Generalità, Parte 2: Rumore stradale.

³ Monitoraggio Ambientale A.O – Componente Rumore - Risultati dei rilievi Fonometrici, doc. n. T00MO00MOARE03_A del 14/09/2020.

⁴ "Nuovo codice della strada", Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285 e successive modificazioni. Titolo I - Disposizioni Generali, Art. 2. Definizione e classificazione delle strade.

⁵ Rilievi sperimentali a cura dell'Ing. Giulio Pignatta, iscritto nell'albo degli Ingegneri della Provincia di Torino, Sezione A, dal 25/07/2001, matricola 8437F, iscritto nell'elenco dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale regionale (Piemonte) con D.D. 10/02/2003 n. 49 e nazionale (art.21 del d.lgs. 42/2001) con n. 4845. Predisposizione del modello matematico e valutazione d'impatto a cura dei Tecnici Competenti Sig. Marco Lamberti (Provincia di Piacenza - Servizio di Valorizzazione e Tutela dell'ambiente, determinazione n° 2329 del 25/11/08) ed Ing. Roberto Ziliani (Regione Emilia Romagna Bollettino Ufficiale N. 148 del 2/12/1998. Determinazione del Direttore generale Ambiente del 09/11/1998, n. 11394). I tecnici sono iscritti all'elenco nominativo nazionale dei tecnici competenti in acustica (<https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/home.php>), rispettivamente con i registri regionali RER/00633 e RER/00686.

Le informazioni ed i dati di input necessari per effettuare le simulazioni acustiche contenute nel presente rapporto sono stati forniti da ANAS.

Nella redazione del presente Studio di Impatto Acustico (SIAC nel seguito), si è preso a riferimento, oltre alla normativa precedentemente richiamata, il documento “Modello per la presentazione dello studio di impatto acustico per gli SIA nell’ambito dei procedimenti di VIA per le infrastrutture di trasporto Lineari - Matrice rumore”, prodotto da ARPA Lombardia – Settore Monitoraggi Ambientali⁶. Questo documento sarà indicato nel seguito con l’acronimo “LG_ARPA”.

2.1 Descrizione sintetica dell’opera

L’opera è geograficamente collocata nell’Alta Valle Camonica ed interessa in particolare il settore sud-occidentale del Comune di Edolo, in provincia di Brescia.

La S.S. 42, che collega il comprensorio dell’Alta Valle a Bergamo in direzione SW e a Bolzano in direzione NE, è l’asse portante della viabilità nella zona, che risulta densamente urbanizzata con insediamenti sia artigianali che legati al settore primario e al turismo. Essa si sviluppa nel fondo valle ed è stata interessata in passato da interventi di riqualificazione, al cui parziale completamento è rivolto il presente progetto. L’abitato di Edolo è attraversato, inoltre, dalla S.S. 39 che lo collega in direzione ovest con il Passo dell’Aprica.

Il tracciato di progetto si sviluppa ai margini Est e Nord dell’abitato di Edolo in direzione Edolo-Bolzano.

A partire dalla S.S. 42, il futuro tracciato stradale ha inizio con una nuova rotatoria a sud di quella ovoidale esistente. Dopo circa 150 m dalla nuova rotatoria, ha inizio la galleria artificiale, che congiunge direttamente l’accesso Sud dell’abitato di Edolo con l’accesso Nord. La galleria si sviluppa, agli estremi, in artificiale, ma il tratto di galleria naturale è di gran lunga quello di maggiore lunghezza. La galleria termina in sponda sinistra del Fiume Oglio, per l’attraversamento del quale viene realizzato un viadotto lungo circa 65 m ed il tracciato termina con uno svincolo a rotatoria per l’innesto sulla S.S. 42, in direzione del Passo della Mendola.

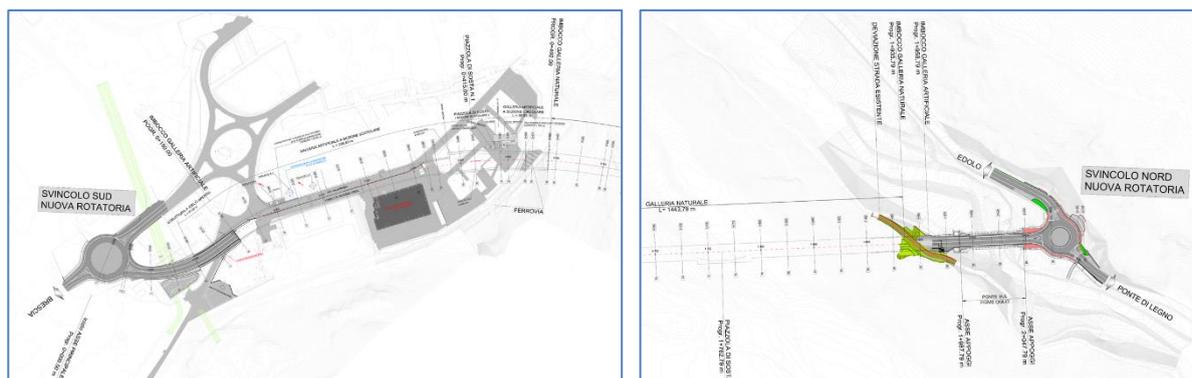


Figura 2.1 – Inquadramento generale dell’opera – Imbocchi Sud e Nord

⁶ <https://www.arpalombardia.it/sites/DocumentCenter/Documents/RUMORE/SIA-IT.pdf>

2.2 Criteri di predisposizione dello studio

In termini generali, il SIAC si è articolato in alcune fasi principali:

- Definizione dell'area di studio e del "corpo ricettore" - L'identificazione e classificazione tipologica dell'insieme dei ricettori potenzialmente impattati dalla nuova opera e dalle fasi realizzative (corpo ricettore) è stata svolta in base a sopralluoghi e rilievi estesi all'ambito territoriale di studio interessato dall'asse principale. Sono stati presi in considerazione n.2 ambiti contigui di indagine: il primo, di estensione pari a 250 m dal bordo della strada in progetto, ed il secondo, più esterno, tra 250 e 500 m.. All'interno dell'areale limitato ai primi 250 m dal futuro bordo stradale, sono state identificate nel dettaglio le caratteristiche degli edifici presenti. Sono stati considerati tutti gli edifici con permanenza di persone ed eventuali zone a particolare tutela; nel computo sono stati inclusi anche fabbricati ad uso commerciale e produttivo⁷. Questa fase di censimento ha prodotto un elenco dei ricettori recante, per ognuno, alcune informazioni, tra cui: un codice identificativo univoco, le coordinate, la classe acustica di appartenenza, l'altezza dell'edificio/n. dei piani, lo stato di conservazione, la destinazione d'uso, la presenza di infrastrutture concorsuali o altre sorgenti di rumore. Rispetto alle indicazioni fornite da LG-ARPA, il campo relativo alla progressiva chilometrica è stato sostituito con le coordinate puntuali del centroide della geometria, il campo relativo ai dettagli sulle caratteristiche dei serramenti è stato eliminato come pure il campo relativo all'eventuale presenza di opere di mitigazione (barriere, ecc...), in quanto non risultano attualmente in essere opere di questo tipo. La descrizione dei ricettori esposti al rumore della nuova infrastruttura è stata supportata da immagini, fotografie, stralci cartografici in scala opportuna. Nell'areale contiguo esterno, compreso tra 250 e 500 m, sono stati ricercati i cosiddetti "ricettori sensibili", ossia: scuole, ospedali, case di cura, case di riposo, strutture sanitarie, ecc.
- Caratterizzazione del clima acustico *ante operam* – Il clima acustico della zona di intervento è stato oggetto di una campagna di monitoraggio, eseguita in accordo con i dettami del DMA 16/03/1998, secondo un Piano di Monitoraggio. Esso prevede rilievi su base settimanale, per la caratterizzazione del rumore stradale prodotto dalla S.S. 42 nel suo attuale tracciato, giornaliera per la caratterizzazione del rumore ferroviario, e, in contemporanea a questi, rilievi a breve termine con tecnica di campionamento in ulteriori punti di interesse, finalizzati non solo alla fase di esercizio, ma anche a quella di cantiere. Le misure si sono concentrate nella parte a Sud della galleria, quella più densamente popolata, ma alcuni punti di misura sono stati previsti anche nella parte a Nord. I monitoraggi settimanali del rumore sono stati correlati all'acquisizione dei dati di traffico. I risultati dell'attività sperimentale sono contenuti in un rapporto tecnico³.
- Valutazione di impatto per la fase di esercizio - La valutazione dell'impatto acustico della nuova opera è stata condotta mediante l'applicazione di un modello matematico di largo utilizzo in ambito tecnico (SoundPLAN - ver. 8.2, sviluppato dalla SoundPLAN GmbH www.soundplan.eu), vedasi il § 2.6 per maggiori dettagli. Nella modellazione tridimensionale dell'area di intervento sono state inserite le sorgenti sonore rappresentative della nuova opera ed è stato valutato il contributo di quest'ultima nel territorio circostante nell'assetto futuro. In sintesi, il processo ha visto le seguenti fasi:
 - predisposizione del modello matematico: elaborazione del materiale cartografico

⁷ Come stabilito dalla Legge Quadro, sono considerati "ambienti abitativi" anche gli ambienti destinati ad attività produttive [...] per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive stesse.

- disponibile e creazione dello scenario tridimensionale di simulazione, comprendente l'opera e l'area circostante con i ricettori/edifici residenziali più prossimi, le sorgenti sonore, le caratteristiche del suolo le schermature ed eventuali aree di attenuazione;
- valutazione previsionale dell'impatto dell'opera: calcolo del livello di rumore prodotto nel territorio circostante dalle nuove sorgenti, con produzione di risultati sia in forma tabulare che in forma grafica, con produzione di curve isofoniche sovrapposte alla ortofoto del sito;
 - verifica di conformità ai limiti di legge ed eventuale studio di interventi mitigativi in relazione alla fase di esercizio.
- Valutazione di impatto per la fase di cantiere - La valutazione dell'impatto acustico della fase di realizzazione dell'opera è stata condotta mediante lo stesso scenario di simulazione predisposto per la fase di esercizio, opportunamente modificato per tenere conto delle fasi realizzative di interesse. Lo studio ha riguardato alcune fasi cantieristiche valutate come più impattanti nei confronti dei ricettori circostanti.

2.3 Quadro di riferimento normativo e limiti applicabili

Il quadro normativo di riferimento per le valutazioni relative all'inquinamento acustico, con particolare riferimento alle infrastrutture di trasporto è costituito da:

- 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”
- DPCM 1/3/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
- Legge 26/10/1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- DPCM 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- DM Ambiente 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"
- DM Ambiente 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"
- DPR 30/03/2004, n. 142 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447”.
- DPR 18/11/1998, n. 459 “Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario”;
- LR n. 13/01, con riferimento alle attività temporanee.

Il fenomeno dell'inquinamento acustico è stato disciplinato nel tempo da diversi provvedimenti normativi che avevano definito, fra l'altro, i limiti d'esposizione e previsto le modalità di misurazione del rumore (DPCM 1/3/1991); è stata tuttavia la Legge 447/95 “Legge quadro sull'inquinamento acustico” che ha fornito una disciplina organica in materia, creando le condizioni per un più articolato sistema normativo. Questo documento prevede l'applicazione di limiti massimi assoluti per il rumore nell'ambiente esterno. Detti limiti derivano dalla classificazione acustica comunale (anche detta “zonizzazione acustica”, cioè dalla suddivisione del territorio in sei classi rappresentative di altrettanti livelli di accettabilità dell'inquinamento

acustico, di cui ogni comune dovrebbe disporre. Tale obbligo era, peraltro, già stabilito dal DPCM 01/03/1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”. Il successivo DPCM 14/11/97 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore” ha ampliato l’impostazione del decreto del 1991. Nella Tabella 2.1, tratta dall’allegato al DPCM 14/11/97, è riportata la caratterizzazione in termini descrittivi delle classi acustiche.

I valori dei limiti sono definiti, per ogni classe, nell’Allegato a tale DPCM: in tabella B sono riportati i valori da non superare per le “emissioni”, cioè per il rumore prodotto da ogni singola “sorgente” presente sul territorio, mentre in tabella C sono riportati i valori limite da non superare per le “immissioni”, cioè per il rumore determinato dall’insieme di tutte le sorgenti presenti nel sito.

Nelle Tabella 2.2 e in Tabella 2.3, ricavate dal DPCM 14.11.1997, sono ripresi sinteticamente tali valori limite, espressi come livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A relativo al tempo di riferimento diurno o notturno ($L_{Aeq,TR}$). La Tabella 2.2 si riferisce ai limiti di emissione, mentre la Tabella 2.3 si riferisce ai limiti di immissione.

Tabella 2.1 – DPCM 14.11.97: descrizione delle classi acustiche (tabella A)

Classe I	Aree particolarmente protette: aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere scolastiche aree destinate al riposo ed allo svago aree residenziali rurali aree di particolare interesse urbanistico parchi pubblici ecc.
Classe II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale con bassa densità di popolazione con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
Classe III	Aree di tipo misto: aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali uffici con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
Classe IV	Aree di intensa attività umana: aree urbane interessate da intenso traffico veicolare con alta densità di popolazione con elevata presenza di attività commerciali ed uffici con presenza di attività artigianali le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie le aree portuali le aree con limitata presenza di piccole industrie.
Classe V	Aree prevalentemente industriali: aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
Classe VI	Aree esclusivamente industriali: aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Tabella 2.2 – DPCM 14.11.97: valori limite di emissione (tabella B) – Leq in dBA

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00÷22.00)	Notturmo (22.00÷06.00)
I - Aree particolarmente protette	45	35
II - Aree prevalentemente residenziali	50	40
III - Aree di tipo misto	55	45
IV – Aree di intensa attività umana	60	50
V - Aree prevalentemente industriali	65	55
VI - Aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 2.3 – DPCM 14.11.97: valori limite assoluti di immissione (tabella C) – Leq in dBA

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00÷22.00)	Notturmo (22.00÷06.00)
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

L'applicazione di tali limiti è però subordinata all'approvazione del provvedimento di classificazione acustica comunale.

Indipendentemente dalla presenza di zonizzazione, la legge prevede la verifica del rumore adottando il criterio differenziale; esso si riferisce alla differenza aritmetica, in termini di livello equivalente, tra il livello di rumore ambientale (L_A) ed il livello di rumore residuo (L_R) che si instaurano all'interno degli ambienti abitativi ($L_D = L_A - L_R$), ossia alla differenza tra la condizione in cui la sorgente in esame risulta attiva e quella in cui essa viene disattivata.

I valori limite differenziali sono pari a + 5 dB(A) in periodo diurno e a + 3 dB(A) in periodo notturno, ma secondo il DPCM 14/11/1997 (art. 4 c.3) essi non si applicano *“alla rumorosità prodotta [...] dalle infrastrutture stradali, ferroviarie”*.

Il DMA 16/03/98 è il testo legislativo che definisce le tecniche di rilevamento del rumore ambientale, prescrivendo le caratteristiche minime della strumentazione, i parametri di riferimento, le procedure per la valutazione dei risultati, il contenuto del report di misura, ecc. Esso reca, quale all.C, rispettivamente al c.1 e al c.2, la *“Metodologia di misura del rumore ferroviario”* e la *“Metodologia di misura del rumore stradale”*.

La legislazione si è recentemente arricchita di un nuovo elemento, il D.Lgs. 17/02/2017 n.42 *“Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico”*. Questo testo, al Capo III art.9, riporta alcune modifiche alla Legge 447/95. Tra queste si segnala l'introduzione del parametro *“sorgente sonora specifica”*⁸ e del *“valore limite di immissione specifico”*. La piena operatività di tali modifiche richiede tuttavia

⁸ Art. d-bis): *“sorgente sonora specifica: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico e che concorre al livello di rumore ambientale”*.

l'aggiornamento dei decreti esistenti, ad oggi non realizzato.

2.3.1 Rumore da infrastrutture di trasporto

2.3.1.1 Strade

Tra gli altri decreti attuativi emanati a seguito della Legge Quadro, di specifico interesse per il presente studio, si segnala il DPR 30/03/2004, n. 142⁹ "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".

Quest'ultimo testo regola l'inquinamento acustico prodotto dalle infrastrutture stradali, che costituiscono una delle principali fonti di rumore nell'ambito dei contesti urbani e non, ed attua quanto previsto dal DPCM 14.11.97. In tale decreto si stabiliva, infatti, che le sorgenti sonore costituite dalle arterie stradali, all'esterno delle rispettive fasce di pertinenza, "concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione", mentre, all'interno di queste, esse sono regolamentate da apposito decreto, per l'appunto, il DPR 30 marzo 2004, n. 142.

Il DPCM 14.11.1997 stabilisce che le singole sorgenti sonore diverse dalla infrastruttura di trasporto, all'interno della fascia di pertinenza devono invece rispettare singolarmente i limiti di emissione.

Il DPR n. 142 stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali.

Il decreto si applica alle infrastrutture esistenti e a quelle di nuova realizzazione e ribadisce che alle suddette infrastrutture non si applica il disposto degli Art. 2, 6 e 7 del DPCM 14.11.1997 (valori limite di emissione, valori di attenzione e valori di qualità). Come già evidenziato, il DPCM 14.11.1997 all'Art. 4 esclude l'applicazione del valore limite differenziale di immissione alle infrastrutture stradali. Questo decreto, sulla falsariga dell'analogo decreto per le infrastrutture ferroviarie (DPR 459), stabilisce, all'Allegato 1, l'estensione delle fasce di pertinenza (Fascia di pertinenza acustica) per le diverse tipologie di infrastruttura sia esistenti che di nuova realizzazione ed indica i valori limite di immissione diurni e notturni delle infrastrutture stradali per ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) e per gli altri ricettori all'interno della fascia di pertinenza. La definizione delle infrastrutture stradali è in accordo con l'art. 2 del DL 30 aprile 1992 n. 285 e sue successive modifiche, considerando le tipologie A – Autostrade, B - Strade extraurbane principali, C - Strade extraurbane secondarie, D - Strade urbane di scorrimento, E - Strade urbane di quartiere, F - Strade locali. L'aspetto fondamentale è che i valori limite di immissione stabiliti dal decreto sono riferiti al solo rumore prodotto dalle infrastrutture stradali.

L'Art. 1 "Definizioni", puntualizza il significato di alcuni termini fondamentali:

- Infrastruttura stradale esistente: quella effettivamente in esercizio o in corso di realizzazione per la quale è stato approvato il progetto definitivo alla data di entrata in vigore del decreto (16/06/2004).
- Infrastruttura stradale di nuova realizzazione: quella in fase di progettazione alla data di entrata in vigore del decreto o comunque non ricadente nella definizione precedente.
- Confine stradale: limite della proprietà stradale quale risulta dagli atti di acquisizione dalle fasce di esproprio del progetto approvato (in mancanza delle precedenti informazioni il confine è costituito dal ciglio esterno del fosso di guardia o della cunetta, dal piede della scarpata se la strada è in rilevato o dal ciglio superiore della scarpata se la strada è in trincea).

⁹ Pubblicato nella Gazz. Uff. 1° giugno 2004, n. 127.

- Fascia di pertinenza acustica: striscia di terreno misurata in proiezione orizzontale, per ciascun lato dell'infrastruttura, a partire dal confine stradale, per la quale il DPR 142 stabilisce i limiti di immissione del rumore. Per le infrastrutture di nuova realizzazione (art. 4 c. 2), il corridoio progettuale finalizzato a garantire *“la migliore tutela dei ricettori presenti”* ha una estensione doppia della fascia di pertinenza acustica in caso di presenza di scuole, ospedali, case di cura e case di riposo.
- Ambiente abitativo: ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza delle persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina specifica relativa agli ambienti di lavoro.
- Ricettore: qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa o ricreativa; aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici ed aree esterne destinate ad attività ricreative ed allo svolgimento della vita sociale della collettività; aree territoriali edificabili già individuate dai piani regolatori generali e loro varianti generali, vigenti al momento della presentazione dei progetti di massima relativi alla costruzione delle infrastrutture di cui all'art. 2, c. 2, lettera B, ovvero vigenti alla data di entrata in vigore del presente decreto per le infrastrutture di cui all'art. 2, c. 2, lettera A.

La Tabella 2.4, dedotta da quanto riportato dal DPR, stabilisce l'estensione delle fasce di pertinenza e i limiti per il rumore prodotto dalle infrastrutture stradali.

Per le infrastrutture stradali esistenti di tipo A, B e C_a, il DPR n. 142 fissa una fascia di pertinenza estesa per 250 m dal confine stradale. Questo ambito territoriale viene suddiviso in una fascia più vicina all'infrastruttura (Fascia A) di ampiezza 100 m e in una fascia più distante di larghezza 150 m (Fascia B).

Per strade tipo C_b (tutte le strade extraurbane secondarie con l'esclusione delle strade tipo C_a) viene conservata una Fascia A di 100 m mentre la Fascia B viene ridotta a 50 m. Le strade urbane di scorrimento D_a e D_b assumono una fascia unica di ampiezza 100 m.

Le strade urbane di quartiere tipo E e le strade locali di tipo F sono associate ad una fascia di pertinenza di 30 m.

Per le infrastrutture di nuova realizzazione di tipo A, B e C1 viene fissata una fascia di pertinenza estesa per 250 m dal confine stradale. Per strade tipo C2 è prevista una fascia di 150 m mentre per quelle urbane di scorrimento la fascia è di 100 m. Nelle strade urbane di quartiere tipo E e le strade locali di tipo F sono associate ad una fascia di pertinenza di 30 m.

Per quanto concerne le modalità di verifica dei limiti, il DPR 142/2004, si fa riferimento al DMA 16/03/1998 ed in particolare all'Allegato C. c.2 *“Metodologia di misura del rumore stradale”*, ove si stabilisce che il monitoraggio del rumore prodotto dal traffico deve essere eseguito per un tempo di misura non inferiore ad una settimana. In tale periodo deve essere rilevato il L_{Aeq} orario; dai singoli dati di L_{Aeq,1h} ottenuti si calcola:

- a) per ogni giorno della settimana i livelli equivalenti diurni e notturni;
- b) i valori medi settimanali diurni e notturni.

Il microfono deve essere posto ad una distanza di 1 m dalle facciate di edifici esposti ai livelli di rumore più elevati e la quota da terra del punto di misura deve essere pari a 4 m. In assenza di edifici, il microfono deve essere posto in corrispondenza della posizione occupata dai ricettori sensibili.

I valori di cui al punto b) devono essere confrontati con i livelli massimi di immissione stabiliti con il regolamento di esecuzione previsto dall'art. 11 della Legge 26 ottobre 1995 n. 447, costituito, appunto, dal DPR 142/2004.

Il DPR n.142/2004, all'art. 6., si occupa degli interventi per il rispetto dei limiti. Al c.1. si ribadisce che, per le infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione, il rispetto dei valori di Tabella 2.4 e, al di fuori della fascia di pertinenza acustica, il rispetto dei valori stabiliti nella tabella C del DPCM 14/11/1997 (Tabella 2.3 del presente documento, limiti assoluti di immissione), è verificato in facciata degli edifici ad 1 metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione nonché dei ricettori. Qualora i valori limite per le infrastrutture non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

- 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori di carattere abitativo;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

Questi valori sono valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1.5 metri dal pavimento.

Tabella 2.4 –Fasce di pertinenza e relativi limiti – Leq in dBA

TIPO DI STRADA (Rif. Codice della Strada)	Sottotipi a fini acustici	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole (*), ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
STRADE DI NUOVA REALIZZAZIONE (D.P.R. 142/04, ALLEGATO 1, TABELLA 1)						
I sottotipi a fini acustici sono definiti secondo il D.M. 5.11.01 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade)						
A – Autostrada		250	50	40	65	55
B – Extraurbana principale		250	50	40	65	55
C – extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150			65	55
D – Urbana 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. 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F – Locale		30				
STRADE ESISTENTI E ASSIMILABILI (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti) (D.P.R. 142/04, ALLEGATO 1, TABELLA 2)						
I sottotipi a fini acustici sono definiti secondo le norme CNR 1980 e direttive PUT						
A – Autostrada		fascia A: 100	50	40	70	60
		fascia B: 150			65	55
B – Extraurbana principale		fascia A: 100	50	40	70	60
		fascia B: 150			65	55

TIPO DI STRADA (Rif. Codice della Strada)	Sottotipi a fini acustici	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole (*), ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
C – Extraurbana secondaria	C _a (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	fascia A: 100	50	40	70	60
		fascia B: 150			65	55
	C _b (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	fascia A: 100	50	40	70	60
		fascia B: 50			65	55
D – Urbana di scorrimento	D _a (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	D _b (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100			65	55
E – Urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F – Locale		30				
(*) per le scuole vale il solo limite diurno						

2.3.1.2 Ferrovie

Un altro decreto di interesse nell'ambito del presente studio è il DPR 459/1998¹⁰, relativo al rumore ferroviario.

Seguendo lo stesso schema dell'analogo decreto per il rumore stradale, esso stabilisce le fasce di pertinenza e fissa i limiti per il rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria. La Tabella 2.5, estratta dal DPR citato, riguarda le infrastrutture esistenti, quali la linea Brescia-Iseo-Edolo, che si trova nell'intorno dell'area di intervento.

¹⁰ Decreto del Presidente della Repubblica 18 novembre 1998, n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario. (GU n.2 del 4-1-1999)", entrata in vigore del decreto: 19-1-1999.

Tabella 2.5 – Infrastrutture ferroviarie esistenti - Fasce di pertinenza e relativi limiti – Leq in dBA

Tipo di infrastruttura	Ampiezza di fascia di pertinenza acustica	Scuole (*), ospedali, case di cura e di riposo		Altri	
		Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
Infrastrutture esistenti (velocità di progetto ≤ 200 km/h)	fascia A: 100 m	50	40	70	60
	fascia B: 150 m			65	55

(*) per le scuole vale il solo limite diurno

2.3.2 DMA 29/11/2000 - Piani di risanamento

Il decreto 29/11/2000 “Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”, ai sensi dell’Art. 10, comma 5, della Legge Quadro stabilisce che le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture hanno l’obbligo di:

- individuare le aree in cui per effetto delle immissioni delle infrastrutture stesse si abbia superamento dei limiti di immissione previsti;
- determinare il contributo specifico delle infrastrutture al superamento dei limiti suddetti;
- presentare al comune e alla regione o all’autorità da essa indicata, ai sensi art. 10, c.5 della Legge Quadro, il piano di contenimento e abbattimento del rumore prodotto dall’esercizio delle infrastrutture.

Nel caso di infrastrutture lineari di interesse nazionale o di più regioni, entro 18 mesi dalla data di entrata in vigore del decreto devono essere individuate, con stime o rilievi, le aree di superamento dei limiti previsti, trasmettendo i dati alle autorità competenti.

Entro i successivi 18 mesi la società o l’ente gestore presenta ai comuni interessati, alle regioni o alle autorità da esse indicate, il piano di contenimento ed abbattimento del rumore.

L’ordine di priorità degli interventi di risanamento è stabilito dal valore numerico dell’indice di priorità P la cui procedura di calcolo è indicata nell’Allegato 1 al citato decreto. Nell’indice di priorità confluiscono il valore limite di immissione, il livello di impatto della sorgente sonora sul ricettore, la popolazione esposta (n. abitanti equivalenti).

Gli interventi strutturali finalizzati all’attività di risanamento (Art. 5) devono essere effettuati secondo la seguente scala di priorità:

- direttamente sulla sorgente rumorosa;
- lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore;
- direttamente sul ricettore.

Questi ultimi sono adottati qualora non sia tecnicamente conseguibile il raggiungimento dei valori limite di immissione oppure quando lo impongano valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale.

2.3.3 Attività rumorose a carattere temporaneo

Qualora si preveda che le attività temporanee superino i limiti stabiliti dalla Classificazione Acustica del territorio comunale è necessario presentare istanza di autorizzazione in deroga, secondo quanto previsto dall’art. 6, com. 1, lettera h della Legge n. 447 del 1995 e dalla Legge

Regionale n° 13/2001.

Si definisce attività rumorosa temporanea qualsiasi attività che si esaurisce in periodi di tempo limitati o che si svolge in modo non permanente nello stesso sito. In particolare, nell'ambito di cantieri edili l'esercizio di attrezzature o macchine rumorose (ad esempio motocompressori, gruppi elettrogeni, martelli demolitori, escavatori, pale caricatrici, betoniere ecc.) il cui uso ha un carattere non occasionale si configura come attività rumorosa a carattere temporaneo.

La Legge Regionale 10 agosto 2001, N. 13 - Norme in materia di inquinamento acustico¹¹ tratta il tema al Titolo I - Art. 8 - Attività temporanee. Il c.2 precisa che, nel rilascio delle autorizzazioni, il comune deve considerare: i contenuti e le finalità dell'attività, la durata dell'attività, il periodo diurno o notturno in cui si svolge l'attività, la popolazione che per effetto della deroga è esposta a livelli di rumore superiori ai limiti vigenti, la frequenza di attività temporanee che espongono la medesima popolazione a livelli di rumore superiori ai limiti vigenti, la destinazione d'uso delle aree interessate dal superamento dei limiti ai fini della tutela dei recettori particolarmente sensibili. Il testo prosegue affermando, al c.3, che il comune nell'autorizzazione il comune può stabilire valori limite da rispettare, limitazioni di orario e di giorni allo svolgimento dell'attività, prescrizioni per il contenimento delle emissioni sonore e l'obbligo per il titolare, gestore o organizzatore di informare preventivamente, con le modalità prescritte, la popolazione interessata dalle emissioni sonore.

Il comune di Edolo, nelle Norme Tecniche di Attuazione del provvedimento di Classificazione Acustica del territorio comunale del Giugno 2005, all'art. 5 - Attività temporanee e manifestazioni in luogo pubblico - tratta, appunto, il tema del rumore prodotto dai cantieri, senza però fissare alcun limite massimo da non superare durante le lavorazioni. L'articolo afferma che *"il Sindaco è competente al rilascio delle autorizzazioni per lo svolgimento di attività temporanee [...]. Si tratta di attività quali, ad es., cantieri edili [...]. Per tali attività possono essere derogati e superati i valori limite di immissione fissati dalla zonizzazione acustica. Il sindaco può prescrivere accorgimenti, su parere del competente Servizio del Dipartimento di Prevenzione della ASL, al fine di limitare il rumore. Il Sindaco può altresì ordinare limitazioni d'orario.*

Le prescrizioni devono essere parte integrante dell'autorizzazione. La domanda per ottenere l'autorizzazione [...] deve essere corredata dall'indicazione dell'ubicazione dell'attività rumorosa, dalla sua durata, dall'elenco dei macchinari utilizzati e la loro conformità al DM 588/87¹², [...] dalla descrizione dell'attività svolta e dagli accorgimenti tecnici ed organizzativi messi in atto per minimizzare le emissioni rumorose".

2.3.4 Criteri di verifica e limiti applicabili

Nella definizione dei limiti, la classificazione acustica comunale interagisce con le fasce di pertinenza stabilite dagli specifici decreti per le infrastrutture, secondo le modalità stabilite dal DPCM 14/11/1997.

- All'interno della fascia di pertinenza, i limiti che l'infrastruttura deve rispettare sono quelli

¹¹ BURL n. 33, 1° suppl. ord. del 13 Agosto 2001

¹² Decreto 28 novembre 1987, N.588 Ministero coordinamento politiche comunitarie (G.U. 28-3-1988, n.73 supplemento) "Attuazione delle Direttive cee n.79/113, n.81/1051, n.85/405, n.84/533, n.85/406, n.84/534, n.84/535, n.85/407, n.84/536, n.85/408, n.84/537 e n.85/409 relative al metodo di misura del rumore, nonché al livello sonoro di potenza acustica di motocompressori, gru a torre, gruppi elettrogeni di saldatura, gruppi elettrogeni e martelli demolitori azionati a mano, utilizzati per compiere lavori nei cantieri edili e di ingegneria civile".

di fascia e non quelli della zonizzazione acustica (a meno che non sia una strada di tipo E o F). Per le sorgenti sonore diverse dall'infrastruttura (ad esempio attività industriali o produttive), invece, i limiti da rispettare continuano ad essere quelli della classificazione acustica comunale.

- All'esterno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie si applicano i limiti assoluti di immissione definiti in sede di classificazione acustica comunale.

I limiti di inquinamento acustico per l'opera in progetto nella fase di **esercizio** sono quindi costituiti da:

- all'interno della fascia di pertinenza: valori di cui alla Tabella 2.4 per le strade di nuova realizzazione appartenenti alla tipologia C – extraurbana secondaria, sottotipo C1;
- all'esterno della fascia di pertinenza: limiti assoluti di immissione presso i ricettori. In termini cautelativi, lo specifico contributo dell'opera potrebbe essere valutato conformemente al limite di emissione, o di immissione specifico, ai sensi del D.Lgs. 42/2017.

Nella definizione dei limiti occorre tenere conto degli aspetti legati alla concorsualità, come sinteticamente descritto al § 2.3.5.

Per la fase di **cantiere**, invece, il riferimento è rappresentato dalle classificazioni acustiche comunali dei comuni ricadenti nell'intorno delle aree di cantiere e del Fronte Avanzamento Lavori.

Per le attività a carattere temporaneo sussiste comunque la possibilità - ai sensi della Legge Quadro 447/95, art. 6, comma 1, lettera h e della LR n. 13/01, art. 8 - di presentare all'Amministrazione Comunale un'istanza per ottenere l'autorizzazione in deroga ai limiti normativi.

2.3.5 Aspetti legati alla concorsualità

Il D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42¹³, all'art. 12 apporta una modifica all'articolo 8 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, stabilendo che dopo il comma 2 sia aggiunto il seguente: «2-bis. La valutazione di impatto acustico di infrastrutture di trasporto lineari [...] deve tenere conto, in fase di progettazione, dei casi di pluralità di infrastrutture che concorrono all'immissione di rumore».

Per la trattazione della concorsualità e l'individuazione dei valori limite applicabili alle singole infrastrutture si fa riferimento a norme tecniche e Linee Guida; tra queste si segnalano:

- Sistema Nazionale Protezione Ambiente – Atti del Consiglio SNPA - Consiglio Federale del 15 marzo 2016 “Doc 68: Proposta di revisione normativa acustica”
- UNI/TS 11387:2010 “Linee guida alla mappatura acustica e mappatura acustica strategica - Modalità di stesura delle mappe”
- ISPRA - “Nota tecnica in merito alle problematiche dei progetti di infrastrutture di trasporto soggetti a VIA relativamente alla presa in considerazione degli aspetti connessi alla concorsualità con altre infrastrutture di trasporto - 2010

Come criterio generale, ai sensi del DMA del 29/11/00, il rumore immesso in un'area in cui vi sia la concorsualità di più sorgenti, ovvero sia un'area in cui vi sia la sovrapposizione di più fasce di pertinenza, non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di

¹³ 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”, pubblicato sulla G.U. Serie Generale n.79 del 04-04-2017 ed entrato in vigore il 19/04/2017.

immissione previsti per le singole infrastrutture.

L'individuazione delle sorgenti concorsuali deve essere effettuata con un criterio di tipo geometrico a prescindere dal superamento dei limiti, individuando i ricettori ubicati nella sovrapposizione di due o più fasce di pertinenza, che si possono dedurre da una rappresentazione cartografica con l'individuazione delle aree di concorsualità, in cui si verifica la sovrapposizione di diverse fasce di pertinenza e si ha la presenza di ricettori.

2.3.6 Normativa regionale

La Legge della Regione Lombardia del 10/08/2001 n. 13, emanata in attuazione della Legge Quadro, stabilisce criteri e termini per:

- le azioni di prevenzione dell'inquinamento acustico, come la classificazione acustica del territorio comunale, la previsione d'impatto acustico da produrre per l'avvio di nuove attività o per l'inserimento nel territorio di infrastrutture di trasporto;
- le azioni di risanamento dell'inquinamento acustico attraverso la predisposizione di piani da parte di soggetti pubblici e privati (piani di risanamento delle infrastrutture di trasporto, piani di risanamento comunali, piano regionale triennale d'intervento per la bonifica dell'inquinamento acustico, ecc.).

In attuazione della stessa Legge Quadro e della legge regionale n. 13/2001, la Giunta Regionale ha emanato, nella seduta dell'8 marzo 2002 con la deliberazione n. VII/8313, il documento "Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico". La documentazione della quale si tratta deve consentire:

- la valutazione comparativa tra lo scenario con presenza e quello con assenza delle opere ed attività, per la previsione di impatto acustico;
- la valutazione dell'esposizione dei recettori nelle aree interessate alla realizzazione di scuole e asili nido, ospedali, case di cura e di riposo, parchi pubblici urbani ed extraurbani, nuovi insediamenti residenziali prossimi alle opere indicate dalla L. 447/95, articolo 8, comma 2, per la valutazione previsionale del clima acustico.

Il documento "Criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica del territorio comunale" è stato emanato dalla Giunta Regionale, nella seduta del 2 luglio 2002 (deliberazione n. VII/9776).

Altra legislazione regionale riguarda gli aspetti legati alla mappatura acustica ai sensi del D.Lgs. 194/2005 (indicazioni per la mappatura acustica, individuazione degli agglomerati), che non sono di interesse per il presente studio.

2.4 Classificazione acustica della zona di intervento

L'intervento si colloca principalmente all'interno del comune di Edolo. Il confinante comune di Sonico, anch'esso in provincia di Brescia, è interessato in modo marginale, poiché nel suo territorio ricade la nuova rotatoria di imbocco Sud della variante Est.

Il Piano di Classificazione Acustica del territorio comunale di Edolo, redatto ai sensi della L.R. 13/2001 e s.m. e i., è stato approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n.5 del

06/06/2008¹⁴.

Il piano si compone di: relazione, norme tecniche di attuazione, repertorio fotografico e un elaborato grafico. Esso è stato predisposto secondo le indicazioni contenute nella D.G.R. 12 luglio 2002 n.VII/9776 e ha assunto a riferimento le scelte pianificatorie contenute nel PRG vigente, tra cui la localizzazione attuale delle attrezzature produttive, di servizio, commerciali e ricreative e le principali infrastrutture viarie.

Alcuni elementi relativi alla classificazione del territorio di fondovalle e il piede dei versanti sono di seguito elencati¹⁵:

- Classe I – Aree particolarmente protette – Assegnazione riservata al sito su cui sorge la chiesetta di S. Clemente a monte dell’abitato storico di Edolo.
- Classe II – Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale – Classe attribuita alla zona dell’ospedale compresa tra via S. Maria, via Gelpi e viale Derma, all’area cimiteriale del capoluogo lungo via Treboldi e ai versanti boscati generalmente al di sopra dei m 650 s.l.m.
- Classe III – Aree di tipo misto – Sono allocate in questa classe una vasta porzione della piana di Edolo lungo l’Ogliolo, gli abitati non collocati a diretto contatto delle principali infrastrutture viarie e le fasce di territorio prossime alle principali infrastrutture viarie.
- Classe IV – Aree intensa attività umana – Rientrano in questa tipologia le principali infrastrutture viarie (SS42, SS39 e il tracciato ferroviario) e le aree prospicienti all’interno di fasce continue di profondità variabile, le fasce attorno agli insediamenti produttivi esistenti e di previsione.
- Classe V – Aree prevalentemente industriali – Appartengono a questa classe l’area produttiva lungo via Treboldi e l’area produttiva interna all’abitato posta tra la stazione ferroviaria e il cimitero.

Il comune di Sonico ha anch’esso approvato il proprio piano di classificazione acustica, con deliberazione N. 11 - 05/04/2014.

Dal punto di vista dell’impatto acustico, gli areali interessati dall’opera sono quelli esterni al tratto in galleria, a Sud-Est e a Nord-Est dell’abitato di Edolo.

La Figura 2.2 riporta lo stralcio del piano di classificazione di Edolo per la zona dell’imbocco Nord. Lo stralcio di Figura 2.3 riguarda la parte di tratto Sud in comune di Edolo e di Sonico, in cui ricade la zona della nuova rotatoria Sud. Il materiale è stato ricavato dal servizio “MIRCA - Piani Comunali di zonizzazione acustica” della Regione Lombardia¹⁶.

¹⁴ <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/servizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/ambiente-ed-energia/Inquinamento-acustico/stato-zonizzazione-acustica/stato-zonizzazione-acustica> (consultato in data 03/11/2021).

¹⁵ Comune di Edolo – Piano di Governo del Territorio – Relazione Documento di Piano

¹⁶ <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioServizio/servizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/Ambiente-ed-energia/Inquinamento-acustico/mirca-piani-comunali-di-zonizzazione-acustica-amb/mirca-piani-comunali-di-zonizzazione-acustica> (consultato in data 03/11/2021).

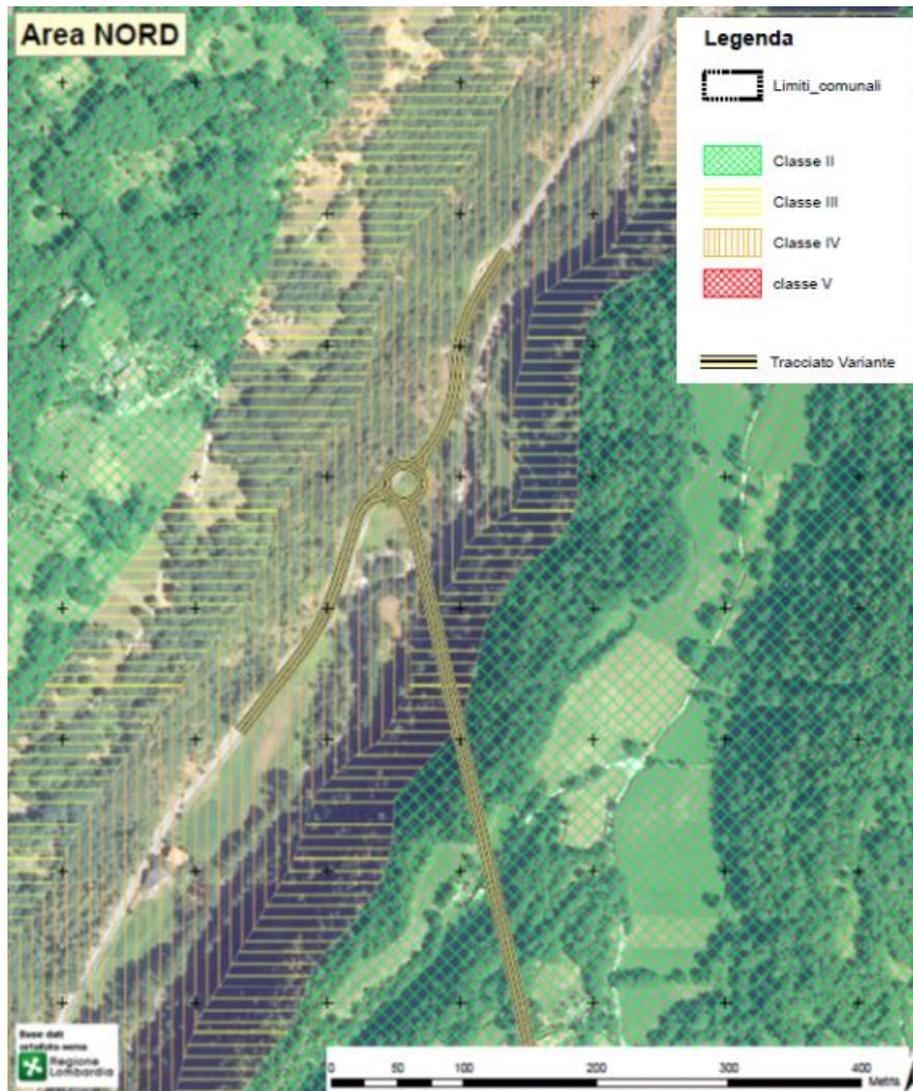


Figura 2.2 – Stralcio del Piano di Classificazione Acustica comunale per l’area di intervento Nord-Est.

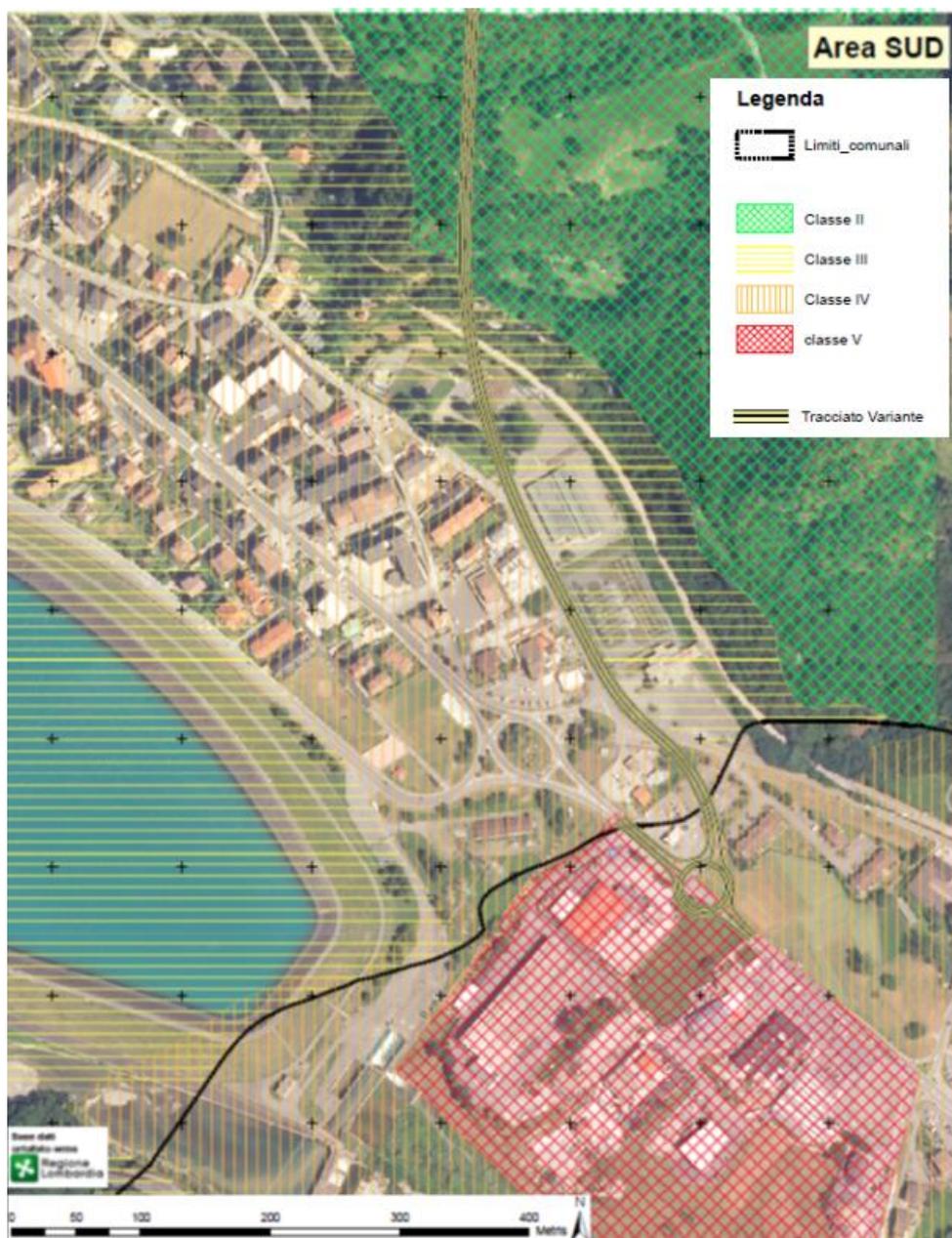


Figura 2.3 – Stralcio del Piano di Classificazione Acustica comunale per l’area di intervento Sud-Est – Comuni di Edolo e Sonico.

A Nord della futura galleria, l’attuale tracciato della S.S. 42 e due fasce adiacenti sono inserite in classe IV, mentre al territorio ad uso agro-silvo-pastorale circostante è assegnata la classe II, con l’interposizione, su ambo i lati, di una zona di classe III.

La zona a Sud della galleria vede ancora la classe II nelle zone più elevate, la classe IV per il centro abitato che si distende ai due lati della S.S. 42, e due zone di classe III, una ad Ovest, che comprende la zona del bacino Enel, e una ad Est, che segue all’incirca il tracciato ferroviario e comprende la centrale Enel.

Per quanto riguarda il comune di Sonico, nel cui territorio ricade la nuova rotonda di imbocco

Sud, si ha una ampia zona in classe V che corrisponde all'incirca al comparto commerciale produttivo lungo la S.S. 42. Questa è affiancata dalla classe IV, che comprende le abitazioni e la centrale Edison "A. Covi". La zona boschiva è inserita in classe II, con l'interposizione di una fascia in classe III.

La rappresentazione su scala più ampia dei piani di classificazione acustica comunali è riportata nella tavola di cui all'elaborato T00IA03AMBCT02.

2.5 Altre sorgenti sonore

L'area di intervento a Sud della galleria riguarda la parte meridionale dell'abitato di Edolo; il clima acustico della zona è determinato da un complesso di sorgenti, tipiche dell'area periferica di una cittadina di fondovalle dell'arco alpino. Si segnalano, come principali fonti sonore:

- il traffico stradale lungo la S.S. 42, che rappresenta l'asse di trasporto principale, e la viabilità che da essa si dirama;
- il traffico ferroviario sulla linea Brescia-Iseo-Edolo;
- le attività industriali ed artigianali distribuite nella zona;
- le attività commerciali e di grande distribuzione, con annesse aree di parcheggio;
- la cabina primaria di e-distribuzione, dotata anch'essa di trasformatori;
- la centrale elettrica Edison "A. Covi" di Sonico, con annessa stazione elettrica dotata di trasformatori.

A queste sorgenti si aggiunge l'attività antropica, il traffico locale, fonti di origine naturale, le lavorazioni agricole presso gli appezzamenti circostanti, ecc.

La centrale elettrica Enel, che si trova in caverna, non ha sorgenti sonore di rilievo collocate all'aperto.

Nella parte a Nord-Est della galleria, il contesto ambientale è quello di una vallata alpina; la rumorosità ambientale è determinata dal traffico lungo la SS42, dalla rumorosità prodotta dal fiume Oglio

La S.S. 42 è stata oggetto di mappatura acustica da parte di ANAS nell'ambito degli adempimenti conseguenti al D.Lgs. 194/2005 per gli assi stradali principali¹⁷. Il tratto mappato, dal km 72.900 al km 113.200 sino a Sonico è però esterno all'area di interesse.

2.6 Descrizione del modello matematico previsionale utilizzato

Le simulazioni della rumorosità prodotta dalla centrale sono state eseguite mediante un modello matematico previsionale, in grado di ricostruire, a partire dai dati di potenza sonora espressi in banda d'ottava o di terzi d'ottava, la propagazione acustica in ambiente esterno e calcolare il livello di pressione sonora sia presso singoli punti recettori che in tutta l'area circostante. Sono prese in considerazione le attenuazioni prodotte dall'ambiente stesso per mezzo dell'orografia, delle qualità acustiche del terreno, della presenza di ostacoli e/o barriere schermanti. Nella presente applicazione è stato utilizzato il modello matematico SoundPLAN ver. 8.2, sviluppato dalla SoundPLAN GmbH (www.soundplan.eu).

Il modello matematico SoundPLAN appartiene alla categoria dei modelli basati sul metodo di calcolo "ray-tracing" e permette di valutare le attenuazioni secondo le diverse normative nazionali ed internazionali.

Il calcolo del rumore da sorgenti industriali è stato eseguito in conformità allo standard ISO

¹⁷ <http://www.anasrisanamentoacustico.it/index.php?file/open/55333>

9613, parte 1 e parte 2, per il calcolo della propagazione sonora. Tale standard è stato recepito in Italia in altrettante norme UNI¹⁸. In linea con tale standard, il modello SoundPLAN non tiene conto dei fenomeni di meteorologia locale, ma calcola i livelli d'immissione in condizioni leggermente favorevoli alla propagazione in modo da avere una stima conservativa della rumorosità ambientale¹⁹.

Il modello stima l'andamento della propagazione sonora considerando:

- l'attenuazione del segnale dovuta alla distanza tra sorgente e ricevitore;
- l'attenuazione causata dall'eventuale presenza di ostacoli schermanti;
- le riflessioni sul terreno;
- le riflessioni e la diffrazione provocate da edifici, ostacoli, barriere.

Il codice di calcolo descritto è dunque in grado sia di fornire la stima del livello di pressione sonora in corrispondenza di postazioni puntuali, sia di valutare l'andamento delle curve di isolivello del rumore su un'area ritenuta significativa. Il calcolo viene condotto in termini spettrali in banda d'ottava, come stabilito dalla normativa citata, o in bande di terzi d'ottava.

L'impiego del codice di calcolo si compone di alcune fasi:

- caratterizzazione geometrica dell'ambiente oggetto di studio, ovvero introduzione della morfologia del terreno tramite le curve di isolivello o reticoli di punti quotati;
- localizzazione, dimensionamento e assegnazione di parametri specifici ai principali ostacoli alla propagazione acustica (edifici, barriere naturali);
- individuazione delle sorgenti sonore attraverso la valutazione del loro livello di potenza, dello spettro in frequenza e dell'eventuale direttività;
- definizione dei più significativi parametri atmosferici: temperatura dell'aria in gradi Celsius ed umidità relativa espressa in percentuale;
- individuazione dei ricevitori, in corrispondenza dei quali si desidera effettuare il calcolo del livello di pressione sonora.

SoundPLAN è conforme alle modifiche proposte alle norme per il calcolo del suono all'aperto dalla ISO/TR 17534-3:2015, (<https://www.iso.org/standard/66128.html>), relative al software di acustica per l'implementazione di standard finalizzati al calcolo della propagazione del rumore all'aperto.

2.6.1 Modellazione del rumore prodotto da infrastrutture stradali

All'interno del programma di simulazione SoundPLAN, il rumore prodotto dalle infrastrutture stradali è gestito mediante diversi algoritmi di calcolo specifici, tra questi il modello CNOSSOS-EU.

¹⁸ UNI ISO 9613-1: 2006 "Acustica – Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto. Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico"; UNI ISO 9613-2: 2006 "Acustica – Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto. Parte 2: Metodo generale di calcolo".

¹⁹ Al § 1 della ISO 9613-2 si legge: "The method predicts the equivalent continuous A-weighted sound pressure level [...] under meteorological conditions favourable to propagation from sources of known sound emission. These conditions are for downwind propagation as specified in 5.4.3.3 of ISO 1996-2: 1987". Al § 5 della ISO 9613-2 si legge: "Downwind propagation condition, for the method specified in this part of ISO 9613 are [...] namely wind direction within an angle of $\pm 45^\circ$ of the direction connecting the centre of the dominant sound source and the centre of the specified receiver region, with the wind blowing from source to receiver, and wind speed between approximately 1 m/s and 5 m/s, measured at a height of 3 m to 11 m above the ground. The equations for calculating the average downwind sound pressure level $L_{AT(DW)}$ in this part of ISO 9613, including the equations for attenuation given in clause 7, are the average for meteorological conditions within these limits". These equations also hold, equivalently, for average propagation, under a well-developed moderate ground-based temperature inversion, such as commonly occurs on clear, calm nights."

La Direttiva UE 2015/996 della Commissione del 19/05/2015 stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, e rappresenta la conclusione del percorso avviato nel 2008 dalla Commissione Europea con il progetto CNOSSOS-EU (“Common Noise Assessment Methods in Europe”).

Tale progetto aveva l’obiettivo di standardizzare le procedure per quantificare l’esposizione al rumore in tutti gli Stati Membri, in modo da poter disporre di dati confrontabili e poter fornire ai decisori politici strumenti tecnici ed evidenze scientifiche per la messa a punto di azioni efficaci contro il problema del rumore.

Scopo fondamentale della Direttiva 2002/49/CE, recepita in Italia con il D. Lgs. 194/2005, era quello di definire un approccio comune per “evitare, prevenire o ridurre, secondo le rispettive priorità, gli effetti nocivi, compreso il fastidio, dell'esposizione al rumore ambientale”.

Per individuare e ridurre il livello di esposizione della popolazione, la Direttiva indica strumenti quali la mappatura acustica e i piani di azione, che dovevano affiancarsi, integrandoli, a quelli definiti localmente dalle normative degli Stati Membri.

Gli indicatori più idonei per quantificare il livello di rumore e l'esposizione della popolazione attraverso le mappe acustiche erano stati individuati nei descrittori acustici L_{den} e L_{night} . (L_{den} è il descrittore acustico giorno-sera-notte/day-evening-night usato per qualificare il disturbo legato all'esposizione al rumore; L_{night} è il descrittore acustico notturno relativo ai disturbi del sonno)

L'utilizzo di metodi comuni per la determinazione dei valori degli indicatori era stato individuato come elemento fondamentale per una stima omogenea del rumore a livello europeo e per la messa a punto di politiche comunitarie per la riduzione dell'esposizione.

Dopo la prima fase di implementazione della Direttiva, la Commissione ha valutato il grado di confrontabilità dei risultati forniti dagli Stati Membri e ha verificato che in molti casi i metodi valutazione impiegati differivano anche in modo consistente dai metodi suggeriti. Ciò rendeva difficoltoso se non impossibile ottenere dati consistenti e confrontabili sul numero di persone esposte ai diversi livelli di rumore. Nel 2008 la Commissione ha dunque dato l'avvio al progetto “CNOSSOS-EU”, sotto la guida del Centro comune di ricerca (JRC) per lo sviluppo di metodi armonizzati per la valutazione dell'esposizione al rumore in Europa. Il progetto era propedeutico alla revisione dell'Appendice II della Direttiva 49/2002/CE. Sulla base dei risultati del progetto, la Direttiva (UE) 2015/996 stabilisce i metodi di determinazione comuni che gli Stati Membri sono tenuti a utilizzare a partire dal 31 dicembre 2018. Il corpus allegato alla Direttiva espone dettagliatamente tutti i passi necessari per la caratterizzazione e modellizzazione delle sorgenti, nonché del percorso di propagazione del rumore fino ai potenziali ricettori. Dopo una prima sezione in cui sono esposti gli elementi generali per la definizione del rumore, distinguendo tra traffico veicolare, ferroviario e industriale (con la descrizione di indicatori, classificazione delle sorgenti, influenza dei parametri ambientali sulla generazione del rumore ecc.) la Direttiva illustra i metodi di calcolo della propagazione del rumore da tali sorgenti e infine affronta in maniera dettagliata il problema del rumore generato da aeromobili.

Nella presente applicazione è stato utilizzato il modello CNOSSOS-EU per la previsione del rumore generato dal flusso veicolare previsto sulla nuova Variante Est di Edolo. Tale algoritmo di calcolo è tra quelli disponibili nel programma di simulazione SoundPLAN.

Alcune delle peculiarità del modello sono di seguito elencate.

- Il calcolo del rumore stradale viene eseguito nella gamma di bande d’otava tra 63 Hz ÷ 8 kHz.
- Il livello di pressione sonora media a lungo termine ponderata A per il periodo diurno, serale e notturno, viene calcolato effettuando la sommatoria su tutte le frequenze, opportunamente ponderate secondo la curva ‘A’, secondo la norma CEI 61672-1.

- I veicoli sono raggruppati in cinque categorie distinte in base alle loro caratteristiche di emissione di rumore:
 - Categoria 1: veicoli a motore leggeri
 - Categoria 2: veicoli medio-pesanti
 - Categoria 3: veicoli pesanti
 - Categoria 4: veicoli a motore a due ruote (ciclomotori + motocicli)
 - Categoria 5: Categoria aperta (per eventuali nuovi veicoli ad es. elettrici o ibridi)
- Ogni veicolo (cat. 1, 2, 3, 4 e 5) è rappresentato da una sorgente puntiforme con irraggiamento uniforme nel semispazio 2π al di sopra del suolo (a 5 cm al di sopra della superficie stradale).
- Il flusso del traffico è rappresentato da una sorgente lineare.
- L'emissione di rumore di un flusso di traffico è rappresentata da una linea sorgente caratterizzata dalla sua potenza sonora direzionale per metro e per frequenza, che corrisponde alla somma delle emissioni sonore dei singoli veicoli presenti, tenendo conto del tempo passato dai veicoli nel tratto stradale considerato.
- Presupponendo un flusso orario Q_m di veicoli per la categoria m , velocità media v_m (in km/h), la potenza sonora direzionale per metro nella i -esima banda di frequenza di 1/1 ottava della linea sorgente $L_{W',eq,line,i,m}$ è definita da:

$$L_{W',eq,line,i,m} = L_{W,i,m} + 10 \times \lg\left(\frac{Q_m}{1\,000 \times v_m}\right)$$

$L_{W,i,m}$ è la potenza sonora direzionale di un singolo veicolo.

Q_m è la media annuale per ora, per periodo (diurno-serale-notturno), per la classe di veicoli m e per ciascuna linea sorgente.

v_m è una velocità rappresentativa per categoria di veicoli, che corrisponde alla più bassa tra due velocità: la velocità massima consentita per il tratto stradale e la velocità massima consentita per la categoria di veicoli.

- Per i veicoli a motore leggeri, medi e pesanti (cat. 1, 2 e 3), la potenza sonora totale corrisponde alla somma energetica del rumore di rotolamento e del rumore da propulsione. Per i veicoli a due ruote (cat. 4), si considera solo il rumore da propulsione.
- Per i manti stradali con proprietà acustiche diverse da quelle del manto di riferimento, è necessario applicare un termine di correzione spettrale sia per il rumore di rotolamento sia per il rumore da propulsione.
- I dati di ingresso necessari per le elaborazioni secondo il modello CNOSSOS sono: i flussi di traffico, le velocità e le caratteristiche delle strade (tipologia di asfalto, dimensioni, pendenze, ecc..).

2.7 Censimento dei ricettori

La principale attività propedeutica alla redazione del presente studio è stata la caratterizzazione del cosiddetto "corpo ricettore", ossia dell'insieme di fabbricati ed aree occupati da persone o comunità potenzialmente impattati dalla nuova opera.

L'identificazione e classificazione tipologica dell'insieme dei ricettori potenzialmente impattati dalla nuova opera (corpo ricettore) è stata svolta in base a sopralluoghi e rilievi estesi all'ambito territoriale di studio interessato dall'asse principale. Si è adottata un'estensione di 500 m dal bordo del tracciato della futura infrastruttura, ad esclusione del tratto in galleria naturale. Si è ritenuto opportuno orientare la definizione degli areali per la ricognizione dei ricettori non solo

alla fase di esercizio, per la quale non sono di interesse i tratti in galleria naturale, ma anche alla fase di cantiere per quanto riguarda le lavorazioni all'aperto che interessano anche quella porzione di tracciato. All'interno di questo areale, sono state individuate due porzioni contigue, di ampiezza pari a 250 m cad. Nella prima, quella più vicina al tracciato, sono state identificate nel dettaglio le caratteristiche degli edifici presenti. Come da Linee Guida ARPA Lombardia⁶. Sono stati considerati tutti gli edifici con permanenza di persone ed eventuali zone a particolare tutela. Questa fase di censimento ha prodotto un elenco dei ricettori recante, per ognuno, un codice identificativo, una localizzazione mediante coordinate puntuali, il lato dell'infrastruttura, la classe acustica di appartenenza, l'altezza dell'edificio/n. dei piani e la destinazione d'uso (residenziale, commerciale, industriale, agricola rurale, ecc...).

La descrizione dei ricettori esposti al rumore della nuova infrastruttura è stata supportata da immagini, fotografie, stralci cartografici. Le informazioni relative ad ogni singola scheda ricettore sono state implementate a partire da un modello dati GIS (Geographic Information Systems). Ai fini del calcolo delle altezze dei singoli manufatti, si specifica che il conteggio dei piani si è svolto considerando il piano terra come piano numero 1.

I risultati di tale attività sono riportati in una serie di schede monografiche, contenute nel documento "Schede di censimento dei ricettori impattati" (nome elaborato: T00IA03AMBSC01), a cui si rimanda per ogni dettaglio.

Non sono stati individuati ricettori sensibili, quali scuole, ospedali o case di riposo nell'ambito del buffer di 250 m dalla nuova infrastruttura.

In Figura 4 si riporta un inquadramento dell'area, con rappresentato il buffer di 250 m dall'infrastruttura in progetto all'interno del quale sono individuati i potenziali ricettori censiti (R001÷R112). Sulla base dell'analisi dei dati, svolta successivamente alla fase di acquisizione in campo, sono stati considerati complessivamente n° 108 ricettori.

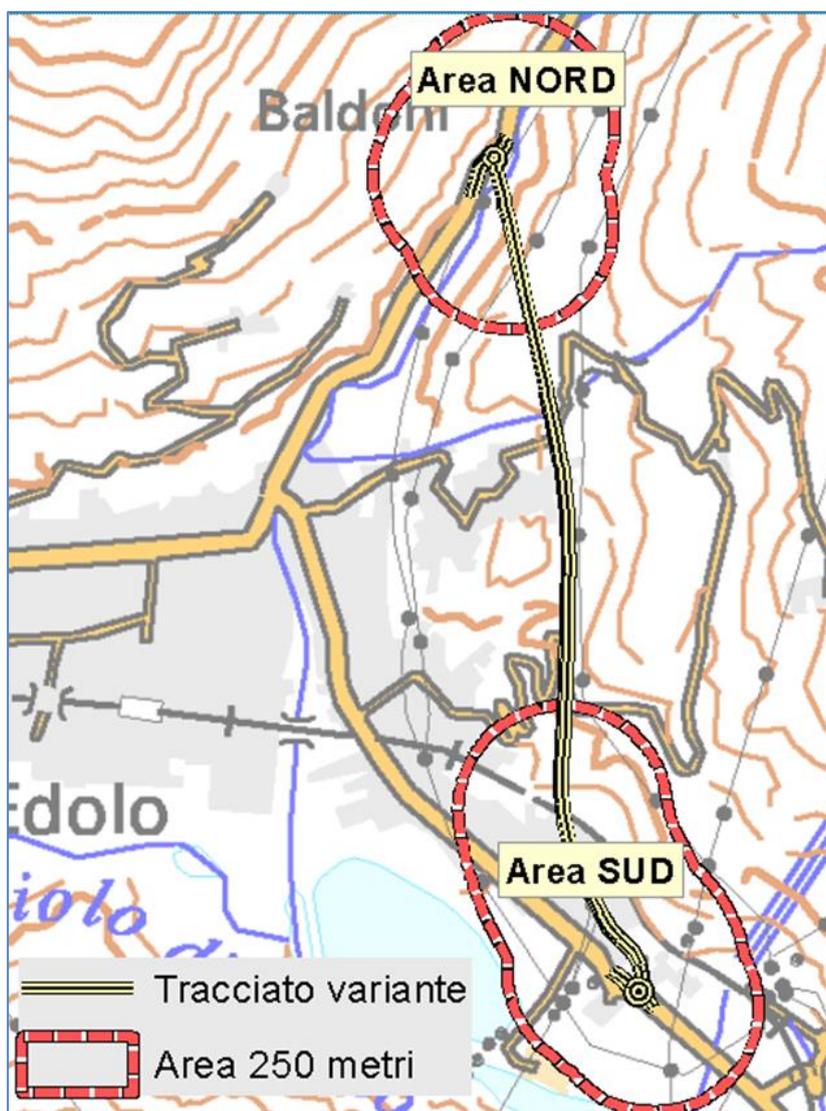


Figura 4 – Variante Est di Edolo - Ubicazione dei ricettori censiti

Di seguito (Tabella 2.6) si riportano le coordinate dei ricettori complessivamente censiti.

Tabella 2.6 – Coordinate dei ricettori censiti (WGS 84 / UTM zone 32N)

Codice identificativo	m Nord	m Est
R001	5115775	603469
R002	5115946	603190
R003	5115973	603245
R004	5115981	603252
R005	5115974	603233
R006	5116003	603345
R007	5116019	603372
R008	5114112	603458
R009	5114097	603438
R010	5114139	603433
R011	5114148	603401
R012	5114170	603388
R013	5114166	603449
R014	5114035	603524
R015	5114026	603510
R016	5114045	603553
R017	5114061	603567
R018	5114058	603539
R019	5114088	603532
R020	5114056	603477
R021	5114062	603487
R023	5114183	603541
R024	5114306	603455
R025	5114436	603453
R026	5114317	603376
R027	5114320	603431
R028	5114361	603442
R029	5114352	603438
R030	5114264	603402
R031	5114261	603466
R032	5114229	603485
R033	5114201	603477
R034	5114203	603524
R035	5114216	603505

Codice identificativo	m Nord	m Est
R036	5114156	603510
R038	5114189	603609
R039	5114159	603647
R040	5114137	603656
R041	5114058	603639
R042	5113955	603757
R043	5114141	603622
R044	5114334	603497
R045	5114312	603500
R046	5114349	603476
R047	5114343	603472
R048	5114332	603538
R049	5114455	603493
R050	5115780	603471
R051	5114369	603732
R052	5115769	603465
R053	5115953	603545
R054	5115612	603286
R055	5114298	603396
R056	5114270	603436
R057	5114171	603614
R058	5114078	603471
R059	5114135	603577
R060	5114247	603517
R061	5114104	603516
R062	5114115	603638
R063	5114214	603458
R064	5114199	603416
R065	5114093	603598
R066	5114209	603575
R067	5114227	603387
R068	5114122	603410
R069	5114370	603482
R070	5114360	603384

Codice identificativo	m Nord	m Est
R071	5114352	603402
R072	5114464	603455
R073	5114070	603495
R074	5115986	603242
R075	5114062	603672
R076	5115587	603507
R077	5115598	603271
R078	5114123	603566
R079	5114147	603557
R080	5114216	603585
R081	5114140	603465
R082	5114269	603504
R083	5114471	603419
R084	5113932	603662
R085	5113929	603641
R086	5114114	603636
R087	5114231	603533
R088	5114057	603776
R089	5114183	603707
R090	5114284	603475
R091	5114138	603617
R092	5114133	603473

Codice identificativo	m Nord	m Est
R093	5113874	603749
R094	5113896	603933
R095	5113813	603818
R096	5113924	603845
R097	5113861	603764
R098	5113923	603905
R099	5113742	603763
R100	5113782	603807
R101	5113861	603725
R104	5113738	603748
R105	5113833	603737
R106	5113794	603826
R107	5113881	603982
R108	5113798	603672
R110	5113750	603860
R111	5113707	603882
R112	5113677	603803
R113	5113669	603983
R114	5113646	603961
R115	5113623	603952
R116	5113665	603916
R117	5113629	603906

Le schede monografiche, contenute nel rapporto tecnico citato, contengono le seguenti informazioni: identificazione del ricettore, da R001 a R117, comune di appartenenza, coordinate puntuali (WGS 84 / UTM zone 32N), lato dell'infrastruttura, classificazione acustica, destinazione d'uso del manufatto, altezza edificio e numero dei piani, immagine fotografica del fabbricato, inquadramento planimetrico su ortofoto della Regione Lombardia.

La numerazione dei ricettori parte da R001 e arriva a R117; nella fase di verifica a valle del censimento ne sono stati eliminati n.5 (R022, R037, R102, R103, R109), mantenendo la numerazione inalterata. Quindi, il numero totale di ricettori presenti è di 112.

Per quanto concerne invece l'areale più esterno, ossia quello che si estende da 250 a 500 m dal tracciato della nuova infrastruttura per i tratti a raso, in trincea, in galleria artificiale e su ponte, sono stati ricercati i soli cosiddetti "ricettori sensibili", costituiti principalmente da strutture scolastiche, sanitarie, secondo quanto stabilito dal DPCM 14/11/1997. Esso associa ai ricettori sensibili la classe acustica I - aree particolarmente protette e stabilisce che "rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali,

aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.”. La deliberazione regionale n. VII/9776 reca i criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica del territorio comunale ed esplicita, con maggiore dettaglio, quanto stabilito dal DPCM.

Nel caso specifico, la verifica dei recettori sensibili (istituti di istruzione, ospedali, residenze per anziani, edifici religiosi) eventualmente presenti all’interno del buffer di raggio 500 metri dall’infrastruttura lineare per i comuni di Edolo e Sonico, si è svolta utilizzando diverse fonti informative. La prima fonte informativa utilizzata è costituita dal database GIS della Regione Lombardia²⁰, dal quale si evince quanto segue:

- Istituti scolastici: nessuna delle strutture riportate ricade nell’areale a 500 m dall’infrastruttura;
- Ospedali: individuata una struttura (Edolo) ricadente fuori dall’areale;
- Residenze per anziani: non censite;
- Edifici religiosi: non censiti.

Ulteriori fonti informative riguardano esclusivamente gli istituti scolastici presenti nei comuni di interesse, censiti nel database del Ministero dell’Istruzione dell’Università e della Ricerca aggiornato al 2021²¹ ed indicati nel Piano di Governo del Territorio (PGT) – Relazione Documento di Piano, ottobre 2012 per il Comune di Edolo²². Si conferma l’assenza di istituti scolastici all’interno dell’areale considerato. Per quello che attiene alle strutture sanitarie, è stato anche consultato il Database del Ministero della Salute che riporta strutture di ricovero pubbliche e private attive al 30.12.2016²³.

La ricerca è stata poi completata sfruttando le riprese aeree e le immagini a livello suolo disponibili in Google Maps; si confermano i riscontri precedentemente esposti rispetto a istituti scolastici e scuole, mentre si è individuata una struttura residenza per anziani ricadente al di fuori dell’areale di ricerca considerato, ed un edificio religioso, la “Chiesa S. Ippolito e Cassiano” che ricade all’esterno dell’areale, in corrispondenza però del tratto in galleria naturale²⁴, dal quale, in pianta, dista meno di 250 m.

All’esterno (30 m) dell’areale, si segnala la presenza del “Centro Formativo Provinciale Giuseppe Zanardelli” sito in Via Guglielmo Marconi, 49, Edolo. Il centro è individuato sia in Google Maps ed è presente anche nel Documento di Piano del comune di Edolo (2012).

L’ultima fonte utilizzata è il Piano di Classificazione Acustica comunale, che assegna la classe I al sito su cui sorge la chiesetta di S. Clemente a monte dell’abitato storico di Edolo, all’esterno dell’areale considerato.

In sintesi, non sono stati individuati recettori sensibili (istituti di istruzione, ospedali, residenze per anziani, edifici religiosi) ricadenti nell’areale di 500 m dai tratti a raso, in trincea. In galleria artificiale e su ponte dell’infrastruttura. Unico recettore ricadente entro una distanza di 250 m dall’infrastruttura è la “Chiesa S. Ippolito e Cassiano” in corrispondenza del tratto in galleria naturale; esso, quindi, non risente del rumore prodotto dalla nuova infrastruttura.

L’ubicazione dei ricettori censiti è riportata nella tavola n. T00IA03AMBCT01. Essa indica, con cromatismi diversi, la tipologia di carreggiata: a raso, in trincea, in galleria artificiale, in galleria naturale e su ponte. Sono poi riportati:

- l’areale (buffer) di ricerca dei ricettori a 250 metri dal tracciato, predisposto escludendo la parte in galleria naturale;

²⁰ <https://www.geoportale.regione.lombardia.it/>

²¹ <https://dati.istruzione.it/opendata/opendata/catalogo/elements1/?area=Scuole>

²² https://www.comune.edolo.bs.it/pagine/pianificazione_territorio/pgt/

²³ https://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_8_1_1.jsp?id=13

²⁴ La distanza approssimativa dall’imbocco Sud della galleria naturale è di circa 700 m.

- l'areale (buffer) di ricerca dei ricettori sensibili a 500 m dal tracciato, predisposto escludendo la parte in galleria naturale;
- la fascia di pertinenza acustica di 250 m per lato dell'infrastruttura, secondo il D.P.R. 142/2004 (strada tipo C1 di nuova realizzazione)
- la fascia di pertinenza acustica di 250 m per lato dell'infrastruttura per il tratto in galleria, rappresentata mediante linea tratteggiata.

3. MODELLAZIONE MATEMATICA PREVISIONALE

È stato predisposto un modello matematico dell'area di studio, nel quale sono state inserite le sorgenti sonore ed è stato valutato il livello sonoro da esse prodotto nel territorio circostante nell'assetto attuale e nell'assetto futuro.

In sintesi, il processo ha visto le seguenti fasi:

1. predisposizione del modello matematico: elaborazione del materiale cartografico disponibile e creazione dello scenario tridimensionale di simulazione, comprendente la S.E. e l'area circostante con i ricettori/edifici residenziali più prossimi, le sorgenti sonore, le caratteristiche del suolo ed eventuali aree di attenuazione;
2. analisi degli elaborati progettuali ed attribuzione dei flussi di traffico alle infrastrutture stradali modellate: questo passaggio presuppone l'analisi dei dati disponibili e delle prospettive di utilizzo della nuova infrastruttura;
3. valutazione previsionale dell'impatto del nuovo tracciato stradale: calcolo del livello di rumore prodotto nel territorio circostante dalla nuova infrastruttura. Per la fase Ante Operam sono stati presi in considerazione i flussi di traffico ricavati dallo Studio Trasportistico redatto in fase di progettazione preliminare e le letture di traffico disponibili presso ANAS e provincia di Brescia;
4. valutazione previsionale dell'impatto delle attività realizzative: sulla base del cronoprogramma sono state individuate le lavorazioni più impattanti ed è stata sviluppata una valutazione previsionale del rumore generato.

3.1 Predisposizione della modellazione dell'area

Le simulazioni acustiche sono state eseguite mediante un modello matematico previsionale, in grado di ricostruire, a partire dai dati di potenza sonora espressi in banda d'ottava o di terzi d'ottava, la propagazione acustica in ambiente esterno e calcolare il livello di pressione sonora sia presso singoli punti recettori che in un'area estesa, mediante la produzione di curve isofoniche. Nella presente applicazione è stato utilizzato il modello matematico SoundPLAN ver. 8.2, sviluppato dalla SoundPLAN GmbH (www.soundplan.eu), che appartiene alla categoria dei modelli basati sul metodo di calcolo "ray-tracing".

3.1.1 Orografia

La simulazione è stata condotta su uno scenario tridimensionale; l'orografia del sito è stata ricavata da cartografia tecnica regionale (C.T.R.) e da piante e prospetti progettuali dell'opera in formato vettoriale. Il file di mappa ottenuto dall'elaborazione del suddetto materiale contiene gli ingombri delle sorgenti, la dislocazione dei ricettori, le informazioni sulla tipologia di terreno, l'altezza dei fabbricati e delle strutture. L'altezza dei fabbricati è stata valutata anche nel corso del sopralluogo eseguito nell'ambito del censimento dei ricettori.

Per quanto riguarda le caratteristiche di assorbimento acustico del suolo, all'area del perimetro urbanizzato è stata assegnata una caratteristica prevalentemente riflettente, per l'area rurale e boschiva esterna è stato impostato un comportamento prevalentemente assorbente.

3.1.2 Punti ricettore

In corrispondenza di ciascuno dei fabbricati censiti (§ 2.7), sono stati introdotti i punti di calcolo, ossia punti per i quali il modello elabora i livelli sonori apportati dalle nuove opere. I punti di

calcolo sono stati collocati in corrispondenza del centro di ogni piano di ciascun fabbricato. Il calcolo è stato eseguito in facciata, ponendo i punti ad 1 m da essa. Per taluni edifici sono state incluse nel calcolo più facciate, con il criterio di considerare quelle esposte alla nuova opera. Questi punti sono quindi rappresentativi di fabbricati, la maggior parte dei quali costituiscono ambienti abitativi o assimilabili secondo la Legge Quadro 447/95.

Le coordinate dei punti di calcolo, la cui denominazione è costituita dal codice univoco del ricettore riportato sulle schede di censimento (R001÷R117), sono riportate in Tabella 2.6 in Appendice. Per i fabbricati con più facciate considerate, viene riportata la direzione perpendicolare alla facciata stessa e l'identificativo del numero di piani considerato. Non sono stati considerati i fabbricati adibiti a magazzino.

L'ubicazione dei ricettori censiti è riportata nella tavola n. T00IA03AMBCT01.

In totale, si hanno 102 ricettori, distribuiti sul tratto Nord (n.14) e Sud (n.88) che danno luogo complessivamente a 241 punti di calcolo in facciata a fabbricati.

Tabella 3.1 – Punti di calcolo inseriti nella modellazione

Punto	Facciata	N°piani	Coord X	Coord Y	Tipologia	Classe Acustica
R001	NW	3	603466	5115776	Residenziale	III - Aree di tipo misto
R002	NE	4	603193	5115948	Residenziale	II - Aree prevalentemente residenziali
R002	SE	4	603192	5115943	Residenziale	II - Aree prevalentemente residenziali
R003	SE	3	603251	5115971	Residenziale	II - Aree prevalentemente residenziali
R004	SE	3	603256	5115979	Residenziale	II - Aree prevalentemente residenziali
R006	SE	2	603351	5115996	Residenziale	III - Aree di tipo misto
R007	SE	2	603374	5116016	Residenziale	III - Aree di tipo misto
R008	NE	2	603464	5114112	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R009	NE	3	603443	5114103	Residenziale	III - Aree di tipo misto
R010	NE	2	603439	5114145	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R011	NE	3	603409	5114147	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R012	NE	2	603395	5114171	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R013	NE	2	603456	5114172	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R014	NE	2	603528	5114038	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R015	NE	2	603514	5114030	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R016	NE	2	603560	5114050	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R017	NE	2	603576	5114061	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R018	NE	2	603547	5114063	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R019	NE	2	603537	5114094	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R020	SE	2	603481	5114051	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R021	SE	2	603490	5114058	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R023	NE	3	603564	5114193	Residenziale/Commerciale	IV - Aree di intensa attività umana
R024	NE	3	603464	5114314	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R025	SE	3	603458	5114431	Residenziale	III - Aree di tipo misto
R026	NE	3	603384	5114324	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R027	NE	2	603443	5114327	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R028	SE	3	603449	5114358	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R030	NE	2	603405	5114272	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R031	NE	4	603471	5114264	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R032	NE	4	603496	5114235	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana

Punto	Facciata	N° piani	Coord X	Coord Y	Tipologia	Classe Acustica
R033	NE	4	603484	5114205	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R034	NE	3	603551	5114215	Residenziale/Commerciale	IV - Aree di intensa attività umana
R036	NE	3	603517	5114153	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R038	NE	2	603619	5114198	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R039	NE	2	603653	5114163	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R039	SE	2	603650	5114155	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R040	NE	2	603664	5114144	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R040	SE	2	603660	5114132	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R041	NE	2	603649	5114066	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R041	SE	2	603641	5114047	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R042	NE	1	603761	5113958	Commerciale	IV - Aree di intensa attività umana
R042	NW	1	603752	5113960	Commerciale	IV - Aree di intensa attività umana
R042	SE	1	603761	5113950	Commerciale	IV - Aree di intensa attività umana
R042	SW	1	603754	5113950	Commerciale	IV - Aree di intensa attività umana
R043	NE	1	603630	5114146	Commerciale	IV - Aree di intensa attività umana
R044	NE	3	603505	5114335	Residenziale	III - Aree di tipo misto
R045	NE	3	603508	5114312	Residenziale	III - Aree di tipo misto
R046	NE	2	603484	5114350	Residenziale	III - Aree di tipo misto
R049	S	3	603495	5114449	Residenziale	III - Aree di tipo misto
R050	NE	2	603472	5115783	Residenziale	III - Aree di tipo misto
R051	SW	2	603731	5114365	Agricola	II - Aree prevalentemente residenziali
R052	NW	2	603461	5115770	Residenziale	III - Aree di tipo misto
R053	W	2	603541	5115954	Agricola	III - Aree di tipo misto
R054	NE	2	603288	5115617	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R054	NW	2	603280	5115615	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R055	NE	4	603403	5114300	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R056	NE	2	603441	5114280	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R057	NE	2	603634	5114183	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R057	SE	2	603618	5114166	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R058	NE	2	603487	5114087	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R059	NE	3	603583	5114138	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R060	NE	2	603532	5114257	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R061	NE	4	603521	5114109	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R062	NE	4	603644	5114118	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R063	NE	3	603468	5114219	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R064	NE	3	603425	5114199	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R065	NE	4	603603	5114096	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R067	NE	4	603392	5114229	Residenziale/Commerciale	IV - Aree di intensa attività umana
R068	NE	3	603416	5114125	Residenziale	III - Aree di tipo misto
R069	SE	3	603488	5114366	Residenziale	III - Aree di tipo misto
R070	SE	3	603389	5114357	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R071	SE	2	603408	5114348	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R072	SE	1	603461	5114460	Agricola	III - Aree di tipo misto
R073	NE	2	603499	5114073	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R075	NE	4	603678	5114064	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R075	SE	4	603675	5114046	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R076	NW	1	603504	5115589	--	II - Aree prevalentemente residenziali

Punto	Facciata	N° piani	Coord X	Coord Y	Tipologia	Classe Acustica
R077	NW	1	603270	5115605	Agricola	III - Aree di tipo misto
R079	E	3	603575	5114156	Residenziale/Commerciale	IV - Aree di intensa attività umana
R080	NE	1	603590	5114219	Rurale	IV - Aree di intensa attività umana
R081	NE	3	603475	5114143	Residenziale/Commerciale	IV - Aree di intensa attività umana
R082	NE	2	603508	5114271	Residenziale/Commerciale	IV - Aree di intensa attività umana
R083	E	1	603427	5114468	Rurale	III - Aree di tipo misto
R087	NE	1	603542	5114236	Industriale	IV - Aree di intensa attività umana
R088	NW	3	603768	5114072	Industriale	III - Aree di tipo misto
R088	SW	3	603760	5114049	Industriale	III - Aree di tipo misto
R089	SE	1	603720	5114156	Residenziale/Commerciale	III - Aree di tipo misto
R089	SW	1	603698	5114181	Residenziale/Commerciale	III - Aree di tipo misto
R090	NE	2	603488	5114293	Industriale	IV - Aree di intensa attività umana
R093	NE	2	603748	5113882	Commerciale	V - Aree prevalentemente industriali
R094	NW	2	603937	5113911	Residenziale	II - Aree prevalentemente residenziali
R094-S	NW	2	603919	5113892	Residenziale	II - Aree prevalentemente residenziali
R095	NW	2	603815	5113819	Residenziale/Commerciale	V - Aree prevalentemente industriali
R096-N	NW	2	603849	5113938	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R096-S	NW	2	603831	5113920	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R098	NW	2	603898	5113930	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R100	NW	1	603807	5113792	Commerciale	V - Aree prevalentemente industriali
R106	NE	1	603834	5113799	Commerciale	V - Aree prevalentemente industriali
R113	NW	3	603984	5113676	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R114	_N	3	603969	5113651	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R115	_N	3	603960	5113631	Residenziale	IV - Aree di intensa attività umana
R116	NE	2	603927	5113672	Residenziale	V - Aree prevalentemente industriali

3.2 Scenari di traffico utilizzati per le simulazioni

Il modello previsionale, sia per simulazione ante operam che per quella post operam, viene alimentato mediante i flussi di traffico che percorrono o percorreranno le arterie modellate.

Vi sono n.3 fonti informative utilizzate nello studio. Il documento che descrive la situazione attuale e di progetto dal punto di vista dei flussi nell'ambito del presente studio è il seguente: Ammodernamento della SS.42 "Del Tonale e della Mendola" Variante EST di Edolo - Lotto II – Progetto Preliminare - RELAZIONI E STUDI - Relazione studio trasportistico nome file: 2010 P02SG02GENRE050A codice elab. 2010 P02SG02GENRE050 rev A di Aprile 2016.

Questo documento viene indicato nel seguito come "Studio Trasportistico".

Esso consta di una parte iniziale di descrizione dell'area di studio e di inquadramento socioeconomico ed infrastrutturale dell'area di studio, per poi illustrare, al § 4, il rilievo del traffico, con conteggi veicolari di sezione sulla S.S.42 e rilievi agli incroci. Il § 5 è dedicato alle caratteristiche domanda origine / destinazione per lo stato attuale e di progetto. Il § 6 riporta la definizione della rete viaria attuale e di progetto. Gli ultimi due capitoli riguardano gli scenari di interazione domanda – offerta e i livelli di funzionalità, con una sintesi finale.

L'elaborato contiene un'analisi trasportistica preliminare, relativa agli interventi infrastrutturali sulla strada statale n. 42 "del Tonale e della Mendola" consistenti nei due lotti:

- Lotto II: variante Est di Edolo alla S.S.42 del Tonale e della Mendola;
- Lotto III: collegamento in lato Sud di Edolo tra la S.S.:42 e la S.S.39 dell'Aprica.

Essi vengono discussi separatamente e possono quindi essere estrapolati i dati per il solo Lotto II, oggetto del presente studio.

Questo studio tratta nel dettaglio due ben precise situazioni, in relazione alle caratteristiche funzionali della nuova infrastruttura, costituite dalle ore serali dei giorni festivi, che sono quelle caratterizzate da un maggiore flusso veicolare, e dei giorni feriali.

Tuttavia, ai fini della modellazione acustica previsionale tale situazione di intenso traffico deve essere considerata al pari della situazione feriale, poichè le stesse valutazioni sperimentali del rumore prodotto dal traffico sono relative alla durata settimanale, come stabilito dal DMA 16/03/1998.

L'elaborazione dei dati è stata rivolta ad ottenere i parametri necessari ad alimentare il modello previsionale del rumore, che richiede, per quanto riguarda i flussi veicolari, le seguenti informazioni:

- Flusso veicolare medio orario (veicoli / ora) per il TR diurno (ore 06-22) e notturno (ore 22-06), suddiviso nelle n.5 categorie stabilite dal modello CNOSSOS-EU (vedasi § 2.6.1).
- Velocità di percorrenza per ciascuna categoria [km/h].

Si è quindi ritenuto più appropriato integrare le informazioni dello Studio Trasportistico con altre due fonti informative, costituite da:

- schede di restituzione dei monitoraggi eseguiti da Anas S.p.A. - Direzione Operation e Coordinamento Territoriale per la Tratta n. 435: SS42, km 121.413, in comune di Monno (BS).
- Dati dei monitoraggi periodici eseguiti dalla provincia di Brescia negli anni 2015- 2018 presso la sezione SS42_03, lungo la SS42 - Strada Statale del Tonale, al km 120 (coord GB Est: 1603738, Nord: 5116462)²⁵.

3.3 Calcolo dei flussi di traffico

Lo Studio Trasportistico è stato sviluppato sulla base del precedente progetto, che vedeva la connessione Sud della variante sulla rotonda esistente, che sarebbe stata modificata. A seguito della variazione intercorsa, con la realizzazione di una nuova rotatoria di imbocco Sud, i dati sono stati elaborati al fine di ottenere una stima dei flussi di traffico nella soluzione progettuale oggetto del presente studio, che vede l'imbocco Sud da una nuova rotatoria a Sud di quella attuale.

Sulla base dei dati disponibili, sono stati sviluppati n.3 scenari di traffico, n.1 per la situazione *ante operam* e n.2 per la situazione *post operam*.

1. Scenario *ante operam*, flussi di traffico ripartiti sulla viabilità connessa alla nuova opera sulla base del grafo dei flussi veicolari espressi come veicoli omogenei / ora (vo/h) dello scenario (FesAtt)=(Fer0), di cui allo Studio Trasportistico, riportato in Figura 3.1.
2. Scenario *post operam*, ipotesi cautelativa. Tale ipotesi presuppone che l'intero volume di traffico rilevato in corrispondenza della tratta n. 435, da e per il Tonale interessi la nuova Variante Est. Non si avranno quindi passaggi veicolari sulla attuale SS42 dalla nuova rotonda a Nord verso Edolo. L'intero Traffico Giornaliero Medio di cui alla Tabella 3.4 per il periodo diurno e notturno calcolato sulla tratta n.435 della SS42 verrà applicato alle sorgenti rappresentative della nuova Variante Est.

²⁵ Tali dati sono stati forniti dalla Provincia di Brescia in data 25/01/2021, previa consultazione del sito <https://www.provincia.brescia.it/cittadino/viabilita-e-strade/monitoraggio-del-traffico>.

3. Scenario *post operam*, con ripartizione. I flussi di traffico sono stati ripartiti sulla viabilità connessa alla nuova opera sulla base del grafo dei flussi veicolari espressi come veicoli omogenei / ora (vo/h) dello scenario (FesVarEst), di cui allo Studio Trasportistico, riportato in Figura 3.2, ulteriormente modificato per tenere conto della nuova rotonda da cui nasce l'imbocco Sud. I flussi di traffico ottenuti a conclusione dell'elaborazione sono riportati in Figura 3.3; le nuove rotonde, indicate con il n.5 e n.6, sono quelle relative rispettivamente all'imbocco Nord e Sud della variante.

Entrambi i grafi dei flussi veicolari sono riferiti alle giornate festive, non disponendo dell'analoga elaborazione per le giornate feriali.

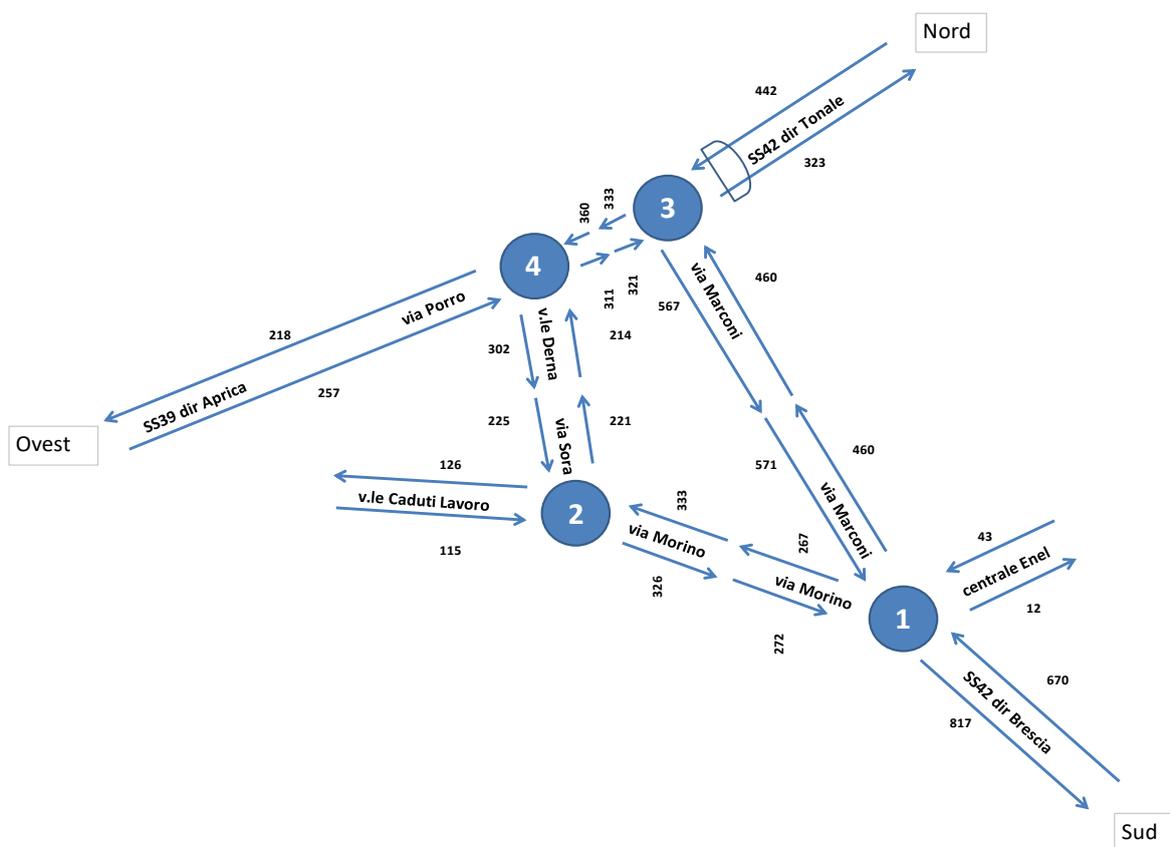


Figura 3.1 – Variante Est di Edolo – Studio trasportistico - Scenario (FesAtt).

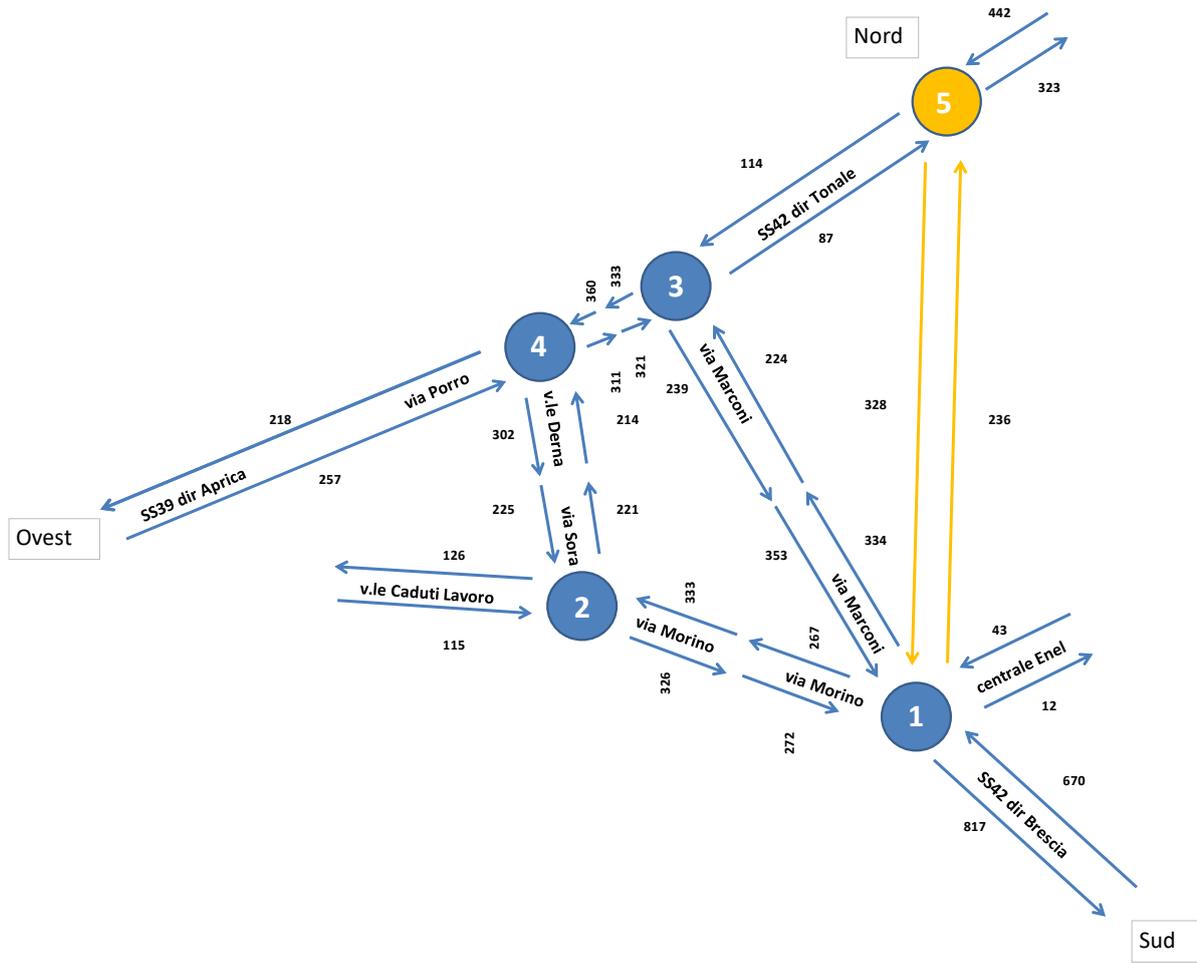


Figura 3.2 – Variante Est di Edolo – Studio trasportistico - Scenario (FesVarEst) - Grafo flussi veicolari (vo/h).

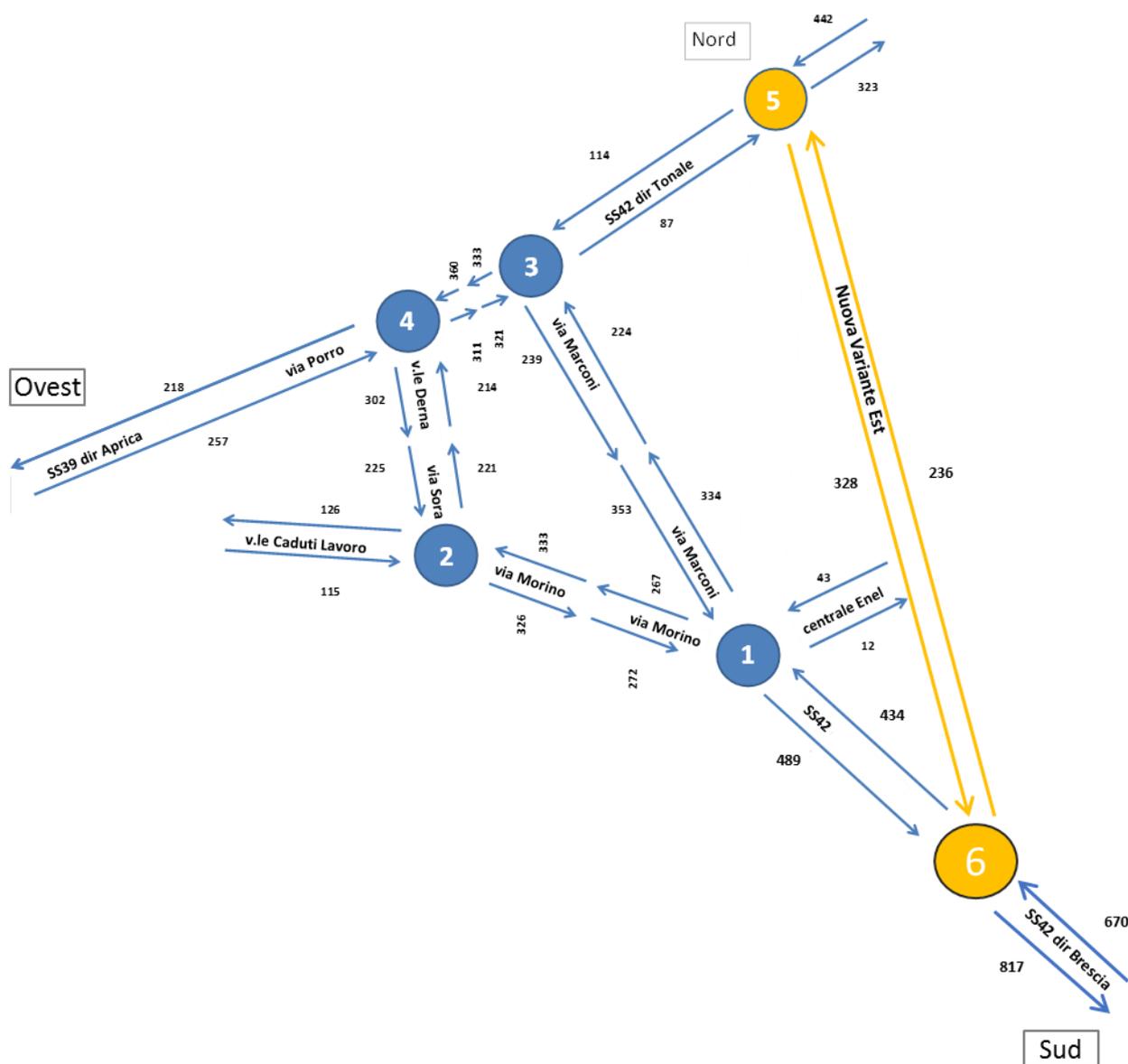


Figura 3.3 – Variante Est di Edolo – Elaborazione dei dati di cui Studio trasportistico - Scenario (FesVarEst) - Grafo flussi veicolari (vo/h) con la soluzione progettuale oggetto del presente studio, con la nuova rotonda di imbocco Sud (n.6).

Tutti gli scenari simulati si basano sulle letture di traffico sulla attuale SS42 operate da ANAS. La scheda di monitoraggio ANAS per l'anno 2018 (tratta n.435) è riportata in Figura 3.4. Essa si riferisce a ben n.259 giornate con rilevamenti completi; benchè vi sia il 70% di consistenza dei dati, l'acquisizione è estremamente rappresentativa.

Il grafico con gli andamenti orari medi dei flussi conferma quanto riportato dallo Studio Trasportistico, ossia che i giorni festivi mostrano un flusso veicolare di molto superiore a quelli feriali e che nelle ore pomeridiane dei festivi si registrano i valori massimi. Un'altra considerazione è la grande prevalenza dei flussi diurni rispetto a quelli notturni.

Tratta n. 435: SS42, Km 121.413, Monno(BS)

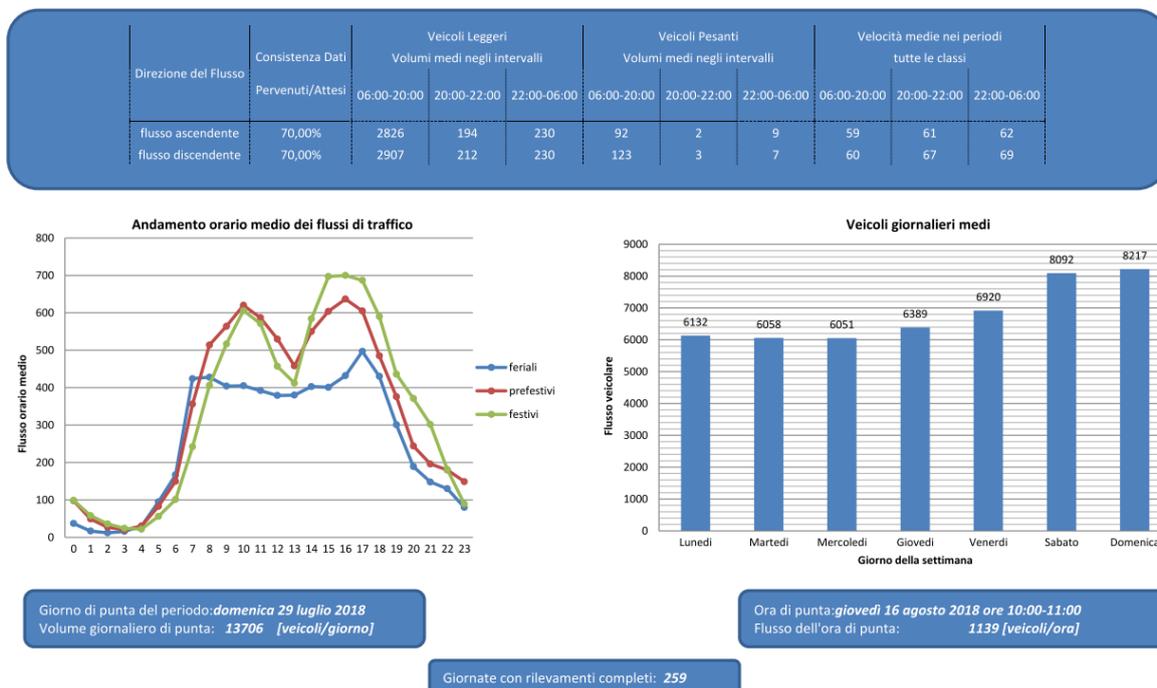


Figura 3.4 – Scheda di restituzione dei dati di monitoraggio su base annuale per la tratta n.435.

La scheda riporta il numero di passaggi nella direzione ascendente e discendente per veicoli leggeri e pesanti suddiviso nelle n.3 fasce 06-20, 20-22 e 22-06. Le prime due fasce corrispondono al TR diurno e la terza al notturno stabiliti dalla regolamentazione dell'inquinamento acustico e pertanto è possibile calcolare il numero medio di veicoli che transitano sui due TR.

Tabella 3.2 – Valori medi giornalieri per i TR diurno e notturno – Anno 2018, tratta n.435

	Totale diurno ore 06-22	Totale notturno Ore 22-6
Ascendente	3114	239
Discendente	3245	237
Totale	6359	476

A questo punto, è necessario conoscere la ripartizione dei veicoli transitanti nelle n.5 categorie richieste dal modello CNOSSOS-EU. Tale informazione è stata ricostruita utilizzando i risultati del monitoraggio eseguito dalla Provincia di Brescia sulla SS42, al km 120²⁶ (cod. postazione SS42_03); i passaggi sono suddivisi su n.8 classi di lunghezza, secondo le specifiche illustrate sul sito.

²⁶ https://www.provincia.brescia.it/sites/default/files/allegati/documenti/1058/siti_monitoraggio_attivi_2015.pdf

	Classe di lunghezza	Classificazione veicoli
1	< 2,0 m	motociclo
2	2,0 - 5,0 m	autovettura
3	5,0 - 7,5 m	veicolo commerciale leggero
4	7,5 - 10,0 m	veicolo commerciale pesante
5	10,0 - 12,5 m	autobus
6	12,5 - 16,5 m	autoarticolato
7	16,5 - 19,0 m	autotreno
8	>19,0 m	veicolo eccezionale

Figura 3.5 – Classi di lunghezza utilizzate per la classificazione dei veicoli nei monitoraggi eseguiti dalla Provincia di Brescia.

I dati disponibili sono relativi a n.120 giornate di misura, suddivise su più sessioni stagionali, dal 19/05/2015 al 21/11/2019. La restituzione è su base oraria. Si è quindi proceduto assegnando ad ogni record l'appartenenza al TR diurno o notturno, si è calcolata la media sui TR per classe di veicoli e da questa, mediante il flusso complessivo medio, la percentuale di flussi per ogni classe (Tabella 3.3).

Tabella 3.3 – Suddivisione percentuale per tipologia di veicoli – Dati Provincia di Brescia, sezione SS42_03, km 120 – Anni 2015 ÷ 2019

Periodo (TR)	Classi di lunghezza							
	0 ÷ 200 cm	200 ÷ 500 cm	500 ÷ 750 cm	750 ÷ 1000 cm	1000 ÷ 1250 cm	1250 ÷ 1650 cm	1650 ÷ 1900 cm	oltre 1900 cm
Diurno	< 0.1%	88.3%	8.8%	1.5%	0.5%	0.5%	0.3%	0.1%
Notturmo	< 0.1%	88.8%	7.7%	1.3%	0.8%	0.7%	0.4%	0.2%

Mediante tale apporzionamento, è stata calcolata la composizione del traffico relativa ai dati cumulativi di Tabella 3.2. I valori sono stati divisi per il n. di ore del periodo diurno e notturno, rispettivamente n.16 e n.8, da cui sono stati ottenuti i valori per le categorie del modello CNOSSOS-EU, come esplicitato nella Tabella 3.4.

Non sono stati assegnati veicoli alla categoria 4a; tutti i mezzi assimilabili a ciclomotori e motocicli sono stati attribuiti alla Cat. 4b.

Tabella 3.4 – Flusso orario medio per tipologia di veicoli – Veicoli / ora

Periodo (TR)	Classi di lunghezza							
	0 ÷ 200 cm	200 ÷ 500 cm	500 ÷ 750 cm	750 ÷ 1000 cm	1000 ÷ 1250 cm	1250 ÷ 1650 cm	1650 ÷ 1900 cm	oltre 1900 cm
Diurno	1	351	35	7	3	3	2	1
Notturmo	1	53	5	1	1	1	1	1
Periodo (TR)	Categorie veicoli – Modello CNOSSOS-EU							
	Cat. 4b -Motor, Tri- and Quadricycles	Cat.1 - Light motor vehicles	Cat. 2 - Medium heavy vehicles	Cat. 3 - Heavy vehicles				
Diurno	1	386	10	6				
Notturmo	1	58	2	3				

Questo flusso veicolare interessa la SS42 a Nord di Edolo e quindi a Nord della futura rotatoria prevista a progetto per accedere alla nuova Variante Est (imbocco Nord).

3.3.1 Flussi veicolari per i tre scenari di calcolo

I flussi di traffico di cui alla precedente tabella stanno alla base dei tre scenari descritti all'inizio del § 3.3; nel seguito vengono forniti alcuni elementi di dettaglio.

I veicoli sono stato attribuiti ai tratti stradali considerando cumulativamente entrambi i sensi di marcia, ossia senza distinguere per senso di percorrenza.

3.3.1.1 Scenario ante operam con ripartizione dei veicoli

I flussi di traffico di Tabella 3.4 sono stati ripartiti sulla viabilità connessa alla nuova opera sulla base del grafo dei flussi veicolari adottando un criterio di proporzionalità. Con riferimento alla Figura 3.1, la Tabella 3.5 riporta i dati di input utilizzati nella simulazione.

Tabella 3.5 – Scenario Ante Operam con ripartizione dei veicoli – Veicoli / ora

Tratto stradale	Periodo (TR)	Categorie veicoli – Modello CNOSSOS-EU			
		Cat.1 - Light motor vehicles	Cat. 2 - Medium heavy vehicles	Cat. 3 - Heavy vehicles	Cat. 4b -Motor, Tri- and Quadricycles
SS42 attuale, a Nord Ovest di Edolo	Diurno	386	10	6	1
	Notturmo	58	2	3	1
Via Marconi	Diurno	519	13	8	1
	Notturmo	78	3	4	1
Via Morino	Diurno	272	7	4	1
	Notturmo	41	1	2	1
Via Valeriana / Via Mù.	Diurno	28	1	0	0
	Notturmo	4	0	0	0

Tratto stradale	Periodo (TR)	Categorie veicoli – Modello CNOSSOS-EU			
		Cat.1 - Light motor vehicles	Cat. 2 - Medium heavy vehicles	Cat. 3 - Heavy vehicles	Cat. 4b -Motor, Tri- and Quadricycles
SS42 a Sud della rotonda esistente	Diurno	750	19	12	2
	Notturmo	113	4	6	2

3.3.1.2 Scenario *post operam*, ipotesi cautelativa.

Per la stima degli impatti in fase di esercizio, in mancanza di dati specifici sulla ripartizione dei flussi sui principali assi della viabilità locale, si è formulata una ipotesi fortemente cautelativa, ossia che tutto il traffico rilevato in corrispondenza della tratta n. 435, di cui al rilievo ANAS (Figura 3.4), percorra la Variante Est. Si assume quindi che il tratto della vecchia SS42 tra la nuova rotonda prevista a progetto e l'abitato di Edolo sia di fatto inutilizzato. Nella realtà, invece, una parte del traffico proveniente dal Tonale rimarrà sull'attuale tracciato della SS42 diretto a Edolo o oltre, in direzione Ovest, e così pure vi sarà una quota di traffico proveniente da Ovest che, sul tracciato attuale della SS42, proseguirà in direzione Tonale senza percorrere la variante.

Pertanto, le simulazioni sono state condotte utilizzando in input per la nuova strada i flussi di traffico riportati in Tabella 3.6.

Tabella 3.6 – Scenario *Post Operam* ipotesi cautelativa – Veicoli / ora

Tratto stradale	Periodo (TR)	Categorie veicoli – Modello CNOSSOS-EU			
		Cat.1 - Light motor vehicles	Cat. 2 - Medium heavy vehicles	Cat. 3 - Heavy vehicles	Cat. 4b -Motor, Tri- and Quadricycles
SS42 attuale, a Nord Ovest della nuova rotonda imbocco Nord	Diurno	386	10	6	1
	Notturmo	58	2	3	1
Via Marconi	Diurno	-	-	-	-
	Notturmo	-	-	-	-
Via Morino	Diurno	-	-	-	-
	Notturmo	-	-	-	-
Nuova Variante Est	Diurno	386	10	6	1
	Notturmo	58	2	3	1
SS42 a Sud della nuova rotonda imbocco Sud	Diurno	386	10	6	1
	Notturmo	58	2	3	1

3.3.1.3 Scenario *post operam* con ripartizione dei veicoli

I flussi di traffico di Tabella 3.4 sono stati ripartiti sulla viabilità connessa alla nuova opera sulla base del grafo dei flussi veicolari di Figura 3.3 adottando un criterio di proporzionalità. La Tabella 3.7 riporta i dati di input utilizzati nella modellazione.

Tabella 3.7 – Scenario *Post Operam* con ripartizione dei veicoli – Veicoli / ora

Tratto stradale	Periodo (TR)	Categorie veicoli – Modello CNOSSOS-EU			
		Cat.1 - Light motor vehicles	Cat. 2 - Medium heavy vehicles	Cat. 3 - Heavy vehicles	Cat. 4b -Motor, Tri- and Quadricycles
SS42 attuale, a Nord Ovest di Edolo	Diurno	386	10	6	1
	Notturmo	58	2	3	1
SS42 tra la nuova rotonda (n°5 in Figura 3.3) e il paese di Edolo	Diurno	101	3	2	0
	Notturmo	15	1	1	0
Nuova Variante Est	Diurno	285	7	4	1
	Notturmo	43	1	2	1
Via Marconi	Diurno	290	8	5	1
	Notturmo	44	2	2	1
Via Morino	Diurno	272	7	4	1
	Notturmo	41	1	2	1
Via Mù	Diurno	28	1	0	0
	Notturmo	4	0	0	0
SS42, tra la rotonda esistente (n.1 di Figura 3.3) e la nuova rotonda di imbocco Sud (n.6 di Figura 3.3)	Diurno	465	12	7	-
	Notturmo	70	2	4	-
SS42, a Sud della nuova rotonda di imbocco Sud (n.6 di Figura 3.3)	Diurno	750	19	12	2
	Notturmo	113	4	6	2

3.3.1.4 Velocità impostate

I valori di velocità per la nuova Variante Est impostati nel modello per le categorie di veicoli sono i seguenti (validi per entrambi i periodi di riferimento):

- Categoria 1: 90 km/h;
- Categoria 2: 60 km/h;
- Categorie 3 e 4b 50 km/h.

3.4 Parametri di input al modello di calcolo

I principali parametri impostati nel modello di calcolo per l'esecuzione delle simulazioni sono riportati in Tabella 3.8.

Tabella 3.8 – Quadro riassuntivo dei principali parametri di calcolo impostati per la simulazione

Parametro	Valore
Reflection order:	2
Maximum reflection distance to receiver	200 m
Maximum reflection distance to source	50 m
Search radius	5000 m
Weighting:	dB(A)
Allowed tolerance:	0.100 dB
Create ground effect areas from road surfaces:	Yes
Grid space:	2.50 m
Height above ground:	4.000 m
Industry:	ISO 9613-2: 1996
Air absorption:	ISO 9613-1
Environment	
Air pressure	1013.3 mbar
rel. humidity	70,00%
Temperature	10.0 °C
Meteo. corr. C0(6-22h)[dB]=0.0; C0(22-6h)[dB]=0.0	
Parametri specifici per il rumore da traffico	
Road:	CNOSSOS-EU: 2015
Driving on right side	
Emission according to:	CNOSSOS-EU Road: 2015
Limitation of screening loss (single/multiple)	25.0 dB /25.0 dB
Side diffraction: disabled	
Fixed favorable / homogeneous percentage pFav(6-22h)[%]=0.5; pFav(22-6h)[%]=1.0;	

4. CARATTERIZZAZIONE DELLA SITUAZIONE ANTE OPERAM

La caratterizzazione Ante Operam si è sviluppata attraverso una campagna sperimentale e una applicazione modellistica.

4.1 Campagna sperimentale

L'elaborato T00MO00MOARE03 rev. A riporta i risultati dettagliati dell'attività sperimentale. Nel seguito saranno presentati, in modo sintetico, i risultati ottenuti. L'elaborazione e la stesura del presente documento è stata effettuata da un professionista in possesso del riconoscimento di Tecnico Competente in Acustica⁵. La campagna di rilievi fonometrici è stata effettuata in attuazione del Progetto di Monitoraggio Ambientale.

4.1.1 Punti di misura

L'ubicazione dei punti di misura è stata riportata in Figura 4.1; nella Tabella 4.1 vengono forniti alcuni elementi descrittivi delle postazioni, con l'indicazione della metodica di misura impiegata, l'indirizzo, le coordinate del microfono e dell'anemometro utilizzati a corredo dei rilievi per la metodica A.

Tabella 4.1 – Variante Est di Edolo - Campagna AO – Punti di misura

Postaz.	Metodica	Posizione	Coordinate microfono Nord / Est	Coordinate anemometro Nord / Est
RUM_09	A (rilievo continuo non presidiato – durata settimanale)	Zona Nord – Via Folonari 4	46°10'58.24" 10°20'4.15"	46°10'57.25" 10°20'3.50"
RUM_10	C (campionamento: 4 rilievi nel TR diurno e 2 rilievi nel TR notturno)	Zona Nord - Via Costa Brusighi 11	46°11'22.78" 10°20'21.44"	-
RUM_06	A (rilievo continuo non presidiato – durata settimanale)	Zona Sud – Via Marconi 219	46°10'21.00" 10°20'31.16"	46°10'20.89" 10°20'30.65"
RUM_02	C2 (campionamento: unico campione di 24 ore di durata)	Zona Sud – Via Marconi 229 (retro)	46°10'19.97" 10°20'35.23"	-
RUM_04	C (campionamento: 4 rilievi nel TR diurno e 2 rilievi nel TR notturno)	Zona Sud – Via valeriana 53	46°10'22.83" 10°20'34.39"	-
RUM_05	C (campionamento: 4 rilievi nel TR diurno e 2 rilievi nel TR notturno)	Zona Sud – Via Valeriana 48	46°10'24.30" 10°20'32.78"	-
RUM_08	B (rilievo continuo non presidiato – durata 24h)	Zona Sud – Via Mù 13	46°10'15.57" 10°20'45.75"	-

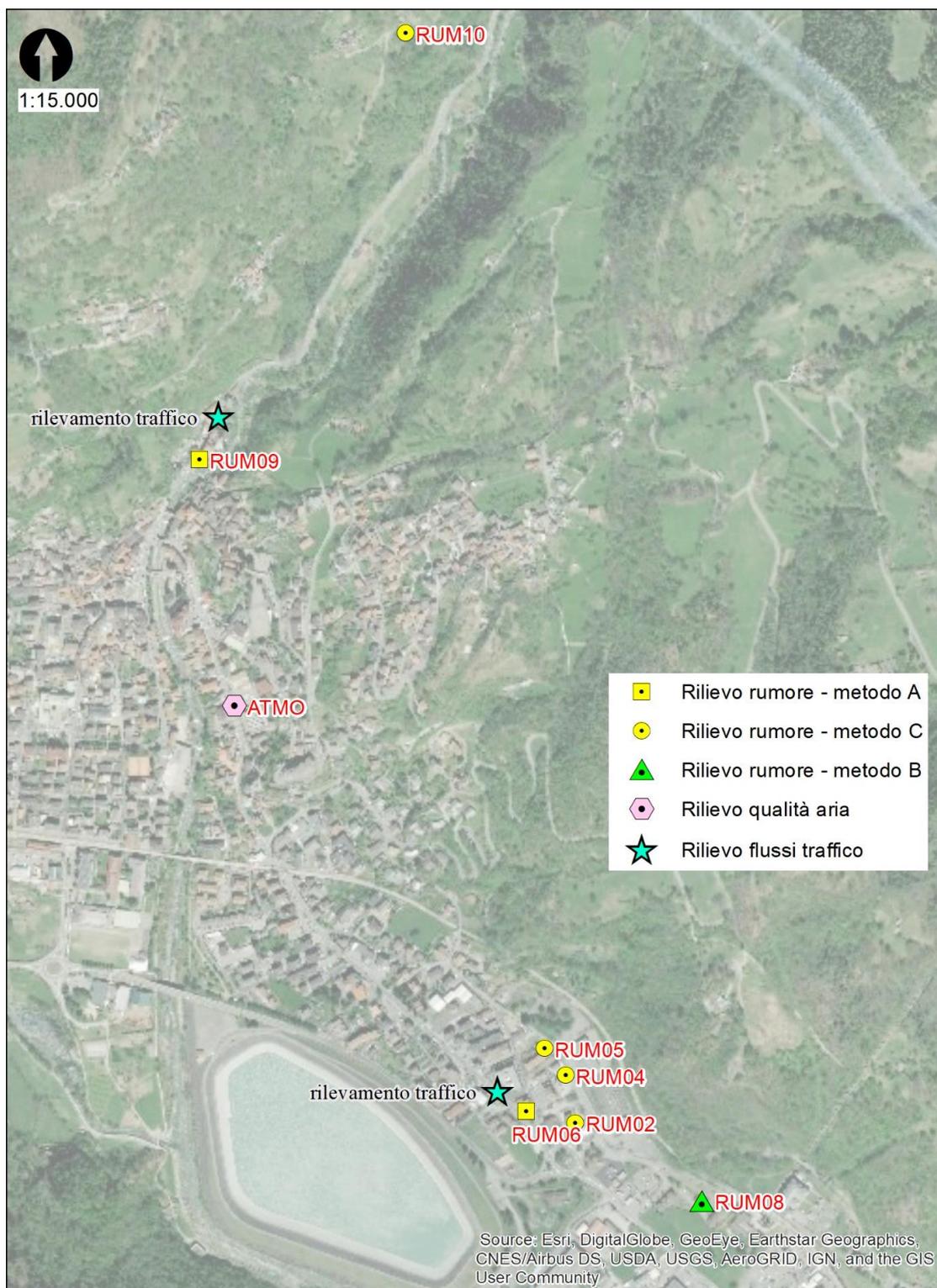


Figura 4.1 – Campagna sperimentale Ante Operam – Ubicazione dei punti di misura.

4.1.2 Metodiche di campionamento

Le metodiche di campionamento utilizzate sono sintetizzate a seguire; per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato T00MO00MOARE03.

4.1.2.1 Metodica A

Misure di 7 giorni, postazioni fisse non assistite da operatore.

Corrisponde alla metodica di rilievo "ad integrazione continua" di cui al DMA 16/03/1998 allegato B c.2 lettera a) con riferimento alla specifica metodica di rilevamento del rumore stradale di cui allo stesso decreto, allegato C, c.2 "Metodologia di misura del rumore stradale". Contestualmente alla postazione di rilievo fonometrico sono stati installati:

- una stazione meteorologica con acquisizioni sincrone a quelle della catena fonometrica;
- un sensore automatico per l'acquisizione dei dati di traffico (transiti suddivisi in veicoli leggeri e pesanti sulle due corsie) con acquisizioni sincrone a quelle della catena fonometrica; i veicoli pesanti includono tutti i mezzi commerciali di qualsiasi dimensione (furgoni, autocarri, autotreni ecc.).

4.1.2.2 Metodica B

Misure di durata 24 ore presso postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico ferroviario.

Corrisponde alla metodica di rilievo "Metodologia di misura del rumore ferroviario" di cui al DM 16/03/1998 punto 1) dell'allegato C. I livelli di pressione sonora sono acquisiti con costante di tempo "Fast" (campionamento ogni 125 ms) e consentono la determinazione dell'orario d'inizio, del valore del livello di esposizione sonora L_{AE} e del profilo temporale $L_{AF}(t)$ dei singoli transiti dei convogli.

4.1.2.3 Metodica C

Misure di breve periodo (60') con più ripetizioni e presidio continuativo dell'operatore.

Corrisponde alla metodica di rilievo "tecnica di campionamento" di cui al DM 16/03/1998 al punto 2 b) dell'allegato B. Essa consiste nell'effettuazione di una serie di rilievi di breve durata con più ripetizioni, generalmente non consecutive della misurazione (campioni), nell'ambito dello stesso TR o dell'omologo TR successivo; la durata minima di ogni campione è di 60'.

4.1.3 Limiti normativi applicabili alle sorgenti di interesse

Anche per la caratterizzazione ante operam, il quadro normativo applicabile consta di:

- DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- DPR 30/03/2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare"
- DPR 18 /11/1998, n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario".

La SS42 presenta allo stato attuale le caratteristiche del tipo B, "extraurbana principale".

Tutte le postazioni di rilievo individuate al capitolo precedente ricadono all'interno delle fasce di pertinenza dell'infrastruttura, di ampiezza complessiva pari a 250 m; nella Tabella 4.2 è dettagliata l'appartenenza delle postazioni alla Fascia A oppure alla Fascia B.

La postazione di rilievo RUM_08 individuata al capitolo precedente ricade nella Fascia A di pertinenza dell'infrastruttura ferroviaria. La verifica dei limiti del DPR 18/11/1998, n. 459 è stata

condotta solo per tale postazione. Per le altre postazioni di rilievo, il contributo dell'infrastruttura ferroviaria al clima acustico esistente è trascurabile.

Per le postazioni RUM_04 e RUM_05 si è comunque provveduto all'individuazione sui tracciati acquisiti del contributo dei transiti sull'infrastruttura.

Ai fini della determinazione dei limiti sopra descritti per le postazioni di rilievo occorre fare riferimento al vigente Piano di Classificazione Acustica del Comune di Edolo, il quale è illustrato in Figura 4.2 con evidenza dei punti di misura utilizzati.

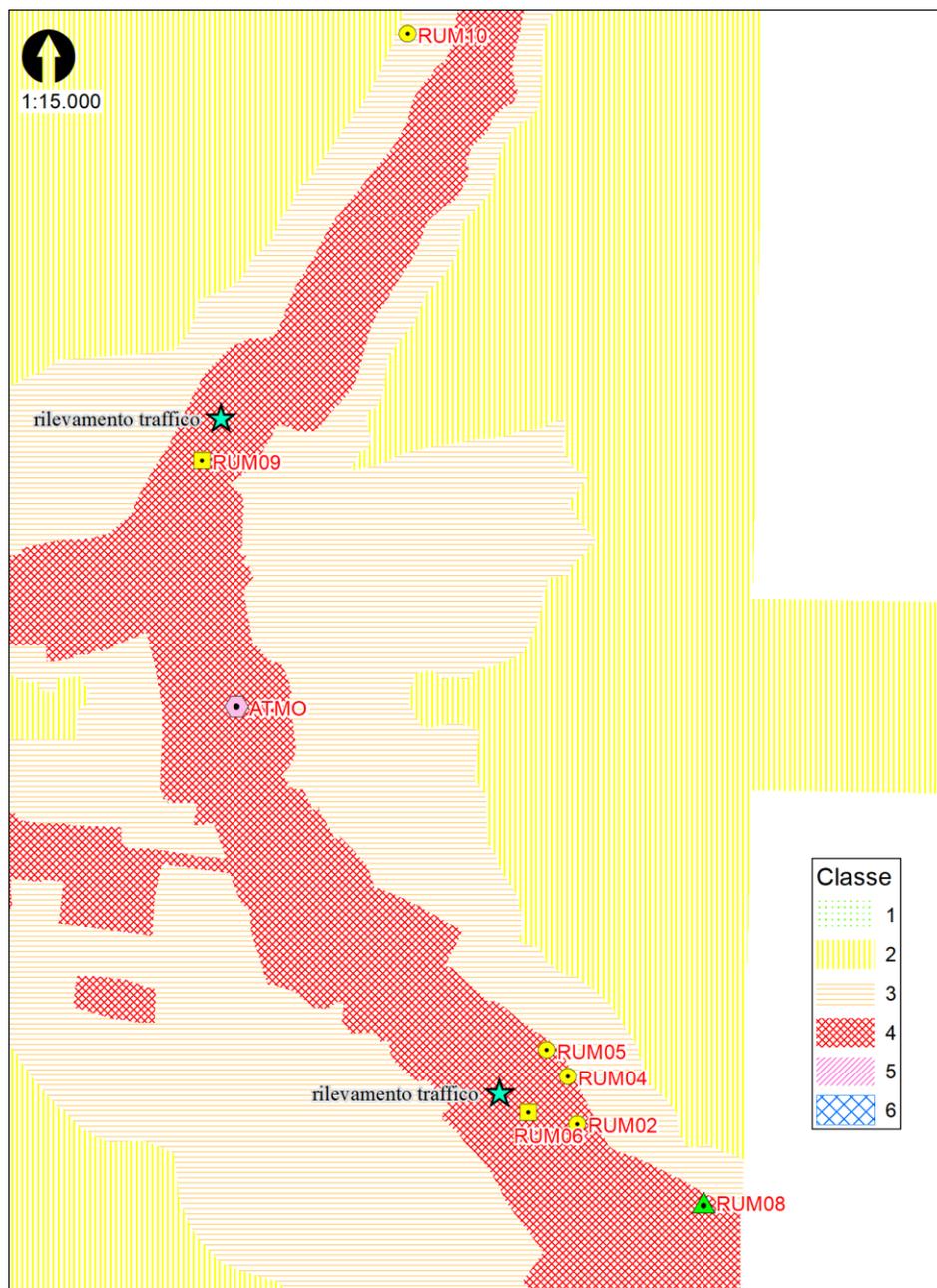


Figura 4.2 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Edolo.

Tutte le postazioni di rilievo individuate al capitolo precedente sono poste in Classe Acustica

IV, ad eccezione della postazione RUM_10 che è posta in Classe Acustica III. A tali classi, ai sensi del citato DPCM 14/11/97, sono applicabili i limiti di 65/55 dB(A) e di 60/50 dB(A), rispettivamente per il periodo diurno e notturno.

Nella Tabella 4.2 sono indicati, per ciascun ricettore, le condizioni di esposizione rispetto alla S.S. 42 e la classe di appartenenza nel Piano di Classificazione Acustica.

Tabella 4.2 – Variante Est di Edolo - Campagna AO – Classificazione Acustica dei punti di misura ed appartenenza alle fasce pertinenziali delle infrastrutture

Postazione	Distanza S.S. 42 [m]	Fascia pert. S.S. 42	Esposizione S.S.42	Classe Acustica
RUM_06	14	A	esposto	IV
RUM_02	40	A	non esposto	IV
RUM_04	105	B	non esposto	IV
RUM_05	115	B	non esposto	IV
RUM_08	105	B	non esposto	IV
RUM_09	5	A	esposto	IV
RUM_10	130	B	esposto	III

4.1.4 Strumentazione utilizzata

La strumentazione utilizzata, di classe I, è conforme a quanto stabilito dal DMA 16/03/1998 e dotata di certificato di taratura con data di emissione non antecedente i due anni dall'utilizzo:

- analizzatore Bruel&Kjaer mod. 2250 matricola 3007603 (cert. Taratura LAT 123 – S2006400SLM – 2020/03/09)
- analizzatore Norsonic mod. Nor140 matricola 1407218 (cert. Taratura LAT 213 – S1819900SLM – 03/08/2018)
- analizzatore Bruel&Kjaer mod. 2250 matricola 3004787 (cert. Taratura LAT 123 – S2002600SLM – 2020/02/05)
- calibratore Bruel&Kjaer tipo 4231 matr. n. 2191015 (cert. Taratura LAT 123 – S2002500SSR – 2020/02/05)
- Radar rilevamento transiti veicolari Sierzega Mod. SR4 s/n 3012270.

4.1.5 Verifica del rispetto dei limiti di legge

Nelle tabelle riportate nel presente paragrafo sono mostrati i principali risultati della campagna di rilievi fonometrici ed il confronto con i limiti di legge.

La verifica dei limiti di cui al DPR 30/03/2004 è stata effettuata per tutte le postazioni con riferimento al livello ambientale. Tale approccio è cautelativo in quanto solo per le postazioni RUM_06, RUM_09 il contributo delle sorgenti sonore diverse dal traffico stradale è trascurabile.

Tabella 4.3 – Variante Est di Edolo - Campagna AO – Verifica dei limiti di cui al DPR 142/2004

Postazione	Periodo	L _{Aeq} [dBA]	D.P.R. 142/2004 limite imm. [dBA]	cfr. limite Δ dB	Commento
RUM_06	diurno	65,5	70	-4,5	verificato
	notturno	58,0	60	-2,0	
RUM_02	diurno	56,0	70	-14,0	verificato
	notturno	51,5	60	-8,5	
RUM_04	diurno	49,5	65	-15,5	verificato
	notturno	42,5	55	-12,5	
RUM_05	diurno	56,5	65	-8,5	verificato
	notturno	39,0	55	-16,0	
RUM_09	diurno	70,0	70	0,0	SUPERAMENTO
	notturno	63,5	60	3,5	
RUM_10	diurno	50,0	65	-15,0	verificato
	notturno	48,5	55	-6,5	

La verifica dei limiti di cui al DPR 18/11/1998, n. 459 è stata effettuata solo per la postazione RUM_08 con riferimento al livello medio ottenuto rapportando, per ciascun periodo di riferimento, il contributo energetico dell'insieme dei convogli transitati alla durata dei tempi di riferimento diurno e notturno, così come indicato nell'allegato C del DMA 16/03/1998.

Tabella 4.4 – Variante Est di Edolo - Campagna AO – Verifica dei limiti di cui al DPR 459/1998

Postazione	Periodo	L _A treni [dBA]	D.P.R. 459/1998 limite imm. [dBA]	cfr. limite Δ dB	Commento
RUM_08	diurno	52,3	70	-17,7	verificato
	notturno	46,9	60	-13,1	

La verifica dei limiti di cui al DPCM 14/11/1997 è stata effettuata:

- con riferimento al livello percentile L_{A90} per le postazioni RUM_06 e RUM_09, per le quali il contributo del rumore da traffico stradale è preponderante;
- con riferimento al livello ambientale per le altre postazioni.

Tabella 4.5 – Variante Est di Edolo - Campagna AO – Verifica dei limiti di cui al DPCM 14/11/1997

Postazione	Periodo	L _{Aeq} / L _{A90} * [dBA]	D.P.C.M. 14/11/1997 limite imm. [dBA]	cfr. limite Δ dB	Commento
RUM_06	diurno	60,0	65	-5,0	verificato
	notturno	42,0	55	-13,0	
RUM_02	diurno	56,0	65	-9,0	verificato
	notturno	51,5	55	-3,5	
RUM_04	diurno	49,5	65	-15,5	verificato
	notturno	42,5	55	-12,5	
RUM_05	diurno	56,5	65	-8,5	verificato
	notturno	39,0	55	-16,0	
RUM_09	diurno	64,0	65	-1,0	SUPERAMENTO
	notturno	59,5	55	4,5	
RUM_10	diurno	50,0	60	-10,0	verificato
	notturno	48,5	50	-1,5	

(* LA90 per RUM_06 e RUM_09, LAeq negli altri casi)

4.1.6 Sintesi della valutazione di conformità

I rilievi fonometrici evidenziano un superamento dei limiti di cui al DPR 30/03/2004 e DPCM 14/11/1997 presso la postazione RUM_09, mentre in tutti gli altri casi i limiti di legge applicabili

sono rispettati con buon margine.

A proposito della suddetta criticità occorre osservare che presso la postazione RUM_09 il defluire delle acque del Fiume Oglio è responsabile di un contributo costante prossimo a 60 dBA e non si riscontrano contributi di origine antropica di rilievo oltre al traffico stradale; pertanto:

- il superamento del limite di cui al DPR 30/03/2004 per il periodo notturno non è di 3.5 dB come evidenziato nel calcolo bensì inferiore, verosimilmente dell'ordine di 1 dB;
- il superamento del limite di cui al DPCM 14/11/1997 per il periodo notturno è fittizio, ovvero il limite è rispettato al netto del contributo del defluire delle acque del Fiume Oglio.

4.2 Applicazione modellistica

Mediante la modellazione tridimensionale della zona descritta al § 3, con l'applicazione dei flussi di traffico calcolati al § 3.3.1.1, è stata sviluppata una simulazione previsionale del rumore prodotto dal traffico veicolare in fase *ante operam*. I parametri di input al modello previsionale sono riportati alla Tabella 3.8, mentre i flussi di traffico impostati per la simulazione sono quelli di Tabella 3.5.

Il calcolo previsionale del rumore prodotto dalla viabilità nella situazione attuale, effettuato dal modello matematico è stato condotto sia in termini puntuali, sia in termini estensivi su tutta l'area di studio, mediante la produzione delle curve isofoniche d'immissione specifica.

4.2.1 Calcolo su specifici ricettori

La simulazione del contributo della nuova viabilità è stata condotta su tutti i punti di calcolo presso ricettori individuati in fase di sopralluogo (Tabella 3.1).

La restituzione dei risultati è suddivisa sui due settori di studio, in corrispondenza degli imbocchi Nord (Tabella 4.6) e Sud (Tabella 4.7).

La seconda colonna delle tabelle indica la direzione perpendicolare alla facciata alla quale è applicato il punto di calcolo. Le tabelle riportano il massimo tra i livelli calcolati ai vari piani del fabbricato a cui il punto di calcolo si riferisce. I valori riportati includono il contributo di riflessione del rumore operato dalla facciata rispetto al punto di calcolo, posto ad 1 m da essa. Si riporta poi il valore del livello calcolato dal modello per le infrastrutture stradali nel periodo diurno e notturno, indicati con $L_{IS_AO,D}$ ed $L_{IS_AO,N}$.

Tabella 4.6 – Risultati del calcolo previsionale del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali – Situazione *ante operam* – Periodo diurno e notturno – Settore NORD – Valori in dB(A)

Punto	Direzione facciata	Piano	Livello <i>ante operam</i> calcolato	
			Periodo Diurno $L_{IS_AO,D}$	Periodo Notturno $L_{IS_AO,N}$
R001	NW	piano 2	56.0	48.0
R002	NE	piano 3	< 30	< 30
R002	SE	piano 3	< 30	< 30
R003	SE	piano 2	< 30	< 30
R004	SE	piano 2	< 30	< 30
R006	SE	piano 1	30.5	< 30
R007	SE	piano 1	31.0	< 30

Punto	Direzione facciata	Piano	Livello ante operam calcolato	
			Periodo Diurno L _{IS_AO,D}	Periodo Notturno L _{IS_AO,N}
R050	NE	p. terra	52.0	44.0
R052	NW	piano 1	54.5	47.0
R053	W	piano 1	57.5	49.5
R054	NE	piano 1	65.5	57.5
R054	NW	piano 1	69.5	61.5
R076	NW	p. terra	31.0	< 30
R077	NW	p. terra	72.0	64.0

Tabella 4.7 – Risultati del calcolo previsionale del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali – Situazione ante operam – Periodo diurno e notturno – Settore SUD – Valori in dB(A)

Punto	Direzione facciata	Piano	Livello ante operam calcolato	
			Periodo Diurno L _{IS_AO,D}	Periodo Notturno L _{IS_AO,N}
R008	NE	piano 1	54.8	47.7
R009	NE	piano 2	50.8	45.3
R010	NE	piano 1	55.3	48.2
R011	NE	piano 2	54.6	47.5
R012	NE	piano 1	54.9	47.9
R013	NE	piano 1	65.7	58.5
R014	NE	piano 1	52.9	46.7
R015	NE	piano 1	53.3	46.8
R016	NE	piano 1	56.5	50.0
R017	NE	piano 1	65.0	58.0
R018	NE	piano 1	58.6	51.6
R019	NE	piano 1	63.8	56.6
R020	SE	piano 1	57.4	50.4
R021	SE	piano 1	55.9	48.9
R023	NE	piano 2	46.4	39.7
R024	NE	piano 1	52.5	43.6
R025	SE	piano 2	38.2	33.0
R026	NE	piano 2	39.0	32.4
R027	NE	piano 1	47.8	39.0
R028	SE	piano 2	47.2	40.3
R030	NE	piano 1	47.9	40.1
R031	NE	piano 2	43.0	35.2
R032	NE	piano 1	45.5	38.3
R033	NE	piano 3	47.3	41.4

Punto	Direzione facciata	Piano	Livello ante operam calcolato	
			Periodo Diurno L _{IS_AO,D}	Periodo Notturno L _{IS_AO,N}
R034	NE	piano 2	46.5	38.5
R036	NE	piano 2	57.3	50.3
R038	NE	piano 1	51.9	42.9
R039	SE	piano 1	49.5	41.9
R039	NE	p. terra	52.8	44.2
R040	NE	p. terra	53.6	45.0
R040	SE	piano 1	50.2	43.3
R041	NE	piano 1	53.7	47.4
R041	SE	piano 1	61.7	55.4
R042	SE	p. terra	58.7	51.5
R042	NE	p. terra	50.1	44.9
R042	SW	p. terra	62.7	56.0
R042	NW	p. terra	59.1	52.9
R043	NE	p. terra	44.3	37.9
R044	NE	piano 2	37.5	31.9
R045	NE	piano 2	41.8	35.2
R046	NE	piano 1	30.3	<30
R049	S	piano 2	42.0	36.1
R051	SW	piano 1	45.8	39.2
R055	NE	piano 3	40.4	35.1
R056	NE	piano 1	40.1	32.0
R057	SE	piano 1	49.5	43.0
R057	NE	piano 1	51.2	42.7
R058	NE	piano 1	54.3	47.3
R059	NE	piano 2	47.7	42.3
R060	NE	piano 1	52.4	43.7
R061	NE	piano 1	64.3	57.0
R062	NE	piano 3	46.7	39.0
R063	NE	piano 2	50.8	43.5
R064	NE	p. terra	65.4	58.1
R065	NE	piano 3	52.1	45.8
R067	NE	p. terra	65.2	57.9
R068	NE	piano 2	51.9	45.6
R069	SE	piano 2	44.5	38.7
R070	SE	piano 2	43.8	37.8
R071	SE	piano 1	43.7	37.2
R072	SE	p. terra	38.3	33.7
R073	NE	piano 1	54.5	47.5

Punto	Direzione facciata	Piano	Livello ante operam calcolato	
			Periodo Diurno L _{IS_AO,D}	Periodo Notturno L _{IS_AO,N}
R075	SE	piano 2	60.3	53.9
R075	NE	piano 3	50.9	43.5
R079	E	piano 2	47.1	41.7
R080	NE	p. terra	51.5	42.5
R081	NE	piano 2	62.8	55.6
R082	NE	piano 1	51.7	42.8
R083	E	p. terra	36.2	31.2
R087	NE	p. terra	46.2	37.8
R088	NW	piano 2	48.8	42.0
R088	SW	piano 2	55.3	49.0
R089	SW	p. terra	47.8	42.0
R089	SE	p. terra	47.1	41.8
R090	NE	piano 1	53.3	44.5
R093	NE	piano 1	61.2	54.2
R094-N	NW	piano 1	49.7	43.2
R094-S	NW	piano 1	52.9	46.4
R095	NW	piano 1	58.6	51.5
R096-N	NW	piano 1	52.9	46.6
R096-S	NW	piano 1	56.3	49.5
R098	NW	piano 1	50.5	44.3
R100	NW	p. terra	48.9	43.4
R106	NE	p. terra	57.1	50.0
R113	NW	piano 2	59.1	51.8
R114	N	piano 2	55.9	48.5
R115	N	piano 2	52.1	45.0
R116	NE	piano 1	54.9	47.8

La Tabella 4.8 riporta il confronto tra i risultati della simulazione e le misure sperimentali eseguite presso il punto RUM06, sede di un rilievo settimanale nella campagna di monitoraggio *ante operam* (§ Tabella 4.3).

Tabella 4.8 – Confronto tra i risultati sperimentali e la simulazione modellistica *ante operam* – Valori in dB(A)

Periodo	Punto RUM06 – L _{Aeq} , medio settimanale	Punto RUM06 - Simulaz. ante operam L _{IS_AO}	Δ Misura-Simulaz.
Diurno	65.5	64.0	1.5
Notturno	58.0	57.0	1.0

La differenza tra misurato e calcolato si attesta nell'intorno di 1.5 dB; i dati sperimentali, specie in periodo diurno sono influenzati dalle attività antropiche presenti all'interno del centro abitato. Il modello può comunque essere ritenuto tarato rispetto ai dati sperimentali.

4.2.2 Mappe isofoniche

Sono state prodotte le curve isofoniche di immissione specifica della viabilità nello scenario *ante operam*. Queste curve, calcolate su una griglia di passo 2.5 m all'altezza di 4 m dal suolo, sono rappresentate sulla ortofoto del sito nella tavola n. T00IA03AMBPL01 per il periodo diurno e notturno e per i settori Nord e Sud.

5. STIMA DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

Le valutazioni relative all'impatto acustico della nuova viabilità sono state condotte utilizzando due differenti dataset di flussi veicolari come input; si veda a tale proposito quanto riportato al § 3.3.1.2 per lo scenario 1 - *post operam* ipotesi cautelativa - e al § 3.3.1.3 per lo scenario 2 - *post operam* con ripartizione dei veicoli.

5.1 Risultati della simulazione

Il calcolo previsionale del rumore prodotto dal nuovo tratto di viabilità, effettuato dal modello matematico alimentato con i parametri sorgente riportati in Tabella 3.4, è stato condotto sia in termini puntuali, sia in termini estensivi su tutta l'area di studio, mediante la produzione delle curve isofoniche d'immissione specifica. La valutazione puntuale della rumorosità in fase di esercizio ha riguardato tutti i ricettori censiti nell'areale di 250 m dal tracciato dell'infrastruttura, includendo quelli corrispondenti al tratto in galleria artificiale; ciò è stato fatto per consentire una omogeneità tra gli scenari modellati. Come si evince dall'osservazione della tavola T00IA03AMBCT01, i ricettori che ricadono nelle fasce di pertinenza acustica di 250 m dalla nuova infrastruttura in corrispondenza dei tratti a raso, in trincea e su ponte sono R001, R050, R052 per l'area di studio Nord e R042, R084, R085, R094, R096, R098, R101 (in parte) ed R017 per l'area di studio Sud. I parametri di calcolo impostati sono riportati in Tabella 3.8.

5.1.1 Scenario 1 - Post Operam ipotesi cautelativa

La simulazione del contributo della nuova viabilità è stata condotta sui punti di calcolo inseriti presso i ricettori individuati in fase di sopralluogo (Tabella 3.1). La restituzione dei risultati è suddivisa sui due settori di studio, in corrispondenza degli imbocchi Nord (Tabella 5.1) e Sud (Tabella 5.2). La seconda colonna delle tabelle indica la direzione perpendicolare alla facciata alla quale è applicato il punto di calcolo. Le tabelle riportano il massimo tra i livelli calcolati ai vari piani del fabbricato a cui il punto di calcolo si riferisce. I valori riportati includono il contributo di riflessione del rumore operato dalla facciata rispetto al punto di calcolo, posto ad 1 m da essa.

Si riporta poi il valore del livello calcolato dal modello con il modulo stradale per il periodo diurno e notturno, indicati con $L_{IS_PO1,D}$ ed $L_{IS_PO2,N}$. Per entrambi i periodi di riferimento si indicano i limiti stabiliti dal DPR 142/2004 per le infrastrutture di nuova realizzazione di categoria C1 all'interno delle fasce di pertinenza.

Tabella 5.1 – Risultati del calcolo previsionale del rumore prodotto dalla nuova Variante Est – Periodo diurno e notturno – Scenario 1 - Post operam Ipotesi Cautelativa - Settore NORD – Valori in dB(A)

Punto	Direzione facciata	Piano	Periodo Diurno		Periodo Notturno	
			Livello calcolato $L_{IS_PO1,D}$	Limite (DPR 142/2004)	Livello calcolato $L_{IS_PO2,N}$	Limite (DPR 142/2004)
R001	NW	piano 2	56.0	65	48.5	55
R002	NE	piano 3	< 30	65	< 30	55
R002	SE	piano 3	< 30	65	< 30	55

Punto	Direzione facciata	Piano	Periodo Diurno		Periodo Notturno	
			Livello calcolato L _{IS_PO1,D}	Limite (DPR 142/2004)	Livello calcolato L _{IS_PO2,N}	Limite (DPR 142/2004)
R003	SE	piano 2	< 30	65	< 30	55
R004	SE	piano 2	< 30	65	< 30	55
R006	SE	piano 1	36.0	65	< 30	55
R007	SE	piano 1	42.0	65	34.0	55
R050	NE	p. terra	51.5	65	44.0	55
R052	NW	piano 1	54.0	65	46.5	55
R053	W	piano 1	51.5	65	45.5	55
R054	NE	piano 1	40.5	65	33.5	55
R054	NW	piano 1	34.5	65	< 30	55
R076	NW	p. terra	< 30	65	< 30	55
R077	NW	p. terra	37.5	65	30.5	55

Tabella 5.2 – Risultati del calcolo previsionale del rumore prodotto dalla nuova Variante Est – Periodo diurno e notturno – Scenario 1 - Post operam Ipotesi Cautelativa - Settore SUD – Valori in dB(A)

Punto	Direzione facciata	Piano	Periodo Diurno		Periodo Notturno	
			Livello calcolato L _{IS_PO1,D}	Limite (DPR 142/2004)	Livello calcolato L _{IS_PO1,N}	Limite (DPR 142/2004)
R008	NE	piano 1	34.1	65	30.4	55
R009	NE	piano 2	35.8	65	32.0	55
R010	NE	piano 1	34.2	65	30.3	55
R011	NE	piano 1	33.6	65	<30	55
R012	NE	piano 1	34.5	65	30.7	55
R013	NE	p. terra	34.8	65	31.0	55
R014	NE	p. terra	37.9	65	34.0	55
R015	NE	p. terra	37.8	65	34.0	55
R016	NE	p. terra	38.8	65	34.8	55
R017	NE	piano 1	38.5	65	34.3	55
R018	NE	p. terra	37.4	65	33.6	55
R019	NE	piano 1	37.8	65	33.8	55
R020	SE	piano 1	36.6	65	32.6	55
R021	SE	piano 1	36.6	65	32.6	55
R023	NE	piano 2	<30	65	<30	55
R024	NE	piano 2	<30	65	<30	55
R025	SE	piano 2	<30	65	<30	55
R026	NE	piano 2	<30	65	<30	55
R027	NE	piano 1	<30	65	<30	55

Punto	Direzione facciata	Piano	Periodo Diurno		Periodo Notturno	
			Livello calcolato L _{IS_PO1,D}	Limite (DPR 142/2004)	Livello calcolato L _{IS_PO1,N}	Limite (DPR 142/2004)
R028	SE	piano 2	33.5	65	<30	55
R030	NE	piano 1	<30	65	<30	55
R031	NE	piano 3	32.6	65	<30	55
R032	NE	piano 3	33.5	65	<30	55
R033	NE	piano 3	34.5	65	30.6	55
R034	NE	piano 2	31.1	65	<30	55
R036	NE	p. terra	38.5	65	34.6	55
R038	NE	piano 1	<30	65	<30	55
R039	SE	piano 1	36.5	65	32.3	55
R039	NE	piano 1	38.1	65	33.7	55
R040	NE	piano 1	39.7	65	35.2	55
R040	SE	piano 1	41.2	65	37.1	55
R041	NE	p. terra	39.9	65	36.0	55
R041	SE	piano 1	42.7	65	37.9	55
R042	SE	p. terra	50.2	65	45.0	55
R042	NE	p. terra	49.6	65	44.2	55
R042	SW	p. terra	44.6	65	40.3	55
R042	NW	p. terra	40.1	65	34.1	55
R043	NE	p. terra	38.7	65	34.9	55
R044	NE	piano 2	33.0	65	<30	55
R045	NE	piano 2	33.7	65	<30	55
R046	NE	piano 1	<30	65	<30	55
R049	S	piano 2	<30	65	<30	55
R051	SW	piano 1	37.2	65	31.5	55
R055	NE	piano 3	30.1	65	<30	55
R056	NE	piano 1	<30	65	<30	55
R057	SE	piano 1	38.9	65	34.8	55
R057	NE	piano 1	37.1	65	33.2	55
R058	NE	piano 1	36.8	65	33.1	55
R059	NE	piano 2	36.8	65	32.6	55
R060	NE	piano 1	32.3	65	<30	55
R061	NE	piano 3	37.7	65	33.0	55
R062	NE	piano 3	41.9	65	36.4	55
R063	NE	piano 2	<30	65	<30	55
R064	NE	piano 1	34.4	65	30.5	55
R065	NE	piano 3	40.2	65	34.9	55
R067	NE	p. terra	32.2	65	<30	55
R068	NE	piano 2	36.7	65	32.8	55

Punto	Direzione facciata	Piano	Periodo Diurno		Periodo Notturno	
			Livello calcolato L _{IS_PO1,D}	Limite (DPR 142/2004)	Livello calcolato L _{IS_PO1,N}	Limite (DPR 142/2004)
R069	SE	piano 2	34.8	65	<30	55
R070	SE	piano 2	31.0	65	<30	55
R071	SE	piano 1	<30	65	<30	55
R072	SE	p. terra	<30	65	<30	55
R073	NE	piano 1	36.6	65	32.6	55
R075	SE	piano 3	46.6	65	40.5	55
R075	NE	piano 3	46.5	65	40.7	55
R079	E	piano 2	35.6	65	31.3	55
R080	NE	p. terra	<30	65	<30	55
R081	NE	piano 1	31.3	65	<30	55
R082	NE	piano 1	30.3	65	<30	55
R083	E	p. terra	<30	65	<30	55
R087	NE	p. terra	<30	65	<30	55
R088	NW	p. terra	32.7	65	<30	55
R088	SW	piano 2	51.0	65	44.3	55
R089	SW	p. terra	38.7	65	34.7	55
R089	SE	p. terra	38.1	65	33.7	55
R090	NE	piano 1	<30	65	<30	55
R093	NE	piano 1	54.8	65	49.0	55
R094-N	NW	piano 1	45.9	65	40.2	55
R094-S	NW	piano 1	49.3	65	43.5	55
R095	NW	piano 1	55.8	65	49.8	55
R096-N	NW	piano 1	56.2	65	49.9	55
R096-S	NW	piano 1	60.8	65	54.7	55
R098	NW	piano 1	47.5	65	42.2	55
R100	NW	p. terra	46.4	65	41.8	55
R106	NE	p. terra	54.2	65	48.0	55
R113	NW	piano 2	56.2	65	48.9	55
R114	N	piano 2	52.9	65	45.5	55
R115	N	piano 2	49.1	65	42.1	55
R116	NE	piano 1	51.9	65	44.7	55
Livelli calcolati sui punti di misura indagati in fase ante operam						
RUM02	-	p. terra	44.0	65	39.3	55
RUM04	-	p. terra	40.1	65	35.7	55
RUM05	-	p. terra	< 30	65	< 30	55
RUM06	-	p. terra	37.8	65	33.8	55
RUM08	NE	piano 1	34.3	65	< 30	55

A commento delle precedenti tabelle si evidenzia quanto segue.

- Il contributo della nuova viabilità sui punti R** nel tratto Nord (Tabella 5.1) risulta pari, al più, a circa 56 dB in periodo diurno e a 48.5 dB in periodo notturno. Tali valori si prevedono presso il punto R001, in corrispondenza della facciata NW, al 2° piano. Questo ricettore, insieme ai ricettori R050 ed R052, fa parte di un nucleo di fabbricati vicinissimi al nuovo ponte sul fiume Oglio, che saranno però demoliti; in essi il modello prevede più di 50 dB diurni e più di 40 dB notturni. Il ricettore R053, ove il modello in periodo diurno prevede livelli leggermente superiori a 50 dB(A) in facciata, è costituito da un fabbricato disabitato. I ricettori situati sul versante opposto all'imbocco Nord, ossia R002÷R007, sono interessati in periodo diurno da livelli pari, al più, a circa 42 dB(A), presso il piano superiore di R007. Il corrispondente valore notturno è di circa 34 dB(A), quindi di scarso significato pratico. Nel complesso, anche con l'ipotesi cautelativa adottata, i livelli previsti dal modello appaiono ampiamente minori dei limiti di cui al DPR 142/2004 su entrambi i tempi di riferimento.
- Il contributo della nuova viabilità sui punti R** nel tratto Sud (Tabella 5.2) risulta pari, al più, a circa 61 dB in periodo diurno e a 54.5 dB in periodo notturno. Tali valori si prevedono presso il punto R096-S, in corrispondenza della facciata NW. A seguire, i contributi relativamente più elevati si registrano presso R113, R096-N, R095, con livelli di circa 55.5÷56.5 dB(A) in periodo diurno e di 49÷50 in periodo notturno. Anche in questo caso, i limiti di cui al DPR 142/2004 risultano rispettati sia in periodo diurno che notturno presso tutti i ricettori.

Per una rappresentazione delle immissioni specifiche della nuova viabilità in tutto il territorio circostante, sono state prodotte le mappe delle curve isofoniche. Il calcolo è stato eseguito ad un'altezza di 4 m dal suolo, su una griglia di passo 2.5 m. Le curve calcolate, a partire da 35 dB(A), con passo 5 dB(A), sono rappresentate, sulla ortofoto del sito nella tavola T00IA03AMBPL02, per il TR diurno e notturno e per i due settori di studio.

5.1.2 Scenario 2 - Post Operam con ripartizione

Analogamente a quanto fatto in precedenza, la Tabella 5.3 e la Tabella 5.4 presentano, sui due settori di studio in corrispondenza degli imbocchi Nord e Sud, i risultati della simulazione condotta con riferimento alla ripartizione dei flussi di traffico, come illustrato al § 3.3.1.3.

In questo caso, oltre livello sonoro prodotto da tutti i tratti stradali modellati ($L_{IS_PO_All,D}$, $L_{IS_PO_All,N}$), si riporta anche il contributo della sola nuova viabilità Variante Est ($L_{IS_PO2,D}$, $L_{IS_PO2,N}$).

Tabella 5.3 – Risultati del calcolo previsionale del rumore prodotto dalla Variante Est – Periodo diurno e notturno – Scenario 2 - Post operam con ripartizione - Settore NORD – Valori in dB(A)

Punto	Direzione facciata	Piano	Periodo DIURNO			Periodo NOTTURNO		
			Livello calcolato		Limite (DPR 142/2004)	Livello calcolato		Limite (DPR 142/2004)
			Tutte le strade $L_{IS_PO_All,D}$	Nuova Variante Est $L_{IS_PO2,D}$		Tutte le strade $L_{IS_PO_All,N}$	Nuova Variante Est $L_{IS_PO2,N}$	
R001	NW	piano 2	55.8	54.4	65	48.4	46.9	55
R002	NE	piano 3	< 30	< 30	65	< 30	< 30	55

Punto	Direzione facciata	Piano	Periodo DIURNO			Periodo NOTTURNO		
			Livello calcolato		Limite (DPR 142/2004)	Livello calcolato		Limite (DPR 142/2004)
			Tutte le strade <small>L_{IS_PO-All,D}</small>	Nuova Variante Est <small>L_{IS_PO2,D}</small>		Tutte le strade <small>L_{IS_PO-All,N}</small>	Nuova Variante Est <small>L_{IS_PO2,N}</small>	
R002	SE	piano 3	< 30	< 30	65	< 30	< 30	55
R003	SE	piano 2	< 30	< 30	65	< 30	< 30	55
R004	SE	piano 2	< 30	< 30	65	< 30	< 30	55
R006	SE	piano 1	35.1	34.5	65	< 30	< 30	55
R007	SE	piano 1	40.7	40.5	65	33.0	32.8	55
R050	NE	p. terra	51.2	50.0	65	43.8	42.6	55
R052	NW	piano 1	54.1	52.6	65	46.7	45.1	55
R053	W	piano 1	54.6	48.4	65	47.4	41.7	55
R054	NE	piano 1	59.5	38.9	65	51.7	31.8	55
R054	NW	piano 1	63.7	33.0	65	55.8	< 30	55
R076	NW	p. terra	< 30	< 30	65	< 30	< 30	55
R077	NW	p. terra	66.3	36.0	65	58.4	< 30	55

Tabella 5.4 – Risultati del calcolo previsionale del rumore prodotto dalla Variante Est – Periodo diurno e notturno – Scenario 2 - Post operam con ripartizione - Settore SUD – Valori in dB(A)

Punto	Direzione facciata	Piano	Periodo Diurno			Periodo Notturno		
			Livello calcolato		Limite (DPR 142/2004)	Livello calcolato		Limite (DPR 142/2004)
			Tutte le strade <small>L_{IS_PO-All,D}</small>	Nuova Variante Est <small>L_{IS_PO2,D}</small>		Tutte le strade <small>L_{IS_PO-All,N}</small>	Nuova Variante Est <small>L_{IS_PO2,N}</small>	
R008	NE	piano 1	52.5	31.3	65	45.4	<30	55
R009	NE	piano 2	49.1	33.3	65	43.8	<30	55
R010	NE	piano 1	53.0	30.0	65	46.0	<30	55
R011	NE	piano 2	52.3	30.4	65	45.4	<30	55
R012	NE	piano 1	52.6	31.3	65	45.8	<30	55
R013	NE	piano 1	63.3	32.6	65	56.0	<30	55
R014	NE	piano 1	52.2	35.0	65	46.1	30.9	55
R015	NE	piano 1	52.8	34.0	65	46.4	30.0	55
R016	NE	piano 1	55.1	36.1	65	48.7	31.9	55
R017	NE	piano 1	62.7	37.1	65	55.7	32.9	55
R018	NE	piano 1	56.5	34.5	65	49.6	30.5	55
R019	NE	piano 1	61.4	35.2	65	54.3	31.2	55
R020	SE	piano 1	57.3	33.3	65	50.2	<30	55

Punto	Direzione facciata	Piano	Periodo Diurno			Periodo Notturno		
			Livello calcolato		Limite (DPR 142/2004)	Livello calcolato		Limite (DPR 142/2004)
			Tutte le strade L _{IS_PO-All,D}	Nuova Variante Est L _{IS_PO2,D}		Tutte le strade L _{IS_PO-All,N}	Nuova Variante Est L _{IS_PO2,N}	
R021	SE	piano 1	55.5	33.9	65	48.5	<30	55
R023	NE	piano 2	46.2	30.5	65	39.7	<30	55
R024	NE	piano 1	52.5	<30	65	43.8	<30	55
R025	SE	piano 2	37.7	<30	65	32.7	<30	55
R026	NE	piano 2	38.2	<30	65	32.3	<30	55
R027	NE	piano 1	47.7	<30	65	39.0	<30	55
R028	SE	piano 2	46.9	30.3	65	39.9	<30	55
R030	NE	piano 1	45.7	<30	65	38.0	<30	55
R031	NE	piano 2	41.2	<30	65	33.7	<30	55
R032	NE	piano 3	44.2	<30	65	37.4	<30	55
R033	NE	piano 3	46.2	30.3	65	40.3	<30	55
R034	NE	piano 2	46.6	30.6	65	38.7	<30	55
R036	NE	piano 2	55.3	35.7	65	48.5	31.2	55
R038	NE	piano 1	51.9	<30	65	42.9	<30	55
R039	SE	piano 1	49.3	33.6	65	41.8	<30	55
R039	NE	p. terra	52.9	35.2	65	44.4	31.3	55
R040	NE	p. terra	53.7	36.5	65	45.3	32.6	55
R040	SE	piano 1	50.5	39.0	65	44.1	35.0	55
R041	NE	piano 1	53.2	36.7	65	47.0	32.6	55
R041	SE	piano 1	60.7	41.2	65	54.4	36.4	55
R042	SE	p. terra	59.0	49.4	65	52.7	44.1	55
R042	NE	p. terra	51.9	47.9	65	46.7	42.3	55
R042	SW	p. terra	62.5	45.8	65	56.2	41.1	55
R042	NW	p. terra	58.8	37.9	65	52.7	32.1	55
R043	NE	p. terra	44.6	36.2	65	38.9	32.6	55
R044	NE	piano 2	38.1	30.0	65	32.8	<30	55
R045	NE	piano 2	42.0	30.3	65	35.7	<30	55
R046	NE	piano 1	<30	<30	65	<30	<30	55
R049	S	piano 2	40.6	<30	65	34.9	<30	55
R051	SW	piano 1	45.4	36.1	65	39.0	30.2	55
R055	NE	piano 3	39.9	<30	65	34.7	<30	55
R056	NE	piano 1	39.7	<30	65	31.8	<30	55
R057	SE	piano 1	48.5	36.1	65	42.1	32.0	55
R057	NE	piano 1	51.3	35.0	65	43.0	31.1	55
R058	NE	piano 1	52.2	33.8	65	45.4	30.3	55

Punto	Direzione facciata	Piano	Periodo Diurno			Periodo Notturno		
			Livello calcolato		Limite (DPR 142/2004)	Livello calcolato		Limite (DPR 142/2004)
			Tutte le strade <small>L_{IS_PO-All,D}</small>	Nuova Variante Est <small>L_{IS_PO2,D}</small>		Tutte le strade <small>L_{IS_PO-All,N}</small>	Nuova Variante Est <small>L_{IS_PO2,N}</small>	
R059	NE	piano 2	47.4	33.8	65	42.2	30.0	55
R060	NE	piano 1	52.4	<30	65	43.7	<30	55
R061	NE	piano 1	61.8	34.0	65	54.6	30.1	55
R062	NE	piano 3	47.3	39.5	65	40.1	34.0	55
R063	NE	piano 2	48.4	<30	65	41.1	<30	55
R064	NE	p. terra	62.9	31.2	65	55.6	<30	55
R065	NE	piano 3	51.5	38.0	65	45.4	32.9	55
R067	NE	p. terra	62.7	<30	65	55.4	<30	55
R068	NE	piano 2	50.0	34.1	65	44.1	30.4	55
R069	SE	piano 2	43.7	31.7	65	38.0	<30	55
R070	SE	piano 2	42.7	<30	65	37.0	<30	55
R071	SE	piano 1	42.4	<30	65	35.8	<30	55
R072	SE	p. terra	37.3	<30	65	32.7	<30	55
R073	NE	piano 1	52.5	33.3	65	45.7	<30	55
R075	SE	piano 3	60.1	45.2	65	53.7	39.1	55
R075	NE	piano 3	51.7	44.9	65	44.8	39.1	55
R079	E	piano 2	46.8	32.9	65	41.7	<30	55
R080	NE	p. terra	51.4	<30	65	42.4	<30	55
R081	NE	piano 2	60.4	<30	65	53.1	<30	55
R082	NE	piano 1	51.7	<30	65	42.8	<30	55
R083	E	p. terra	35.3	<30	65	30.6	<30	55
R087	NE	p. terra	47.4	<30	65	39.2	<30	55
R088	NW	piano 2	48.5	30.6	65	41.6	<30	55
R088	SW	piano 2	56.2	49.8	65	49.7	42.9	55
R089	SW	p. terra	47.7	37.6	65	42.1	33.5	55
R089	SE	p. terra	46.9	37.5	65	41.8	33.0	55
R090	NE	piano 1	53.3	<30	65	44.5	<30	55
R093	NE	piano 1	61.8	55.6	65	55.6	49.4	55
R094-N	NW	piano 1	49.9	43.4	65	44.5	38.1	55
R094-S	NW	piano 1	53.2	46.5	65	47.6	40.9	55
R095	NW	piano 1	59.2	52.9	65	53.2	46.9	55
R096-N	NW	piano 1	57.3	54.9	65	51.2	48.4	55
R096-S	NW	piano 1	61.6	60.2	65	55.4	53.9	55
R098	NW	piano 1	50.7	45.2	65	45.6	40.1	55
R100	NW	p. terra	49.9	44.6	65	45.3	40.0	55

Punto	Direzione facciata	Piano	Periodo Diurno			Periodo Notturno		
			Livello calcolato		Limite (DPR 142/2004)	Livello calcolato		Limite (DPR 142/2004)
			Tutte le strade <small>L_{IS_PO-All,D}</small>	Nuova Variante Est <small>L_{IS_PO2,D}</small>		Tutte le strade <small>L_{IS_PO-All,N}</small>	Nuova Variante Est <small>L_{IS_PO2,N}</small>	
R106	NE	p. terra	57.0	46.8	65	50.8	42.0	55
R113	NW	piano 2	59.1	37.7	65	51.9	32.9	55
R114	N	piano 2	55.9	37.0	65	48.6	32.4	55
R115	N	piano 2	52.1	36.5	65	45.3	32.4	55
R116	NE	piano 1	54.9	35.6	65	47.9	31.9	55

A commento delle precedenti tabelle si evidenzia quanto segue.

- I livelli $L_{IS_PO2,D}$ ed $L_{IS_PO2,N}$ prodotti dalla nuova Variante Est di Edolo sia nel tratto Nord che Sud rientrano ampiamente nei limiti di cui al DPR 142/2004 sia in periodo diurno che notturno. Ciò era comunque atteso, stante il minore volume di traffico che interessa tale arteria nell'ipotesi della ripartizione dei flussi su altri tratti di strada rispetto all'ipotesi cautelativa trattata in precedenza. Va peraltro evidenziato che questa suddivisione dei flussi sulla intera rete è una condizione più rappresentativa del reale utilizzo dell'infrastruttura.
- Il contributo complessivo della viabilità sui punti R** nel tratto Nord (Tabella 5.3) risulta pari, al più, a circa 66.5 dB in periodo diurno e a 58.5 dB in periodo notturno. Tali valori si prevedono presso il punto R077, in corrispondenza della facciata NW. Si Può notare, tuttavia, che il contributo della nuova variante Est su questo punto è ampiamente trascurabile rispetto al contributo della viabilità preesistente, attestandosi ad oltre 20 dB in meno del valore complessivo.
- Il livello complessivo da infrastrutture stradali calcolato dal modello sui punti ricettore nel tratto Sud ha i suoi valori massimi, compresi tra circa 62 e 63.5 dB diurni e tra 55 e 56.5 dB notturni presso i ricettori R013, R017, R064, R42. Si ha quindi un lieve superamento del limite notturno, che rientra nel margine di incertezza del modello; esso non rappresenta una reale criticità a motivo delle ipotesi cautelative assunte. Inoltre, in tali punti, con l'eccezione di R096-S, il contributo della nuova Variante Est, è ampiamente trascurabile rispetto a quello della restante viabilità.
- Il contributo della nuova viabilità sui punti R** nel tratto Sud (Tabella 5.4) risulta pari, al più, a circa 60 dB in periodo diurno e a 54 dB in periodo notturno. Tali valori si prevedono presso il punto R096-S, che rappresenta un edificio residenziale. A seguire, presso R093, il modello calcola, per la nuova viabilità, livelli di circa 5 dB inferiori, pari a circa 56 dB in periodo diurno e 49.5 dB in periodo notturno. Livelli leggermente minori sono previsti presso R096-N. Presso gli altri punti, i livelli attesi si attestano al sotto dei 53 dB diurni e dei 47 dB notturni. Anche per il tratto Sud, quindi, i limiti di cui al DPR 142/2004 per il rumore prodotto dalla nuova infrastruttura sono ampiamente rispettati sia in periodo diurno che notturno.

Per una rappresentazione delle immissioni specifiche della nuova viabilità in tutto il territorio circostante, sono state prodotte le mappe delle curve isofoniche. Il calcolo è stato eseguito ad

un'altezza di 4 m dal suolo, su una griglia di passo 2.5 m. Le curve calcolate, a partire da 35 dB(A), con passo 5 dB(A), sono rappresentate, sulla ortofoto del sito nella tavola T00IA03AMBPL03, per il TR diurno e notturno e per i due settori di studio.

5.1.3 Comparazione degli scenari ante e post operam con ripartizione

Gli scenari con ripartizione sono quelli che schematizzano una più realistica condizione di utilizzo della rete viabilistica, con una riduzione dell'impatto sulle strade interne all'abitato di Edolo. Nella Figura 5.1 si riporta, tramite istogrammi, la sintesi statistica delle variazioni di livello sonoro tra lo scenario attuale e futuro con ripartizione dei flussi di traffico per i ricettori collocati nella parte Sud. I valori negativi delle ascisse indicano la riduzione dei livelli sonori nello scenario futuro rispetto a quello attuale.

Si nota come in circa il 75 % dei casi per il periodo diurno e nel 65% circa dei casi per il periodo notturno i livelli calcolati per la situazione ante operam sono maggiori di quelli per lo scenario 1 – Post Operam, ad indicare quindi una riduzione del livello di rumore da infrastrutture stradali per effetto della Variante Est. Si hanno un limitato numero di casi per i quali si ha un risultato opposto; essi sono contraddistinti da un valore positivo dell'ascissa. Gli incrementi più significativi, maggiori di 1 dB, sono previsti presso R096-N ed R096-S, R042 ed R087 in periodo diurno e presso gli stessi punti, con l'aggiunta di R075, R087, R093, R094, R095 ed R100 in periodo notturno.

L'analisi dei dati grezzi mostra, in generale, una riduzione dei livelli sonori presso i punti lungo la via centrale di Edolo.

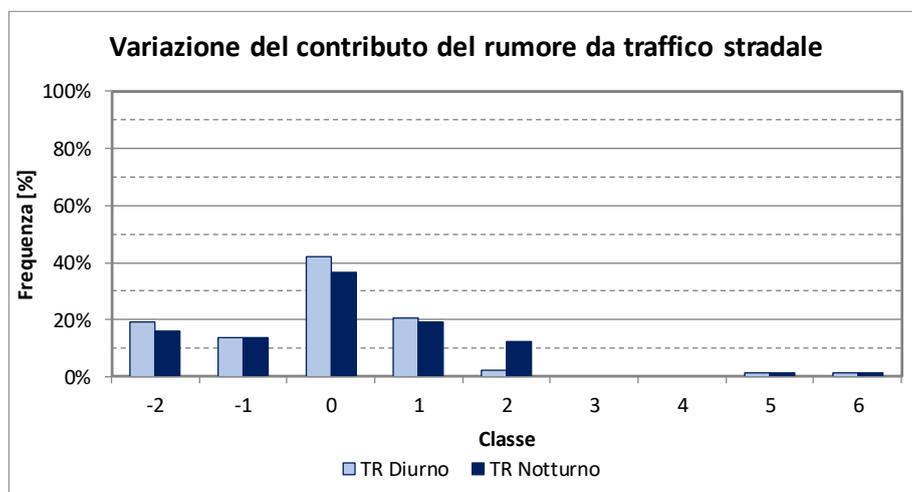


Figura 5.1 – Variante Est Edolo – Distribuzione statistica delle variazioni del contributo del rumore stradale tra lo scenario ante operam e lo scenario 2 - Post Operam con ripartizione dei flussi di traffico - Settore SUD – Periodo diurno e notturno - Valori in dB(A).

5.2 Verifica dei limiti di legge e conclusioni

Tutti i punti di calcolo ricadono all'interno delle fasce di pertinenza della nuova infrastruttura stradale di ampiezza 250 m per lato, appartenendo questa alla categoria C1, secondo il DPR 142/2004.

I limiti al rumore prodotto dall'infrastruttura sono pari a 65 dB(A) in periodo diurno e a 55 dB(A) in periodo notturno. Per ricettori sensibili, non presenti però all'interno delle fasce nel caso

specifico, i limiti valgono 50 dB(A) in periodo diurno e 40 dB(A) in periodo notturno.

È stata simulata una situazione peggiorativa, assumendo che l'intero flusso veicolare conteggiato da ANAS presso la tratta n.435 lungo la SS42 a Nord della nuova rotatoria sia diretto o provenga dalla Variante Est sia nel TR diurno che notturno.

La Tabella 5.1 e la Tabella 5.2, relative a tale scenario peggiorativo, mostrano come né per il settore Nord, né per il settore Sud il livello sonoro prodotto dalla nuova viabilità Variante Est sia maggiore dei limiti di 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni. Alcune situazioni di lieve superamento dei limiti si riscontrano per l'altro scenario simulato, ossia quello Post Operam con ripartizione dei flussi sulla viabilità esistente e sulla Variante Est. Esse sono di entità compatibile con l'incertezza della modellazione ed in massima parte riconducibili al contributo della viabilità esistente.

6. STIMA DEGLI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

L'elenco delle principali fasi realizzative dell'opera, la relativa durata e loro eventuale sovrapposizione temporale è illustrata nel cronoprogramma (doc. n. T00CT00TAMCR01) e nella relazione descrittiva (doc. n. T00EG00GENRE01).

6.1 Caratteristiche emissive della rumorosità prodotta dai cantieri.

I potenziali impatti sulla componente rumore si riferiscono essenzialmente alle emissioni sonore generate dalle macchine operatrici utilizzate per la realizzazione dei lavori e dai mezzi di trasporto coinvolti, ossia dal traffico indotto.

Per i comuni mezzi di cantiere, l'emissione sonora del propulsore e del condotto di scarico dei gas combustibili è di solito la componente più significativa del rumore; alcune macchine operatrici generano rumore anche per effetto della lavorazione che svolgono.

Nelle fasi di preparazione del sito, consolidamento e scavo il macchinario utilizzato è composto quasi esclusivamente da macchine movimento terra (macchine per pali, autobetoniere, autogrù, escavatori, pale, trattori, grader, rulli compressori, etc.) e da autocarri.

Nelle fasi successive intervengono nel cantiere diversi tipi di macchine, tra cui: macchine movimento materiali (gru, gru semoventi), macchine stazionarie (pompe, generatori, compressori), autobetoniere e macchine varie, quali ad esempio le vibrofinitrici, etc. Il rumore emesso da dette macchine differisce da modello a modello ed è funzione del tipo di attività che viene svolta.

Il rumore complessivo generato da un cantiere dipende quindi dal numero e dalla tipologia delle macchine in funzione in un determinato momento e dal tipo di attività svolta; l'intensità dipende quindi sia dal momento della giornata considerata sia dalla fase in cui il cantiere si trova ed è caratterizzata da rumori di tipo non costante, anche se talora di elevata energia.

A tale componente si somma il contributo del traffico veicolare indotto, la cui composizione è articolata in una quota di veicoli leggeri per il trasporto delle persone, ed una quota di veicoli pesanti connessi alla movimentazione dei materiali di risulta e di costruzione. I mezzi impiegati a tale scopo possono essere veicoli commerciali furgonati o con cassone, autocarri di diversa taglia per portata e numero di assi, o autoarticolati per trasporti particolari, oltre ovviamente a mezzi specializzati come autobetoniere o autogrù.

Occorre evidenziare che la produzione di rumore è limitata al normale orario lavorativo, nel solo periodo diurno. Nel caso specifico, solo per lo scavo della galleria naturale, si prevede anche lavoro notturno.

6.2 Analisi delle fasi realizzative previste ed individuazione degli scenari di simulazione.

La nuova viabilità avrà origine dalla nuova rotatoria, a sud del territorio comunale di Edolo, per poi attraversare il monte Colmo con una galleria che sbocca a nord-est dell'agglomerato urbano di Edolo, verso il passo del Tonale, dopo aver attraversato il fiume Oglio.

Il progetto di cantierizzazione prevede un cantiere base, posto ad Edolo in corrispondenza di Via Caduti del Lavoro, un Cantiere Operativo Nord, un cantiere Operativo Sud e aree di lavoro lungo il tracciato delle gallerie artificiali. Sono previste aree di lavoro temporanee di piccola estensione per la realizzazione delle opere d'arte minori.

Il Cantiere Base consta di un'area recintata dotata delle strutture necessarie al coordinamento delle attività di cantiere ed ospitare le maestranze. Esso è stato progettato e dimensionato considerando una media di addetti giorno pari a 55 e un massimo picco pari a 90 addetti: Sono previste dotazioni quali: uffici, spogliatoi, infermeria, blocco servizi, dormitori, refettorio, magazzino attrezzi, ecc. Dal punto di vista dell'impatto acustico, esso non ospita quindi alcuna sorgente sonora significativa.

Il Cantiere Operativo Sud consiste anch'esso in un'area recintata e aree di lavoro dedicate, che interessano Via Mù, Via Valeriana e la linea ferroviaria Iseo-Edolo e saranno organizzate in funzione delle fasi di avanzamento. Gli accessi al cantiere saranno differenziati in funzione dello stato di avanzamento del cantiere e della tipologia di veicoli; è previsto un flusso medio di 30 veicoli/giorno. Esso ospiterà le seguenti dotazioni: uffici, spogliatoi, blocco servizi, servizi igienici chimici, magazzini, tettoia officina, cassoni rifiuti, pesa, lavaruate, impianti (acque, generatore ecc.) e un impianto di pompaggio e trattamento delle acque in galleria.

Il Cantiere Operativo Nord prevede un'articolazione su due livelli di quota, un livello ribassato, raggiungibile mediante discenderia, ed un livello sopraelevato. Le porzioni di cantiere poste sulle due sponde del fiume Oglio saranno collegate inizialmente mediante un guado provvisorio (realizzato da monte verso valle) e successivamente mediante il viadotto (appena ultimato). Il cronoprogramma indica una iniziale attività del cantiere necessaria all'approntamento delle aree di cantiere, dei rilevati e del ponte sul fiume Oglio dal mese 1 al mese 11 (fasi da fase 11 a 14), una fase di permanenza di attività legate prevalentemente alla gestione dello smarino dal mese 9 al mese 25 (fase GN2) e una fase di sistemazione finale della galleria artificiale e del versante dal mese 25 al mese 27 (fase GN2). Le attività in alveo, consistenti nella posa del guado provvisorio, nella realizzazione delle protezioni spondali e nella rimozione del guado interesseranno il fiume Oglio dal mese 1 al mese 11 (Fase 14 - ripristino aree del cantiere nord). L'inizio dello scavo della galleria naturale da Nord verrà iniziato successivamente alla realizzazione del ponte sul Fiume Oglio, per difficoltà di accesso all'imbocco. Il Campo Operativo n.2 ospiterà le seguenti dotazioni: uffici, spogliatoi, blocco servizi, WC chimici, magazzini attrezzi, tettoia officina, cassoni metallici rifiuti, lavaruate, area per assemblaggio impalcato e deposito terre, impianti (acque, generatore ecc.).

Anche nel caso dei due cantieri operativi, l'impatto acustico per le attività proprie di queste aree può essere considerato di scarso rilievo rispetto a quello prodotto nelle aree di lavoro lungo il tracciato.

Il nuovo tracciato stradale, realizzato prevalentemente in galleria, permetterà di by-passare il centro abitato di Edolo da e verso il passo del Tonale. La realizzazione della Variante Est prevede interventi a cielo aperto nel tratto Sud, Nord e interventi di scavo della galleria naturale. Il metodo di scavo della galleria naturale previsto è quello "tradizionale", con abbattimento mediante esplosivo e/o mezzi meccanici; lo scavo è previsto a piena sezione fino al piano di base delle murette con successivo scavo di ribasso per la realizzazione dell'arco rovescio. Si ritiene che questa fase di scavo, interna alla montagna produca un impatto ampiamente trascurabile nei confronti dei ricettori abitativi più vicini.

Si sono quindi individuati come più impattanti dal punto di vista del rumore le lavorazioni previste nei tratti a cielo aperto.

Tra l'altro, le fasi realizzative che riguardano il Tratto Sud, tra la nuova rotonda Sud e l'imbocco della galleria naturale andranno ad interessare una zona ove, specie lungo la parte Sud di Via Valeriana, si trovano abitazioni a più piani. Per la maggior parte, le lavorazioni saranno mobili e avverranno, rispetto in fasi successive all'interno di determinati ambiti, definiti dalle progressive pk. Ad esempio, la fase 8-9 (dalla progr. 305.00 alla progr. 388.83) vedrà come

lavorazioni principali, dopo la modifica e ricollocazione della recinzione Ovest della Centrale ENEL, la realizzazione di pali di grande diametro e colonne in jet-grouting, la realizzazione del tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali, la realizzazione dei cordoli di testa pali, la posa dei puntoni trasversali, l'armatura e getto delle pareti laterali e del solettone di copertura in c.a., la posa dell'impermeabilizzazione superiore e ritombamento della galleria. Si avranno quindi diverse lavorazioni rumorose che andranno ad interessare il corpo ricettore in fasi successive.

In Figura 6.1÷Figura 6.3 sono riportati alcuni estratti del cronoprogramma delle attività. Essi riguardano alcune fasi cantieristiche che, dall'analisi condotta, risultano potenzialmente impattanti nei confronti del tessuto residenziale, a motivo anche della reciproca sovrapposizione temporale deducibile dal cronoprogramma stesso.

ID	Task Name	Dur.	3				4			
			1	2	3	4	1	2	3	4
0	T00CT00TAMCR01_A_Cronoprogramma+B29B43B2:B28B2:B31B43B2:B28B2:B32B43B2:B28B2:B34B43B2:B28B2:B36B43B2:B28B2:B38B43B2:B28B2:B41B43B2:B28B2:B42B43B2:B28B2:B44B43B2:B28B2:B42	3692								
1	INIZIO LAVORI	0								
2	Tratto Sud - Imbocco galleria naturale	642								
3	FASE 1-2 (Da Progr. 388.83 a Paratia imbocco Galleria Naturale Progr. 492,00)	642								
4	Istallazione di cantiere presso imbocco Sud della galleria naturale (area compresa tra Via Valeriana, Linea ferroviaria e proprietà ENEL) con temporanea perimetrazione dell'accesso secondario Nord all'autorimessa della Centrale ENEL	30								
5	Bonifica Bellica (su intero tratto da rotatoria Sud a imbocco galleria naturale)	20								
6	Rimozione/ricollocazione traliccio ENEL interferente	15								
8	Realizzazione Pali di grande diametro ø1000 mm e colonne in jet-grouting tra la Progr. 388.83 a Progr. 468.43	42								
9	Realizzazione trattamenti colonnari integrativi con jet-grouting tra la Progr. 441.17 e la Progr. 468.43	22								
10	Realizzazione micropali della prima paratia frontale (Progr. 468.43)	16								
11	Realizzazione trattamenti colonnari jet-grouting a tergo prima paratia frontale (Progr. 468.43)	12								
12	Realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali (Progr. 388.83 a Progr. 468.43)	88								
13	Realizzazione dei cordoli di testa pali e posa dei puntoni trasversali tra la Progr. 388.83 e la Progr. 441.17	27								
14	Scavo di ribasso con realizzazione di tiranti delle paratie laterali dalla Progr. 398.83 alla Progr. 468.43 e della paratia frontale, operando con accesso dalla galleria artificiale.	93								
15	Realizzazione della platea di fondazione previa posa di impermeabilizzazione operando da Sud nel tratto della Piazzola di sosta e del locale scale di emergenza (Progr. 398.83 e Progr. 441.17), nonché del successivo tratto di galleria artificiale circolare tra la Progr. 441,17 e Progr. 465,43 (a 3.00 m da paratia frontale)	63								
16	Realizzazione rampa provvisoria per accesso al fondo scavo da area di cantiere, posta a tergo paratia lato Ovest	5								
17	Previa interruzione del traffico ferroviario e preparazione area di cantiere, realizzazione Pali di grande diametro ø1000 mm e colonne in jet-grouting tra la Progr. 468.43 e la Progr. 492.00 (tratto con contrasto tra le paratie laterali con	21								
18	Realizzazione trattamenti colonnari integrativi con jet-grouting a tergo delle paratie laterali tra la Progr. 441,17 e la Progr. 468,43	19								
19	Realizzazione micropali paratia frontale di imbocco della galleria naturale (Progr. 492.00)	16								
20	Realizzazione trattamenti colonnari jet-grouting a tergo paratia frontale di imbocco (Progr. 492.00)	12								
21	Scavo di ribasso con realizzazione di tiranti per la paratia frontale (completo fino alla Progr. 492,00)	46								
22	Trattamenti di consolidamento e presostegno della paratia frontale, per primo campo della galleria naturale,	10								
23	Realizzazione, previa posa di impermeabilizzazione, del tratto di galleria artificiale circolare dalla Progr. 441,17 a Progr. 465,43 (tratto Dista)	25								
24	Realizzazione, previa posa di impermeabilizzazione, del tratto di galleria artificiale circolare dalla Progr. 465,43 a Progr. 492,00 (tratto Dista)	30								
25	Ritombamento del tratto di galleria artificiale tra la Progr. 441,17 e Progr. 492,00 (paratia frontale), ripristino linea ferroviaria e sistemazione definitiva terreni a monte di essa	30								
26	Istallazione cantiere per inizio scavo della Galleria Naturale	20								
27	Galleria Naturale - Da imbocco Sud	222								
28	FASE GN1 Scavo Galleria naturale (da Progr. 0+492 a Progr. 0+891,29)	222								
29	Avanzamento realizzazione della galleria naturale come da progetto fino alla progressiva 1191,29 m (consolidamenti, scavi, impermeabilizzazioni, rivestimenti di prima fase e definitivi, sia per sezione corrente e sia per sezioni allargate per	222								
30	Tratto Sud - Da rotatoria a imbocco galleria naturale	1127								
31	FASE 3-4 (Da Progr. 115.00 a Progr. 202.50)	254								
32	Istallazione di cantiere.	15								
33	Ricollocazione provvisoria della recinzione Ovest della Centrale ENEL (da Progr. 115.00 a Progr. 202.50) e nuovo accesso	25								
34	Realizzazione Pali di grande diametro ø1000 mm e colonne in jet-grouting, delle paratie laterali (da Progr. 115.00 a Progr. 202.50)	40								
35	Realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali	43								
36	Realizzazione dei cordoli di testa pali	18								
37	Scavo e realizzazione della platea di fondazione previa posa di impermeabilizzazione (tratto Progr. 150.00 (avanzamento	48								
38	Realizzazione e getto delle pareti laterali e del solettone di copertura in c.a. della galleria artificiale Stazionaria, dalla Progr. 150.00 alla Progr. 196.00	23								
39	Armatura e getto delle pareti laterali in c.a. da Progr. 115.00 a Progr. 150.00 (Tratto a cielo aperto)	18								
40	Realizzazione nuova recinzione della Centrale ENEL, ripristino accesso alla Centrale ENEL su Via Valeriana con sistemazione definitiva delle aree interne. Sistemazione provvisoria di Via Valeriana e Via Mù e degli accessi carrai privati	25								
41	FASE 5-6 (Da Progr. 202.50 a Progr. 305.00 - Galleria artificiale fino a Progr. 297.50) Tratto interferenza con Tralicci TERNA e area impianti della Centrale ENEL)	365								
42	Istallazione di cantiere. Realizzazione recinzione provvisoria Ovest della Centrale ENEL	15								
43	Realizzazione Pali di grande diametro ø1000 mm e colonne in jet-grouting, delle paratie laterali e vasca raccolta acque	48								
44	Realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali	92								
45	Realizzazione dei cordoli di testa pali e posa dei puntoni trasversali fino a Progr. 305.00	29								
46	Scavo e realizzazione della platea di fondazione previa posa di impermeabilizzazione operando da Sud fino a Progr.	44								
47	Armatura e getto delle pareti laterali e del solettone di copertura in c.a. operando sia da Sud e sia da Nord fino a Progr.	48								
48	Posa di impermeabilizzazione superiore e ritombamento della galleria. Successiva realizzazione della nuova e definitiva recinzione della Centrale ENEL con sistemazione definitiva delle aree interne. Sistemazione provvisoria di Via Valeriana e degli accessi carrai privati	30								
49	Sistemazione definitiva di Via Valeriana (intero tratto) previo ripristino sottoservizi	60								

Figura 6.1 – Variante Est Edolo – Estratto del cronoprogramma delle attività – Fasi 1÷6, ID 1÷49, mesi 3 e 4

ID	Task Name	Dur.	22				23			
			1	2	3	4	1	2	3	4
0	TOOCT00TAMCR01_A_Cronoprogramma+B29B43B2:B28B2:B31B43B2:B28B2:B32B43B2:B28B2:B34B43B2:B28B2:B36B43B2:B28B2:B38B43B2:B28B2:B41B43B2:B28B2:B42B43B2:B28B2:B44B43B2:B28B2:B42	3692								
30	Tratto Sud - Da rotatoria a imbocco galleria naturale	1127								
31	FASE 3-4 (Da Progr. 115.00 a Progr. 202.50)	254								
32	Istallazione di cantiere.	15								
33	Ricollocazione provvisoria della recinzione Ovest della Centrale ENEL (da Progr. 115.00 a Progr. 202.50) e nuovo accesso definitivo da Via Mù	25								
34	Realizzazione Pali di grande diametro ø1000 mm e colonne in jet-grouting, delle paratie laterali (Da Progr. 115.00 a Progr. 202.50)	40								
35	Realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali	43								
36	Realizzazione dei cordoli di testa pali	18								
37	Scavo e realizzazione della platea di fondazione previa posa di impermeabilizzazione fino alla Progr. 196.95 (avanzando in direzione Nord)	48								
38	Armatura e getto delle pareti laterali e del solettone di copertura in c.a. della galleria artificiale scatolare, dalla Progr. 150.00 alla Progr. 196.95	23								
39	Armatura e getto delle pareti laterali in c.a. da Progr. 115.00 a Progr. 150.00 (Tratto a cielo aperto)	18								
40	Realizzazione nuova recinzione della Centrale ENEL, ripristino accesso alla Centrale ENEL su Via Valeriana con sistemazione definitiva delle aree interne.	25								
41	FASE 5-6 (Da Progr. 202.50 a Progr. 305.00 - Galleria artificiale fino a Progr. 297.50) Tratto interferenza con Tralicci TERNA e area impianti della Centrale ENEL	365								
42	Istallazione di cantiere. Realizzazione recinzione provvisoria Ovest della Centrale ENEL	15								
43	Realizzazione Pali di grande diametro ø1000 mm e colonne in jet-grouting, delle paratie laterali e vasca raccolta acque	48								
44	Realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali	92								
45	Realizzazione dei cordoli di testa pali e posa dei puntoni trasversali fino a Progr. 305.00	29								
46	Scavo e realizzazione della platea di fondazione previa posa di impermeabilizzazione operando da Sud fino a Progr. 297.50	44								
47	Armatura e getto delle pareti laterali e del solettone di copertura in c.a. operando sia da Sud e sia da Nord fino a Progr. 297.50	48								
48	Posa impermeabilizzazione superiore e ritombamento della galleria. Successiva realizzazione della nuova e definitiva recinzione della Centrale ENEL con sistemazione definitiva delle aree interne. Sistemazione provvisoria di Via Valeriana e degli accessi carrai privati.	30								
49	Sistemazione definitiva di Via Valeriana (intero tratto) previo ripristino sottoservizi	60								
50	FASE 7 (Rotatoria Sud e tratto Variante fino a progr. 0+100,00)	115								
51	Presenza in possesso proprietà interferenti alla realizzazione della rotatoria iniziale (Sud) e della viabilità e istallazione cantiere	5								
52	Realizzazione rotatoria e viabilità connessa	35								
53	Realizzazione della sistemazione superficiale definitiva (viabilità, recinzioni, percorsi pedonali, aree verdi, ecc.)	25								
54	Smantellamento cantiere e realizzazione delle sistemazioni definitive in tutta l'area interessata dai lavori	10								
55	Realizzazione impianti di illuminazione tratte a cielo aperto e limitrofe di competenza del progetto	40								
56	FASE 8-9 (Da Progr. 305.00 a Progr. 388.83 - Galleria artificiale già realizzata in fase precedente fino a Progr. 297.50)	234								
57	Modifica e ricollocazione della recinzione Ovest della Centrale ENEL (Da Progr. 277.50 a Progr. 388.83)	30								
58	Realizzazione Pali di grande diametro ø1000 mm e colonne in jet-grouting delle paratie laterali da Progr. 305.00 a Progr. 388.83	41								
59	Realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali.	76								
60	Realizzazione dei cordoli di testa pali, posa dei puntoni trasversali e realizzazione rampa di accesso alla trincea (da Progr. 305.00 a Progr. 388.83) con getto di platea provvisoria di contrasto	21								
63	Armatura e getto delle pareti laterali e del solettone di copertura in c.a. da Progr. 297.50 a Progr. 388.83	46								
64	Posa impermeabilizzazione superiore e ritombamento della galleria. Successiva realizzazione della nuova e definitiva recinzione della Centrale ENEL con sistemazione definitiva delle aree interne. Sistemazione provvisoria di Via Valeriana e degli accessi carrai privati e realizzazione di accesso provvisorio all'autorimessa ENEL da Via Valeriana	20								

Figura 6.3 – Variante Est Edolo – Estratto del ronoprogramma delle attività – Fasi 3÷9, ID 30÷64, mesi 22 e 23

ID	Task Name	Duration	Predecessors	3			4	
				2	3	4	1	2
		3692	3692					
76	FASE 12 Ponte sul Fiume Oglio							
77	Sponda Destra	85						
78	Realizzazione Palificata Spalla destra Ponte	20						
79	Realizzazione struttura Spalla destra	25						
80	Ampliamento tombature	5						
81	Realizzazione muri di sostegno rotatoria	30						
82	Realizzazione rilevato rotatoria	5						
83	Sponda Sinistra	240						
84	Realizzazione Paratie berlinesi Spalla sinistra Ponte	30						
85	Realizzazione Palificata Spalla sinistra Ponte	20						
86	Realizzazione struttura Spalla sinistra	25						
87	Realizzazione Muri andatori ponte	45						
88	Realizzazione Paratie berlinesi Imbocco Nord della Galleria (micropali, cordoli, ancoraggi, rivestimenti di prima fase)	120						

Figura 6.4 – Variante Est Edolo – Estratto del ronoprogramma delle attività – Fase 12, ID 76÷88, mesi 3 e 4

Le attività cantieristiche ritenute più impattanti sono riassunte dalla Tabella 6.1; si riporta l'elenco degli ID contemporanei e una descrizione delle lavorazioni previste.

Tabella 6.1 – Sorgenti sonore inserite nella modellazione delle attività cantieristiche selezionate e relativo livello di potenza sonora

Attività di cantiere	Arco temporale	Fase	ID	Descrizione lavorazioni
A	Mese n.3 Sett. 3	1-2	8	Realizzazione Pali di grande diametro $\varnothing 1000$ mm e colonne in jet-grouting tra la Progr. 388.83 a Progr. 468.43
		1-2	9	Realizzazione trattamenti colonnari integrativi con jet-grouting tra la Progr. 441.17 e la Progr. 468.43
		1-2	12	Realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali (Progr. 388.83 a Progr. 468.43)
		3-4	34	Realizzazione Pali di grande diametro $\varnothing 1000$ mm e colonne in jet-grouting. delle paratie laterali (Da Progr. 115.00 a Progr. 202.50)
		3-4	35	Realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali
B	Mese n.8 sett. n.4 ÷ Mese n.9 sett. n.3	1-2	14	Scavo di ribasso con realizzazione di tiranti delle paratie laterali dalla Progr. 398.83 alla Progr. 468.43 e della paratia frontale, operando con accesso dalla galleria artificiale.
		1-2	15	Realizzazione della platea di fondazione previa posa di impermeabilizzazione
		5-6	43	Da Progr. 202.50 a Progr. 305.00, realizzazione Pali di grande diametro $\varnothing 1000$ mm e colonne in jet-grouting. delle paratie laterali e vasca raccolta acque
		5-6	44	Da Progr. 202.50 a Progr. 305.00, realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali
C	Mese n.22 sett. n.2 ÷ Mese n.23 sett. n.3	8-9	58	Realizzazione Pali di grande diametro $\varnothing 1000$ mm e colonne in jet-grouting delle paratie laterali da Progr. 305.00 a Progr. 388.83
		8-9	59	Realizzazione tampone di fondo colonne in jet-grouting tra le paratie laterali.
D	Mese n.3 sett. n.2 ÷ Mese n.4 sett. n.1	12	78	Realizzazione Palificata Spalla destra Ponte
		12	84	Realizzazione Paratie berlinesi Spalla sinistra Ponte

Per le attività elencate è stata sviluppata una valutazione previsionale della rumorosità prodotta.

L'attività cantieristica A riguarda due aree di lavoro distinte, la prima tra le progr. 388.83 e 468.43, la seconda tra la progr. 115.00 e la progr. 202.50. Su entrambe le aree una delle lavorazioni consiste nella realizzazione di una serie di pali di grande diametro ($\varnothing 1000$ mm) mediante una macchina dedicata. Accanto a questa, cautelativamente in contemporanea, è prevista la realizzazione di colonne in jet grouting.

Il parco mezzi presenti in cantiere ed introdotto nella simulazione si compone quindi di due parti:

- realizzazione di pali di grande diametro:
 - n.2 macchine per pali di grande diametro;

- n.1 autocarro per il trasferimento del materiale scavato;
- n.1 una autogrù, con il compito di calare le gabbie di armatura nei fori precedentemente realizzati;
- n.1 autobetoniera che esegue la gettata di calcestruzzo.
- realizzazione colonne in jet grouting:
 - n.1 macchina Jet Grouting;
 - n.1 impianto miscelazione e pompa HP.

La lavorazione avviene quindi in sequenza, ma, mentre la macchina per la perforazione può essere considerata in funzionamento quasi continuo, l'autocarro, l'autogrù e l'autobetoniera avranno un funzionamento sporadico. Assumendo che in una giornata lavorativa vengano realizzati dai 3 ai 4 pali e che mediamente una betoniera impieghi meno di 15' per la gettata di un palo, l'operatività di tale macchina in cantiere sarà di circa n.1 ora/giorno. Le macchine rappresentative del jet grouting sono assunte in funzionamento continuo.

L'attività cantieristica B raccoglie lavorazioni che si svolgono tra le progr. 398.83 e 468.43, per lo scavo di ribasso e la realizzazione di tiranti, e lavorazioni tra le progr. 202.50 e 305.00, ove saranno realizzati pali di grande diametro e colonne in jet grouting. Nel primo caso, la sequenza di lavorazioni vede coinvolti n.1 escavatore e n.1 autocarro per il ribasso ed il trasferimento del materiale scavato, seguiti dalle macchine per la realizzazione dei tiranti. Queste lavorazioni saranno consecutive. Sulla base dei dati emissivi dei macchinari coinvolti, quest'ultima lavorazione è più impattante dell'altra e sarà quindi inserita nella simulazione come rappresentativa dell'ID n.14. Nel modello sono stati quindi introdotti:

- n.1 perforatrice idraulica o ad aria compressa per tiranti e chiodature;
- n.1 pompa da cemento per iniezioni in tiranti, micropali e consolidamenti.

In contemporanea, vengono realizzati i pali e il jet-grouting, con il parco mezzi precedentemente descritto.

L'attività C riguarda ancora la realizzazione di pali e colonne in jet grouting tra le progressive 305 e 388, in corrispondenza del fronte abitato prossimo al cantiere. Per la vicinanza con il tessuto residenziale, si è ritenuto di effettuare la simulazione di questa fase, benchè non vi siano significative sovrapposizioni con altre lavorazioni nella zona.

L'attività D riguarda invece l'imbocco Nord, ove sono previsti, sulle due sponde, una serie di lavori di consolidamento, con pali, berlinesi, ecc. Si è ritenuto rappresentativo delle lavorazioni un parco mezzi simile a quello dell'attività cantieristica A, duplicato sui due lati del fiume.

6.3 Predisposizione della modellazione.

Per la simulazione del cantiere ci si è basati sullo scenario tridimensionale predisposto per la simulazione della fase di esercizio della Variante Est; i macchinari sono stati schematizzati con sorgenti puntuali dislocate sull'area di intervento. Le lavorazioni si muoveranno con continuità sull'area di lavoro, ad esempio lungo il tracciato di realizzazione dei pali o sul fronte di scavo; la collocazione delle macchine nella modellazione è stata scelta con criteri conservativi per il ricettore, ossia privilegiando le fasi con minore distanza tra il ricettore stesso e l'area di lavoro.

Lo sviluppo della modellazione matematica delle attività di cantiere presuppone la conoscenza dei livelli emissivi dei principali macchinari coinvolti nelle lavorazioni, cioè del loro livello di potenza sonora in bande spettrali. A tale scopo si utilizzano anche dati di largo utilizzo in ambito tecnico o dati provenienti dai costruttori. Per il presente studio, la fonte informativa dei dati è rappresentata dalle schede di potenza sonora scaricabili dalla pagina Web dell'ente FSC,

Formazione Sicurezza Costruzioni di Torino (<http://www.fsctorino.it/home/home-sicurezza/scr-bancadati-rpo/>) e dalle analoghe schede contenute nella pubblicazione *Conoscere Per Prevenire*²⁷. Tali schede furono elaborate alcuni anni or sono dall'allora Comitato Paritetico Territoriale per la Prevenzione Infortuni, l'Igiene e l'Ambiente di Lavoro di Torino e Provincia (C.P.T.), successivamente confluito in FSC; esse sono basate su una estesa campagna sperimentale condotta su diverse tipologie di macchinari.

I macchinari considerati per la simulazione dell'emissione sonora delle attività cantieristiche A, B, e C, con i rispettivi livelli di potenza sonora, sono riportati in Tabella 6.2. La composizione del parco mezzi considerato si basa sull'esperienza maturata in casi simili; il numero di mezzi presenti per ciascuna attività è riportato in terza colonna.

Inoltre, sulla base dei dati progettuali, si dovrebbe stimare anche una % di utilizzo, ossia la quantità di tempo di effettivo funzionamento delle macchine considerate e quindi il tempo in cui viene prodotta l'emissione sonora nell'ambito del loro periodo d'impiego²⁸

La percentuale di utilizzo corrisponde alle ipotesi di operatività delle macchine precedentemente espressa; la % di utilizzo del 100% corrisponde all'emissione sonora continuativa della sorgente sull'intero orario lavorativo di n.8 ore.

Tabella 6.2 – Sorgenti sonore inserite nella modellazione delle attività cantieristiche selezionate e relativo livello di potenza sonora

Attività	Sorgente	N°	Livello potenza sonora [dB(A)]	% utilizzo	Fonte dei dati
A [B] (C) {D}	Autobetoniera (tipo VOLVO FM 12-420, accessorio: betoniera CIFA)	2 [1] (1) {2}	111.9	15%	Banca dati FSC Torino Rif.: 947-(IEC-28)-RPO-01
A [B] (C) {D}	Autogru (tipo DEMAG AC 50 213 kW)	2 [1] (1) {2}	105.0	15%	Conoscere Per Prevenire Scheda 26
A [B] (C) {D}	Camion per movimento terra (tipo Iveco Eurotrakker 410 o assimilabile)	2 [1] (1) {2}	103.0	15%	Banca dati FSC Torino - Rif.: 940-(IEC-72)-RPO-01
A [B] (C) {D}	Impianto miscelazione e pompa HP a servizio della macchina per jet grouting.	2 [1] (1) {-}	110	100%	Dati costruttore di questa tipologia di macchinario (Tecniwell)
A [B] (C) {D}	Macchina Jet Grouting	2 [1] (1) {-}	108.9	100%	Dati costruttore di questa tipologia di macchinario (Comacchio MC15)

²⁷ Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia – Collana CONOSCERE PER PREVENIRE n.11 “La valutazione dell'inquinamento acustico prodotto dai cantieri edili - D.P.C.M. 1/3/91 - Legge 447/95 e successivi.

²⁸ Il valore 100% di attività effettiva significa assenza di pause tecniche durante il periodo d'impiego di una determinata apparecchiatura. L'effettivo periodo di emissione rumorosa di una macchina in un cantiere può essere inferiore perché vengono considerati i tempi necessari per gli spostamenti, i posizionamenti, le attese, le pause.

Attività	Sorgente	N°	Livello potenza sonora [dB(A)]	% utilizzo	Fonte dei dati
A [B] (C) {D}	Macchina per pali di grande diametro (tipo MAIT HR 120)	4 [2] (2) {2}	109.5	88%	Banca dati FSC Torino - Rif.: 965-(IEC-99)-RPO-01
[B]	Perforatrice idraulica o ad aria compressa per tiranti e chiodature	[1]	110	88%	Dati di produttori per macchine con motore da 120 kW circa
[B]	Pompa da cemento per iniezioni in tiranti, micropali e consolidamenti	[1]	109.9	88%	Conoscere Per Prevenire [schede n°263÷265]

Le attività di cantiere avranno luogo nell'ambito del normale orario lavorativo diurno di 8 ore, quindi per il calcolo del livello di immissione, relativo all'intero periodo diurno (ore 06:00÷22:00), occorre considerare il tempo di effettivo funzionamento delle sorgenti (n.9 ore) rispetto all'intero tempo di riferimento diurno, pari a 16 ore.

Sulla base di tali dati emissivi, sfruttando lo scenario tridimensionale di simulazione predisposto in SoundPLAN, è stato effettuato un calcolo del rumore ambientale durante le attività descritte, presso i ricettori già considerati nello studio.

Le attività di cantiere simulate, nella maggior parte dei casi, non hanno collocazione spaziale fissa, ma mobile lungo un percorso di dimensioni significative, come ad esempio per la realizzazione dei pali di grande diametro, dei tiranti o del jet grouting. Dal punto di vista acustico, quindi, la sorgente si sposterà progressivamente lungo i percorsi di lavoro e anche l'impatto conseguente non sarà stazionario, ma transitorio, in funzione del mutuo posizionamento sorgente-ricettore. Nel modello, quindi, le sorgenti sono state posizionate su ciascuna area di lavoro con criteri conservativi, in vicinanza cioè del corpo ricettore. Ciò ovviamente fornisce livelli rappresentativi delle situazioni più gravose.

6.4 Risultati della simulazione

6.4.1 Attività cantieristica A

In Figura 6.5 si riporta la dislocazione dei macchinari sull'area di cantiere nella modellazione predisposta.



Figura 6.5 – Variante Est Edolo – Ubicazione dei macchinari sull’area di cantiere per la simulazione dell’attività cantieristica A.

Nella seguente tabella è riportato il livello d’immissione specifica del cantiere L_{cant} calcolato dal modello alimentato con le sorgenti di cui alla Tabella 6.2 per i ricettori nei quali la simulazione prevede i livelli più elevati in relazione ai limiti assoluti di immissione. Sono stati riportati, infatti solo i punti di calcolo dove $L_{cant} > (\text{limite assoluto} - 5 \text{ dB})$.

In grassetto sono riportati i punti di calcolo per i quali il livello L_{cant} supera il limite assoluto, anche senza tenere conto del livello di rumore residuo del sito. La valutazione è condotta in relazione al valore massimo previsto in facciata ad ogni fabbricato.

Tabella 6.3 – Risultati del calcolo previsionale del rumore prodotto dall’attività cantieristica A – Settore SUD – Periodo DIURNO – Valori in dB(A)

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno
R008	NE	-	IV	65
R009	NE	-	III	60

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno
R010	NE	-	IV	65
R011	NE	-	IV	65
R012	NE	-	IV	65
R013	NE	-	IV	65
R014	NE	-	IV	65
R015	NE	-	IV	65
R016	NE	-	IV	65
R017	NE	-	IV	65
R018	NE	-	IV	65
R019	NE	-	IV	65
R020	SE	-	IV	65
R021	SE	-	IV	65
R023	NE	64.4	IV	65
R024	NE	-	IV	65
R025	SE	-	III	60
R026	NE	-	IV	65
R027	NE	-	IV	65
R028	SE	-	IV	65
R030	NE	-	IV	65
R031	NE	-	IV	65
R032	NE	62.5	IV	65
R033	NE	60.8	IV	65
R034	NE	65.6	IV	65
R036	NE	-	IV	65
R038	NE	68.1	IV	65
R039	NE	64.5	IV	65
R039	SE	-	IV	65
R040	NE	63.6	IV	65
R040	SE	-	IV	65
R041	SE	61.8	IV	65
R041	NE	-	IV	65
R042	NW	67.3	IV	65
R042	SW	-	IV	65
R042	SE	-	IV	65
R042	NE	62.3	IV	65
R043	NE	-	IV	65
R044	NE	-	III	60
R045	NE	59.7	III	60
R046	NE	-	III	60
R049	S	-	III	60
R051	SW	61.7	II	55

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno
R055	NE	-	IV	65
R056	NE	-	IV	65
R057	NE	64.8	IV	65
R057	SE	-	IV	65
R058	NE	-	IV	65
R059	NE	60.9	IV	65
R060	NE	65.5	IV	65
R061	NE	-	IV	65
R062	NE	63.4	IV	65
R063	NE	-	IV	65
R064	NE	-	IV	65
R065	NE	-	IV	65
R067	NE	-	IV	65
R068	NE	-	III	60
R069	SE	-	III	60
R070	SE	-	IV	65
R071	SE	-	IV	65
R072	SE	-	III	60
R073	NE	-	IV	65
R075	NE	68.1	IV	65
R075	SE	67.8	IV	65
R079	E	63.2	IV	65
R080	NE	69.0	IV	65
R081	NE	-	IV	65
R082	NE	63.5	IV	65
R083	E	-	III	60
R087	NE	65.3	IV	65
R088	SW	74.6	III	60
R088	NW	63.3	III	60
R089	SE	61.1	III	60
R089	SW	64.2	III	60
R090	NE	-	IV	65
R093	NE	-	V	70
R094-N	NW	-	V	70
R094-S	NW	55.8	II	55
R095	NW	-	V	70
R096-N	NW	63.4	IV	65
R096-S	NW	63.5	IV	65
R098	NW	-	IV	65
R100	NW	-	V	70
R106	NE	-	V	70

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno
R113	NW	-	IV	65
R114	N	-	IV	65
R115	N	-	IV	65
R116	NE	-	V	70

Il modello prevede i livelli L_{cant} più elevati presso i ricettori R088, R080, R038, R075, R042, R034, R060, R087 ecc. Come si nota dalla Figura 6.5, essi sono quelli più vicini all'area di intervento.

Tra i ricettori citati, R088 ed R080 rappresentano rispettivamente gli uffici della centrale Enel ed un fabbricato annesso ad un piccolo maneggio lungo Via Valeriana. Gli altri ricettori sono invece a carattere residenziale.

Come già evidenziato, poiché le lavorazioni si sposteranno lungo il profilo delle paratie laterali, l'areale di maggiore impatto acustico sarà mobile con le lavorazioni stesse e la previsione formulata è quindi rappresentativa di una situazione di picco.

Il modello presenta alcune situazioni ove già il contributo del cantiere, al netto quindi del rumore residuo, supera il limite assoluto di immissione; è il caso dei punti R034, R038, R042, R051, R060, R075, R080, R087, R088, R089, R094. In un solo caso (R088) si hanno livelli in facciata superiori a 70 dB(A). Si tratta tuttavia di situazioni transitorie proprio per il fatto che il cantiere sarà mobile e la sovrapposizione degli ID n.8 e 34 sarà temporaneamente limitata.

Come più oltre descritto, si è valutata l'efficacia di un intervento mitigativo che prevede l'installazione di una barriera acustica lungo Via Valeriana in corrispondenza del fronte edificato che si affaccia alle aree di lavoro (§ 6.5). Tale barriera è finalizzata alla protezione di quelli che, in talune fasi, rappresentano i ricettori più impattati, tra cui, ad esempio, R038, R039, R040. L'attività A avverrà in zone defilate rispetto a tali localizzazioni, ma il posizionamento della barriera sarà realizzato in una fase iniziale di predisposizione del cantiere e quindi, con ogni probabilità, essa sarà già installata durante l'attività canteristica oggetto della simulazione.

Saranno attuate misure di tipo organizzativo e procedurale per cercare di contenere il livello in facciata ai ricettori prospicienti l'area di intervento (§ 6.6).

Eventuali circoscritte fasi realizzative con lavorazioni rumorose, nelle condizioni di maggiore esposizione dei ricettori, potranno essere gestite con lo strumento della richiesta di deroga al rispetto dei limiti per attività a carattere temporaneo, da inoltrare, secondo le modalità stabilite, all'Amministrazione Comunale competente.

L'impatto delle attività costruttive sulla rumorosità ambientale deve inoltre tenere conto dell'incremento del traffico indotto dall'attività di realizzazione della palificazione. Pur in assenza di valutazioni specifiche, si può tuttavia ritenere che i flussi di traffico indotto (pochi trasporti/giorno) non siano tali da comportare un significativo aumento della rumorosità rispetto a quella relativa alle attività di costruzione sopra stimata. Il traffico indotto previsto non altererà in modo significativo il numero di transiti che attualmente interessa la viabilità principale di accesso al sito.

Per una rappresentazione in tutto il territorio circostante delle immissioni specifiche della attività di cantiere modellate, sono state prodotte le mappe delle curve isofoniche. Il calcolo è stato eseguito ad un'altezza di 4 m dal suolo, su una griglia di passo 2.5 m. Le curve calcolate, a partire da 35 dB(A), con passo 5 dB(A), sono rappresentate, sulla ortofoto del sito nella tavola T00IA03AMBPL04.

6.4.2 Attività cantieristica B

In Figura 6.6 si riporta la dislocazione dei macchinari sull'area di cantiere nella modellazione predisposta.



Figura 6.6 – Variante Est Edolo – Ubicazione dei macchinari sull'area di cantiere per la simulazione della attività cantieristica B.

Nella seguente tabella è riportato il livello d'immissione specifica del cantiere L_{cant} calcolato dal modello alimentato con le sorgenti di cui alla Tabella 6.4 per i ricettori presso i quali il modello calcola un valore L_{cant} maggiore di (limite assoluto diurno – 5 dB). Anche in questo caso, sono evidenziati in grassetto i valori di L_{cant} che, anche senza considerare il livello di rumore residuo, superano il limite assoluto di immissione della relativa classe di appartenenza. I livelli riportati sono i massimi in corrispondenza di ciascuna facciata.

**Tabella 6.4 – Risultati del calcolo previsionale del rumore prodotto dalla attività cantieristica B
 – Settore SUD – Periodo DIURNO – Valori in dB(A)**

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno
R008	NE	-	IV	65
R009	NE	-	III	60
R010	NE	-	IV	65
R011	NE	-	IV	65
R012	NE	-	IV	65
R013	NE	-	IV	65
R014	NE	-	IV	65
R015	NE	-	IV	65
R016	NE	-	IV	65
R017	NE	-	IV	65
R018	NE	-	IV	65
R019	NE	-	IV	65
R020	SE	-	IV	65
R021	SE	-	IV	65
R023	NE	64.0	IV	65
R024	NE	-	IV	65
R025	SE	-	III	60
R026	NE	-	IV	65
R027	NE	-	IV	65
R028	SE	-	IV	65
R030	NE	-	IV	65
R031	NE	-	IV	65
R032	NE	-	IV	65
R033	NE	-	IV	65
R034	NE	63.3	IV	65
R036	NE	-	IV	65
R038	NE	70.2	IV	65
R039	NE	69.1	IV	65
R039	SE	65.9	IV	65
R040	NE	75.0	IV	65
R040	SE	77.1	IV	65
R041	SE	-	IV	65
R041	NE	66.6	IV	65
R042	NW	-	IV	65
R042	SW	-	IV	65
R042	SE	-	IV	65
R042	NE	-	IV	65
R043	NE	61.0	IV	65
R044	NE	-	III	60

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno
R045	NE	56.6	III	60
R046	NE	-	III	60
R049	S	-	III	60
R051	SW	58.4	II	55
R055	NE	-	IV	65
R056	NE	-	IV	65
R057	NE	66.5	IV	65
R057	SE	61.2	IV	65
R058	NE	-	IV	65
R059	NE	-	IV	65
R060	NE	61.2	IV	65
R061	NE	-	IV	65
R062	NE	71.2	IV	65
R063	NE	-	IV	65
R064	NE	-	IV	65
R065	NE	63.8	IV	65
R067	NE	-	IV	65
R068	NE	-	III	60
R069	SE	-	III	60
R070	SE	-	IV	65
R071	SE	-	IV	65
R072	SE	-	III	60
R073	NE	-	IV	65
R075	NE	73.9	IV	65
R075	SE	68.0	IV	65
R079	E	63.0	IV	65
R080	NE	69.1	IV	65
R081	NE	-	IV	65
R082	NE	-	IV	65
R083	E	-	III	60
R087	NE	62.3	IV	65
R088	SW	69.1	III	60
R088	NW	69.0	III	60
R089	SE	68.7	III	60
R089	SW	68.3	III	60
R090	NE	-	IV	65
R093	NE	-	V	70
R094-N	NW	-	V	70
R094-S	NW	53.9	II	55
R095	NW	-	V	70
R096-N	NW	-	IV	65

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno
R096-S	NW	-	IV	65
R098	NW	-	IV	65
R100	NW	-	V	70
R106	NE	-	V	70
R113	NW	-	IV	65
R114	N	-	IV	65
R115	N	-	IV	65
R116	NE	-	V	70

I punti ove la modellazione prevede i livelli L_{cant} più elevati sono: R040, R075, R062, R038, R039, R080, R088, R089, R041, R057 e così via.

Come si nota dalla Figura 6.6, essi sono quelli più esposti all'area di intervento. Poiché le lavorazioni si sposteranno con continuità, l'areale di maggiore impatto acustico sarà mobile con le lavorazioni stesse; pertanto, anche se per fasi temporalmente circoscritte, vi sono talune situazioni ove già il contributo del cantiere, al netto quindi del rumore residuo, supera il limite assoluto di immissione, pari a 65 dB(A) per la classe IV e a 60 dB(A) per la classe III. Ciò avviene, in particolare, nei punti R038÷R041, R051, R057, R062, R75, R088. I punti R038, R039, R040, R057 sono direttamente affacciati a Via Valeriana; punti R062 ed R075 sono invece più arretrati ed hanno più di un piano fuori terra.

In taluni casi si hanno livelli in facciata maggiori di 70 dB(A); è il caso di R038, R040, R062, R075. Si tratta tuttavia di situazioni transitorie proprio per il fatto che il cantiere sarà mobile.

Anche per questo tipo di attività, eventuali circoscritte fasi realizzative con lavorazioni rumorose potranno essere gestite con lo strumento della richiesta di deroga al rispetto dei limiti per attività a carattere temporaneo, da inoltrare, secondo le modalità stabilite, all'Amministrazione Comunale competente.

Accanto a queste, per limitare il potenziale disturbo causato dalle lavorazioni nella situazione di minima distanza dai fabbricati residenziali, nel presente studio è stata valutata l'installazione di una barriera acustica del tipo di quelle comunemente utilizzate per i cantieri in ambito urbano. La trattazione dell'efficacia di tale intervento mitigativo è riportata al § 6.5.

L'impatto delle attività costruttive sulla rumorosità ambientale deve inoltre tenere conto dell'incremento del traffico indotto dall'attività di realizzazione della palificazione. Pur in assenza di valutazioni specifiche, si può tuttavia ritenere che i flussi di traffico indotto (pochi trasporti/giorno) non siano tali da comportare un significativo aumento della rumorosità rispetto a quella relativa alle attività di costruzione sopra stimata. Il traffico indotto previsto non altererà in modo significativo il numero di transiti che attualmente interessa la viabilità principale di accesso al sito.

Analogamente a quanto fatto per l'altra attività cantieristica simulata, sono state prodotte le mappe delle curve isofoniche, con le stesse impostazioni di calcolo. Esse sono rappresentate sulla ortofoto del sito nella tavola T00IA03AMBPL04.

6.4.3 Attività cantieristica C

In Figura 6.7 si riporta la dislocazione dei macchinari sull'area di cantiere nella modellazione predisposta per l'attività cantieristica C.



Figura 6.7 – Variante Est Edolo – Ubicazione dei macchinari sull’area di cantiere per la simulazione dell’attività cantieristica C.

Nella seguente tabella è riportato il livello d’immissione specifica del cantiere L_{cant} calcolato dal modello alimentato con le sorgenti di cui alla Tabella 6.4 per i ricettori presso i quali il modello calcola un valore L_{cant} maggiore di (limite assoluto diurno – 5 dB). Anche in questo caso, sono evidenziati in grassetto i valori di L_{cant} che, anche senza considerare il livello di rumore residuo, superano il limite assoluto di immissione della relativa classe di appartenenza. I livelli riportati sono i massimi in corrispondenza di ciascuna facciata.

Tabella 6.5 – Risultati del calcolo previsionale del rumore prodotto dall’attività cantieristica C – Settore SUD – Periodo DIURNO – Valori in dB(A)

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno
R008	NE	-	IV	65
R009	NE	-	III	60
R010	NE	-	IV	65

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno
R011	NE	-	IV	65
R012	NE	-	IV	65
R013	NE	-	IV	65
R014	NE	-	IV	65
R015	NE	-	IV	65
R016	NE	-	IV	65
R017	NE	-	IV	65
R018	NE	-	IV	65
R019	NE	-	IV	65
R020	SE	-	IV	65
R021	SE	-	IV	65
R023	NE	60.8	IV	65
R024	NE	-	IV	65
R025	SE	-	III	60
R026	NE	-	IV	65
R027	NE	-	IV	65
R028	SE	-	IV	65
R030	NE	-	IV	65
R031	NE	-	IV	65
R032	NE	-	IV	65
R033	NE	-	IV	65
R034	NE	60.5	IV	65
R036	NE	-	IV	65
R038	NE	72.4	IV	65
R039	NE	80.4	IV	65
R039	SE	76.8	IV	65
R040	NE	77.6	IV	65
R040	SE	-	IV	65
R041	SE	-	IV	65
R041	NE	-	IV	65
R042	NW	-	IV	65
R042	SW	-	IV	65
R042	SE	-	IV	65
R042	NE	-	IV	65
R043	NE	70.7	IV	65
R044	NE	-	III	60
R045	NE	56.4	III	60
R046	NE	-	III	60
R049	S	-	III	60
R051	SW	58.4	II	55
R055	NE	-	IV	65

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno
R056	NE	-	IV	65
R057	NE	75.8	IV	65
R057	SE	69.8	IV	65
R058	NE	-	IV	65
R059	NE	65.1	IV	65
R060	NE	60.6	IV	65
R061	NE	-	IV	65
R062	NE	69.8	IV	65
R063	NE	-	IV	65
R064	NE	-	IV	65
R065	NE	63.8	IV	65
R067	NE	-	IV	65
R068	NE	-	III	60
R069	SE	-	III	60
R070	SE	-	IV	65
R071	SE	-	IV	65
R072	SE	-	III	60
R073	NE	-	IV	65
R075	NE	61.7	IV	65
R075	SE	-	IV	65
R079	E	61.9	IV	65
R080	NE	66.4	IV	65
R081	NE	-	IV	65
R082	NE	-	IV	65
R083	E	-	III	60
R087	NE	-	IV	65
R088	SW	58.6	III	60
R088	NW	61.1	III	60
R089	SE	-	III	60
R089	SW	73.6	III	60
R090	NE	-	IV	65
R093	NE	-	V	70
R094-N	NW	-	V	70
R094-S	NW	-	II	55
R095	NW	-	V	70
R096-N	NW	-	IV	65
R096-S	NW	-	IV	65
R098	NW	-	IV	65
R100	NW	-	V	70
R106	NE	-	V	70
R113	NW	-	IV	65

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno
R114	N	-	IV	65
R115	N	-	IV	65
R116	NE	-	V	70

I punti ove la modellazione prevede i livelli L_{cant} più elevati sono: R039, R040, R057, R089, R038, R043, R062, R080, R059, ecc.; come si nota dalla Figura 6.7, la maggiore parte di questi sono affacciati all'area di intervento. Poiché le lavorazioni si sposteranno con continuità, l'areale di maggiore impatto acustico sarà mobile con le lavorazioni stesse; pertanto, anche se per fasi temporalmente circoscritte, vi sono talune situazioni ove già il contributo del cantiere, al netto quindi del rumore residuo, supera il limite assoluto di immissione e si hanno livelli in facciata maggiori di 75 dB(A); è il caso di R039, R040, R057. Si tratta tuttavia di situazioni transitorie proprio per il fatto che il cantiere sarà mobile. Altre situazioni di superamento del limite assoluto di immissione si prevedono in R038, R043, R051, R057, R059, R062, R088.

Nel presente studio si è valutata, anche per l'attività cantieristica C, l'efficacia dell'intervento mitigativo previsto per l'attività B, ossia una barriera posta lungo Via Valeriana, ai margini dell'area di cantiere (§ 6.5.2).

Anche per questo tipo di attività, eventuali circoscritte fasi realizzative con lavorazioni rumorose potranno essere gestite con lo strumento della richiesta di deroga al rispetto dei limiti per attività a carattere temporaneo, da inoltrare, secondo le modalità stabilite, all'Amministrazione Comunale competente.

L'impatto delle attività costruttive sulla rumorosità ambientale deve inoltre tenere conto dell'incremento del traffico indotto dall'attività di realizzazione della palificazione. Pur in assenza di valutazioni specifiche, si può tuttavia ritenere che i flussi di traffico indotto (pochi trasporti/giorno) non siano tali da comportare un significativo aumento della rumorosità rispetto a quella relativa alle attività di costruzione sopra stimata. Il traffico indotto previsto non altererà in modo significativo il numero di transiti che attualmente interessa la viabilità principale di accesso al sito.

Analogamente a quanto fatto per l'altra attività cantieristica simulata, sono state prodotte le mappe delle curve isofoniche, con le stesse impostazioni di calcolo. Esse sono rappresentate sulla ortofoto del sito nella tavola T00IA03AMBPL04.

6.4.4 Attività cantieristica D

In Figura 6.5 si riporta la dislocazione dei macchinari sull'area di cantiere nella modellazione predisposta. Essa è l'unica che riguarda l'imbocco Nord della nuova variante.



Figura 6.8 – Variante Est Edolo – Ubicazione dei macchinari sull’area di cantiere per la simulazione della attività cantieristica C

Nella seguente tabella è riportato il livello d’immissione specifica del cantiere L_{cant} calcolato dal modello alimentato con le sorgenti di cui alla Tabella 6.6 per i ricettori della zona Nord. Anche qui i punti mostrati sono stati selezionati sulla base del criterio $L_{cant} >$ (Limite assoluto immissione – 5 dB).

Tabella 6.6 – Risultati del calcolo previsionale del rumore prodotto dalla attività cantieristica D – Settore NORD – Periodo DIURNO – Valori in dB(A)

Punto	Direzione facciata	Piano	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno
R001	NW	piano 1	75.3	III	60
R006	SE	piano 1	-	III	60
R050	NE	piano 1	78.7	III	60
R052	NW	piano 1	70.9	III	60
R053	W	piano 1	61.0	III	60

I fabbricati identificati con i codici R001, R050 ed R052 costituiscono un nucleo di edifici, attualmente non abitato, che saranno demoliti e quindi la criticità relativa alla fase di cantiere è solo apparente. Il ricettore R053 è un fabbricato rurale, anch'esso non abitato.

La Tabella 6.7 riporta il calcolo del livello assoluto di immissione, ottenuto sommando, in termini energetici, il livello di rumore residuo L_R con il contributo del cantiere L_{cant} (massimo di tutti i valori ottenuti dal modello per il ricettore selezionato). La valutazione è stata fatta rispetto al punto RUM10, che si trova nell'intorno del punto R006.

Tabella 6.7 – Risultati del calcolo del livello di immissione in alcuni punti per l'attività cantieristica C – Settore NORD – Periodo DIURNO – Valori in dB(A)

Punto R**	Residuo	L_{cant}	L_R	L_A	Classe	Limite assoluto Diurno
R006	RUM10	50.6	50.0	53.3	III	60

Presso l'edificio R006 il livello di rumore ambientale, valutato durante l'esecuzione delle attività cantieristiche C, risulta ampiamente minore del limite assoluto diurno di classe III, pari a 60 dB(A).

L'impatto delle attività costruttive sulla rumorosità ambientale deve inoltre tenere conto dell'incremento del traffico indotto dall'attività di realizzazione della palificazione. Pur in assenza di valutazioni specifiche, si può tuttavia ritenere che i flussi di traffico indotto (pochi trasporti/giorno) non siano tali da comportare un significativo aumento della rumorosità rispetto a quella relativa alle attività di costruzione sopra stimata. Il traffico indotto previsto non altererà in modo significativo il numero di transiti che attualmente interessa la viabilità principale di accesso al sito.

Le mappe delle curve isofoniche per l'attività cantieristica C sono riportate anch'esse nella tavola T00IA03AMBPL04.

6.4.5 Traffico indotto

In termini generali, il traffico indotto sarà composto di mezzi leggeri per il trasporto delle maestranze. Con una media di addetti/giorno pari a 55 unità e picchi massimi giornalieri di 90 addetti, l'impatto sulla viabilità principale di accesso al sito sarà trascurabile.

Il flusso di mezzi indotto previsti per il trasporto dello smarino, constano di circa n.30 viaggi/giorno sia per l'imbocco Nord che Sud, che andranno a gravare sulla SS42, con un modesto aggravio del flusso attuale di mezzi pesanti.

6.5 Interventi mitigativi

6.5.1 Interventi previsti

Le simulazioni condotte, anche se con criteri conservativi, non consentono di escludere fasi temporali di cantiere in cui le lavorazioni daranno origine ad una particolare pressione sul comparto acustico in corrispondenza di un limitato numero di ricettori, in gran parte prospicienti l'attuale tracciato di Via Valeriana, sia per il primo fronte di fabbricati che per quello retrostante, lungo Via Treboschi. Oltre alle misure gestionali di ottimizzazione degli interventi, più oltre descritte, la mitigazione del rumore potrà avvenire attraverso l'utilizzo di barriere fonoisolanti e fonoassorbenti, largamente utilizzate sui cantieri infrastrutturali e per impianti produttivi.

In commercio esistono diverse tipologie di barriere per l'utilizzo nell'ambito di cantieri; tra esse alcune possono fungere anche da delimitazione delle aree di lavoro. In generale si tratta di singoli moduli verticali, installati in serie per formare delle pareti continue; i pannelli sono modulari, di altezza variabile, a seconda delle esigenze. La Figura 6.9 rappresenta alcuni esempi delle possibili tipologie: dalle barriere autostabili realizzate con pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato e rivestimento fonoassorbente in legno mineralizzato (a) a quelle montate su New Jersey (b), a quelle realizzate con pannelli metallici tipo sandwich sostenuti da una struttura in carpenteria metallica, rese stabili mediante opportune zavorre (c), (d).

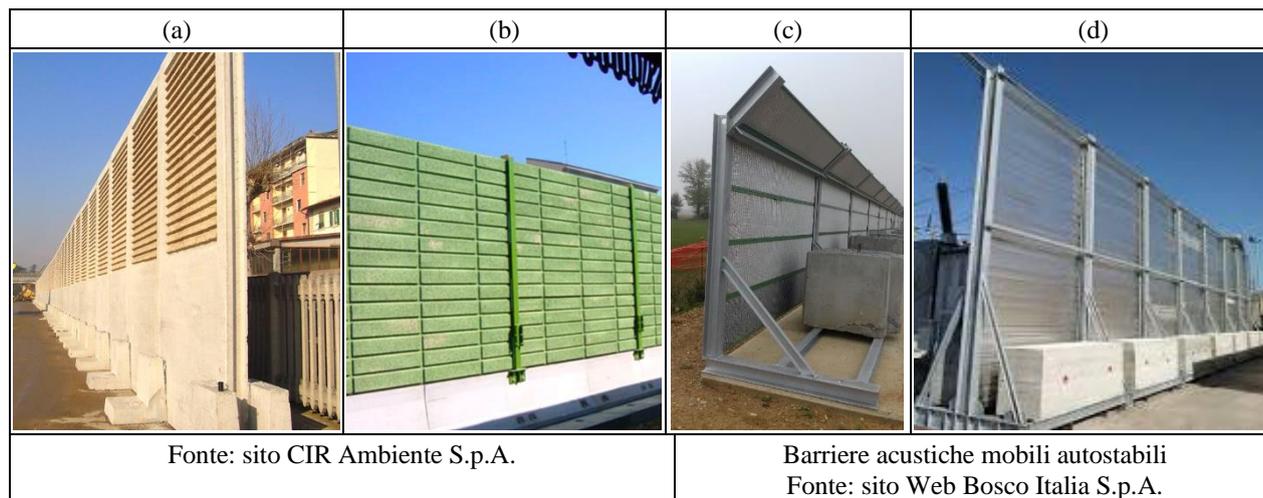


Figura 6.9 – Variante Est Edolo – Esempi di soluzioni commerciali per barriere da cantiere

In particolare, valutando la dislocazione dei ricettori rispetto alle aree di intervento lungo Via Valeriana, è stata studiata una barriera fissa in corrispondenza dei suddetti ricettori, dalla pk. 0+280 alla pk. 0+400.

La barriera fissa avrà le seguenti caratteristiche:

- lunghezza: 120 m circa, dalla pk. 0+280 alla pk. 0+400;
- altezza: 6 m

Il materiale costituente la barriera dovrà possedere un elevato potere fonoisolante anche alle basse frequenze ed essere quindi dotato di elevata massa superficiale. Per limitare l'effetto di riflessione del rumore operato dalla barriera dalla parte della sorgente, la faccia rivolta verso le aree di lavoro dovrà essere rivestita con materiale fonoassorbente. Tra i prodotti commerciali disponibili dovranno essere selezionati quelli con migliori prestazioni di assorbimento nel campo delle frequenze medio-basse.

La dislocazione planimetrica della barriera fissa è riportata in Figura 6.10; una rappresentazione planimetrica in scala più ampia e lo schema tipologico sono riportati nella tavola T00IA03AMBPP01.

Accanto a questa struttura, per gestire le situazioni di maggiore esposizione di particolari ricettori alle lavorazioni in corso, sulla base anche dei riscontri derivanti dall'attuazione del PMA, potranno essere utilizzati tratti di barriera acustica mobili, da posizionare a ridosso dei macchinari e da ricollocare secondo il procedere delle lavorazioni.

Una ulteriore gamma di interventi, da attuare per affrontare eventuali criticità nelle situazioni, come quella in esame, dove gli edifici da proteggere dal rumore sono in affaccio alla

infrastruttura e piuttosto alti, sono le opere di mitigazione realizzate sul ricettore, finalizzate a migliorare l'isolamento acustico dell'edificio e alla riduzione del rumore registrato negli ambienti interni. Rientrano in questa categoria l'installazione di doppi vetri, di guarnizioni a porte e finestre, la sostituzione dei serramenti esistenti con nuovi ad elevata prestazione fonoisolante. Le alternative, in ordine di efficacia acustica crescente, possono riguardare: la sostituzione dei vetri tradizionali con vetri antirumore, l'impiego di infissi antirumore, realizzati con telai a sezione speciale accoppiati mediante giunti elastici per impedire la trasmissione per via solida, la realizzazione di doppi infissi, in aggiunta a quelli esistenti. Le soluzioni più recenti vedono l'utilizzo di infissi autoventilati; tale tecnologia permette di garantire un elevato fonoisolamento e contemporaneamente consente un passaggio dell'aria sufficiente per le esigenze di ricambio dell'ambiente interno.

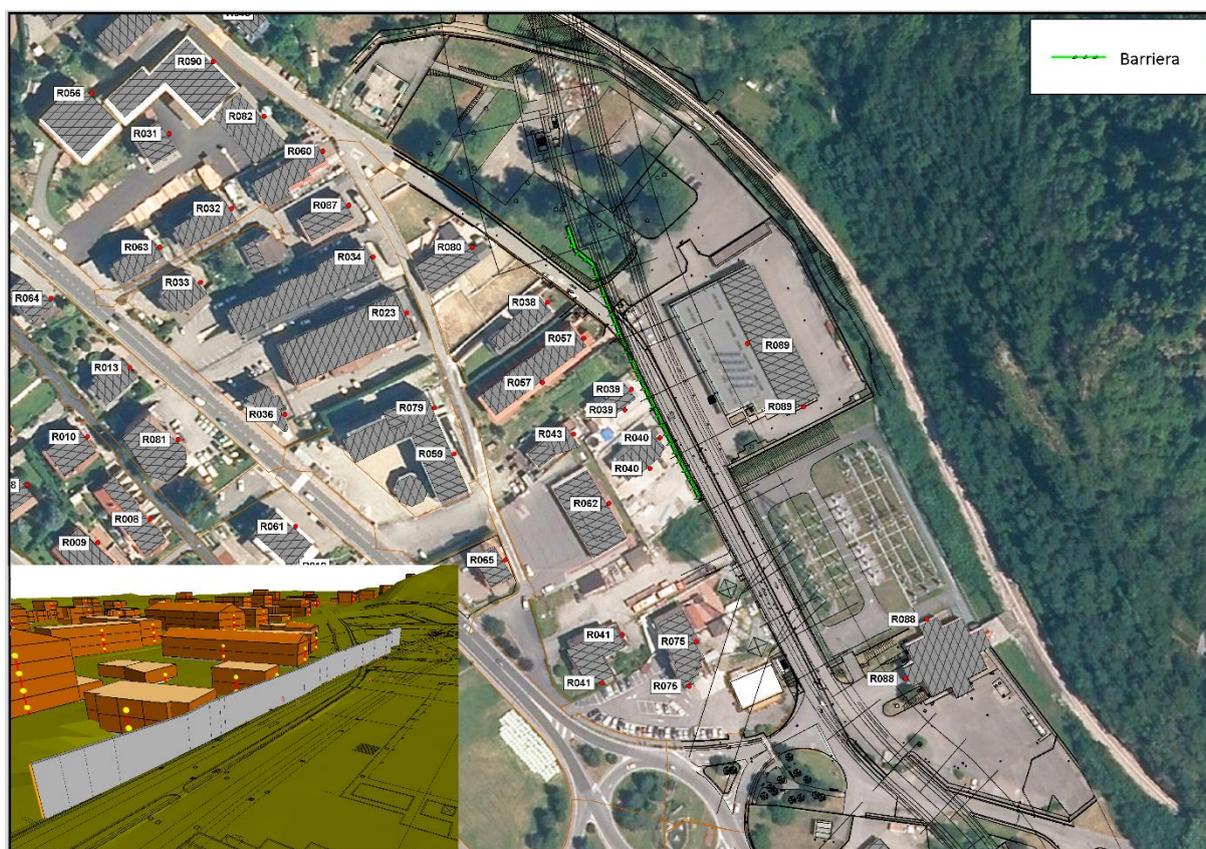


Figura 6.10 – Variante Est Edolo – Ubicazione della barriera fissa in corrispondenza dei ricettori lungo Via Valeriana dalla pk. 0+280 alla pk. 0+400 circa.

6.5.2 Risultati delle simulazioni “post mitigazione”

È stata impostata una simulazione per valutare, in relazione alle attività cantieristiche A, B e C, l'efficacia degli interventi mitigativi proposti che consistono nell'installazione di una barriera fissa lungo Via Valeriana.

In Tabella 6.8 ÷ Tabella 6.10 si riportano i risultati ottenuti dalla simulazione dei suddetti interventi, limitatamente ai punti per i quali si prevedevano i livelli sonori superiori ai limiti di zona, rappresentati con il carattere grassetto in Tabella 6.3, Tabella 6.4 e Tabella 6.5. Si escludono dalla valutazione i fabbricati R089 ed R080 perché non rappresentativi di edifici

residenziali. Il carattere in grassetto in ultima colonna delle tabelle indica le situazioni residue di superamento del limite assoluto di immissione diurno da parte del contributo delle sole attività cantieristiche modellate.

Tabella 6.8 – Risultati del calcolo previsionale POST MITIGAZIONE per l'attività cantieristica A - Settore SUD – Periodo DIURNO – Valori in dB(A)

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno	Contributo cantiere L_{cant} post mitigazione
R034	NE	65.6	IV	65	65.6
R038	NE	68.1	IV	65	68.1
R042	NW	67.3	IV	65	67.3
R051	SW	61.7	II	55	61.7
R060	NE	65.5	IV	65	65.5
R075	NE	68.1	IV	65	68.0
R075	SE	67.8	IV	65	67.8
R087	NE	65.3	IV	65	65.3
R088	SW	74.6	III	60	74.6
R088	NW	63.3	III	60	65.3
R094-S	NW	55.8	II	55	55.8

I risultati confermano come, per lavorazioni che avvengono in zone piuttosto defilate rispetto alla posizione della barriera, l'efficacia della barriera stessa sia praticamente nulla nei punti ove la valutazione previsionale indicava superamenti del limite assoluto di immissione.

Tabella 6.9 – Risultati del calcolo previsionale POST MITIGAZIONE per l'attività cantieristica B - Settore SUD – Periodo DIURNO – Valori in dB(A)

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno	Contributo cantiere L_{cant} post mitigazione
R038	NE	70.2	IV	65	67.6
R039	NE	69.1	IV	65	60.5
R039	SE	65.9	IV	65	61.0
R040	NE	75.0	IV	65	64.0
R040	SE	77.1	IV	65	67.9
R041	NE	66.6	IV	65	64.2
R051	SW	58.4	II	55	58.5
R057	NE	66.5	IV	65	57.9
R062	NE	71.2	IV	65	67.4
R075	NE	73.9	IV	65	73.7
R075	SE	68.0	IV	65	68.0

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno	Contributo cantiere L_{cant} post mitigazione
R088	SW	69.1	III	60	69.1
R088	NW	69.0	III	60	69.0

Si nota che, mediante gli interventi previsti, tutti i livelli massimi di facciata risulteranno minori di 70 dB, con l'unica eccezione del ricettore R075, dove, sulla facciata esposta alle lavorazioni, si avranno livelli massimi di 73 dB circa. Sui fabbricati prospicienti Via Valeriana (R039, R040, R057) l'effetto schermante della barriera sarà significativo e pari, in alcuni casi, a quasi 10 dB. Si ribadisce che il dato riportato è relativo al livello massimo di facciata. Permangono alcune limitate situazioni di superamento dei limiti assoluti anche a valle degli interventi. Nella maggior parte dei casi, gli scostamenti rispetto ai limiti diurni saranno compresi entro pochi dB. Tali situazioni potranno essere gestite con lo strumento di autorizzazione in deroga, da richiedere per il tempo durante il quale si avrà la maggiore esposizione dei ricettori alle lavorazioni. Le situazioni ove il modello prevede i livelli più elevati si hanno presso R075 ed R088; qualora i rilievi sperimentali previsti dal PMA confermino tale circostanza, potranno essere attuate ulteriori misure, quali il posizionamento di barriere mobili a ridosso dell'area di lavoro dei macchinari più rumorosi o interventi diretti sul ricettore, con l'installazione di serramenti ad elevato potere fonoisolante. Nel punto R051, ubicato sul versante che sovrasta l'area di cantiere, il modello prevede livelli leggermente superiori ai limiti di classe II di appartenenza, ma tali da non pregiudicare la fruizione delle aree esterne.

La Tabella 6.10 riporta i risultati del calcolo post mitigazione per l'attività cantieristica C.

Tabella 6.10 – Risultati del calcolo previsionale POST MITIGAZIONE per l'attività cantieristica C - Settore SUD – Periodo DIURNO – Valori in dB(A)

Punto	Direzione facciata	Contributo cantiere L_{cant}	Classe Acustica	Lim.ass. immissione Diurno	Contributo cantiere L_{cant} post mitigazione
R038	NE	72.4	IV	65	59.2
R039	NE	80.4	IV	65	66.1
R039	SE	76.8	IV	65	61.4
R040	NE	77.6	IV	65	64.3
R043	NE	70.7	IV	65	56.4
R051	SW	58.4	II	55	58.6
R057	NE	75.8	IV	65	62.3
R057	SE	69.8	IV	65	56.6
R059	NE	65.1	IV	65	54.4
R062	NE	69.8	IV	65	61.8
R088	NW	61.1	III	60	61.2

La barriera, posizionata frontalmente ai fabbricati residenziali di Via Valeriana, consentirà di mantenere, nella maggior parte dei casi, il contributo del cantiere al di sotto dei limiti di zona e comunque a valori ampiamente inferiori a 70 dB(A). Si hanno situazioni di limitata criticità

presso R039, R088 lungo via Valeriana e presso R051, sul versante che sovrasta le aree di intervento. Qualora, nell'ambito del PMA, tali superamenti fossero confermati, essi potranno essere agevolmente gestiti con lo strumento della richiesta di autorizzazione in deroga.

6.6 Misure gestionali di ottimizzazione degli interventi

ANAS richiederà alle ditte appaltatrici l'utilizzo di macchine ed impianti conformi alle direttive CE recepite dalla normativa nazionale²⁹. Per tutte le attrezzature, comprese quelle non considerate nella normativa, dovranno essere mantenuti tutti gli accorgimenti già previsti dai produttori per renderne meno rumoroso l'utilizzo, quali, a titolo puramente esemplificativo, il confinamento in vani insonorizzati delle fonti sonore presenti sui mezzi (propulsore, riduttori meccanici, pompe idrauliche, ecc.), le pannellature fonoisolanti già installate sui mezzi, i rivestimenti fonoassorbenti, i silenziatori allo scarico, il trattamento acustico delle prese d'aria, eventuali dispositivi smorzanti, ecc. Dovranno inoltre essere attuati puntualmente gli interventi manutentivi previsti dal costruttore.

Relativamente alle modalità operative, le imprese saranno tenute a conformarsi alle seguenti indicazioni comportamentali generali:

- attuare modalità operative adeguate a ridurre l'impatto delle attività, quali ad esempio un oculato posizionamento di eventuali macchinari fissi (gruppi elettrogeni, compressori) nel cantiere, i quali dovranno essere del tipo insonorizzato;
- l'utilizzo di dispositivi di segnalazione acustica solo nei casi previsti dalle norme di sicurezza;
- l'imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi;
- l'utilizzo di macchine movimento terra ed operatrici gommate, piuttosto che cingolate, con potenza minima appropriata al tipo di intervento.

6.7 Confronto con i limiti di legge

Le simulazioni delle fasi ritenute potenzialmente più critiche per il cantiere di realizzazione della nuova variante hanno mostrato criticità circa la rumorosità prodotta dalle lavorazioni, specie presso le aree circostanti la nuova viabilità per l'imbocco Sud, dove maggiore è la concentrazione di edifici ad uso abitativo, anche in prossimità delle aree di intervento.

La maggior parte delle lavorazioni saranno mobili lungo il tracciato di realizzazione di specifici interventi, ad esempio nel caso delle palificazioni, dello scavo di abbassamento o delle gettate; pertanto, anche l'areale di impatto vedrà una progressiva traslazione e avrà quindi carattere transitorio rispetto ad uno specifico ricettore. Nell'arco temporale del cantiere, su ogni ricettore, si succederanno fasi a maggiore rumorosità e fasi in cui, per la maggiore distanza dalle lavorazioni o l'assenza di sovrapposizioni tra queste, i livelli sonori saranno più ridotti. Non si

²⁹ La Direttiva 2000/14/CE sul ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto, è stata modificata dalla Direttiva 2005/88/CE che ha modificato i livelli di potenza sonora ammessa. A livello nazionale si segnala il D.Lgs. 262 del 04/09/2002 "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto. Per adeguare il D.Lgs. 262/2002 a tali modifiche è stato emanato il DM 24/07/2006, reso efficace con comunicazione del 9 ottobre 2006, che ha modificato la Tabella dell'Allegato I - Parte B del D. Lgs. 262/2002. Successivamente il MATTM ha emanato il Decreto 04/10/2011 "Definizione dei criteri per gli accertamenti di carattere tecnico nell'ambito del controllo sul mercato di cui all'art. 4 del decreto legislativo 4 settembre 2002, n. 262 relativi all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto".

può tuttavia escludere il verificarsi di situazioni in cui già il solo contributo del cantiere superi i limiti assoluti di immissione, anche senza considerare il livello di rumore residuo del sito spesso trascurabile rispetto alla rumorosità propria del cantiere. Questo è dovuto alla vicinanza delle abitazioni con le aree di lavoro, specie in corrispondenza di Via Valeriana. Parimenti non si può escludere che particolari fasi realizzative o lavorazioni inducano il superamento del criterio differenziale in periodo diurno.

In ogni caso, oltre agli accorgimenti di tipo organizzativo e procedurale per cercare di contenere il livello in facciata ai ricettori prospicienti l'area di intervento (§ 6.6) che ANAS attiverà, è stato valutato un intervento mitigativo, costituito dalla realizzazione di una barriera fissa, di lunghezza pari a circa 120 m, collocata al margine Ovest dell'area di cantiere lungo Via Valeriana, tra le progressive 280 e 400 circa. Tale barriera, di altezza pari a 6 m, ha la finalità di mitigare il rumore immesso presso il fronte di edifici residenziali durante tutta l'evoluzione temporale del cantiere stesso. Le simulazioni svolte hanno confermato l'efficacia della barriera, mediante la quale si potrà conseguire una significativa riduzione dei livelli in facciata ai ricettori più esposti, specie se collocati ai piani inferiori. Le situazioni di criticità saranno risolte in quasi tutti i casi. Gli unici casi nei quali la modellazione mostra livelli sonori *post-mitigazione* ancora superiori ai limiti assoluti di immissione si verificano per edifici a più piani che, nonostante la barriera, hanno visibilità dall'alto dell'area di cantiere.

Si rimanda all'esecuzione del Piano di Monitoraggio Ambientale per la componente Rumore l'accertamento di tali situazioni potenzialmente critiche che, qualora necessario, potranno essere gestite con lo strumento della richiesta di autorizzazione in deroga ai limiti di rumore, da presentare al Comune di Edolo (§ 2.3.3), secondo quanto stabilito a livello regionale. Potranno altresì essere valutati interventi diretti di mitigazione sul ricettore.

In corrispondenza dell'imbocco Nord, i fabbricati residenziali sono a maggiore distanza e la simulazione condotta, rappresentativa di interventi di consolidamento per la realizzazione delle spalle del ponte sul fiume Oglio, non evidenzia criticità.

7. STIMA DEGLI IMPATTI POST-MITIGAZIONE

Dalle simulazioni condotte per la fase di esercizio della nuova opera, sulla base dei flussi veicolari previsti sulla Variante Est, non si evince la necessità di predisporre preventivamente sistemi di mitigazione del rumore, quali barriere, schermature, rivestimento delle pareti verticali dei manufatti con materiale fonoassorbente o l'utilizzo di asfalti con particolari proprietà dal punto di vista acustico.

Per quanto riguarda alcune fasi di cantiere, invece, non si possono escludere situazioni di superamento dei limiti di immissione per il periodo diurno, specie in corrispondenza dell'imbocco Sud, dove più ravvicinato e intensivo è il tessuto residenziale. Per le lavorazioni previste nei tratti a cielo aperto, l'operatività del cantiere sarà limitata al solo periodo diurno.

Per affrontare questa criticità, ANAS attiverà misure di tipo organizzativo e procedurale per cercare di contenere il livello in facciata ai ricettori prospicienti l'area di intervento e procederà all'installazione di una barriera fissa, a protezione del fronte edificato di Via Valeriana, che resterà in posizione per tutto l'arco temporale del cantiere stesso. Dalle simulazioni condotte si evince che, mediante tale schermatura, si potrà conseguire una significativa riduzione dei livelli in facciata ai ricettori più esposti, specie se collocati ai piani inferiori. Permarranno limitate situazioni di criticità, concentrate ai piani superiori dei fabbricati di Via Valeriana affacciati all'area di cantiere.

Si rimanda all'esecuzione del Piano di Monitoraggio Ambientale per la componente Rumore l'accertamento di situazioni potenzialmente critiche, le quali, se confermate, potranno essere gestite da un punto di vista amministrativo con lo strumento della richiesta di autorizzazione in deroga.

8. CONCLUSIONI

Lo studio condotto, basato su una parte sperimentale ed una applicazione modellistica per il calcolo della rumorosità prodotta nelle fasi di esercizio della nuova Variante Est di Edolo, ha permesso di verificare il rispetto dei limiti di legge di cui al DPR 142/2004 sia in periodo diurno che notturno presso tutti i ricettori considerati all'interno delle fasce di pertinenza.

Non si possono invece escludere situazioni di criticità nella fase realizzativa, ancorchè di carattere trasitorio, per il tessuto residenziale prospiciente all'imbocco Sud, che saranno affrontate mediante idonei accorgimenti di carattere procedurale e mediante l'installazione di una barriera fissa in corrispondenza dei ricettori più esposti lungo Via Valeriana. Eventuali situazioni critiche residuali, da confermare attraverso le attività sperimentali previste dal PMA, potranno essere gestite con lo strumento della richiesta di autorizzazione in deroga, da richiedere all'amministrazione comunale.