

Asse stradale di collegamento tra gli svincoli di Prato Est e Prato Ovest – "Declassata di Prato"
Raddoppio di Viale Leonardo da Vinci nel tratto compreso tra Via Marx e Via Nenni mediante la realizzazione di un sottopasso

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

COD. FI463

PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI		MANDATARIA: 	MANDANTI:  POLITECNICA BUILDING FOR HUMANS	MATILDI+PARTNERS
IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: Ing. Andrea Renso – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413		IL PROGETTISTA: GRUPPO DI PROGETTAZIONE: COORDINAMENTO PROGETTAZIONE, PROGETTAZIONE STRADALE, GEOTECNICA ED OPERE IN SOTTERRANEO: Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723		
IL GEOLOGO: Geol. Pietro Accolti Gil – POLITECNICA Ordine Geologi Regione Toscana n° 728		STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE: Arch. Paola Gabrielli – POLITECNICA ordine Architetti Provincia di Bologna n. 2921		
IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723		CANTIERIZZAZIONE E FASI ESECUTIVE: Ing. Alessio Gori – POLITECNICA ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5969		
VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO: Ing. Raffaele Franco Carso		IDROLOGIA ED IDRAULICA: Ing. Alessandro Cecchelli – POLITECNICA ordine ingegneri Provincia di Grosseto n.760		
PROTOCOLLO:	DATA:	COLLABORATORI DI PROGETTO: Ing. Massimo Palermo – POLITECNICA Arch. Valentina Iaia – POLITECNICA Geom. Franco Mariotti – POLITECNICA Geom. Angela Pantiferi – POLITECNICA		

04 – ANALISI DEGLI IMPATTI
Rumore
Relazione

CODICE PROGETTO PROGETTO LIV. PROG. N. PROG. D P F I 1 0 D 1 9 0 1		NOME FILE 04.25_P00_IA35_AMB_RE01_B		Progr. ELAB. 04.25	REV. B	SCALA: -
CODICE ELAB. P 0 0 I A 3 5 A M B R E 0 1						
D						
C						
B	REVISIONE A SEGUITO DI ISTRUTTORIA ANAS	03/2020	POLITECNICA	P.GABRIELLI	P.GABRIELLI	A.RENSO
A	EMISSIONE	12/2019	POLITECNICA	P.GABRIELLI	P.GABRIELLI	A.RENSO
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	RIFERIMENTO NORMATIVO.....	4
2.1	NORMATIVA NAZIONALE.....	4
2.2	NORMATIVA REGIONALE.....	4
3	PRINCIPALI ASPETTI DELLO STUDIO ACUSTICO.....	6
3.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA.....	6
3.2	CARATTERISTICHE DELLA RETE INFRASTRUTTURALE LOCALE.....	7
3.2.1	Dati di traffico.....	9
3.3	CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA CONCURSUALITÀ.....	10
3.3.1	La concursualità secondo Allegato 4 del DMA 29/11/2000.....	10
3.3.2	Identificazione di significatività della sorgente concursuale.....	11
3.3.3	Definizione dei limiti di soglia e applicazione nel caso in oggetto.....	11
3.4	DEFINIZIONE DELL'AREA DI CALCOLO.....	13
3.5	IL MODELLO ACUSTICO.....	15
3.5.1	Implementazione del modello acustico.....	15
3.5.2	Specifiche di calcolo.....	16
3.5.3	Stima dell'incertezza.....	17
3.6	Campagna di rilevamenti e validazione del modello acustico.....	18
3.7	Correzione dei livelli stradali per prestazioni della pavimentazione.....	21
3.8	Proprietà acustiche delle barriere.....	23
3.8.1	Indice di fonoisolamento DLR.....	25
3.8.2	Indice di fonoassorbimento DL _a	25
4	CAMPAGNA CENSIMENTO RICETTORI E PROCEDURA DI ATTRIBUZIONE DEI LIMITI DI ZONA...26	
5	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI.....27	
5.1	Criteri generali.....	27
5.2	Presentazione dei risultati.....	29
5.3	Definizione degli interventi di mitigazione.....	30

5.4	Ricettori con superamenti.....	33
6	VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEI CANTIERI	37
6.1	PREMESSA.....	37
6.2	UBICAZIONE ED INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA.....	37
6.2.1	Cantiere fisso.....	37
6.2.2	Cantieri mobili.....	40
6.3	INDIVIDUAZIONE RICETTORI E LIMITI PREVISTI DAL PCCA	40
6.4	DESCRIZIONE DELLE OPERE E DELLE SORGENTI	43
6.5	REALIZZAZIONE DEL MODELLO ACUSTICO	47
6.6	PROPRIETÀ ACUSTICHE DEGLI ELEMENTI DI MITIGAZIONE	48
6.6.1	Fronti di avanzamento lavorazioni	48
6.6.2	Cantiere operativo	52
6.7	RISULTATI DELLA SIMULAZIONE	53
6.8	LINEE GUIDA PER LA GESTIONE DEI CANTIERI	79
6.9	ACCORGIMENTI SPECIFICI PER LA LIMITAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO DEL CANTIERE.....	80
6.10	CONCLUSIONI STUDIO FASE DI CANTIERIZZAZIONE.....	83
7	PIANO DI MONITORAGGIO DELLA PAVIMENTAZIONE.....	84
8	CONCLUSIONI	84

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica costituisce il documento principale dello Studio Acustico nell'ambito del Progetto Definitivo (PD) di ampliamento dell'Asse stradale di collegamento tra gli svincoli di Prato Est e Prato Ovest, anche noto come "Declassata di Prato" in quanto ex-ramo autostradale; attualmente l'infrastruttura in oggetto ha funzione di strada di scorrimento denominata "Viale Leonardo da Vinci" e si configura come la principale arteria di attraversamento est-ovest della Città, distinta dalla viabilità locale per il proprio passaggio in un sistema alternato di trincee e rilevati, in alcuni tratti anche a carreggiate separate. Date le caratteristiche dell'opera nella configurazione attuale, anche in relazione alla comunicazione con la rete propriamente urbana, è naturale osservare come il panorama acustico sia complesso e nell'ambito della rete estesa solo in parte condizionato dalla presenza di tale infrastruttura, come sarà reso evidente dai risultati dei rilievi fonometrici compiuti anche lungo la viabilità secondaria.

In particolare l'ampliamento in oggetto consisterà nel raddoppio della Declassata nel tratto compreso tra Via Marx e via Nenni con parziale interrimento entro tunnel lungo un tratto di lunghezza pari a circa 415 metri, e in questo senso costituirà un considerevole miglioramento all'impatto acustico dell'area, già affetta dalla rumorosità del consistente traffico locale anche in relazione al contributo acustico di alcune strade interquartiere in attraversamento dell'asse stradale oggetto di studio. In aggiunta il più efficiente livello di servizio della strada, che sarà raggiunto mediante raddoppio di carreggiata anche in questo tratto, garantirà una circolazione più fluida evitando le componenti di rumore ascrivibili ai fenomeni di accelerazione/decelerazione da traffico intermittente, tipici di alcune fasi del giorno caratterizzate da flussi di punta, che la configurazione attuale della strada non è in grado di ricevere senza creare eccessivi rallentamenti alla circolazione.

Nel presente studio sono quindi presentati i criteri metodologici adottati per la valutazione degli impatti, avendo cura di distinguere, considerato il contesto di inserimento, l'effettivo contributo dell'infrastruttura oggetto di intervento in relazione ai limiti ad essa riservati, anche tenendo conto dove necessario nelle situazioni di concorsualità significativa e delle conseguenti ridefinizioni dei valori di soglia. A tale scopo si è proceduto inizialmente sviluppando una fase di attenta taratura e validazione del modello di simulazione, realizzata incrociando i dati della campagna di rilevamenti strumentali con i risultati della modellazione acustica, ottenendo una sorprendente convergenza di risultati vista la complessità del modello e delle sorgenti concorrenti; successivamente si è proceduto, dati gli alti livelli di immissione offerti dalla rete urbana nel suo complesso, all'analisi degli effettivi contributi della Declassata con una conseguente valutazione degli interventi di mitigazione che potessero dar valore all'azione di contenimento acustico sulla strada in esame. Si deve comunque precisare che rispetto alla situazione ante operam l'intervento di interrimento può essere considerato come mitigativo nel suo complesso, in quanto permetterà di escludere dagli impatti della declassata un cospicuo numero di edifici oggi esposti direttamente alla rumorosità dell'infrastruttura in quanto direttamente in affaccio su questa.

2 RIFERIMENTO NORMATIVO

2.1 NORMATIVA NAZIONALE

- **Legge 26 ottobre 1995 n. 447** – Legge quadro sull'inquinamento acustico – G.U. n. 254 del 30/10/1995.
- **D.P.C.M. 14 novembre 1997** – Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore – G.U. n. 280 del 1/12/97.
- **D.M.A. 16 marzo 1998** – Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico – G.U. n. 76 del 01/04/98.
- **D.M.A. 29 novembre 2000** – Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore– G.U. n. 285 del 06/12/00.
- **D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142** – Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare – G.U. n.127 del 01/06/04.
- **DPR 18/11/98 n. 459** - Regolamento attuativo rumore ferroviario
Il presente decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture ferroviarie e delle linee metropolitane.
- **Decreto Legislativo 194/2005** - Attuazione della European Noise Directive "END" 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale

2.2 NORMATIVA REGIONALE

- **Legge Regionale Toscana 03 marzo 1998 n. 79** – Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale – B.U.R.T. n. 37 del 12/11/1998.
- **Legge Regionale Toscana 01 dicembre 98 n. 89** – Norme in materia di inquinamento acustico – B.U.R.T. n. 42 del 10/12/1998.
- **D.G.R. 13 luglio 1999 n. 000788** – Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'Art. 12 comma 2 e 3 della L.R. n. 89/98 - B.U.R.T. n. 32 del 11/08/1999, parte 2[^], sezione I.
- **Legge Regionale Toscana 29 novembre 2004 n. 67** – Modifiche alla legge regionale 01 dicembre 1998, n. 89.

- **Delib. 22 febbraio 2000, n. 77**- Definizione dei criteri e degli indirizzi della pianificazione degli enti locali ai sensi dell'Art. 2 L.R. n. 89/98 "Norme in materia di inquinamento acustico" - B.U.R.T. n. 12 del 22/03/2000, parte 2 ^ .
- **Delib. 21 ottobre 2013, n. 857** - Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12. comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98.
- **D.P.G.R. 8 gennaio 2014, n. 2/R** - Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89.

3 PRINCIPALI ASPETTI DELLO STUDIO ACUSTICO

3.1 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA

L'asse stradale preesistente denominato "Viale Leonardo da Vinci" rappresenta il collegamento preesistente tra gli svincoli autostradali di Prato Est e Prato Ovest, oggi declassato e avente funzione di raccordo indipendente ma interconnesso con la viabilità urbana attraverso una serie di svincoli e rampe. Lungo il suo sviluppo si trovano già allo stato attuale alcuni tratti in trincea, con rampe in salita al piano campagna per il raccordo con la rete di strade urbane di scorrimento e/o di quartiere. L'intervento in oggetto prevede l'interramento di un nuovo tratto di percorrenza in galleria, in linea con quanto già realizzato su segmenti contigui, e si riconnette al preesistente asse ad est in corrispondenza della rotatoria di via Marx, a ovest in ricucitura con l'interramento prima della rotatoria di via Nenni.

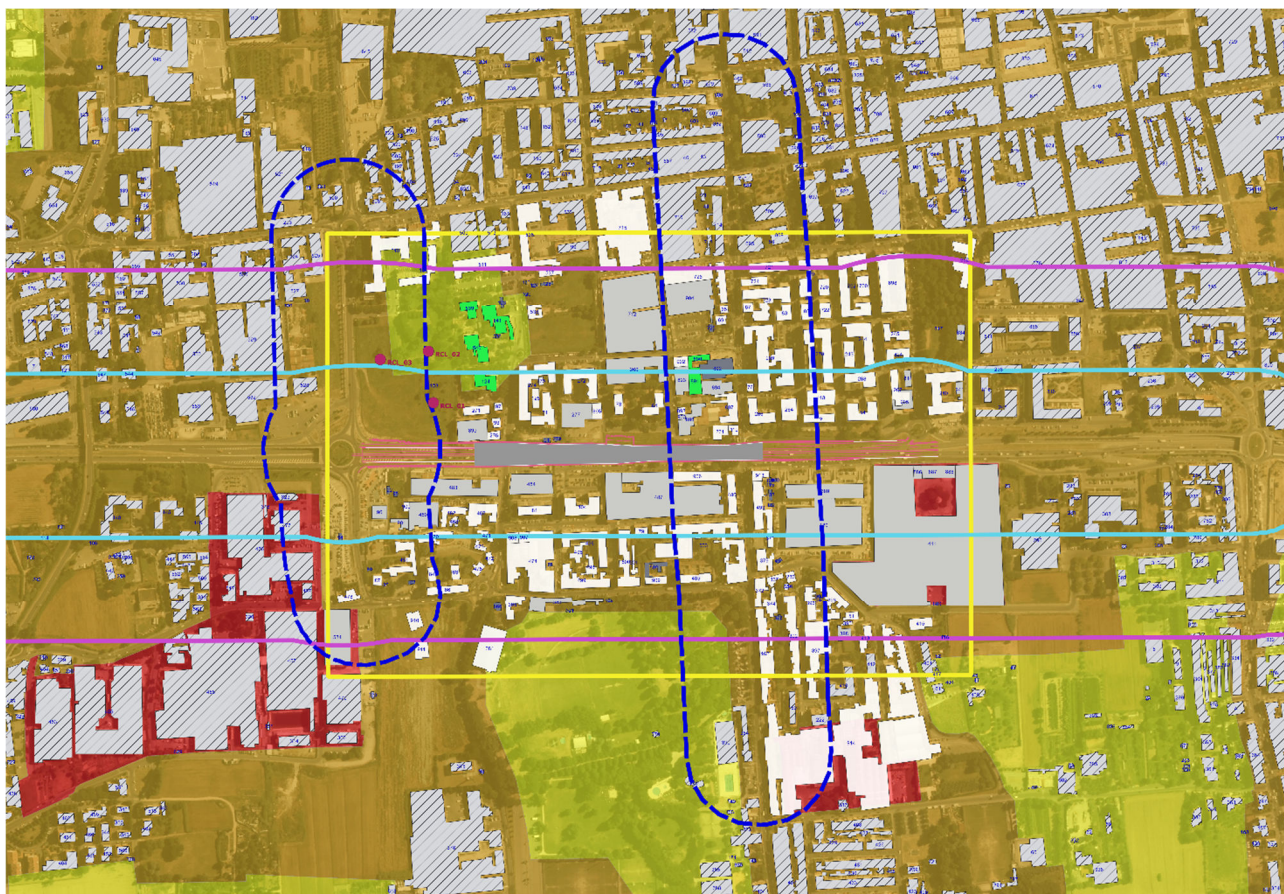


Figura 1 Restituzione aerofotografica con indicazione del tratto di progetto con il relativo tunnel e dell'estensione dell'area di calcolo implementata (in giallo)

L'intervento in oggetto si configura come ampliamento in sede di una infrastruttura esistente, definizione che trova inquadramento nell'Art. 2 comma 3 lettera a) del DPR 142/04 e comporta l'applicazione delle fasce di pertinenza acustica e dei relativi limiti di cui alla Tabella 2 dell'Allegato 1 del suddetto Decreto (validi per strade esistenti e assimilabili). In particolare per il tratto in esame l'infrastruttura sarà classificabile come di tipo "B" – extraurbana

principale i cui limiti di riferimento sono indicati nella Tabella sottostante.

Tipo di strada (Codice della Strada e DPR 142/04)	Sottotipo (DM 06/11/01)	Ampiezza di fascia di pertinenza acustica	Scuole, ospedali, case di riposo N.B: solo diurno per le scuole		Altri ricettori	
		[m]	Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturmo [dB(A)]
B	---	100 fascia A	50	40	70	60
		150 fascia B			65	55

Tabella 1. Limiti previsti per l'infrastruttura stradale a seguito delle modifiche previste

3.2 CARATTERISTICHE DELLA RETE INFRASTRUTTURALE LOCALE

Al fine di valutare correttamente l'impatto acustico ascrivibile effettivamente all'infrastruttura oggetto di intervento è fondamentale osservare che la strada in esame appartiene ad un insieme di sorgenti acustiche della fitta rete stradale, ciascuna a dare il proprio contributo al clima acustico secondo i propri flussi significativi a prescindere dall'intervento previsto; in particolare quanto espresso è mostrato sia dai livelli acustici misurati nella fase di taratura del modello per la caratterizzazione della configurazione attuale (vedi paragrafo dedicato), sia negli studi di traffico mostrati nelle Figure successive (fornite dal Comune di Prato e relative agli scenari ante operam e post operam al 2025). Per quanto riguarda invece il presente studio di impatto acustico si precisa che la configurazione post operam oggetto di valutazione è riferita allo scenario relativo all'anno 2034, come viene ampiamente dettagliato nello Studio di Impatto Atmosferico.



Figura 2. Flussi ANTE OPERAM (Fonte: Comune di Prato)

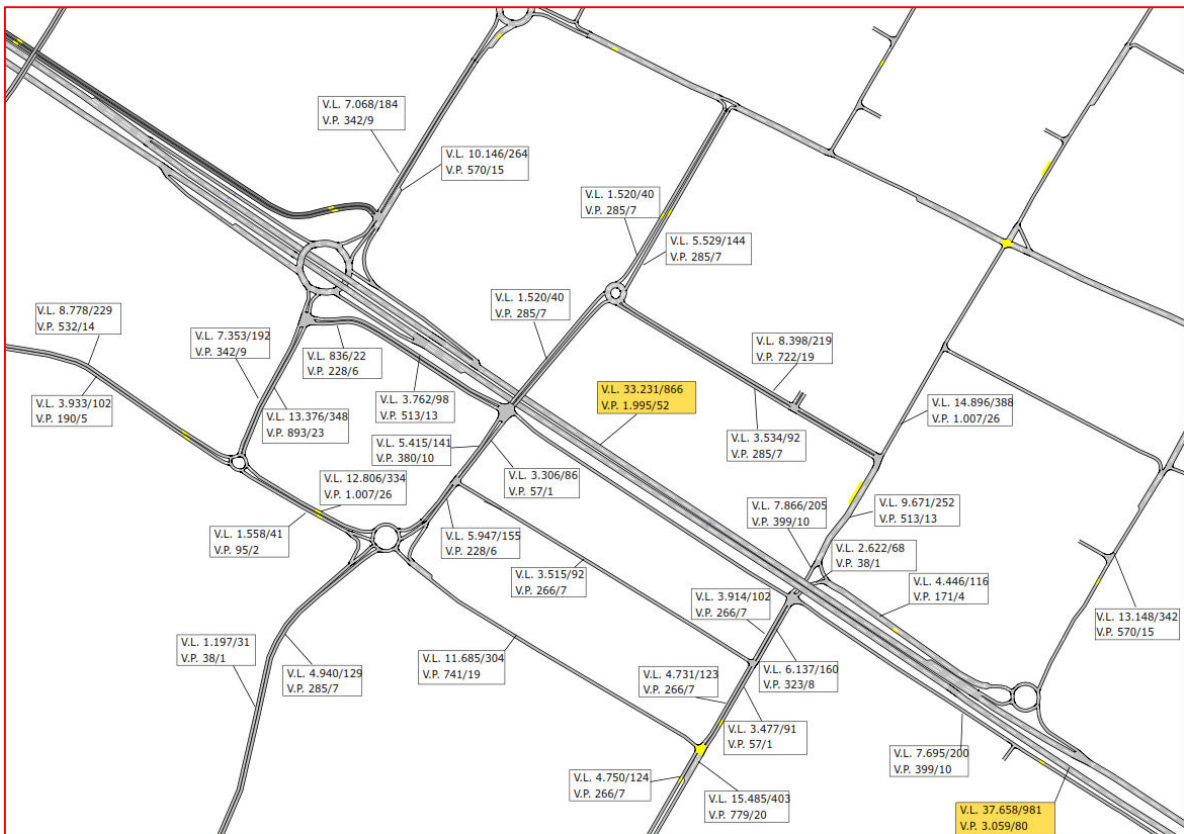


Figura 3. Flussi POST OPERAM (Fonte: Comune di Prato)

A fronte di quanto esposto risulta evidente che, pur nel suo intento mitigativo generale attraverso l'interramento di un tratto parziale, l'intervento in oggetto potrà solo parzialmente migliorare una situazione acustica già compromessa e in gran parte dipendente dalla viabilità cittadina. Per questo motivo il progetto delle mitigazioni si è basato sull'analisi dell'effettivo contributo della Declassata anche in relazione alle soglie imposte dal realizzarsi di concorsualità significative per alcune strade locali. In particolare sono state studiate le interferenze con le seguenti:

Denominazione strada	Tipo strada DPR 142/2004	Fascia	Limiti previsti per ricettori ordinari [dB(A)]
Via Nenni	Db – urbana di scorrimento	100	65/55
Via del Purgatorio	E – urbana di quartiere	30	Zonizzazione
Via Roma	Db – urbana di scorrimento	100	65/55
Via dell'Autostrada	E – urbana di quartiere	30	Zonizzazione
Via Marx	E – urbana di quartiere	30	Zonizzazione

Tabella 2. Infrastrutture stradali potenzialmente concorsuali

Nell'elaborato denominato "Planimetria zonizzazione acustica comunale e fascia di rispetto DPR 142/04" sono individuate sia le fasce di pertinenza acustica della Declassata (rispettivamente "A" e "B" come da Tabella 1) sia quelle delle infrastrutture classificate come "Db" secondo DPR 142/2004, individuabili nella Tabella 2; per le strade urbane di tipo "E" non è stata riportata la fascia di 30 metri, che resta sottointesa e comunque presuppone i limiti della Classificazione Acustica, al fine di non appesantire la leggibilità dell'elaborato. I criteri di verifica della significatività della concorsualità sono riportati nel paragrafo successivo.

3.2.1 Dati di traffico

Nel presente paragrafo sono esplicitati i dati progettuali di traffico utilizzati per il modello; tali dati sono ovviamente del tutto identici a quelli utilizzati per lo Studio di Impatto Atmosferico.

In particolare, per lo stato attuale ante operam si è considerata una velocità media sul tratto pari a 50 km/h; i flussi di traffico circolanti sull'infrastruttura attuale di riferimento sono riportati in Tabella 3.

Scenario Attuale - Anno 2019	Traffico Giornaliero Medio Annuo		
Tratta	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Viale Leonardo da Vinci	61.562	3.603	65.165

Tabella 3 Flussi di traffico – configurazione attuale

Il dato utilizzato per la valutazione dello stato di progetto, relativo allo scenario 2034, è stato ottenuto incrementando la proiezione dei flussi al 2025 di una percentuale pari al 2,5%.

Scenario di Progetto - Anno 2025	Traffico Giornaliero Medio Annuo		
Tratta	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Viale Leonardo da Vinci	74.554	5.318	79.872

Tabella 4 Flussi di traffico – configurazione di progetto (utilizzata per il calcolo)

Si precisa che, anticipando quanto riportato nel paragrafo dedicato alla taratura del modello (paragrafo 3.6), sono stati anche effettuati conteggi del numero di veicoli passanti in intervalli contestuali ai rilevamenti fonometrici: tali conteggi, riferiti comunque a limitate finestre temporali di misura rispetto alle 24 ore, sono stati utilizzati esclusivamente per la validazione del modello acustico, ossia la taratura dello stesso attraverso la migliore calibrazione possibile tra risultato atteso e risultato misurato secondo la procedura descritta in dettaglio nel paragrafo dedicato.

Una volta validato il modello acustico sulla base dei rilievi si è fatto riferimento ai dati ante operam e post operam testé riportati (Tabella 3 e Tabella 4) per la realizzazione delle mappe acustiche ed il calcolo dei livelli negli scenari di interesse.

3.3 CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA CONCURSUALITÀ

3.3.1 La concursualità secondo Allegato 4 del DMA 29/11/2000

Si definisce concursualità una situazione di potenziale interferenza tra infrastrutture. I criteri per valutare se la concursualità è significativa ad un dato ricettore, finalizzati al risanamento della stessa, sono illustrati nell'Allegato 4 del DMA 29 novembre 2000. Se la concursualità è significativa deve essere considerata una maggiore tutela per i ricettori, ridefinendo i limiti nelle modalità meglio specificate anche nella Nota Tecnica ISPRA del 12/05/2010.

Nel caso in esame la definizione degli interventi correttivi riguarderà esclusivamente la Declassata, in quanto le altre strade non sono di pertinenza della Proponente ANAS né rientrano nell'ambito progettuale del presente intervento.

3.3.2 Identificazione di significatività della sorgente concorsuale

Riportando testualmente il summenzionato Allegato 4:

“Se il livello equivalente di rumore immesso da una sorgente è inferiore di 10 dB (A) rispetto al livello della sorgente avente massima immissione ed inferiore al livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1, il contributo della sorgente può essere trascurato.”

Sulla base di quanto riportato, in corrispondenza di un dato ricettore una sorgente è significativamente concorsuale quando sussiste ALMENO una delle due condizioni:

1. la differenza fra il livello della sorgente indagata e il livello della sorgente avente massima immissione è inferiore a 10 dB(A).
2. i valori della rumorosità causata dalla sorgente sono superiori al limite di soglia, L^*_s , dato dalla relazione:

$$L^*_s = L_{di\ legge} - 10 \log_{10}(n - 1)$$

In cui $L_{di\ legge}$ rappresenta il limite assegnato al ricettore per la totalità di infrastrutture presenti, nel caso di concorrenza di n infrastrutture, oppure il limite di zonizzazione al di fuori delle fasce.

3.3.3 Definizione dei limiti di soglia e applicazione nel caso in oggetto

Il DM 29 novembre 2000 e la conseguente Nota Tecnica ISPRA prevedono che in caso di concorsualità significativa i limiti della sorgente oggetto di studio debbano essere ridefiniti riparametrando opportunamente i livelli di soglia. Ovviamente se i livelli di simulazione mostrano che la concorsualità è significativa solamente in uno dei due tempi di riferimento (diurno o notturno) si presuppone che l'adattamento dei limiti deve essere studiato esclusivamente per tale periodo.

La procedura adottata per l'eventuale ridefinizione delle soglie è la seguente:

- a) Per ogni singola facciata nell'area di studio: individuazione delle sorgenti potenzialmente concorsuali e dei relativi limiti di fascia;
- b) Verifica indipendente per i periodi diurno e notturno delle condizioni 1) e 2) sulla significatività della concorsualità;
- c) Adattamento dei limiti nei casi riscontrati, riassunti nella seguente tabella (L_s =limite di soglia da applicare, n =numero di infrastrutture significativamente concorsuali, $L_{di\ legge}$ è il limite previsto dalla legge per sovrapposizione di fasce o zonizzazione, in funzione dei casi), affinché l'infrastruttura possa inserirsi nel territorio con un proprio livello sonoro che, sommandosi a quello presente nell'area, non superi complessivamente il valore limite definito dalla combinazione delle infrastrutture.

Nella successiva Tabella 5 è riportata una disamina delle casistiche di concorsualità significative riscontrate nel progetto in esame, con le conseguenti correzioni ai limiti di soglia da apportare.

Caso	Limiti fascia senza correzione	Parametro correttivo dei limiti Declassata
<p>Fascia "A" Declassata (limiti 70/60) con fascia sovrapposta di 1 sorgente concorsuale (limiti 65/55)</p> <p>Il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza in cui le infrastrutture secondarie concorrono ad un limite inferiore del limite proprio dell'infrastruttura oggetto di studio.</p> <p>$L_S = L_{di\ legge} - 10 \log_{10} n, n=2$</p>	70/60	-3 dB(A)
<p>Fascia "A" Declassata (limiti 70/60) con fasce sovrapposte di 2 sorgenti concorsuali (limiti 65/55)</p> <p>Il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza in cui le infrastrutture secondarie concorrono ad un limite inferiore del limite proprio dell'infrastruttura oggetto di studio.</p> <p>$L_S = L_{di\ legge} - 10 \log_{10} n, n=3$</p>	70/60	-4.8 dB(A)
<p>Fascia "B" Declassata (limiti 65/55) con fascia sovrapposta di 1 sorgente concorsuale (limiti 65/55)</p> <p>Il ricettore è contenuto in fasce di pertinenza con limiti confrontabili; considerando le sorgenti di rumore egualmente ponderate, il livello di soglia di singola infrastruttura è calcolabile come da Allegato 4 DMA 29/11/2000:</p> <p>$L_S = L_{di\ legge} - 10 \log_{10} n, n=2$</p>	65/55	-3 dB(A)

Tabella 5. Casistiche di concorsualità riscontrate per il progetto in esame

3.4 DEFINIZIONE DELL'AREA DI CALCOLO

Come già più volte ribadito, per casi di studio come quello in esame caratterizzati da un tessuto urbano fortemente antropizzato e da una conseguente rete viaria con intenso traffico locale è fondamentale valutare per prima cosa l'impatto indotto dalla sola infrastruttura (ossia "spegnendo" le rimanenti sorgenti stradali) nella configurazione post operam, al fine di definire sia le situazioni di potenziale concorsualità sia le distanze a cui sicuramente la strada oggetto di valutazione non apporta contributi significativi al clima acustico. Sulla base di questo criterio è stata realizzata una prima mappatura dei livelli di rumore con estensione di 300 metri per lato a partire dal limite della sede stradale, in modo da includere anche una cintura di 50 metri oltre le fasce di pertinenza (qui l'infrastruttura non ha limiti specificamente definiti ma soggiace ai limiti del Piano Comunale di Classificazione Acustica, PCCA); tale valutazione è stata condotta esclusivamente al fine di dimostrare la totale ininfluenza dell'infrastruttura a tali distanze, anche in ragione delle schermature offerte dagli edifici frapposti (vedasi successiva Figure, riferite rispettivamente alla rumorosità Diurna e Notturna della sola infrastruttura).

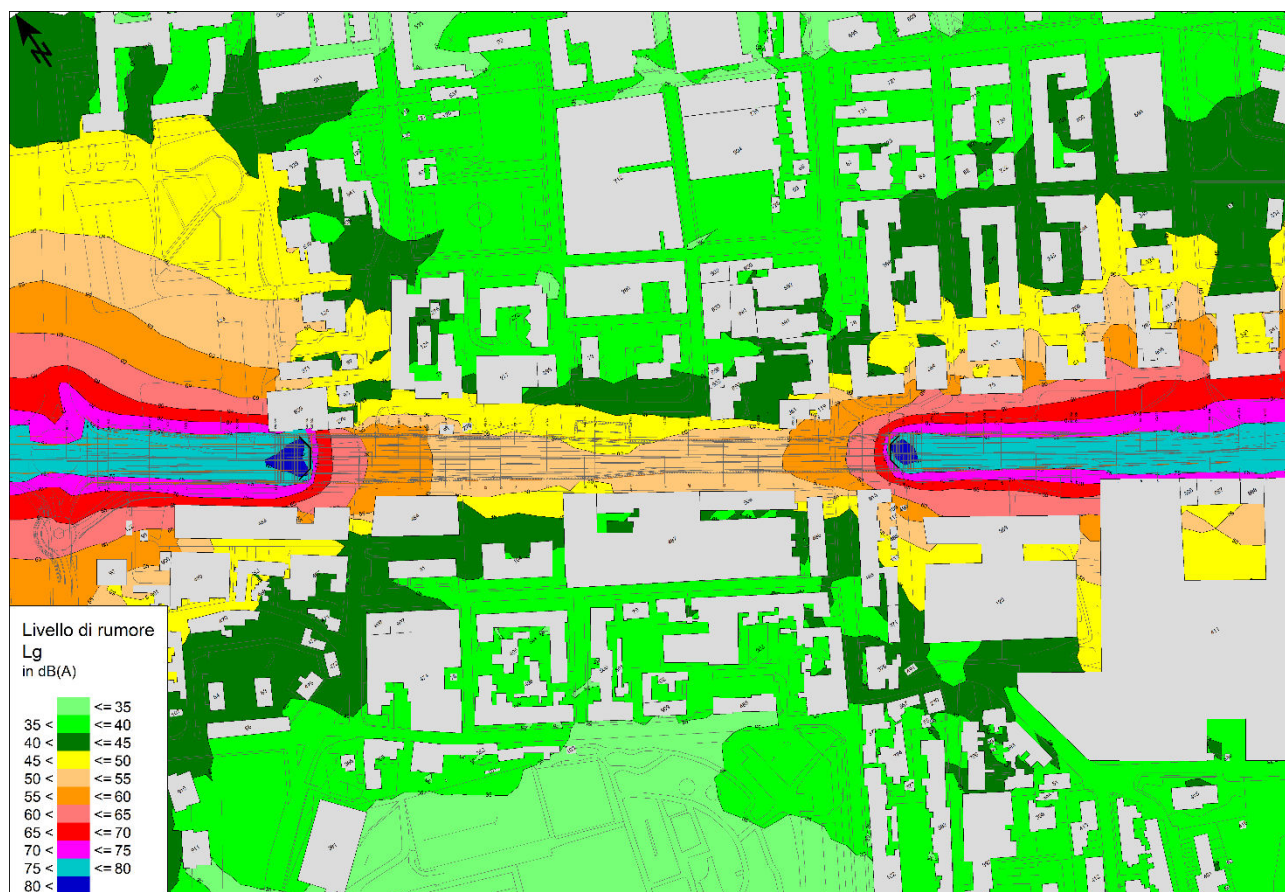


Figura 4. Mappatura dei livelli acustici (h=4 metri) relativi allo scenario POST OPERAM diurno per la sola Declassata, al fine di mostrare l'estensione dell'effettiva area di influenza acustica dell'infrastruttura.

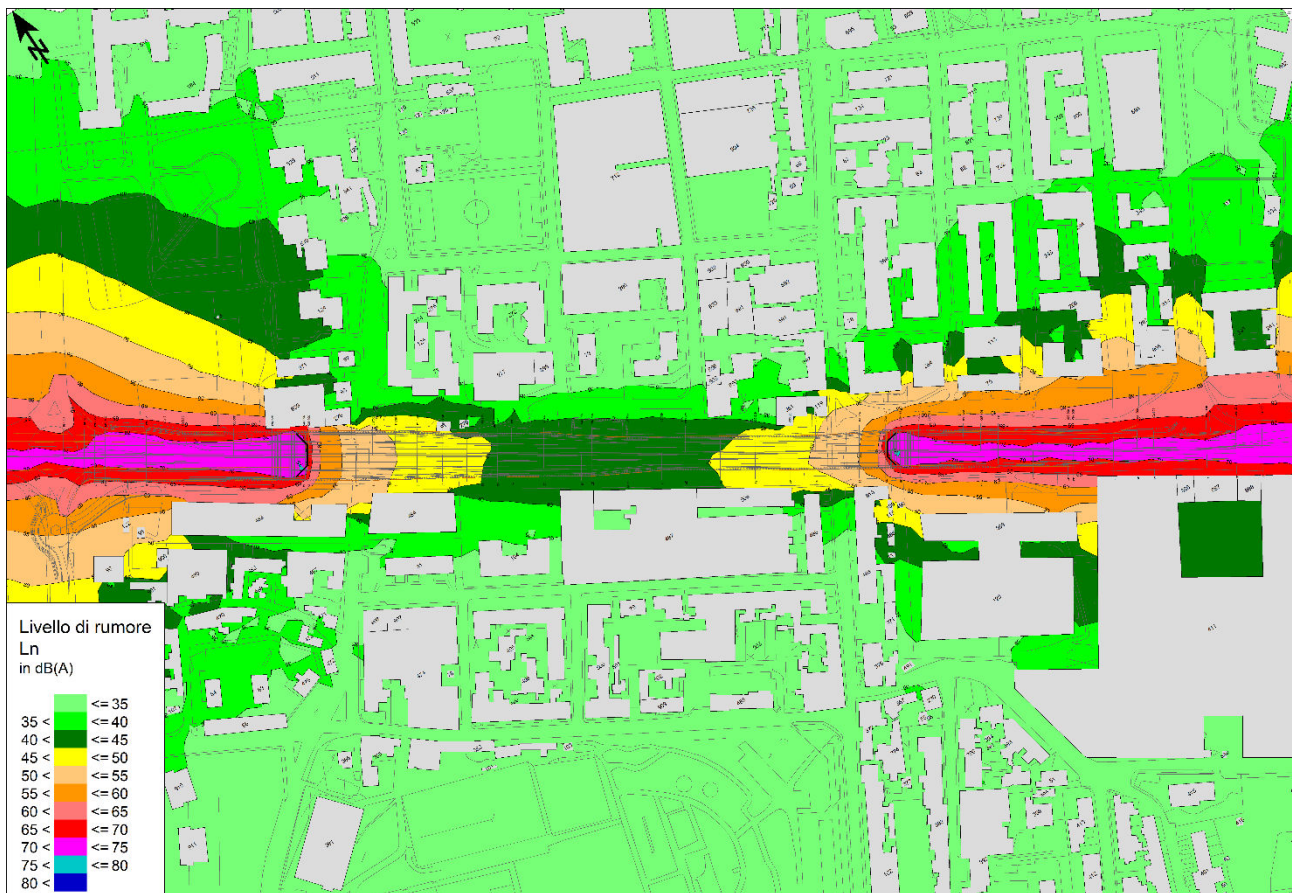


Figura 5. Mappatura dei livelli acustici (h=4 metri) relativi allo scenario POST OPERAM notturno per la sola Declassata, al fine di mostrare l'estensione dell'effettiva area di influenza acustica dell'infrastruttura.

L'area di calcolo dei livelli in facciata per i ricettori ordinari è stata dunque definita tenendo conto dei seguenti criteri, che si configurano come maggiormente cautelativi rispetto a quelli richiesti da ARPAT in fase di valutazione di assoggettabilità a VIA:

- In senso longitudinale lungo la Declassata, includere la ricucitura con i rami esistenti fuori dalla pertinenza progettuale, ricomprendendo ad est la rotatoria di via Marx e ad ovest la rotatoria di via Nenni oltre le quali non ha senso interrogarsi del contributo dell'intervento in oggetto ad eventuali superamenti pregressi;
- Nello sviluppo in larghezza considerare tutti i ricettori presenti sia nella fascia di 250 metri che, pur propria della categoria stradale di appartenenza, include nel suo interno anche edifici non influenzati dalla rumorosità dell'infrastruttura in oggetto, anche a causa delle schermature offerte dagli edifici frapposti.

Si precisa infine che oltre la fascia propria infrastrutturale di 250 metri la stima dei livelli in facciata ai ricettori perde di significato anche e soprattutto per carenza di dati circa i flussi della viabilità locale. A titolo di maggiore dettaglio fornito le mappature acustiche sono invece state estese ad una distanza di 300 metri per lato stradale.

3.5 IL MODELLO ACUSTICO

3.5.1 Implementazione del modello acustico

Il modello acustico è stato realizzando sulla base delle informazioni cartografiche riportate nelle Carte Tecniche Regionali, includendo le altezze degli elementi schermanti (edifici, barriere naturali ed altri manufatti) nonché integrando alcuni aspetti relativi alle caratteristiche delle superfici in termini di riflessione acustica.

La definizione degli elementi edilizi presenti in cartografia è stata elaborata sulla base di:

- Sovrapposizione del modello con immagini satellitari recenti, al fine di identificare gli edifici di nuova realizzazione o non più esistenti; un esempio di tale processo è visibile nella Figura 7.
- Consultazione delle previsioni degli strumenti di pianificazione territoriale ex L.R., 65/2014, come richiesto in fase di istruttoria. In particolare è stata inserita nel modello un'area edificabile ubicata a nord della Declassata e immediatamente ad est di via Nenni, resa attraverso l'apposizione di ricettori in campo libero a rappresentare l'esposizione degli edifici futuri al clima acustico dell'area.

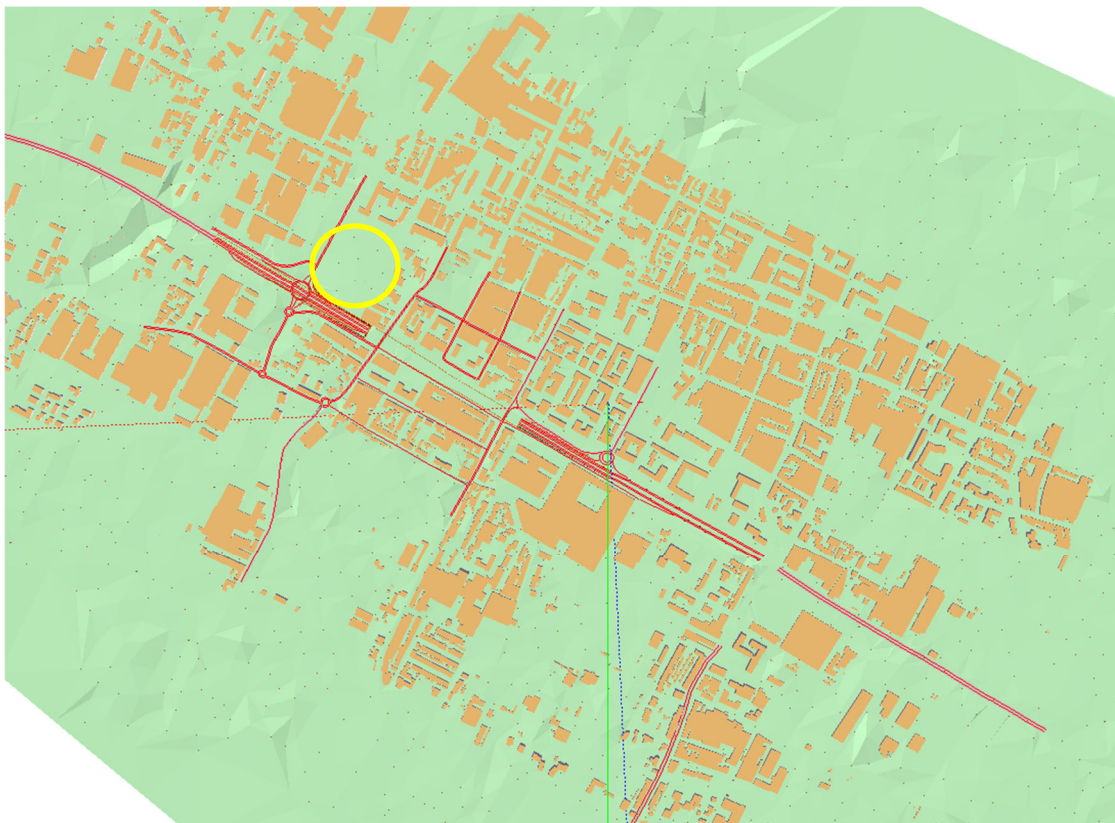


Figura 6. Realizzazione del modello sulla base di immagini satellitari recenti combinate con le informazioni della CTR, con la previsione delle future aree edificabili (in giallo)

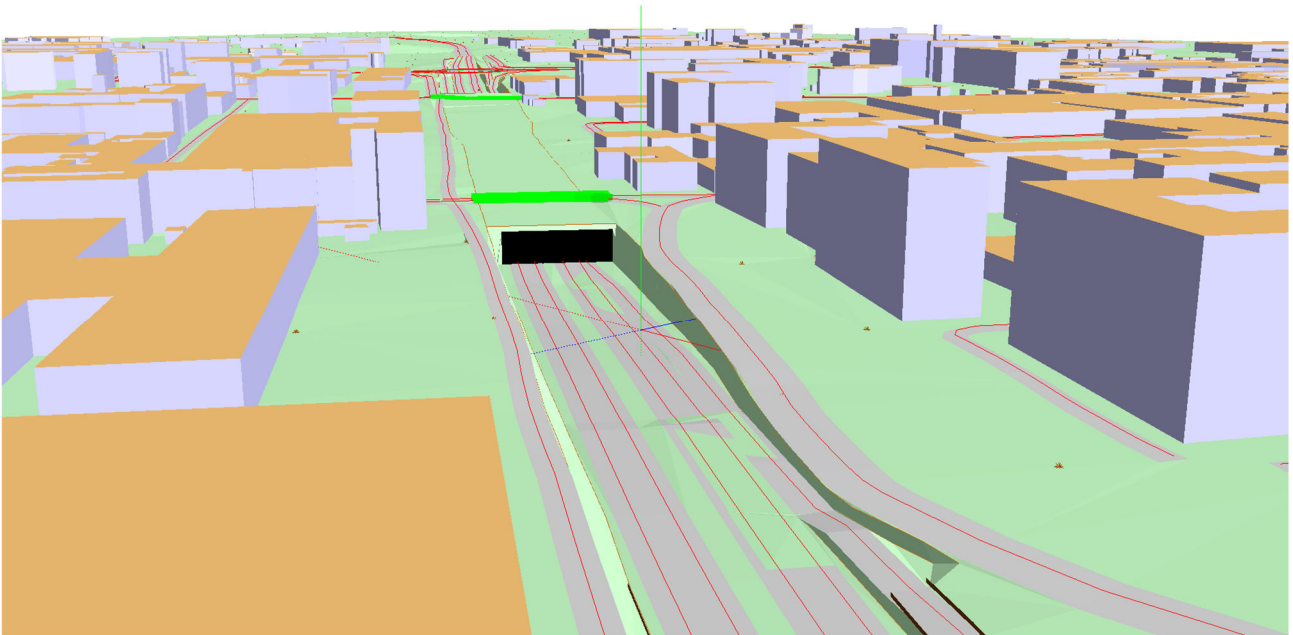


Figura 7. Restituzione 3D del modello nella configurazione post operam senza mitigazioni

Il calcolo dei livelli acustici in facciata riportato nell'elaborato "Tabulati livelli acustici" è stato effettuato includendo i piani effettivamente presenti per ciascun edificio, che sono stati verificati tramite sopralluoghi (vedi paragrafo di censimento dei ricettori).

3.5.2 Specifiche di calcolo

Per le simulazioni ed il calcolo dei parametri previsti da normativa si è fatto uso del software SoundPLAN aggiornato a recepire gli standard di calcolo più recenti. Il software consente di predisporre un DGM (Digital Ground Model) a partire da input in formati CAD - compatibili con informazioni vettoriali, implementando un sistema di coordinate tridimensionale. Il modello consente di inserire gli edifici con le relative quote rispetto al piano campagna e di caratterizzare le sorgenti, in termini di geometria del tracciato, caratteristiche spettrali e parametri di traffico.

L'orografia è stata ottenuta dalla CTR della regione Toscana disponibile in rete, opportunamente corretta ed implementata sulla base di sopralluoghi e delle previsioni urbanistiche disponibili.

In particolare tutte le simulazioni sono state effettuate nella seguente configurazione di calcolo:

1. **Standard calcolo rumore stradale:** NMPB (norma francese XPS 31-133);
2. **Riflessioni:** sono state considerate riflessioni del 5° ordine sulle superfici riflettenti;
3. **Fattore di assorbimento del suolo** (Ground factor): sono stati considerati un valore G pari a 0,6 in corrispondenza di tutte le scarpate erbose del rilevato della Declassata ed un valore G pari a 0,3 rappresentativo di tutte le rimanenti aree urbane;
4. **Raggio di ricerca delle sorgenti:** 1000 metri;
5. **Diffrazione:** abilitata l'opzione che tiene conto della diffrazione laterale;

6. **Calcolo di mappe isofoniche in pianta:** maglia quadrata a passo 10x10 metri con metodo di calcolo *grid noise map*;
7. **Condizioni meteo:** come definite dalle Linee guida WG – AEN versione 2.0, secondo cui le condizioni di propagazione "favorevole" al ricevitore si verificano nelle seguenti aliquote:
 - 50% del tempo, relativamente al periodo DAY;
 - 100% relativamente al periodo NIGHT.
8. **Taratura del modello:** basata sui rilievi acustici del Progetto Definitivo combinata con lo studio trasportistico ad esso pertinente (vedasi paragrafo dedicato);
9. **Flussi di traffico:** normali, scegliendo il livello di servizio congruo con lo scenario progettuale.
10. **Velocità di progetto:** per le strade preesistenti sono state considerate le velocità corrispondenti ai limiti attualmente vigenti. Relativamente alla nuova infrastruttura:
 - 70 km/h per i tratti lontani dalle rotatorie;
 - 50 km/h in corrispondenza delle rotatorie e dell'immissione alle stesse

La mappatura al continuo presenta la distribuzione dei livelli di emissione istantanea all'altezza standard di 4 metri dal piano campagna locale, con campiture a colori a passo 5 dB(A) in conformità alla UNI 9884 come riportato in Figura 8. Il contributo della riflessione di facciata è inglobato nella restituzione effettuata dal modello.

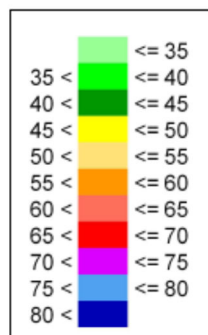


Figura 8. Scala cromatica dei livelli acustici conforme alla UNI 9884

Le stime puntuali presentate nei tabulati dei ricettori sono state effettuate su tutte le facciate degli edifici a tutti i piani ad una distanza di 1 metro; nei tabulati è indicato il relativo orientamento.

3.5.3 Stima dell'incertezza

Per una corretta interpretazione dei dati restituiti dalla simulazione acustico è necessario considerare un adeguato valore di incertezza che renda ragione della varietà di parametri da gestire in fase di realizzazione del modello. A tal riguardo lo standard UNI 11143-1: 2005 "Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità", cui si deve far riferimento, indica un valore di 3 dB come scarto massimo fra il valore stimato e quello misurato (in valore assoluto) nel caso di modelli complessi, come quello in esame. Tale valore è stato sommato ai livelli ottenuti per la valutazione di conformità ai limiti applicati, questo come indicato, per

la casistica in oggetto, dallo standard UNI/TS 11326-2: 2015 "Acustica - Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 2: Confronto con valori limite di specifica".

Nella redazione dei tabulati pertanto tutti i livelli ricavati per le sorgenti infrastrutturali sono stati incrementati del valore dell'incertezza richiesto **per ottenere la verifica con un margine di confidenza di almeno il 95%, obiettivo raggiunto sommando 3 dB(A) ai livelli calcolati dalle simulazioni** (valore previsto nel caso di modelli complessi).

3.6 Campagna di rilevamenti e validazione del modello acustico

Vista l'articolazione della rete stradale per il tratto in esame, la taratura con conseguente validazione del modello ha rappresentato una fase cruciale per l'ottenimento di risultati attendibili circa la caratterizzazione infrastrutturale dell'area. Questo in virtù del fatto che, come è logico aspettarsi, per tutte le strade prossime alla Declassata deve essere tenuto conto delle influenze reciproche, per cui la correzione da apportare ai vari rami può risultare anche superiore alla mera differenza tra livelli attesi dalla simulazione e livelli misurati.

Per prima cosa si è quindi proceduto con l'esecuzione di una campagna di rilevamenti nelle modalità descritte dal documento "Rapporto di misura rilievi acustici": in particolare sono stati utilizzati due fonometri operanti simultaneamente per la caratterizzazione delle principali infrastrutture presenti in orari compatibili con le prescrizioni di cui alla Tabella B1 dell'Appendice B del DPGR 2/R/2014, riportata nella successiva Tabella 6), in cui si forniscono precise indicazioni sulle fasce orarie in cui suddette infrastrutture esprimono il loro potenziale di impatto rappresentativo, in funzione del tipo di strada.

Tipologia strada	Giorni di misura	Orario di misura	Correzione per L_{Aeq} notturno *
Urbana o locale a basso traffico senza mezzi pesanti.	da lun. a sab.	dalle 9:00 alle 11:00	8 dB(A)
Di attraversamento o extraurbane con traffico medio con bassa percentuale di mezzi pesanti.	da lun. a sab.	dalle 10:00 alle 12:00	6 dB(A)
Extraurbane principali ad intenso traffico sia leggero che pesante, superstrade e autostrade.	da mar. a ven.	dalle 12:00 alle 15:00	5 dB(A)

Nota *: L'ultima colonna riporta il fattore correttivo per ricavare il livello sonoro notturno da quello diurno misurato.

Tabella 6 Allegato B, Tabella B1 del D.P.G.R. 2/R/2014 con indicazione degli orari necessari per garantire la rappresentatività della misura

In concomitanza con i rilevamenti strumentali sono stati acquisiti anche conteggi di traffico nelle due categorie leggero/pesante. I rilevamenti sono stati eseguiti in data martedì 11 Giugno 2019 con modalità e strumentazione conformi alle prescrizioni del D.M. del 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", nonché della normativa tecnica di riferimento. Si riportano per completezza anche i dati relativi ai certificati di taratura della strumentazione validi.

Dispositivo	Strumento 1			Strumento 2		
	Marca/	Matricola	Data certificato	Marca/	Matricola	Data certificato

	modello			modello		
FONOMETRO	Solo Blu	61267	30/07/2018	01dB DUO	12438	07/09/2017
MICROFONO	MCE212	44990	30/07/2018	GRAS 40CD	292434	07/09/2017
PREAMPLIFICATORE	PRE 21 S	14184	30/07/2018	Interno		
CALIBRATORE	CAL 21	34582888	30/07/2018	CAL 21	34582888	22/02/2018

Tabella 7. Strumentazione utilizzata

Nel citato documento "Rapporto di misura rilievi acustici" sono riportate le schede relative alle misure effettuate, con indicazione di:

- ✓ Postazione di misura, con coordinate
- ✓ inquadramento planimetrico e foto
- ✓ condizioni atmosferiche
- ✓ data/ora/durata
- ✓ livelli e principali indicatori statistici
- ✓ spettro in 1/3 ottava
- ✓ sonogramma (per l'individuazione di eventi spuri).

Nella successiva tabella sono riassunte le postazioni relative alle infrastrutture selezionate per la caratterizzazione della rete (con particolare attenzione ai ricettori sensibili)

Id postazione	Posizione e altezza	Finalità	Orario di misura
P_S0	Via del Purgatorio ramo nord, presso villaggio scolastico, bordo strada h=1,5 m	Caratterizzazione Via del Purgatorio ramo nord	09:00
P_B0	Via del Purgatorio ramo sud, presso edifici residenziali, bordo strada h=1,5 m	Caratterizzazione Via del Purgatorio ramo sud	09:00
P_S1	Via Marengo presso ricettore sensibile Scuola Paritaria, bordo strada h=1,5 m	Caratterizzazione viabilità locale Via Marengo	09:45
P_C0	Via Torquato Tasso, bordo strada h=1,5 m	Caratterizzazione viabilità locale Via Tasso	09:30
P_C1	Via Panziera presso parcheggio Estra	Caratterizzazione Via Panziera	10:00
P_D1	Via Roma ramo nord presso incrocio con Via Caserta, bordo strada h=1,5 m	Caratterizzazione Via Roma ramo nord	10:10
P_D0	Via Roma ramo sud, a nord di incrocio con Via Ariosto, bordo strada h=1,5 m	Caratterizzazione Via Roma ramo sud	10:30
P_A0	Viale da Vinci (Declassata), sul rilevato a circa 2 metri da bordo strada, h=1,5 m	Caratterizzazione Declassata	11:30
P_A1	Via dell'Autostrada, bordo strada h=1,5 m	Caratterizzazione Via dell'Autostrada	11:30

Tabella 8. Postazioni di misura di tipo SPOT per la validazione del modello

Data l'interferenza potenziale che si esercita tra l'infrastruttura oggetto di valutazione e le strade della rete locale, la sequenza di operazioni per la taratura del modello ha seguito un preciso schema. È stata in particolare adottata la procedura qui presentata:

1. Una misura a bordo strada della Declassata non è condizionata dalle infrastrutture secondarie. In virtù di questo motivo, si è per prima cosa considerato il livello ottenuto al punto P_A0 per tarare la strada in oggetto, confrontando con i dati ottenuti dal modello in funzione del conteggio di veicoli:

Id postazione	Posizione	Livello misurato [dB(A)]	Livello calcolato da modello [dB(A)]	Correzione apportata per tener conto dell'interferenza [dB(A)]
A0	Bordo strada Declassata	76,6	77,2	-0,6

2. Il livello di rumore corretto per la Declassata – viale Leonardo da Vinci è stato immediatamente utilizzato per ricavare la correzione della contigua via dell'Autostrada, per la quale era stata effettuata una misura sincronizzata alla precedente (data la vicinanza delle due postazioni l'infrastruttura principale influenza pesantemente l'esito di entrambe le misure, pertanto era fondamentale disporre di dati sincronizzati per la taratura del modello).

Id postazione	Posizione	Livello misurato [dB(A)]	Livello calcolato da modello [dB(A)]	Correzione apportata per tener conto dell'interferenza [dB(A)]
A1	Via Autostrada	69,1	69,6	-0,9

3. Successivamente si è provveduto a tarare via Roma e via Panziera, prossime alle due postazioni già validate e per questo misurate in un intervallo temporale contiguo a quello delle precedenti. Questi i risultati:

Id postazione	Posizione	Livello misurato [dB(A)]	Livello calcolato da modello [dB(A)]	Correzione apportata per tener conto dell'interferenza [dB(A)]
C1	Via Panziera	70,4	71,5	-0,7
D1	Via Roma ramo nord	69,7	69,5	-0,9
D0	Via Roma ramo sud	70,5	71,3	-0,8

4. Per completare la validazione del modello si è proceduto con la definizione delle correzioni per le strade per cui la rumorosità rilevabile non risultava condizionata in modo significativo dalla Declassata, per geometria o a causa dei livelli propri.

Id postazione	Posizione	Livello misurato [dB(A)]	Livello calcolato da modello [dB(A)]	Correzione apportata per tener
---------------	-----------	--------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

				conto dell'interferenza [dB(A)]
S0	Via Purgatorio nord	69,0	69,9	-0,9
B0	Via Purgatorio sud	70,5	71,1	-0,6
S1	Via Marengo	59,1	59,0	0,1
C0	Via Torquato Tasso	64,2	64,8	-0,7

I dati di taratura delle sorgenti infrastrutturali così validati sono stati quindi utilizzati per gli scenari di simulazione *ante* e *post operam*, adottando come dati di ingresso per i flussi di traffico quelli ricavati dallo studio trasportistico fornito dal Comune e precedentemente riportato in stralcio nella presente relazione.

3.7 Correzione dei livelli stradali per prestazioni della pavimentazione

Nella configurazione *post* solo per i tratti di nuova realizzazione o di nuova stesa di pavimentazione è stata applicata in aggiunta una correzione di -3B(A) ascrivibile all'utilizzo di strati d'usura basso emissivi (pavimentazioni eufoniche), nel caso in oggetto trattandosi di pavimentazione tipo SMA (splittmastix asphalt) a tessitura ottimizzata.

L'importanza di contenere le emissioni prodotte dal contatto tra pneumatico e pavimentazione risulta chiara osservando la Figura 9 e la successiva Figura 10, in cui si può apprezzare il peso del contributo al rumore totale apportato dalla componente di *coast-by*, in particolar modo per velocità superiori a 50 km/h.

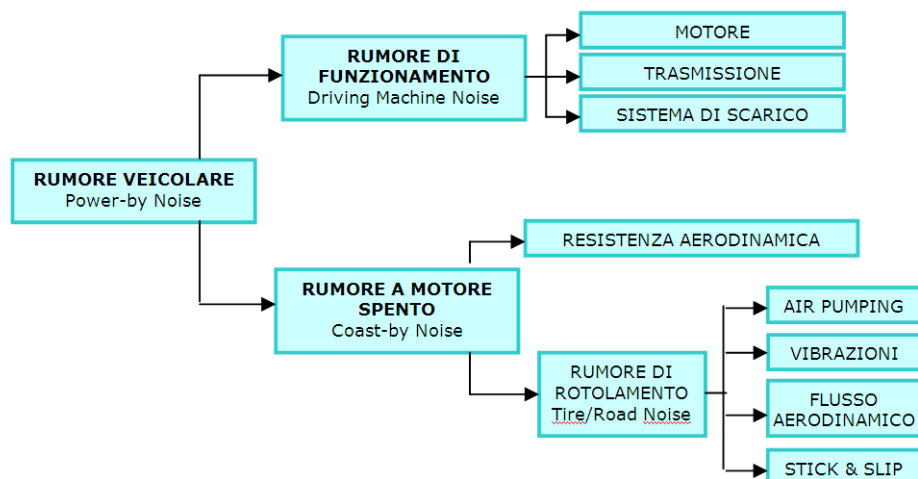


Figura 9. Classificazione delle sorgenti di rumore veicolare

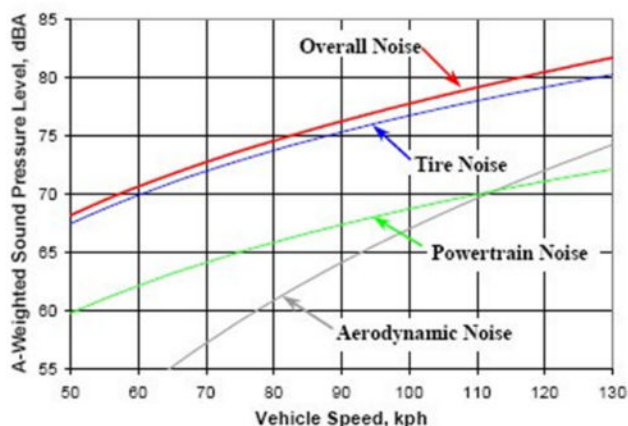


Figura 10. Contributi al rumore veicolare per $V > 50$ km/h

L'aliquota del rumore da rotolamento ascrivibile alle vibrazioni del pneumatico è, secondo alcune stime, pari al 60÷80% e si posiziona nella gamma delle basse frequenze (< 1000 Hz). Alla base di questo fenomeno vi è l'effetto della *tessitura* (vista come forzante) sulle deformazioni dello pneumatico (vedasi Figura 11 a sinistra). Inoltre tra le interazioni battistrada-manto stradale in grado di contribuire al rumore da rotolamento vi sono anche le vibrazioni indotte nei tasselli di gomma dall'impatto tra le due superfici e dal processo di *snap-out*, consistente in azioni tangenziali a seguito del distacco tra suddette superfici (Figura 11 a destra). In virtù di questi principi la riduzione del rumore da rotolamento è dovuta esclusivamente al particolare assortimento granulometrico del manto d'usura, che consente di ottenere pavimentazioni stradali con speciali caratteristiche di tessitura.

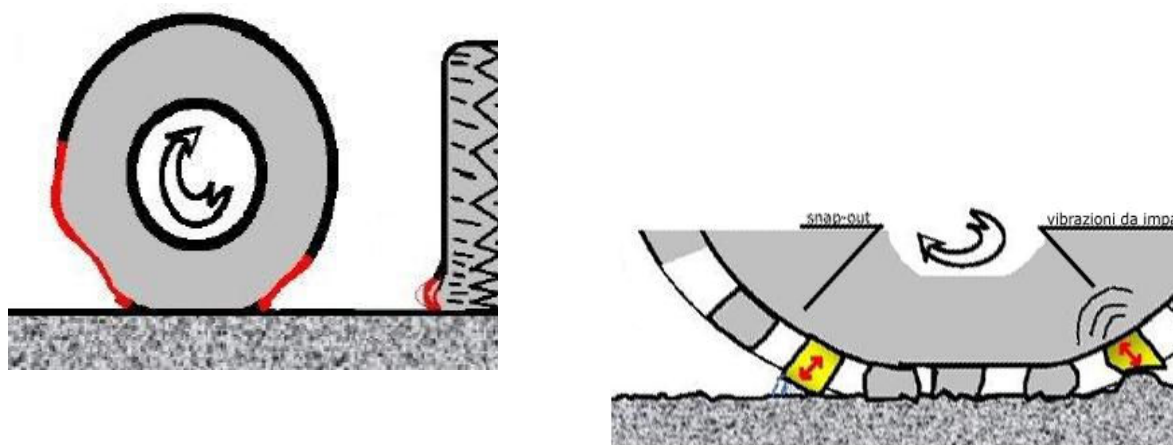


Figura 11. Vibrazioni indotte nel pneumatico (a sinistra), snap-out e rumore da impatto (a destra)

Sulla base di quanto riportato si conferma quindi che la scelta della pavimentazione eufonica permetterà una riduzione delle emissioni rumorose pari ad almeno **3 dB(A)**; tale valore è reso plausibile sulla base di test compiuti in collaborazione con l'Università e ARPAT mediante metodo Pass-By Statistico in conformità alla norma UNI EN ISO 11819-1:2004 e al Technical Report HAR11TR-020301-SP10 del Progetto Europeo Harmonoise (si vedano a

riguardo i risultati del Progetto della Regione Toscana "LEOPOLDO – Predisposizione delle Linee Guida per la progettazione ed il controllo delle pavimentazioni stradali per la viabilità ordinaria". Si precisa che la prestazione di riduzione indicata non è stata considerata come effetto di un intervento di mitigazione, ma come caratteristica progettuale del caso post operam.

Ovviamente tale tessitura garantisce tutte le prestazioni di sicurezza, compresa la rottura del velo idrico e l'aderenza in frenata conforme alle prescrizioni specifiche.

3.8 Proprietà acustiche delle barriere

In generale la progettazione degli elementi schermanti (barriere acustiche) prevede utilizzo di pannelli scelti tra due tipologie:

- di tipo **riflettente** (eventualmente anche trasparenti), senza prestazioni notevoli in termini di fonoassorbimento, funzionale al risalto degli attraversamenti di particolare pregio paesaggistico o per situazioni in cui non si intende penalizzare i ricettori della visuale prospiciente la propria pertinenza;
- di tipo **fonoassorbente**, realizzate ad esempio con pannelli metallici in lamiera di alluminio dello spessore 12/10 e materassino fonoassorbente interno in lana di roccia e testate laterali di chiusura in polipropilene, e il pannello sommitale di tipo trasparente, con carpenteria metallica con profili HE. Affinché possano essere considerate di tipo fonoassorbente sono state selezionate conformi ai requisiti di cui all'All. 2 del DM 29/11/2000, riassunte nella colonna a destra del prospetto di Tabella 9 per banda d'ottava nel range di frequenza tipico del rumore stradale.

Frequenza (Hz)	Coefficiente di assorbimento acustico α_s	
	Pannelli riflettenti (trasparenti)	Pannelli fonoassorbenti
125	0,05	0,20
250	0,10	0,50
500	0,10	0,65
1000	0,10	0,80
2000	0,10	0,75
4000	0,10	0,50

Tabella 9. Parametri di fonoassorbimento di pannelli per barriere acustiche

Il programma SoundPLAN consente di attribuire i dati di fonoassorbimento alle superfici delle barriere progettate.

Per quanto riguarda le prestazioni di fonoisolamento delle barriere previste si rimanda comunque alle indicazioni fornite nella Tabella 1 dell'Allegato 3 del DM 29/11/2000, "Caratterizzazione e indice dei costi degli interventi di bonifica acustica", riassunte nella Tabella 10.

Tipo di intervento	Campo di impiego	Efficacia (potere fonoisolante)
Barriere antirumore artificiali (metalliche, in legno, calcestruzzo, argilla espansa, trasparenti, biomuri)	Impiego tipico in presenza di ricettori di altezza media posti in prossimità dell'infrastruttura	14 dB per i ricettori posti nella zona A dell'ombra; 7 dB per i ricettori posti nella zona B dell'ombra 0 dB per i ricettori posti fuori della zona d'ombra

Tabella 10. estratto da Tabella 1, Allegato 3 del DM 29/11/2000. Caratterizzazione e indice dei costi degli interventi di bonifica acustica

Per zona d'ombra di una barriera si intende la parte di territorio schermata dalla barriera e delimitata dal piano dell'infrastruttura e dal piano passante per la mezzzeria della corsia più lontana dalla barriera e la sommità della barriera stessa. Tale zona d'ombra si divide in due parti:

- zona A o di massima protezione, compresa fra il piano in cui si trova l'infrastruttura ed il piano ed essa parallelo passante per la sommità della barriera;
- zona B, complementare alla zona A per quanto riguarda la zona d'ombra.

Le prove di certificazione del potere fonoisolante saranno fornite secondo la norma UNI EN 1793-2, ricavando l'indice del potere fonoisolante DL_R secondo le norme UNI EN 1793-2 e 3.

Si riporta di seguito la matrice delle funzionalità acustiche:

		Fonoisolamento			
		B ₀	B ₁	B ₂	B ₃
Fonoassorbimento	A ₀	Red	Red	Red	Red
	A ₁	Red	Blue	Blue	Blue
	A ₂	Red	Blue	Green	Green
	A ₃	Red	Blue	Green	Green
	A ₄	Red	Blue	Green	Green

Figura 12 Matrice delle funzionalità acustiche

I codici cromatici adottati hanno il seguente significato:

- verde:** impiego possibile/consigliato
- rosso:** impiego non consigliato
- blu:** impiego possibile, da valutarsi caso per caso

I criteri di selezione delle caratteristiche intrinseche acustiche dei prodotti devono essere comunque definiti in fase di progetto preliminare, secondo le seguenti indicazioni generali.

3.8.1 Indice di fonoisolamento DLR

Date le caratteristiche progettuali e l'isolamento richiesto, così come da pertinente valutazione di impatto acustico, si richiedono pannelli appartenenti alla classe B3 secondo la classificazione ottenuta con gli standard di prova UNI EN 1793.

Si riporta qui di seguito la tabella delle classi di fonoisolamento prevista da tale norma.

Categoria	DLR [dB]
B0	Non determinato
B1	< 15
B2	da 15 a 24
B3	> 24

Tabella 11 Valori di fonoisolamento

3.8.2 Indice di fonoassorbimento DLa

Materiali acusticamente riflettenti (polimetilmetacrilato, vetro, policarbonato, calcestruzzo non poroso, legno e metallo senza materiali fonoassorbenti, ecc.) non devono in genere essere usati quando:

- i ricettori sono disposti su entrambi i lati dell'infrastruttura;
- sono previste barriere antirumore o superfici riflettenti l'una di fronte all'altra;
- i ricettori sono molto vicini alla barriera (ad esempio a meno di 20 m);
- le protezioni antirumore hanno altezza superiore a 4 metri.

L'indice di fonoassorbimento per categoria di barriera (riferite non ai singoli materiali, ma alla barriera nell'insieme) è riportato nella seguente tabella:

Categoria	DLa [dB]
A0	Non determinato
A1	< 4
A2	da 4 a 7
A3	da 8 a 11
A4	> 11

Tabella 12 Indice di valutazione dell'assorbimento acustico in funzione della categoria di barriera.

4 CAMPAGNA CENSIMENTO RICETTORI E PROCEDURA DI ATTRIBUZIONE DEI LIMITI DI ZONA

La caratterizzazione del sito è stata perfezionata attraverso una campagna di censimento ricettori, atta ad individuare l'edificio in essere in relazione alla tipologia di ricettore (residenziale, produttivo, sensibile, manufatto tecnico/baracca) e al numero di piani. L'indagine è stata svolta combinando sopralluoghi fisici con quelli virtuali, questi ultimi mediante l'opzione Google Street View®.

Per gli edifici principalmente esposti i risultati del censimento sono presentati nell'elaborato denominato "Schede censimento ricettori acustici" contenente le seguenti informazioni:

- ✓ Foto del ricettore;
- ✓ Individuazione su stralcio planimetrico (completo di PCCA);
- ✓ Numero identificativo del ricettore;
- ✓ Progressiva relativamente all'intervento;
- ✓ Indirizzo e toponimo del luogo di ubicazione;
- ✓ Numero di piani;
- ✓ Distanza dal tracciato stradale in progetto ed orientamento rispetto allo stesso;
- ✓ Destinazione d'uso;
- ✓ Descrizione qualitativa stato di conservazione e isolamento di facciata.

In particolare entro la fascia riservata all'indagine dei ricettori sensibili (di larghezza pari al doppio della fascia per i ricettori ordinari) sono stati individuati i seguenti:

- Asilo nido comunale "Arcobaleno", via Arcobaleno, 2 (edificio n. 124)
- Istituto Comprensivo "C. Collodi", via del Purgatorio 24-26 (edifici n. 540, 541)
- Scuola Materna paritaria "Santa Caterina dei Ricci", via Marengo (edifici n. 890, 891)

Non sono state rilevate strutture sanitarie assimilabili a ricettori sensibili entro le medesime fasce di indagine. Al fine di disporre di un quadro conoscitivo esaustivo a prescindere dalla natura di ogni singolo manufatto sono stati inclusi nel presente studio acustico anche i ricettori di tipo produttivo.

Ad ogni edificio è stato assegnato un numero identificativo, ben visibile nell'elaborato "Planimetria dei ricettori e siti di indagine fonometrica"; successivamente, una volta definiti contorni, altezze e identificativi degli edifici il software SoundPLAN permette di denominare ogni singola porzione di facciata esposta per ogni piano, distinguendo per orientazione e associando un ricettore a distanza di un metro dalla facciata stessa. Esportando le posizioni esatte di tutti i ricettori in ambiente GIS è stato quindi possibile per ogni porzione di facciata attribuire la corretta classe acustica, nonché valutare l'appartenenza o meno alle varie fasce di pertinenza delle varie infrastrutture stradali censite. In tal modo è stato possibile conteggiare il numero di potenziali concorsualità significative e, sulla base dei risultati numerici ottenuti per i differenti scenari acustici, valutare le eventuali correzioni per i limiti di soglia da attribuire

all'infrastruttura oggetto di valutazione.

Al fine di completare la valutazione sono stati infine considerati tre punti ritenuti rappresentativi dell'area di nuova edificabilità prevista nella porzione di territorio a nord-ovest dell'intersezione tra la Declassata e viale Nenni, posti ad un'altezza di 4 metri in campo libero ed individuabili nell'elaborato "Planimetria dei ricettori e siti di indagine fonometrica" con le denominazioni RCL (Ricettori in Campo Libero) con un numero progressivo.

5 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI

5.1 Criteri generali

Dato l'inserimento della Declassata entro la complessa rete stradale preesistente è stato necessario definire i criteri da adottare per individuare la pertinenza di eventuali risanamenti a fronte di possibili superamenti sulla rete, già presenti in fase ante operam.

Dal momento che, in virtù della previsione di parziale interramento, il nuovo assetto viario proposto si configura come di contenimento acustico nel suo complesso rispetto all'attuale scenario impattivo, esula dal presente studio acustico estendere la valutazione di possibili risanamenti al di là dei punti di ricucitura con la preesistente infrastruttura stradale. Tali punti estremali sono stati identificati nelle due rotatorie rispettivamente di via Marx e via Nenni.

La valutazione numerica dei livelli acustici è stata effettuata per tutti gli edificati, a prescindere dalla specifica destinazione d'uso. Sono stati poi esclusi dalla necessità di intervento tutti i manufatti ad uso di baracche, rimessaggi, locali tecnici non a permanenza prolungata; per contro, molta attenzione è stata posta per garantire la tutela degli edifici sensibili (scuole). A tale proposito è stata predisposta sulla corsia Ovest una barriera in uscita dal tunnel (direzione Pistoia), tale da poter contenere l'immissione acustica del tratto oggetto di rifacimento potenzialmente impattante sul polo scolastico; non potendo replicare l'intervento di barriera in corrispondenza dell'uscita tunnel lato Firenze, per la difficoltà di ricucire con la viabilità preesistente (innesto da via dell'Autostrada e gestione degli spartitraffico su rotonda via Marx), l'intervento tecnicamente realizzabile proposto in senso mitigativo consiste nel rivestire le spalle murarie in uscita dai lati del tunnel con idoneo placcaggio fonoassorbente sia ad Est che ad Ovest, in modo da limitare le riflessioni multiple.

Avendo stabilito che i manufatti ad uso baracca/rimessaggio saranno esclusi da ulteriori approfondimenti oltre ai valori desumibili dai tabulati, il primo passo della verifica per la definizione degli interventi di mitigazione è consistito in un primo conteggio degli edifici per i quali sussistono entrambe le condizioni:

1. Rispetto dei limiti per la rete stradale nel suo complesso (limiti di immissione assoluta)
2. Rispetto dei limiti riservati all'infrastruttura (soglie di immissione della Declassata).

Ai ricettori per i quali dalle simulazioni numeriche con incertezza risulteranno rispettate contemporaneamente tali condizioni è stata assegnata l'indicazione "OK" nella colonna dedicata all'esito finale della verifica acustica.

Successivamente si è provveduto ad analizzare i ricettori per cui è previsto almeno un superamento, o di immissione totale o relativo alla Declassata o entrambi. Tra questi si distinguono:

- ✓ I ricettori per cui la Declassata risulta una sorgente secondaria non concorsuale: in tal caso il superamento è ascrivibile alla sola viabilità locale, e non richiede alcun intervento mitigativo. Per tali ricettori saranno applicati infatti i disposti di cui all'All. 4 del DM ambiente 29 novembre 2000 per determinare l'esclusione di una sorgente dall'obbligo di risanamento:

"Se il livello equivalente di rumore immesso da una sorgente è inferiore di 10 dB(A) rispetto al livello della sorgente avente massima immissione ed inferiore al livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1, il contributo della sorgente può essere trascurato"

Sulla base di quanto esposto per tali ricettori sarà riportata nell'esito della verifica la dicitura "**Declassata non influente al superamento**".

- ✓ Tutti gli altri ricettori per i quali, pur con le strategie di mitigazione messe in opera (barriera lato Ovest e controplaccaggio fonoassorbente agli imbocchi del tunnel) si prevede persistenza dei superamenti in facciata: per questi ricettori si è provveduto ad una verifica indoor secondo quanto previsto dall'Art. 6 commi 2 e 3 del DPR 142/04:

"2. Qualora i valori limite per le infrastrutture di cui al comma 1, ed i valori limite al di fuori della fascia di pertinenza, stabiliti nella tabella C del citato decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 14 novembre 1997, 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:

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

3. I valori di cui al comma 2 sono valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri."

Come è evidente tali commi non fanno menzione a limiti dedicati a categorie di ricettori di tipo produttivo o commerciale; per questi si presuppone che il livello interno sia infatti condizionato fortemente dalle proprie attività e sorgenti. Per tali ricettori si è quindi scelto un opportuno compromesso, verificando che il contributo alla rumorosità interna da parte della rete infrastrutturale sia inferiore al livello di 55 dB(A) diurno. Tale valore è stato definito sulla base dell'esperienza e della sensibilità del progettista, in quanto il livello indicato garantisce un rilevante mascheramento della sorgente nell'ipotesi di presenza antropica in contesto lavorativo per tutti i casi di tipo produttivo, commerciale o per uffici, per i quali si stima una rumorosità interna di almeno 60 dB(A) in presenza di attività.

In caso di verifica indoor positiva a questa tipologia di ricettori verrà assegnata la dicitura "**Positiva ai limiti indoor Art. 6 comma 2**" per quanto riguarda l'esito finale della verifica.

- ✓ I ricettori per cui nessuna delle condizioni precedenti risulta verificata. La dicitura utilizzata in questo caso per l'esito finale della verifica è "**Superamento non mitigabile**".

5.2 Presentazione dei risultati

Come di consueto i risultati delle simulazioni acustiche sono stati riportati in forma tabulare nell'elaborato "Tabulati livelli acustici". La struttura della tabulazione è tale da restituire il maggior numero possibile di informazioni, quali:

- ✓ N. edificio
- ✓ Utilizzo (baracche/tecnici/residenziale/scuola/produttivo/commerciale)
- ✓ Identificativo di facciata/piano/orientazione
- ✓ Classificazione acustica della singola facciata
- ✓ Limiti propri di zonizzazione
- ✓ Verifiche di appartenenza del ricettore alle fasce "A" o "B" della Declassata e/o ad altre fasce (Via Nenni, Via del Purgatorio, Via Roma, Via Marx): per ogni fascia 1= Sì, 0=No
- ✓ Conteggio delle fasce sovrapposte alla fascia Declassata
- ✓ Controllo della significatività della concorsualità nei due casi separati di periodo diurno e notturno (per l'eventuale riassegnazione dei livelli di soglia)
- ✓ Livelli ANTE OPERAM Day/Night
- ✓ Livelli POST OPERAM Day/Night in tre casistiche di analisi:
 - Solo contributo delle altre strade ("Livelli POST OPERAM altre strade")
 - Solo contributo della Declassata ("Livelli POST OPERAM solo Declassata")
 - Completo di tutti i contributi ("Livelli POST OPERAM COMPLETO")
- ✓ I limiti di IMMISSIONE Day/Night delle infrastrutture nel loro complesso
- ✓ I livelli POST MITIGAZIONI Day/Night dello scenario COMPLETO (ossia considerando tutte le infrastrutture)
- ✓ I livelli POST MITIGAZIONE Day/Night della sola Declassata
- ✓ I limiti indoor ex Art. 6 comma 2
- ✓ I livelli indoor calcolati stimando cautelativamente per tutti i ricettori una perdita di trasmissione tra esterno ed interno di 25 dB(A)
- ✓ L'esito finale della verifica nelle diciture già descritte.

Ai livelli ricavati dal modello è stato aggiunto il contributo dell'incertezza, pari a 3 dB(A) come descritto nel paragrafo dedicato.

Oltre ai tabulati dei ricettori in corrispondenza degli edifici vengono di seguito riportati in forma tabellare i risultati relativi ai tre ricettori in campo libero precedentemente introdotti e inseriti nel modello al fine di verificare le condizioni attuali dell'area di futura edificabilità.

Id.	Classe PCCA	Fascia Declassata	Fasce oltre Declass.	POST solo altre [dB(A)]		POST solo Declass. [dB(A)]		POST COMPLETO [dB(A)]		Limiti tutte [dB(A)]		POST mitig COMPLETO [dB(A)]		Limiti Declass. [dB(A)]		POST mitig Declas [dB(A)]	
				Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night
RCL_01	4	A	0	60.5	54.5	57.6	50.1	62.4	55.9	70	60	60.5	54.5	70	60	56.1	48.4

Lato sbocco tunnel	Profilo asse	Lunghezza	Altezza	Superficie complessiva	Rivestimento	Tipo	Classe fonoassorbenza
Pistoia	Sinistro	127 m	Variabile (0.50 m – 6.1 m)	480 mq	Legno cemento	FONOASS.	A3
	Destro	121 m	Variabile (0.50 m – 6.4 m)	445 mq	Legno cemento	FONOASS.	A3
Firenze	Sinistro	181 m	Variabile (0.44 m – 6.3 m)	605 mq	Legno cemento	FONOASS.	A3
	Destro	179 m	Variabile (0.52 m-6.9 m)	630 mq	Legno cemento	FONOASS.	A3

Tabella 15 Specifiche geometrico prestazionali per i pannelli fonoassorbenti sui fianchi in uscita dal tunnel

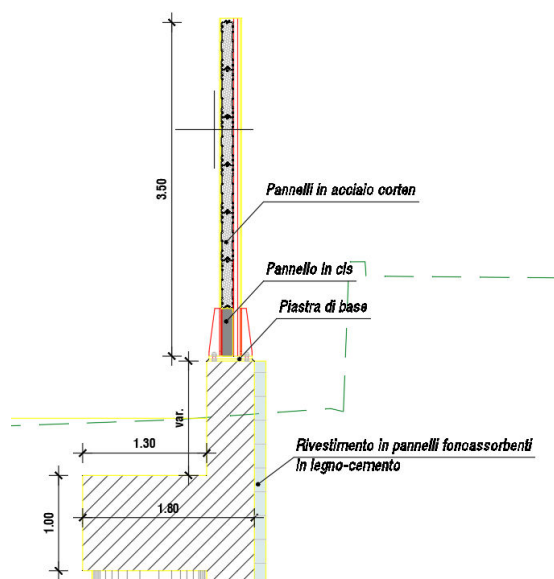
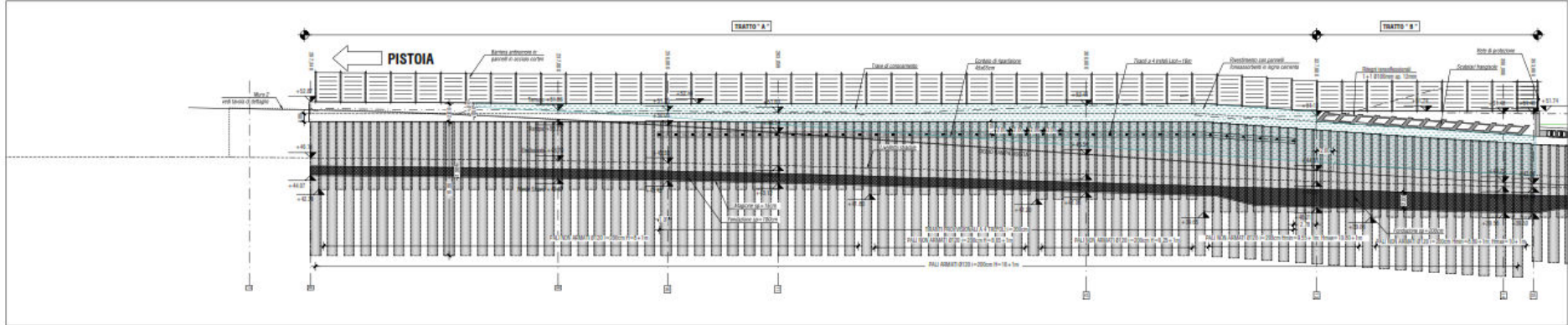


Figura 13. Sezione tipo della barriera (in corrispondenza della rampa di risalita verso via Nenni nord)

Si precisa che alla definizione attuale degli interventi si è giunti dopo una lunga disamina delle possibilità di dimensionamento di elementi mitigativi con relativa simulazione numerica circa l'efficacia degli stessi, dimostrando l'eccessivo rapporto difficoltà tecniche/benefici per soluzioni più invasive di quelle proposte (ad esempio lunghezze e/o altezze di barriera maggiori); in particolare sul fronte Est sono state studiate configurazioni anche con barriere in aggetto, realizzando l'impossibilità tecnica di rimuovere i superamenti agli edifici immediatamente prospicienti il tratto di avvicinamento al tunnel, che peraltro sono caratterizzati da un alto numero di piani.

PROFILO SINISTRO ASSE PALO scala 1:200



PROFILO DESTRO ASSE PALO scala 1:200

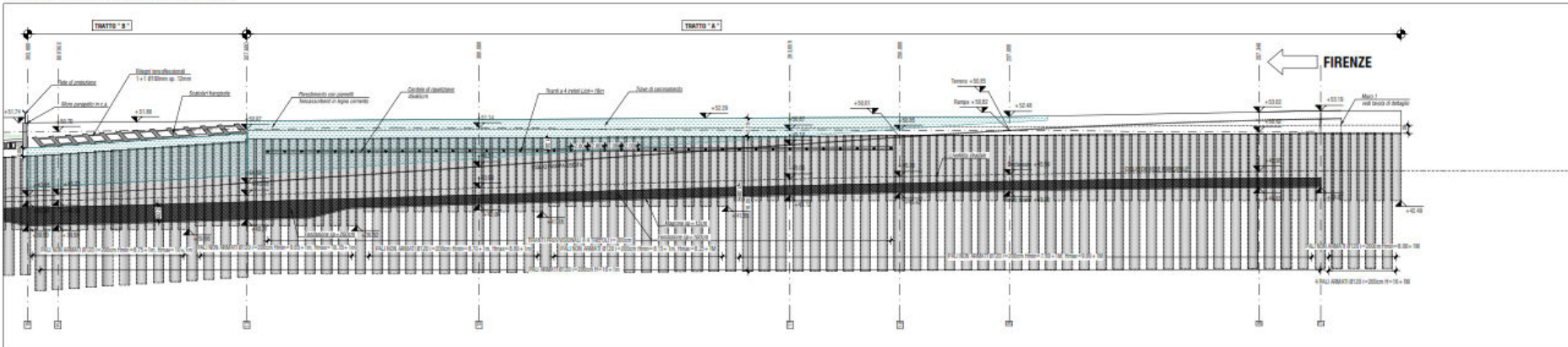


Figura 14. Stralcio della tavola dedicata alla galleria artificiale con indicazione dei pannelli fonoassorbenti (in blu)

5.4 Ricettori con superamenti

Viene di seguito riportato l'elenco di ricettori per i quali è stato attestato un superamento dei limiti non mitigabile nonostante le procedure di contenimento adottate. Lo stralcio di tabulato fornito contiene le informazioni necessarie per la valutazione:

- ✓ L'identificativo dell'edificio, della specifica facciata e del piano
- ✓ Il tipo di utilizzo, che condiziona tra l'altro anche i limiti indoor
- ✓ I limiti e i livelli relativi agli scenari ANTE, POST (solo altre strade, solo Declassata e completo) POST MITIGAZIONI (completo e solo Declassata)
- ✓ I limiti e i relativi livelli indoor

Quanto si osserva, individuando i ricettori nell'elaborato planimetrico "Planimetria con individuazione interventi di mitigazione" è l'inevitabile superamento per ricettori la cui esposizione di fatto risulterà sostanzialmente invariata rispetto alla situazione ante operam, ossia quelli appartenenti ad edifici in affaccio sulla porzione di strada che rimarrà non interrata in quanto oltre le pertinenze del tunnel. Deve essere inoltre osservato che per tutti i ricettori in oggetto, non potendo inserire una barriera geometricamente idonea a garantire la schermatura necessaria a causa delle notevoli altezze in gioco, l'utilizzo combinato della nuova geometria stradale (abbassamento di quota in sostituzione all'originale rilevato), del manto di usura a prestazioni eufoniche ottimizzate e dei rivestimenti fonoassorbenti in uscita dal tunnel garantisce comunque un abbattimento rispetto al caso ante operam che può superare anche 7 dB(A) come risulta dalla consultazione del tabulato successivo.

Id.	Utilizzo	ID facciata	Piano	Orient.	Classe PCCA	Fasce oltre Declass.	ANTE dB(A)		POST solo altre [dB(A)]		POST solo Declass. [dB(A)]		POST COMPLETO [dB(A)]		Limiti tutte [dB(A)]		POST mitig COMPLETO [dB(A)]		Limiti Declass. [dB(A)]		POST mitig Declas [dB(A)]		Limiti indoor [dB(A)]		Indoor [dB(A)]	
							Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night
54	Residenziale	54;I	2	SW	4	1	73,6	67,3	66,6	60,6	69,8	62,7	71,8	65,1	70	60	71,7	65,0	67,0	57,0	69,6	62,5	---	40	46,7	40,0
54	Residenziale	54;I	3	SW	4	1	74,2	67,8	66,8	60,9	71,1	64,1	72,7	66,0	70	60	72,6	65,9	67,0	57,0	71,0	63,9	---	40	47,6	40,9
54	Residenziale	54;I	4	SW	4	1	74,3	68,0	66,8	60,9	71,9	64,8	73,2	66,5	70	60	73,1	66,4	67,0	57,0	71,8	64,7	---	40	48,1	41,4
54	Residenziale	54;I	5	SW	4	1	74,4	68,1	66,7	60,9	72,3	65,2	73,5	66,7	70	60	73,4	66,6	67,0	57,0	72,2	65,1	---	40	48,4	41,6
54	Residenziale	54;I	6	SW	4	1	74,3	68,0	66,6	60,8	72,5	65,5	73,6	66,8	70	60	73,5	66,7	67,0	57,0	72,4	65,3	---	40	48,5	41,7
75	Residenziale	75;B	3	SW	4	1	74,9	68,3	66,7	60,7	71,0	63,8	72,5	65,7	70	60	72,3	65,5	67,0	57,0	70,7	63,5	---	40	47,3	40,5
75	Residenziale	75;B	4	SW	4	1	75,1	68,6	66,7	60,7	72,0	64,8	73,2	66,4	70	60	72,9	66,1	67,0	57,0	71,7	64,5	---	40	47,9	41,1
75	Residenziale	75;B	5	SW	4	1	75,2	68,7	66,6	60,6	72,6	65,4	73,6	66,7	70	60	73,4	66,5	67,0	57,0	72,3	65,1	---	40	48,4	41,5
75	Residenziale	75;B	6	SW	4	1	75,1	68,6	66,4	60,5	72,9	65,7	73,9	66,9	70	60	73,6	66,7	67,0	57,0	72,7	65,5	---	40	48,6	41,7
240	Residenziale	240;A	1	NW	4	1	76,6	70,3	76,1	69,4	65,5	58,3	76,6	69,9	70	60	76,6	69,9	67,0	57,0	65,4	58,2	---	40	51,6	44,9
240	Residenziale	240;A	2	NW	4	1	76,3	70,0	75,4	68,8	67,8	60,6	76,2	69,5	70	60	76,2	69,5	67,0	57,0	67,8	60,5	---	40	51,2	44,5
240	Residenziale	240;A	3	NW	4	1	75,8	69,5	74,6	68,0	68,7	61,5	75,7	69,0	70	60	75,7	69,0	67,0	57,0	68,6	61,4	---	40	50,7	44,0
240	Residenziale	240;A	4	NW	4	1	75,3	69,1	73,8	67,3	69,2	61,9	75,2	68,5	70	60	75,2	68,5	67,0	57,0	69,1	61,8	---	40	50,2	43,5
240	Residenziale	240;A	5	NW	4	1	74,9	68,6	73,1	66,6	69,5	62,2	74,7	68,0	70	60	74,7	68,0	67,0	57,0	69,4	62,1	---	40	49,7	43,0
240	Residenziale	240;B	1	SW	4	1	73,5	67,4	69,1	62,9	71,6	65,2	73,7	67,4	70	60	73,7	67,4	67,0	57,0	71,6	65,1	---	40	48,7	42,4
240	Residenziale	240;B	2	SW	4	1	74,7	68,6	69,5	63,4	73,2	66,7	74,8	68,5	70	60	74,8	68,5	67,0	57,0	73,1	66,7	---	40	49,8	43,5
240	Residenziale	240;B	3	SW	4	1	75,0	68,9	69,5	63,5	73,7	67,3	75,2	68,9	70	60	75,2	68,8	67,0	57,0	73,7	67,2	---	40	50,2	43,8
240	Residenziale	240;B	4	SW	4	1	75,0	68,9	69,3	63,3	73,9	67,5	75,3	68,9	70	60	75,2	68,9	67,0	57,0	73,9	67,4	---	40	50,2	43,9
240	Residenziale	240;B	5	SW	4	1	75,0	68,9	69,1	63,1	74,0	67,5	75,3	68,9	70	60	75,2	68,9	67,0	57,0	73,9	67,5	---	40	50,2	43,9
240	Residenziale	240;I	4	NW	4	1	73,7	67,4	73,3	66,5	63,3	56,4	73,7	67,0	70	60	73,7	67,0	67,0	57,0	63,2	56,3	---	40	48,7	42,0
240	Residenziale	240;I	5	NW	4	1	73,1	66,8	72,5	65,8	63,9	56,9	73,1	66,4	70	60	73,1	66,3	67,0	57,0	63,8	56,8	---	40	48,1	41,3
240	Residenziale	240;J	3	SW	4	1	73,7	67,4	72,6	66,0	65,1	58,2	73,5	66,8	70	60	73,5	66,8	67,0	57,0	65,0	58,1	---	40	48,5	41,8
240	Residenziale	240;J	4	SW	4	1	73,4	67,1	72,3	65,6	66,0	59,0	73,3	66,5	70	60	73,2	66,5	67,0	57,0	65,8	58,9	---	40	48,2	41,5
240	Residenziale	240;J	5	SW	4	1	73,2	66,9	71,8	65,2	66,4	59,3	73,0	66,3	70	60	73,0	66,2	67,0	57,0	66,3	59,2	---	40	48,0	41,2

Id.	Utilizzo	ID facciata	Piano	Orient.	Classe PCCA	Fasce oltre Declass.	ANTE dB(A)		POST solo altre [dB(A)]		POST solo Declass. [dB(A)]		POST COMPLETO [dB(A)]		Limiti tutte [dB(A)]		POST mitig COMPLETO [dB(A)]		Limiti Declass. [dB(A)]		POST mitig Declass [dB(A)]		Limiti indoor [dB(A)]		Indoor [dB(A)]	
							Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night
240	Residenziale	240;K	3	NW	4	1	73,6	67,3	72,7	66,0	63,9	56,7	73,3	66,6	70	60	73,3	66,5	67,0	57,0	63,8	56,6	---	40	48,3	41,5
240	Residenziale	240;K	4	NW	4	1	73,3	67,1	72,3	65,6	64,9	57,7	73,1	66,3	70	60	73,1	66,3	67,0	57,0	64,8	57,5	---	40	48,1	41,3
240	Residenziale	240;K	5	NW	4	1	73,2	66,9	71,9	65,2	65,8	58,6	72,9	66,1	70	60	72,9	66,1	67,0	57,0	65,7	58,4	---	40	47,9	41,1
267	Residenziale	267;A	4	SE	4	1	73,1	67,0	67,9	61,9	71,3	64,6	73,1	66,6	70	60	73,0	66,6	67,0	57,0	71,2	64,6	---	40	48,0	41,6
267	Residenziale	267;A	5	SE	4	1	73,8	67,7	70,0	63,8	71,5	64,8	73,9	67,4	70	60	73,9	67,4	67,0	57,0	71,5	64,8	---	40	48,9	42,4
267	Residenziale	267;A	6	SE	4	1	73,9	67,8	70,3	64,1	71,6	64,9	74,1	67,6	70	60	74,1	67,6	67,0	57,0	71,5	64,9	---	40	49,1	42,6
267	Residenziale	267;B	4	SW	4	1	73,3	67,1	67,7	61,6	71,4	64,6	73,1	66,5	70	60	73,0	66,5	67,0	57,0	71,3	64,6	---	40	48,0	41,5
267	Residenziale	267;B	5	SW	4	1	73,9	67,8	69,7	63,5	71,6	64,9	73,9	67,3	70	60	73,8	67,3	67,0	57,0	71,6	64,8	---	40	48,8	42,3
267	Residenziale	267;B	6	SW	4	1	74,2	68,0	70,4	64,2	71,8	65,0	74,2	67,7	70	60	74,2	67,6	67,0	57,0	71,7	65,0	---	40	49,2	42,6
267	Residenziale	267;C	4	SE	4	1	72,7	66,5	71,0	64,4	67,7	60,9	72,7	66,1	70	60	72,7	66,1	67,0	57,0	67,6	60,9	---	40	47,7	41,1
267	Residenziale	267;C	5	SE	4	1	73,2	67,0	71,7	65,1	68,1	61,3	73,3	66,6	70	60	73,3	66,6	67,0	57,0	68,0	61,2	---	40	48,3	41,6
267	Residenziale	267;C	6	SE	4	1	73,2	67,0	71,6	65,0	68,2	61,4	73,3	66,6	70	60	73,2	66,6	67,0	57,0	68,2	61,4	---	40	48,2	41,6
267	Residenziale	267;J	4	SW	4	1	73,7	67,6	68,6	62,5	71,4	64,5	73,3	66,7	70	60	73,3	66,7	67,0	57,0	71,3	64,4	---	40	48,3	41,7
267	Residenziale	267;J	5	SW	4	1	73,9	67,7	69,0	62,9	71,6	64,8	73,6	67,0	70	60	73,6	67,0	67,0	57,0	71,6	64,7	---	40	48,6	42,0
267	Residenziale	267;J	6	SW	4	1	73,9	67,7	69,0	62,8	71,8	64,9	73,7	67,1	70	60	73,6	67,0	67,0	57,0	71,7	64,9	---	40	48,6	42,0
913	Residenziale	913;A	1	NE	4	1	74,7	69,7	71,8	66,8	62,9	55,5	72,3	67,1	70	60	72,2	67,1	67,0	57,0	61,9	54,5	---	40	47,2	42,1
913	Residenziale	913;A	2	NE	4	1	76,8	71,2	71,3	66,2	66,8	59,3	72,7	67,1	70	60	72,4	66,9	67,0	57,0	65,5	58,1	---	40	47,4	41,9
913	Residenziale	913;A	3	NE	4	1	77,3	71,5	70,6	65,5	68,4	61,0	72,7	66,9	70	60	72,3	66,6	67,0	57,0	67,2	59,7	---	40	47,3	41,6
913	Residenziale	913;A	4	NE	4	1	77,4	71,5	70,0	64,8	69,2	61,9	72,7	66,7	70	60	72,2	66,2	67,0	57,0	68,0	60,6	---	40	47,2	41,2
913	Residenziale	913;A	5	NE	4	1	77,2	71,2	69,5	64,2	69,8	62,6	72,7	66,5	70	60	72,2	66,1	67,0	57,0	68,8	61,5	---	40	47,2	41,1

Tabella 16. Elenco ricettori con superamenti non mitigabili

6 VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEI CANTIERI

6.1 PREMESSA

Nella redazione della valutazione relativa alle emissioni acustiche dei cantieri sono stati seguiti i più recenti disposti normativi espressi dalle "Linee Guida per la gestione dei cantieri ai fini della protezione ambientale", redatte da ARPAT (gennaio 2018).

Nel presente documento sono presentati i risultati della modellazione acustica basata sul progetto definitivo di cantierizzazione; la simulazione è sempre basata su assunzioni cautelative per i ricettori esposti.

Sono inoltre fornite indicazioni specifiche relativamente alla messa in opera di interventi di mitigazione che saranno realizzati al fine di minimizzare il disturbo ai ricettori esposti.

6.2 UBICAZIONE ED INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA

Lo sviluppo dell'infrastruttura stradale oggetto di intervento nell'ambito territoriale di pertinenza è mostrato nella rappresentazione planimetrica di Figura 1.

6.2.1 Cantiere fisso

Date le caratteristiche del territorio e l'estensione relativamente limitata del tracciato stradale sarà realizzato un unico insediamento operativo stabile per la cantierizzazione ("campo base"), che sarà ubicato all'incrocio fra via Pietro Nenni e la rampa di collegamento alla "Declassata" dalla corsia direzione Pistoia; la posizione è mostrata in Figura 1 e nell'inquadratura aerofotografica di Figura 16.

Tale collocazione consentirà un facile collegamento alla viabilità principale costituita da Viale Leonardo Da Vinci, tramite via Pietro Nenni e le rotatorie poste subito a nord ed a sud dell'accesso all'area principale di cantiere. Per migliorare la gestione dell'area del cantiere base, questa verrà "suddivisa" in due porzioni, visibili nel layout di maggior dettaglio di Figura 17.

- il **campo base** con funzione logistica;
- il **cantiere operativo** dedicato essenzialmente allo stoccaggio del materiale di risulta.

L'area del campo base coprirà una superficie di circa 2.300 mq e sarà destinata agli uffici dell'impresa e della Direzione Lavori, al refettorio ed ai servizi, oltre ad ospitare un parcheggio per autoveicoli ed automezzi leggeri.

L'area del campo operativo coprirà invece una superficie più estesa, pari a circa 9.400 mq, dove sarà prevista una zona per lo stoccaggio delle terre e piazzole di deposito e stoccaggio di materiali vari, come le gabbie di armatura dei pali, i casseri e la carpenteria metallica.

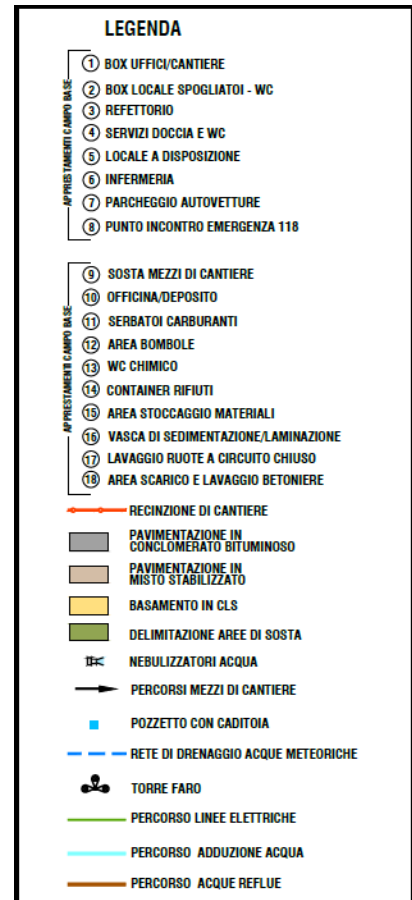


Figura 17. Layout del cantiere base (in alto) e del cantiere operativo (in basso). Spessorata in rosso l'indicazione delle barriere, poste sulla duna realizzata con materiale di riporto

I principali percorsi carrabili interni all'area del cantiere saranno asfaltati, ma sarà in ogni caso previsto un impianto di lavaggio ruote in prossimità dell'accesso/uscita del cantiere operativo, in modo tale da contenere la dispersione di particolato.

Il cantiere operativo sarà collegato direttamente alle aree di scavo e realizzazione della nuova galleria artificiale, limitando i transiti dei mezzi di cantiere sulla viabilità pubblica e velocizzando gli spostamenti e le lavorazioni.

Come visibile dal layout di Figura 17 nel cantiere operativo non sono previste lavorazioni critiche dal punto di vista delle emissioni acustiche, quali frantumazioni e betonaggio; le attività rumorose potenzialmente impattive ivi condotte comprenderanno esclusivamente movimentazioni di mezzi pesanti e rimozione di materiale di scavo stoccato. Al fine di limitare le emissioni rumorose, con particolare riguardo ai ricettori sensibili (edifici scolastici) distanti alcune decine di metri dalle aree del cantiere operativo, si prevede in ogni caso la delimitazione del lato est del cantiere tramite realizzazione di una duna artificiale in materiale di scotico derivante dalla realizzazione del tunnel; su tale duna saranno inserite barriere fonoassorbenti mobili, come meglio precisato nel paragrafo dedicato agli elementi mitigativi.

6.2.2 Cantieri mobili

Per la realizzazione dei pali di grande diametro D1200 saranno impiegati mezzi operativi di dimensione cospicue; per l'esecuzione di queste lavorazioni sono state pertanto previste aree di cantiere di dimensioni adeguate (minimo 10.0 m) il cui ingombro sarà limitato alle zone effettivamente oggetto di lavorazioni. Nella realizzazione dei pali si procederà per fronti di lavoro di lunghezza limitata in modo tale da garantire la percorrenza della viabilità pubblica, soprattutto per quanto riguarda l'accesso alle aree private. Tale approccio è stato seguito per la definizione delle simulazioni modellistiche, come mostrato nel paragrafo dedicato.

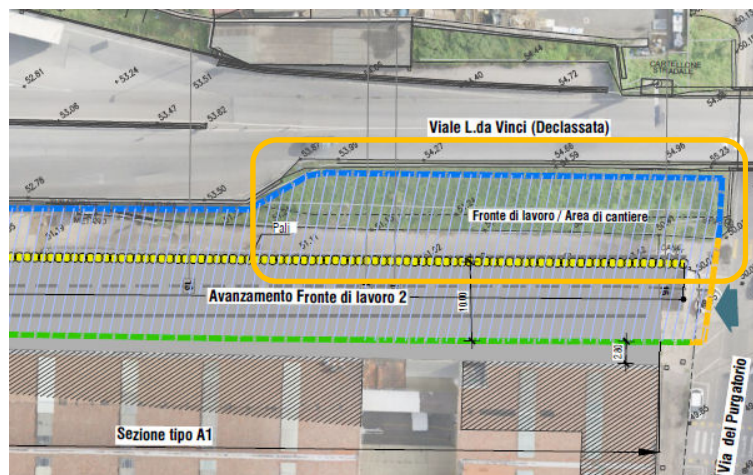


Figura 18. Planimetria cantiere palificata

Come visibile in Figura 18, riportante un esempio di cantiere operativo per la realizzazione di pali, l'ampiezza dell'area di cantiere è sufficiente a consentire la movimentazione dei mezzi pesanti e della macchina per realizzare i pali ma la sua estensione è limitata alle sole aree oggetto di intervento, permettendo quindi il transito della popolazione esposta per l'accesso alle proprietà.

6.3 INDIVIDUAZIONE RICETTORI E LIMITI PREVISTI DAL PCCA

Il Comune di Prato risulta munito di Piano Comunale di Classificazione Acustica ai sensi dell'Art. 6 comma 1 lettera a della L. 447/95; uno stralcio di PCCA per l'area in esame con indicazione del tracciato stradale è riportato nella

successiva Figura 19. Come è possibile evincere, il cantiere operativo ricade quasi interamente in una fascia di Classe IV in aderenza alle principali infrastrutture viarie (Via Nenni, la stessa Declassata). Tale posizionamento, oltre a favorire le attività logistiche di movimentazione, è tale da garantire un opportuno mascheramento della rumorosità del cantiere nel clima acustico locale, in cui si segnalano il contributo di Via Nenni e del comparto produttivo ubicato in direzione sud. Si segnala in ogni caso la presenza di ricettori sensibili (edifici scolastici) inseriti in una opportuna fascia di Classe III (Aree di tipo misto), ubicati ad una distanza di diverse decine di metri dal cantiere, oltre un appezzamento di terreno vegetato. Al fine di limitare la propagazione di emissioni sonore dal cantiere operativo si ricorda la predisposizione di un elemento contenitivo composto da una duna in materiale di riporto con apposizione di barriera fonoassorbente impiantata sulla sommità, come meglio precisato nel paragrafo dedicato. Relativamente alle infrastrutture presenti si segnalano:

- La Declassata Viale L. Da Vinci, attualmente assimilabile alla categoria Ca – strade extraurbane secondarie del DPR 142/2004, ma per la quale si prevede la categoria di progetto di tipo B - strade extraurbane principali;
- Via Nenni e Via Roma, assimilabili ad infrastrutture di tipo Db;
- Via del Purgatorio e via Marx, tipo E – strade urbane di quartiere, caratterizzate da ingenti flussi veicolari.

Classe acustica	Limiti EMISSIONE		Limiti IMMISSIONE		DIFFERENZIALE	
	TR diurno 06:00-22:00 [dB(A)]	TR notturno 22:00-06:00 [dB(A)]	TR diurno 06:00-22:00 [dB(A)]	TR notturno 22:00-06:00 [dB(A)]	TR diurno 06:00-22:00 [dB(A)]	TR notturno 22:00-06:00 [dB(A)]
Classe I	45	35	50	40	5 dB(A)	3 dB(A)
Classe II	50	40	55	45		
Classe III	55	45	60	50		
Classe IV	60	50	65	55		
Classe V	65	55	70	60		
Classe VI	65	65	70	70	Non applicabile	

Tabella 17. Limiti di emissione, immissione e differenziale

Il conglomerato bituminoso sarà apportato da impianti raggiungibili attraverso la Declassata; il numero di movimentazioni veicolari necessarie per l'approvvigionamento del cantiere sarà quindi del tutto trascurabile a fronte dei flussi veicolari sulla infrastruttura stessa, anche in condizioni di parziale chiusura del traffico: non si rende pertanto necessaria alcuna ulteriore valutazione relativa al traffico indotto su aree estese. La circolazione dei mezzi di cantiere entro l'area del campo base sarà invece considerata tra le sorgenti di pertinenza di questo, come specificato nel paragrafo dedicato al modello acustico.



Figura 19 Stralcio di PCCA per l'area in esame con indicazione del tracciato stradale, del campo base (campito in viola) e del cantiere operativo (in rosso)

6.4 DESCRIZIONE DELLE OPERE E DELLE SORGENTI

La durata prevista delle attività di cantiere è pari a 1100 giorni; le fasi principali di avanzamento saranno le seguenti:

1. **Fase 1:** Allestimento campo base e spostamento dei sottoservizi; sistemazione di Via dell'Autostrada e rampa d'ingresso direzione Pistoia; realizzazione pali;
2. **Fase 2:** demolizione rampa d'ingresso direzione Firenze e realizzazione rampa provvisoria; demolizione rilevato via Leonardo Da Vinci e demolizione sottopasso via del Purgatorio; realizzazione parte della galleria artificiale;
3. **Fase 3:** realizzazione rampa provvisoria; demolizione rilevato esistente e sottopasso Via Roma; realizzazione pali Via Roma; realizzazione secondo tratto galleria artificiale.
4. **Fase 4:** completamento della struttura del tunnel.

Le lavorazioni maggiormente impattive in termini di emissioni rumorose, e pertanto significative ai fini della presente valutazione, sono pertanto le seguenti:

- Esecuzione della palificata al piede dell'attuale rilevato (su entrambe i lati);
- Scavo del rilevato esistente e della galleria;
- Ricoprimento della galleria artificiale con terreno per la sistemazione finale.

Le attività sono brevemente descritte di seguito.

1. Esecuzione della palificata al piede dell'attuale rilevato

Il fronte di avanzamento lavori prevede l'utilizzo di

- 2 macchine perforatrici per pali di grande diametro (1200 metri), una per lato;
- 2 escavatori per il carico delle terre scavate (108 mc) dai pali sul camion, uno per lato;
- 1 mezzo pesante per il trasporto delle terre (capienza 16 mc). Tale mezzo opererà 8 viaggi A/R al giorno per conferire il materiale al cantiere operativo.

Nel cantiere operativo in questa fase avranno luogo esclusivamente l'accumulo del materiale ed il conferimento a discarica, che avverrà in media una volta ogni 6 giorni. Nella condizione cautelativa di maggiore attività si considerano pertanto le sorgenti indicate di seguito:

- 1 mezzo pesante da 16 mc, 8 carichi A/R al giorno, che reca il materiale scavato dalla zona di palificazione;
- 1 escavatore che carica il materiale accumulato nei 5 giorni precedenti su mezzo pesante per conferirlo a discarica;
- 1 mezzo pesante da 16 mc per conferimento a discarica, che opera 40 viaggi A/R al giorno.

2. Scavo del rilevato esistente e della galleria

Tale scenario comprende lo scavo della galleria in cui passerà il nuovo tratto di Declassata. Le sorgenti principali sono:

- 2 escavatori per la rimozione delle terre ed il carico su mezzo pesante;
- Mezzi pesanti da 16 mc, operanti un totale di 95 viaggi A/R al giorno per il trasporto dei 1500 mc escavati al cantiere operativo.

Analogamente a quanto visto in precedenza, ed ipotizzando cautelativamente che il materiale di risulta sia depositato temporaneamente nel cantiere operativo prima del conferimento a discarica, si considerano le seguenti sorgenti di cantiere fisso:

- 1 mezzo pesante da 16 mc, 95 carichi A/R al giorno, che reca il materiale scavato;
- 1 escavatore che carica il materiale su mezzo pesante per conferirlo a discarica;
- 1 mezzo pesante da 16 mc per conferimento a discarica, che opera 95 viaggi A/R al giorno.

3. Ricoprimento della galleria artificiale con terreno per la sistemazione finale

Per tale attività è stata ipotizzata una produzione di movimentazione pari al 50% di quella di scavo, quindi la stesa di 750 mc/giorno di terreno. Le attività che interesseranno il fronte di avanzamento dei lavori sono le seguenti:

- 1 grader per la stesa del terreno;
- Mezzi pesanti da 16 mc, operanti un totale di 47 viaggi A/R al giorno per il trasporto dei 750 mc di terre da stendere dalle aree di stoccaggio.

Per il cantiere operativo in questo scenario le sorgenti includono esclusivamente:

- 1 escavatore che carica il materiale su mezzo pesante;
- 1 mezzo pesante da 16 mc per apporto al fronte di lavorazione, 47 viaggi A/R al giorno.

Nel modello acustico i 3 scenari saranno simulati considerando le condizioni di lavoro maggiormente gravose in termini di ricettori esposti, di contemporaneità di utilizzo delle sorgenti e di avvicinamento delle sorgenti stesse ai ricettori. In particolare, in termini di orografia del terreno per la simulazione dello scavo si farà riferimento alle condizioni maggiormente sfavorevoli per i ricettori (rilevato non scavato, con sorgenti ad una quota maggiore e possibilità di propagazione ad una distanza maggiore).

Le sorgenti inserite nel modello sono riassunte nel sinottico di Tabella 18.

Si precisa che tutte le apparecchiature saranno conformi ai requisiti imposti da normativa vigente specifica (Direttiva 2000/14/CE, Direttiva 2005/88/CE, Regolamento 2009/219/CE e s.m.i., D.Lgs 04/09/02 n. 262 e s.m.i.).

Scenario	Attività	Macchinari FAL			Macchinari cantiere base		
		Descrizione	Attività	Sorgenti nel modello	Descrizione	Attività	Sorgenti nel modello
1	Esecuzione della palificata al piede del rilevato (entrambi i lati)	N. 2 macchine perforatrici per pali di grande diametro (1 per lato)	8 ore al giorno	S1.1 2 sorgenti areali 5x5 metri, altezza dal suolo 1.5 metri, potenza sonora Lw 95 dB(A)/mq	Camion da 16 mc per scarico materiale scavato nella giornata	8 viaggi A/R al giorno	S1.4 Sorgente stradale con flusso di 8 mezzi pesanti/h
		N. 2 escavatori per carico terre scavate dai pali su camion per allontanamento (1 per lato)	4 ore al giorno	S1.2 2 sorgenti puntiformi, potenza sonora Lw 106 dB(A), altezza da piano di campagna 1.5 metri	N. 1 escavatore per carico terreno su camion (circa 540 mc/giorno di conferimento)	8 ore al giorno	S1.5 1 sorgente puntiforme, potenza sonora Lw 104 dB(A), altezza da piano di campagna 1.5 metri
		Camion da 16 mc per allontanamento terre scavate	8 viaggi A/R al giorno	S1.3 Considerati cautelativamente 2 camion, uno per lato. Sorgente stradale da fronte lavoro a cantiere operativo, con flusso di 8 mezzi pesanti/h (4 viaggi andata e 4 ritorno)	Camion per conferimento a scarica del materiale accumulato (circa 540 mc/giorno di conferimento)	40 viaggi A/R	S1.6 Sorgente stradale con flusso di 20 mezzi pesanti/h (in uscita da cantiere)
2	Scavo del rilevato esistente e della galleria	N. 2 escavatori per carico terre scavate su camion per allontanamento	8 ore al giorno	S2.1 2 sorgenti areali, 10x4 metri, potenza 92 dB(A)/m, altezza da piano di campagna 1.5 metri	Camion da 16 mc per scarico materiale scavato nella giornata	95 viaggi A/R al giorno	S2.3 Sorgente stradale con flusso cautelativamente sovrastimato a 100 mezzi pesanti/h
		Camion da 16 mc per allontanamento terre scavate (95 viaggi A/R al giorno)	95 viaggi A/R al giorno	S2.2 Sorgente stradale con flusso cautelativamente sovrastimato a 50 mezzi pesanti/h	N. 1 escavatore per carico terreno su camion	8 ore al giorno	S2.4 1 sorgente puntiforme, potenza sonora Lw 104 dB(A), altezza da piano di campagna 1.5 metri

Scenario	Attività	Macchinari FAL			Macchinari cantiere base		
		Descrizione	Attività	Sorgenti nel modello	Descrizione	Attività	Sorgenti nel modello
					Camion per conferimento a discarica del materiale accumulato (circa 1500 mc/giorno)	95 viaggi A/R al giorno	S2.5 Sorgente stradale con flusso di 50 mezzi pesanti/h
3	Ricoprimento galleria artificiale con terreno	N. 1 grader per stesa terreno	8 ore al giorno	S3.1 Sorgente areale, 30 m x 10 m, potenza sonora Lw 80 dB(A)/mq, altezza da piano di campagna 0.5 m	Camion per prelievo del materiale stoccato e conferimento all'area di lavoro (circa 750 mc/giorno)	47 viaggi A/R al giorno	S3.3 Sorgente stradale con flusso di 28 mezzi pesanti/h
		Camion da 16 mc per conferimento terre (750 mc/giorno)	47 viaggi A/R giorno	S3.2 Sorgente stradale con flusso cautelativamente sovrastimato a 28 mezzi pesanti/h	N. 1 escavatore per carico terreno su camion (circa 750 mc/giorno)	8 ore al giorno	S3.4 1 sorgente puntiforme, potenza sonora Lw 104 dB(A), altezza da piano di campagna 1.5 metri

Tabella 18. Sinottico sorgenti inserite nel modello per scenario

La modellazione acustica includerà una caratterizzazione delle attività cantieristiche in presenza di elementi mitigativi costituiti da barriere mobili, le cui caratteristiche saranno precisate nel paragrafo dedicato.

Tali barriere saranno ubicate sul lato est dell'area fissa di cantiere; saranno inoltre opportunamente inserite nei diversi scenari di avanzamento del cantiere ottimizzandone il collocamento in funzione dei ricettori esposti.

Al fine di includere nel modello i momenti di maggiore avvicinamento del fronte di lavorazione ai ricettori e di coinvolgimento del maggior numero di ricettori esposti saranno considerate due sotto-aree di calcolo, denominate "quadranti" (indicate in Figura 19):

- **Quadrante 1:** include la porzione ovest dell'area di intervento, maggiormente interessata dalla presenza del cantiere fisso, ed i ricettori di tipo sensibile (comparto scolastico).
- **Quadrante 2:** include la porzione ad est, caratterizzata dalla presenza di edifici multipiano di tipo residenziale in affaccio sulla viabilità oggetto di intervento.

6.5 REALIZZAZIONE DEL MODELLO ACUSTICO

Per le simulazioni ed il calcolo dei parametri previsti da normativa si è fatto uso del software SoundPLAN versione 7.2. Il software consente di predisporre un DGM (*Digital Ground Model*) a partire da input in formati CAD-compatibili con informazioni vettoriali, implementando un sistema di coordinate tridimensionale.

Il modello consente di inserire gli edifici con le relative quote rispetto al piano campagna e di caratterizzare le sorgenti, in termini di geometria del tracciato, caratteristiche spettrali e parametri di traffico.

In particolare tutte le simulazioni sono state effettuate nella seguente configurazione di calcolo:

1. **Riflessioni:** sono state considerate riflessioni del 3° ordine sulle superfici riflettenti;
2. **Raggio di ricerca delle sorgenti:** 1000 metri;
3. **Diffrazione:** abilitata l'opzione che tiene conto della diffrazione laterale;
4. **Calcolo di mappe isofoniche in pianta:** maglia quadrata a passo 2x2 metri con metodo di calcolo *grid noise map*;
5. **Condizioni meteo** come definite dalle Linee guida WG – AEN versione 2.0, secondo cui le condizioni di propagazione "favorevole" al ricettore si verificano nell'aliquota del 50% del tempo, relativamente al periodo DAY (unico interessato dalle attività di cantiere);
6. **Fattore di assorbimento del suolo** (Ground Factor): $G=0,6$ per le aree erbose, $G=0,3$ rappresentativo delle rimanenti aree rubane.

Il modello acustico è stato realizzando sulla base delle informazioni cartografiche riportate nelle Carte Tecniche Regionali, includendo le altezze degli elementi schermanti (edifici, barriere naturali ed altri manufatti) nonché integrando alcuni aspetti relativi alle caratteristiche delle superfici in termini di riflessione acustica.

La definizione degli elementi edilizi presenti in cartografia è stata aggiornata sulla base di:

- Sovrapposizione del modello con immagini satellitari recenti, al fine di identificare gli edifici di nuova realizzazione o non più esistenti; un esempio di tale processo è visibile nella Figura 20.
- Consultazione delle previsioni degli strumenti di pianificazione territoriale ex L.R. 65/2014.

La mappatura al continuo presenta la distribuzione dei livelli di emissione istantanea all'altezza standard di 4 metri dal piano campagna locale, con campiture a colori a passo 5 dB(A) in conformità alla UNI 9884. Il contributo della riflessione di facciata è inglobato nella restituzione effettuata dal modello.



Figura 20. Aggiornamento del modello sulla base di immagini satellitari recenti

6.6 PROPRIETÀ ACUSTICHE DEGLI ELEMENTI DI MITIGAZIONE

6.6.1 Fronti di avanzamento lavorazioni

Le barriere antirumore di tipo mobile, un esempio delle quali è visibile nella Figura 21, avranno altezza massima di 3 metri e saranno modulari e con superfici di tipo **fonoassorbente**, con pannelli metallici in lamiera di alluminio e materassino fonoassorbente interno in lana di roccia e testate laterali di chiusura in polipropilene. Affinché possano essere considerate di tipo fonoassorbente le barriere saranno conformi ai requisiti di cui all'All. 2 del DM 29/11/2000, riassunti nella colonna a destra del prospetto di Tabella 19 per banda d'ottava nel range di frequenza tipico del rumore stradale.

In particolare le caratteristiche costruttive tipo saranno le seguenti:

- Pannello in lega leggera, con porzione forata rivolta verso la sorgente di rumore e porzione rivolta verso il ricettore nervata per conferire resistenza.
- Porzione cieca del pannello in lega leggera Al/Mn/Mg, spessore mm 12/10, superficie goffrata;
- Porzione forata in lamiera microstirata e ondulata di alluminio naturale, spessore mm 8/10;
- Materassino in lana di roccia vulcanica bakelizzata (versione LM), ad alta densità, protetta contro lo spolverio da un velo vetro di colore nero;
- Guarnizioni in gomma sulle testate per conferire ottimo isolamento antisonico fra pannelli e ali dei montanti verticali HEA;
- Installazione dei pannelli in struttura portante modulare, installabile su New Jersey senza opere di fondazione;
- Struttura portante sarà costituita da montanti del tipo HE con piastra di base in acciaio al carbonio e realizzati nel rispetto delle NTC 2008, con possibilità di inserire rinforzi laterali antiribaltamento per applicazioni oltre i 3 m di altezza;
- Protezione superficiale della struttura mediante zincatura a caldo per immersione, in accordo alla Norma UNI EN 1461, e verniciatura con applicazioni di polveri poliestere elettrostatiche termoindurenti con polimerizzazione in forno; spessore minimo complessivo 180 μm .

Le specifiche costruttive di alcuni pannelli idonei per l'utilizzo previsto sono riassunte in Tabella 20.

Frequenza (Hz)	Coefficiente di assorbimento acustico α_s	
	Pannelli riflettenti (trasparenti)	Pannelli fonoassorbenti
125	0.05	0.20
250	0.10	0.50
500	0.10	0.65
1000	0.10	0.80
2000	0.10	0.75
4000	0.10	0.50

Tabella 19. Parametri di fonoassorbimento in funzione delle tipologie di barriere utilizzate nel modello

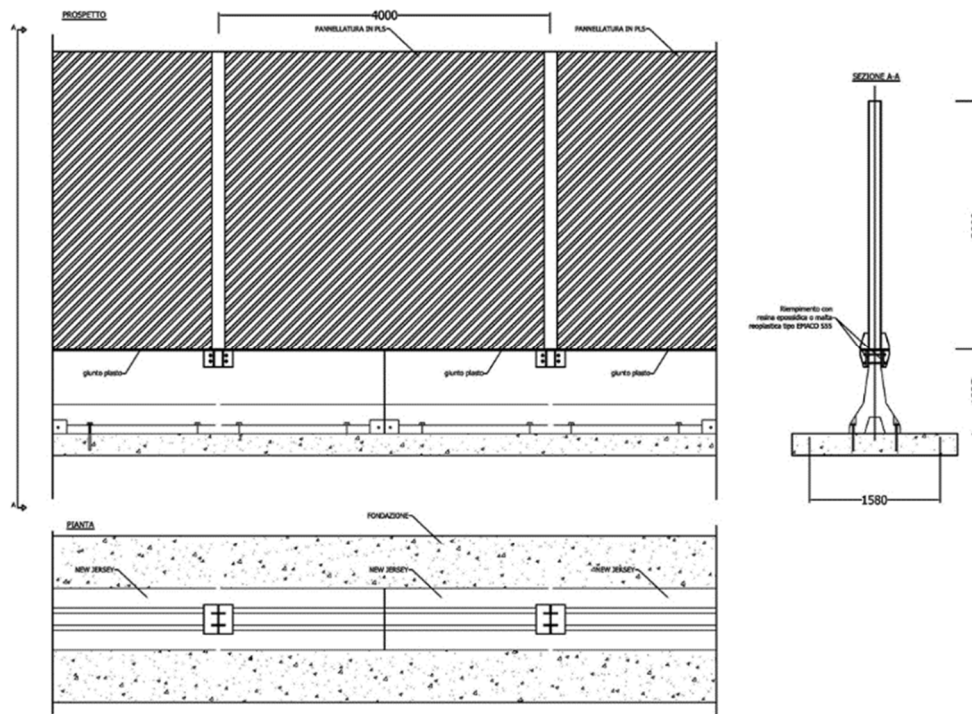

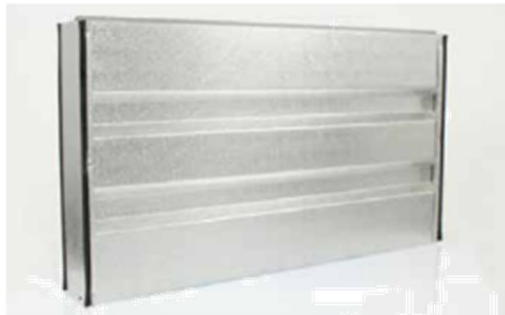


Figura 21. Immagini esemplificative di barriere mobili utilizzabili

STANDARD DI PRODUZIONE	
Spessore	109 mm.
Altezza	500 mm.
Lunghezza	1.960-2.960 mm.
Peso	9 Kg./mq.
Colore	Alluminio naturale

CARATTERISTICHE	
Potere fonoisolante	B3 UNI EN 1793-2:1999
Coefficiente di assorbimento acustico	A3 UNI EN 1793-1:1999
Carico del vento e carico statico	Carico di rottura: Kg./mq. 166
Reazione al fuoco	Versione LM - classe A1

Tabella 20. Caratteristiche descrittive esemplificative dei pannelli utilizzabili per le barriere mobili

Si assume convenzionalmente che i requisiti di assorbimento acustico previsti per il pannello fonoassorbente corrispondano ad una perdita di riflessione pari a circa 3 dB(A).

Ad ogni modo relativamente al tipologico di barriera definito "fonoassorbente", costituito prevalentemente da pannello fonoassorbente e avente comunque una porzione di tipo riflettente, sarà considerato un potere di fonoassorbimento ridotto per tenere conto della combinazione delle caratteristiche di entrambe le superfici. Tale perdita di riflessione è stata pertanto posta pari a 2.5 dB(A). Il valore di 2.5 dB(A) è stato applicato a tutte le barriere di tipo fonoassorbente.

Per quanto riguarda le prestazioni di fonoisolamento delle barriere previste si rimanda alle indicazioni fornite nella Tabella 1 dell'Allegato 3 del DM 29/11/2000, "Caratterizzazione e indice dei costi degli interventi di bonifica acustica".

Per zona d'ombra di una barriera si intende la parte di territorio schermata dalla barriera e delimitata dal piano dell'infrastruttura e dal piano passante per la mezzzeria della corsia più lontana dalla barriera e la sommità della barriera stessa. Tale zona d'ombra si divide in due parti:

- a) zona A o di massima protezione, compresa fra il piano in cui si trova l'infrastruttura ed il piano ed essa parallelo passante per la sommità della barriera;
- b) zona B, complementare alla zona A per quanto riguarda la zona d'ombra.

Le prove di certificazione del potere fonoisolante saranno fornite secondo la norma UNI EN 1793-2, ricavando l'indice del potere fonoisolante DL_R secondo le norme UNI EN 1793-2 e 3.

Tipo di intervento	Campo di impiego	Efficacia (potere fonoisolante)
Barriere antirumore artificiali (metalliche, in legno, calcestruzzo, argilla espansa, trasparenti, biomuri)	Impiego tipico in presenza di ricettori di altezza media posti in prossimità dell'infrastruttura	14 dB per i ricettori posti nella zona A dell'ombra; 7 dB per i ricettori posti nella zona B dell'ombra 0 dB per i ricettori posti fuori della zona d'ombra
Rilevato antirumore	Richiede una fascia di territorio non edificato tra i ricettori e l'infrastruttura, pari ad almeno 2,1 volte l'altezza del rilevato. Intervento integrabile con barriere vegetali	13 dB per i ricettori posti nella zona A dell'ombra; 6 dB per i ricettori posti nella zona B dell'ombra 0 dB per i ricettori posti fuori della zona d'ombra

Tabella 21. estratto da Tabella 1, Allegato 3 del DM 29/11/2000 Caratterizzazione e indice dei costi degli interventi di bonifica acustica

6.6.2 Cantiere operativo

Presso il cantiere fisso si prevede la sistemazione di barriere fonoisolanti di altezza pari a 2 metri sulla sommità della duna artificiale che interesserà il lato est dell'area (vedasi layout di Figura 17). L'estensione di tali elementi coincide con quella dell'intero lato ovest del campo base, al fine di garantire la continuità della schermatura nei confronti dei ricettori di tipo sensibile (plesso scolastico Collodi). Una restituzione grafica del particolare degli elementi mitigativi presso il cantiere fisso nel modello acustico è presentata nella successiva Figura 23.

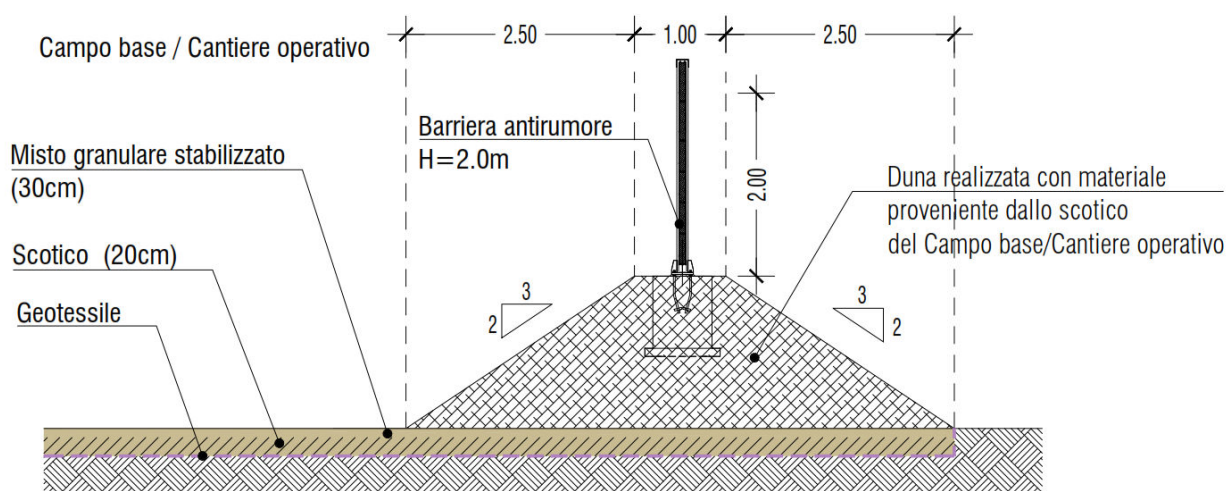


Figura 22. Schema duna antirumore con barriera presso area di cantiere

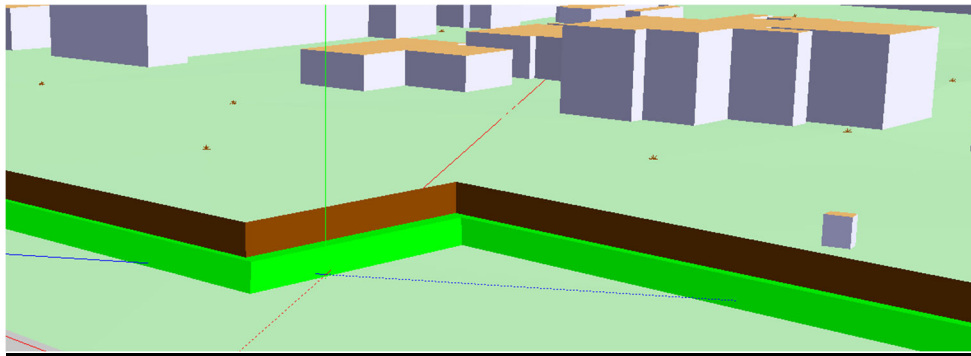


Figura 23. Restituzione grafica degli elementi mitigativi nel modello acustico

6.7 RISULTATI DELLA SIMULAZIONE

Si riportano nelle Figure successive le restituzioni grafiche delle simulazioni acustiche effettuate per le diverse fasi di lavorazione, in presenza ed in assenza degli elementi mitigativi previsti; si ricorda che la caratterizzazione modellistica riguarda esclusivamente il tempo di riferimento diurno in quanto in questa fase di definizione progettuale non si prevedono lavorazioni nel periodo notturno, e che tutte le assunzioni in merito a tipologia ed utilizzo delle sorgenti effettuate in questa fase di definizione progettuale sono cautelative per i ricettori esposti. Nelle Tabelle sono invece riportati i livelli ai ricettori relativamente alle facciate maggiormente esposte, in presenza ed in assenza di elementi mitigativi. La tabella include anche una quantificazione numerica degli effetti degli interventi di mitigazione; in verde sono riportati tutti i valori che indicano una differenza tra livello non mitigato e livello mitigato maggiore di zero, rendendo maggiormente evidenti i benefici apportati da. I numeri identificativi dei ricettori sono precisati nella mappa e nelle tabelle.

L'effetto degli elementi mitigativi mobili, la cui posizione è chiaramente indicata nelle mappe di simulazione, è risultato evidente, con abbattimenti anche superiori a 10 dB(A) per i ricettori maggiormente esposti.

Rimandando alle fasi successive di definizione progettuale l'affinamento del modello e la redazione delle richieste di deroga al Comune relative agli specifici fronti di avanzamento lavori, si specifica che, oltre all'adozione delle schermature acustiche che consentono una riduzione delle emissioni per mezzo di argomentazioni di natura esclusivamente geometrica (barriere mobili), saranno applicati ulteriori accorgimenti di natura logistica/organizzativa al fine di minimizzare le alterazioni del clima acustico dell'area durante le lavorazioni, come di seguito specificati nel paragrafo dedicato.

I risultati delle simulazioni evidenziano la possibilità di definire un approccio generale alla rumorosità di cantiere mobile secondo cui:

- ✓ entro una distanza di 20-30 metri i livelli di emissione sono fortemente dipendenti dal posizionamento reciproco dei mezzi, per cui sono attesi superamenti del livello di 70 dB(A);
- ✓ tra una distanza compresa tra 15 e 150 metri si garantisce in ogni caso la possibilità di rimanere al di sotto della soglia di 70 dB(A) in facciata ai ricettori esposti;
- ✓ oltre una distanza di 150 metri si prevede la verifica dei livelli di emissione dei Piani Comunali di Classificazione Acustica (300 metri nel caso delle aree naturali di espansione del bacino

fluviale, appartenenti ad una Classe II).

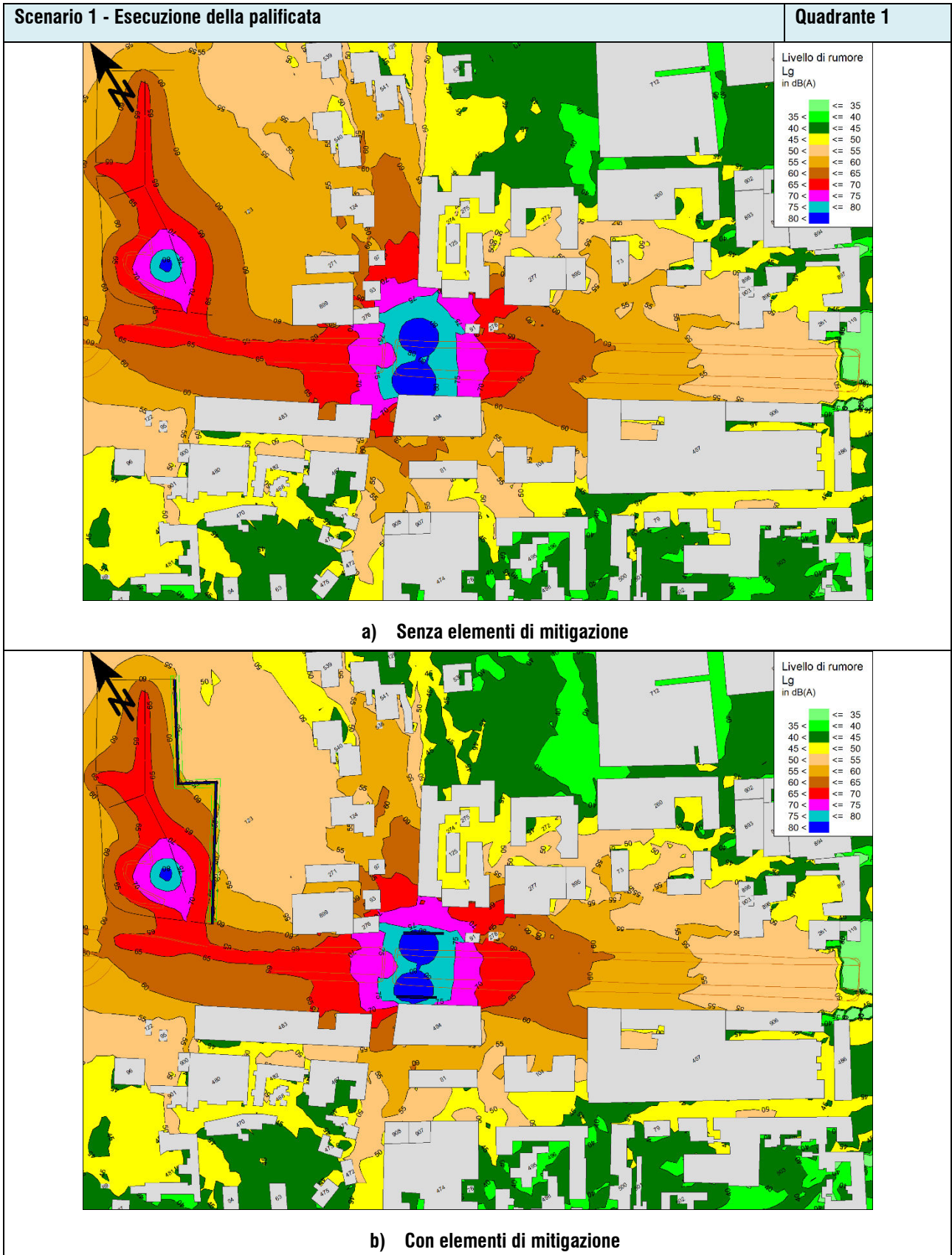


Figura 24 Risultati della simulazione acustica. Scenario 1, quadrante 1. Altezza mappe = 4 m

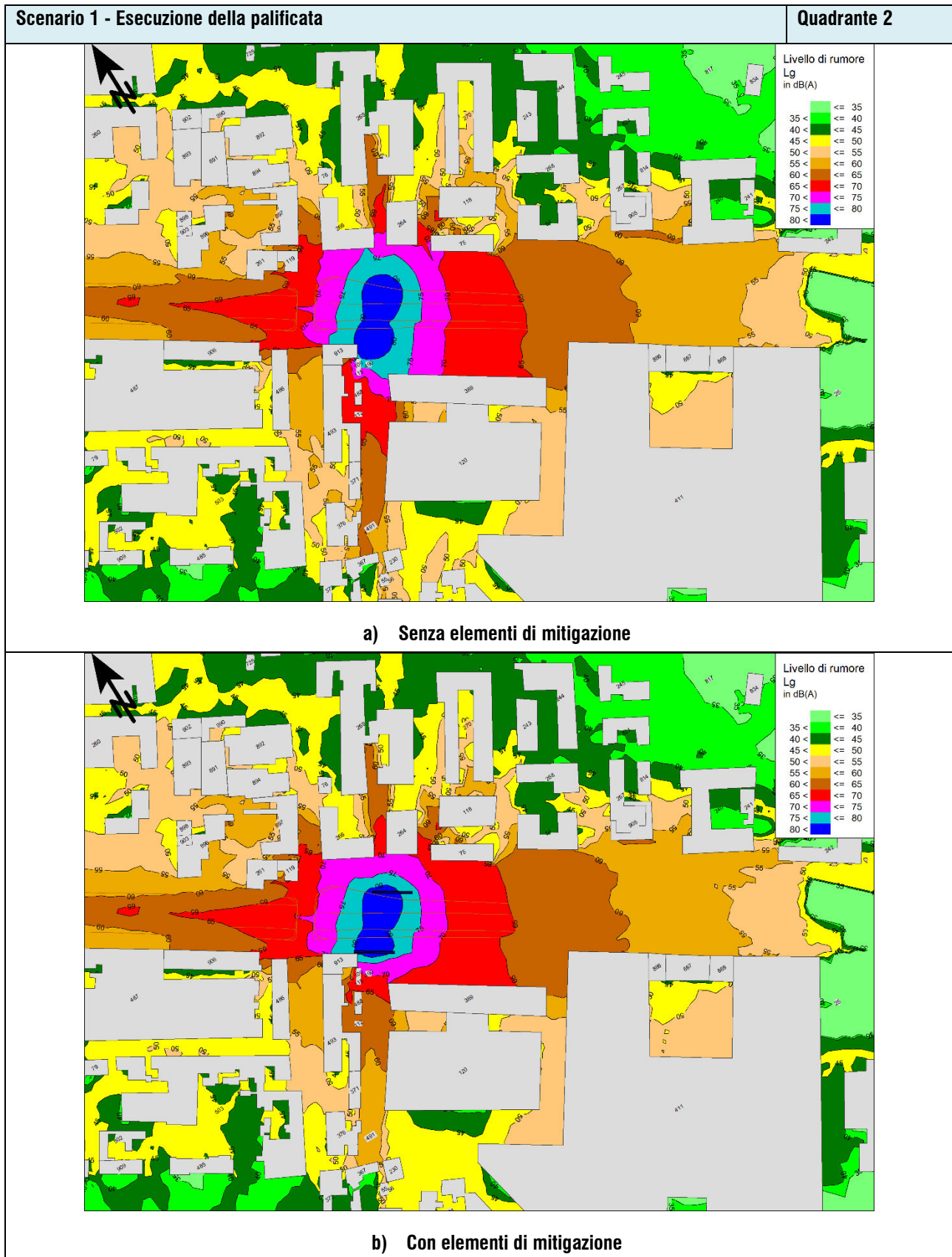


Figura 25 Risultati della simulazione acustica. Scenario 1, quadrante 2. Altezza mappe = 4 m

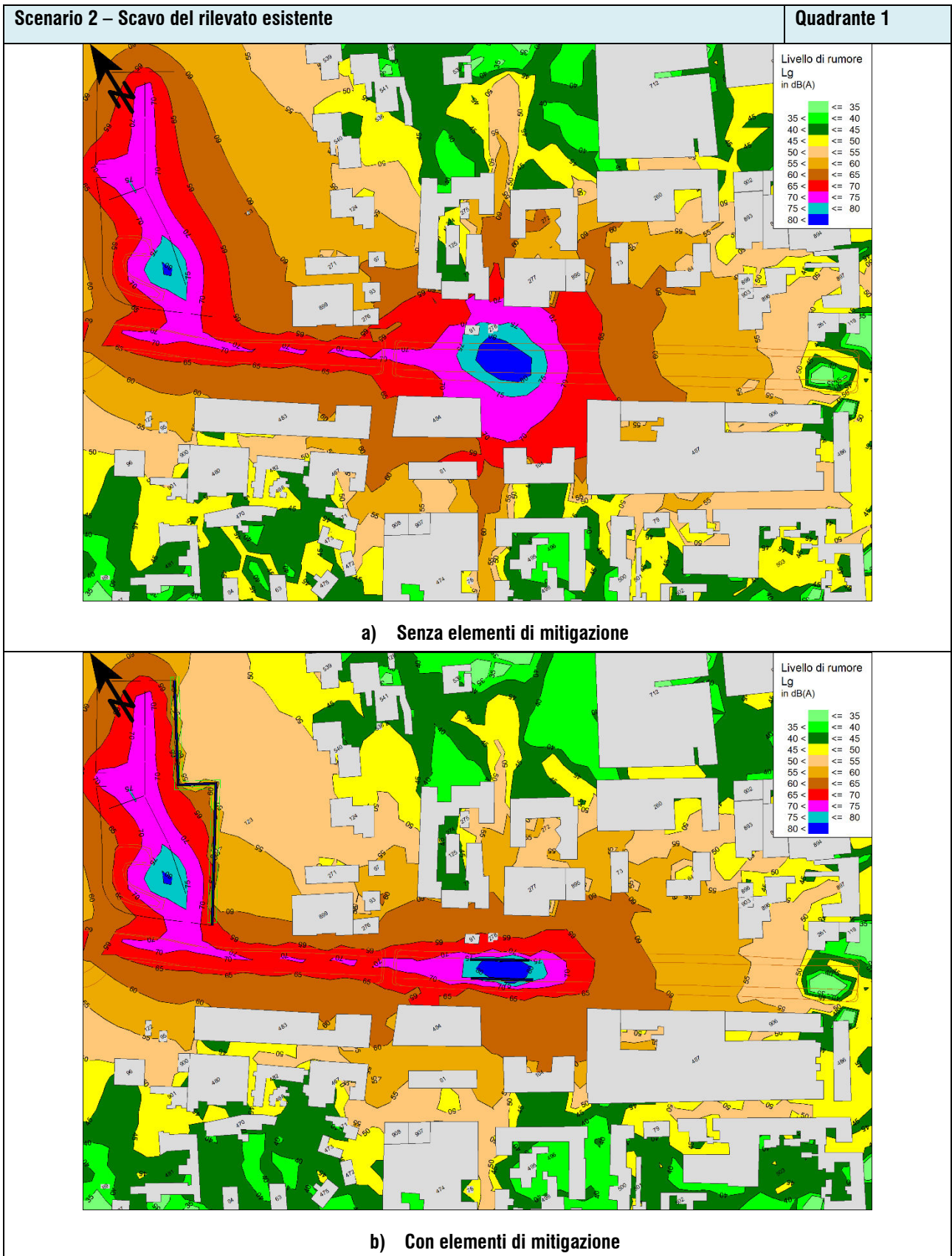


Figura 26 Risultati della simulazione acustica. Scenario 2, quadrante 1. Altezza mappe = 4 m

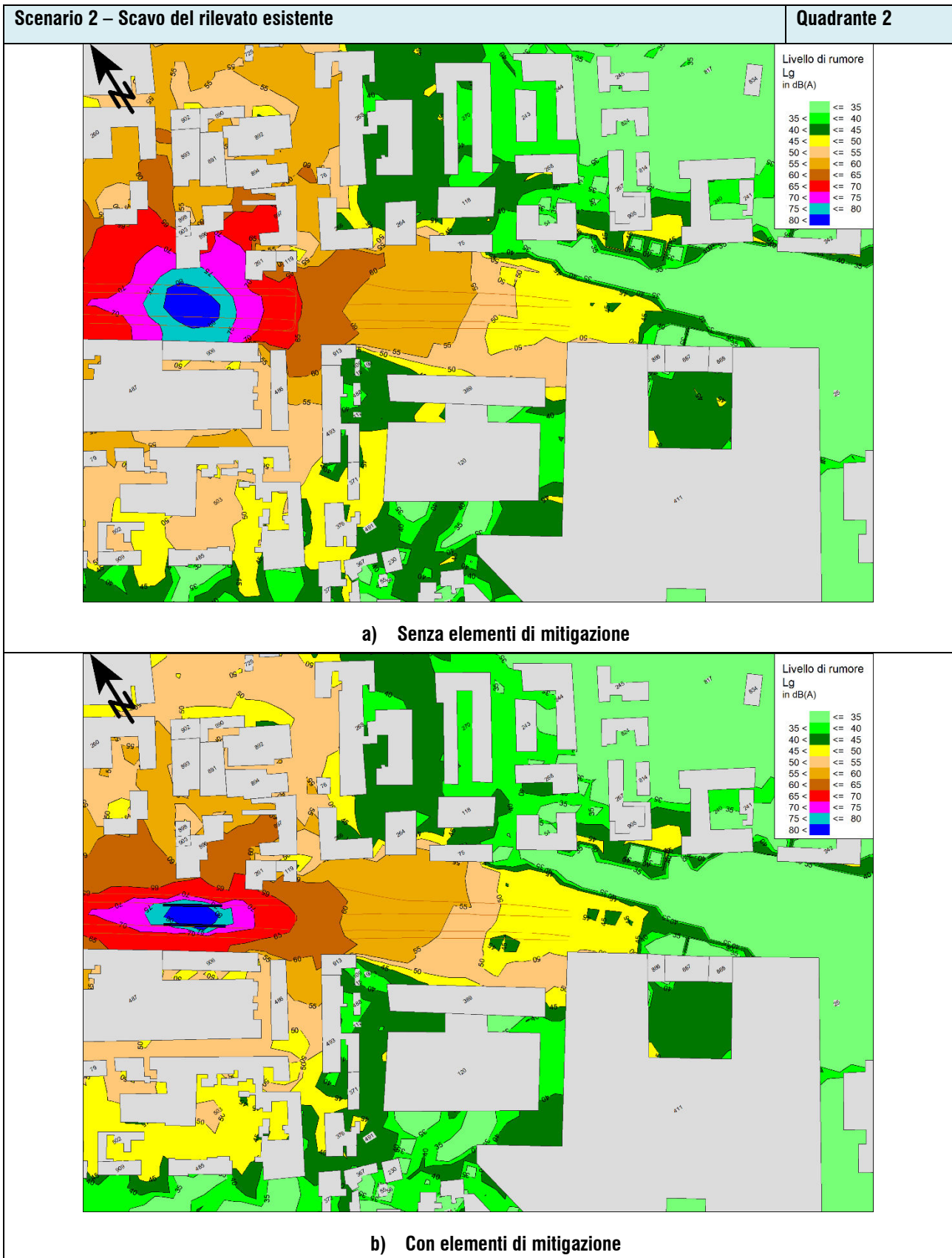


Figura 27 Risultati della simulazione acustica. Scenario 2, quadrante 2. Altezza mappe = 4 m

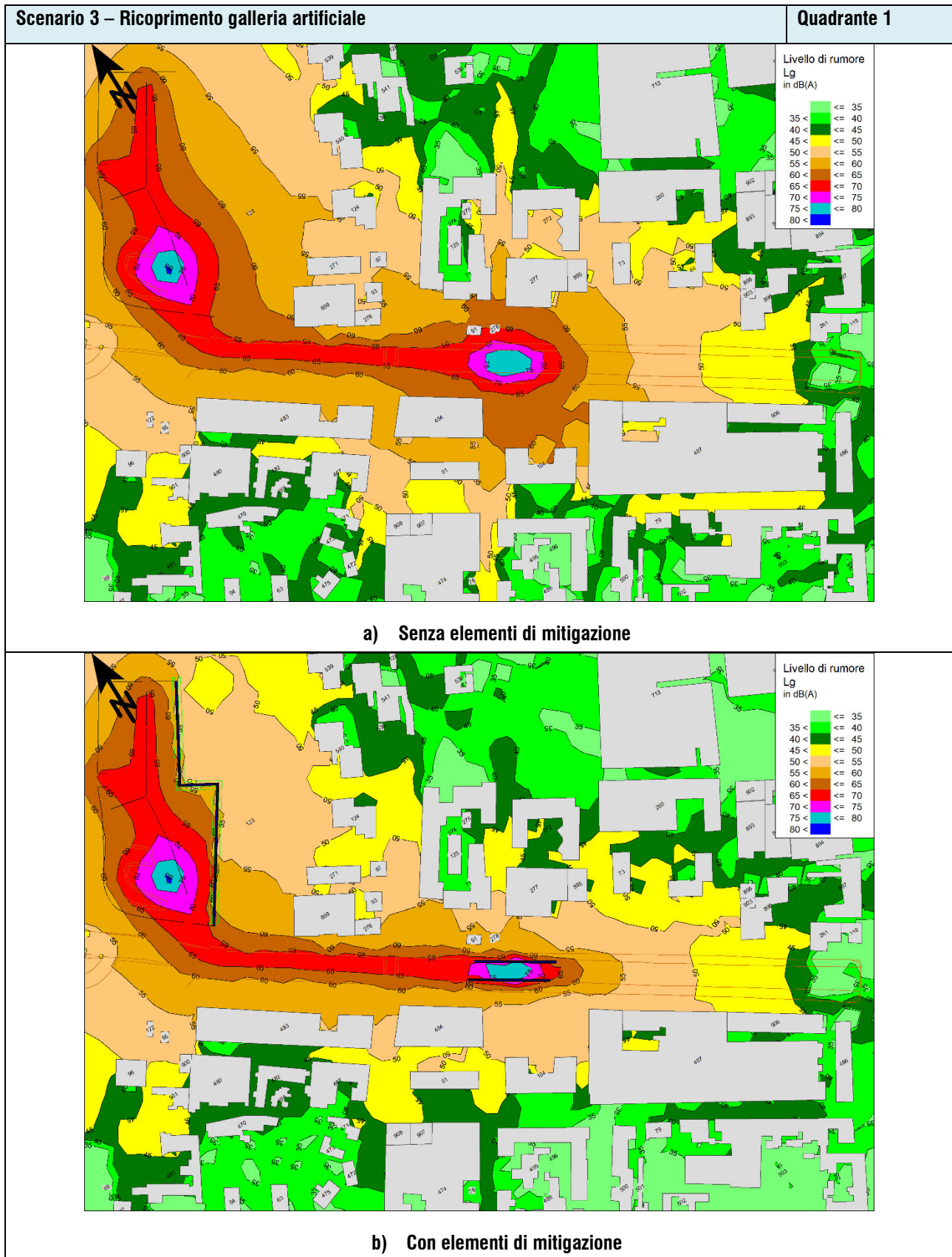


Figura 28 Risultati della simulazione acustica. Scenario 3, quadrante 1. Altezza mappe = 4 m



Figura 29 Risultati della simulazione acustica. Scenario 3, quadrante 1. Altezza mappe = 4 m

Scenario 1 - Esecuzione della palificata							Quadrante 1		
Ricevitore	ID facciata	Piano	Destinazione d'uso	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
63	63;B	5	Residenziale	SE	4	65	50.1	49.4	-0.7
64	64;G	0	Residenziale	NW	4	65	50.4	49.4	-1.0
65	65;B	1	Residenziale	NE	4	65	32.9	29.8	-3.1
66	66;C	2	Residenziale	SE	4	65	45.1	44.6	-0.5
67	67;A	4	Residenziale	NW	4	65	41.5	38.6	-2.9
69	69;D	2	Residenziale	NW	4	65	40.0	37.9	-2.1
71	71;L	0	Residenziale	NW	4	65	74.1	70.1	-4.0
73	73;A	4	Residenziale	NE	4	65	46.8	44.7	-2.1
76	76;C	3	Residenziale	SW	4	65	29.5	27.7	-1.8
78	78;A	0	Baracche/tecnici	NW	4	65	42.9	42.8	-0.1
79	79;D	2	Residenziale	NW	4	65	51.6	49.8	-1.8
81	81;D	0	Residenziale	NW	4	65	60.0	57.3	-2.7
84	84;B	5	Residenziale	SE	4	65	46.1	45.7	-0.4
87	87;C	0	Residenziale	NW	4	65	40.1	40.0	-0.1
89	89;B	0	Baracche/tecnici	SW	4	65	43.5	43.5	0.0
91	91;B	0	Baracche/tecnici	NE	4	65	68.9	67.5	-1.4
93	93;A	0	Residenziale	SE	4	65	70.9	67.5	-3.4
95	95;C	0	Baracche/tecnici	NW	4	65	51.3	51.3	0.0
96	96;C	0	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	36.2	36.1	-0.1
97	97;B	0	Residenziale	SW	4	65	53.7	49.9	-3.8
104	104;D	1	Residenziale	SE	4	65	51.9	50.2	-1.7
107	107;B	0	Baracche/tecnici	NE	4	65	37.1	37.0	-0.1
110	110;B	0	Baracche/tecnici	NW	4	65	41.3	37.8	-3.5
119	119;B	0	Residenziale	NW	4	65	44.2	44.1	-0.1
122	122;D	0	Baracche/tecnici	SW	4	65	52.2	52.2	0.0
124	124;C	0	Scuola	NW	3	50	53.2	48.4	-4.8
125	125;D	0	Residenziale	SW	4	65	48.3	48.1	-0.2
126	126;A	0	Baracche/tecnici	SW	4	65	40.1	39.3	-0.8
127	127;A	0	Baracche/tecnici	NE	4	65	40.5	39.2	-1.3
128	128;C	0	Baracche/tecnici	NW	3	60	46.6	44.8	-1.8
129	129;A	0	Baracche/tecnici	NE	4	65	40.9	37.4	-3.5
260	260;I	1	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	48.2	46.5	-1.7
261	261;B	1	Residenziale	SW	4	65	31.8	29.1	-2.7
266	266;C	4	Residenziale	NW	4	65	17.6	17.5	-0.1
269	269;I	2	Residenziale	NW	4	65	40.6	38.7	-1.9
271	271;A	0	Residenziale	NW	4	65	55.1	49.9	-5.2

Scenario 1 - Esecuzione della palificata							Quadrante 1		
Ricevitore	ID facciata	Piano	Destinazione d'uso	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
272	272;G	2	Residenziale	NW	4	65	55.7	52.6	-3.1
274	274;B	0	Residenziale	SW	4	65	73.5	69.5	-4.0
275	275;A	3	Residenziale	NE	4	65	52.6	52.1	-0.5
276	276;C	0	Residenziale	NE	4	65	68.0	66.3	-1.7
277	277;C	0	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	66.2	64.9	-1.3
278	278;A	0	Baracche/tecnici	NW	4	65	66.4	64.5	-1.9
365	365;D	0	Residenziale	NE	4	65	40.6	40.5	-0.1
372	372;E	1	Residenziale	NW	4	65	35.5	35.2	-0.3
376	376;D	0	Residenziale	NW	4	65	32.8	32.8	0.0
382	382;S	0	Produttivo/ Commerciale	NE	4	65	37.6	37.6	0.0
467	467;K	3	Residenziale	NE	4	65	60.7	58.7	-2.0
468	468;F	0	Residenziale	SW	4	65	46.9	46.8	-0.1
470	470;I	0	Residenziale	SE	4	65	46.5	46.2	-0.3
471	471;F	1	Residenziale	SE	4	65	50.0	48.8	-1.2
472	472;C	0	Residenziale	N	4	65	52.8	50.6	-2.2
473	473;A	0	Residenziale	SE	4	65	50.9	49.3	-1.6
474	474;Q	1	Residenziale	NE	4	65	50.2	49.6	-0.6
475	475;A	1	Residenziale	E	4	65	43.9	43.8	-0.1
478	478;B	0	Residenziale	S	4	65	39.1	38.9	-0.2
480	480;D	0	Produttivo/ Commerciale	SW	4	65	45.0	44.9	-0.1
481	481;R	0	Residenziale	SW	4	65	46.1	45.9	-0.2
482	482;A	1	Residenziale	NW	4	65	48.0	47.6	-0.4
483	483;B	0	Produttivo/ Commerciale	SE	4	65	67.8	63.0	-4.8
484	484;D	0	Produttivo/ Commerciale	NE	4	65	78.4	69.6	-8.8
485	485;F	4	Residenziale	NE	4	65	47.2	42.8	-4.4
486	486;B	2	Residenziale	NE	4	65	27.3	25.5	-1.8
487	487;E	0	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	48.3	46.7	-1.6
493	493;N	3	Residenziale	NW	4	65	49.7	48.7	-1.0
495	495;D	2	Residenziale	NW	4	65	42.1	41.2	-0.9
496	496;C	1	Residenziale	NW	4	65	52.0	49.4	-2.6
498	498;L	1	Residenziale	SW	4	65	41.7	41.0	-0.7
499	499;G	0	Residenziale	NW	4	65	41.2	40.5	-0.7
500	500;R	0	Residenziale	SW	4	65	31.6	30.3	-1.3
501	501;A	0	Residenziale	NW	4	65	38.6	38.5	-0.1
502	502;K	0	Baracche/tecnici	NE	4	65	41.0	40.2	-0.8
503	503;Y	1	Residenziale	SW	4	65	42.5	38.8	-3.7

Scenario 1 - Esecuzione della palificata							Quadrante 1		
Ricevitore	ID facciata	Piano	Destinazione d'uso	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
510	510;F	0	Residenziale	SW	4	65	52.2	51.6	-0.6
536	536;A	0	Residenziale	NE	4	65	40.6	37.2	-3.4
538	538;B	0	Baracche/tecnici	SE	3	60	59.2	57.2	-2.0
539	539;A	0	Scuola	SW	3	60	50.2	46.9	-3.3
540	540;E	0	Scuola	NW	3	50	53.7	49.2	-4.5
541	541;I	0	Scuola	NW	3	50	51.1	44.3	-6.8
712	712;I	0	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	40.3	36.7	-3.6
723	723;D	2	Residenziale	NW	4	65	40.5	38.3	-2.2
724	724;E	2	Residenziale	NW	4	65	42.4	39.2	-3.2
725	725;A	0	Baracche/tecnici	NW	4	65	38.1	37.0	-1.1
726	726;G	1	Residenziale	NW	4	65	37.2	35.0	-2.2
890	890;E	0	Scuola	SE	4	50	35.6	35.5	-0.1
891	891;A	0	Scuola	SW	4	50	45.0	44.9	-0.1
892	892;C	0	Baracche/tecnici	SW	4	65	38.7	38.5	-0.2
893	893;E	0	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	44.4	44.3	-0.1
894	894;C	0	Produttivo/ Commerciale	NE	4	65	34.5	34.2	-0.3
895	895;D	1	Residenziale	SW	4	65	58.6	56.8	-1.8
896	896;I	0	Produttivo/ Commerciale	SW	4	65	43.4	42.9	-0.5
897	897;C	0	Residenziale	NE	4	65	30.9	30.4	-0.5
898	898;A	2	Residenziale	SW	4	65	51.6	51.4	-0.2
899	899;B	0	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	56.4	52.2	-4.2
900	900;C	0	Residenziale	SW	4	65	54.6	54.6	0.0
901	901;D	0	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	51.4	51.3	-0.1
902	902;E	0	Residenziale	NW	4	65	42.9	42.7	-0.2
903	903;D	1	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	51.7	51.6	-0.1
904	904;B	1	Produttivo/ Commerciale	SW	4	65	45.2	43.6	-1.6
906	906;C	2	Residenziale	SE	4	65	31.4	29.2	-2.2
907	907;E	0	Residenziale	NE	4	65	55.3	52.9	-2.4
908	908;A	1	Residenziale	NE	4	65	56.8	55.5	-1.3
909	909;C	2	Residenziale	NE	4	65	43.9	43.6	-0.3
913	913;F	0	Residenziale	NW	4	65	42.7	42.5	-0.2

Tabella 22 Valori di potenza sonora ai ricettori in presenza e in assenza di elementi di mitigazione – Scenario 1, Quadrante 1

Scenario 1 - Esecuzione della palificata							Quadrante 2		
Ricevitore	ID facciata	Piano	Destinazione d'uso	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
25	25;D	0	Baracche/tecnici	SW	4	65	10.7	10.1	-0.6
54	54;H	0	Residenziale	NW	4	65	56.5	54.1	-2.4
55	55;A	0	Residenziale	NE	4	65	51.8	46.5	-5.3
64	64;A	1	Residenziale	NW	4	65	46.9	46.4	-0.5
65	65;C	2	Residenziale	NW	4	65	40.4	39.7	-0.7
67	67;A	4	Residenziale	NW	4	65	41.6	40.9	-0.7
69	69;D	2	Residenziale	NW	4	65	40.1	39.8	-0.3
75	75;A	0	Residenziale	NW	4	65	69.2	67.3	-1.9
76	76;D	0	Residenziale	SE	4	65	42.5	42.3	-0.2
79	79;B	3	Residenziale	SE	4	65	35.2	35.1	-0.1
82	82;C	6	Residenziale	SE	4	65	46.3	46.1	-0.2
83	83;E	4	Residenziale	NW	4	65	42.1	41.7	-0.4
109	109;A	0	Baracche/tecnici	SE	4	65	78.0	68.4	-9.6
112	112;A	0	Baracche/tecnici	NE	4	65	62.4	58.8	-3.6
118	118;B	0	Residenziale	SE	4	65	55.0	51.9	-3.1
119	119;D	1	Residenziale	SE	4	65	57.5	57.5	0.0
120	120;F	0	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	63.8	59.4	-4.4
162	162;N	1	Residenziale	NE	4	65	43.8	43.2	-0.6
230	230;C	0	Residenziale	O	4	65	52.0	46.2	-5.8
238	238;D	5	Residenziale	SW	4	65	38.7	38.7	0.0
240	240;K	3	Residenziale	NW	4	65	58.7	57.8	-0.9
241	241;C	0	Produttivo/ Commerciale	SE	4	65	39.0	39.0	0.0
242	242;F	4	Residenziale	NE	4	65	29.6	28.2	-1.4
243	243;B	5	Residenziale	SW	4	65	48.5	48.3	-0.2
244	244;D	6	Residenziale	NW	4	65	51.0	49.9	-1.1
245	245;B	5	Residenziale	NW	4	65	43.2	42.9	-0.3
260	260;F	1	Produttivo/ Commerciale	NE	4	65	41.1	40.7	-0.4
261	261;F	1	Residenziale	NE	4	65	50.0	50.0	0.0
264	264;C	0	Residenziale	SW	4	65	72.8	69.8	-3.0
266	266;E	0	Residenziale	SE	4	65	69.9	67.4	-2.5
267	267;H	6	Residenziale	SW	4	65	57.3	55.5	-1.8
268	268;F	3	Residenziale	SW	4	65	55.1	53.2	-1.9
269	269;P	0	Residenziale	SW	4	65	50.0	49.2	-0.8
270	270;C	3	Residenziale	SW	4	65	61.9	61.5	-0.4
296	296;F	1	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	39.5	38.9	-0.6
367	367;D	0	Residenziale	N	4	65	59.2	55.3	-3.9
371	371;A	0	Residenziale	SE	4	65	61.4	57.1	-4.3

Scenario 1 - Esecuzione della palificata							Quadrante 2		
Ricevitore	ID facciata	Piano	Destinazione d'uso	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
372	372;B	1	Residenziale	SE	4	65	53.7	50.2	-3.5
374	374;H	1	Residenziale	NW	4	65	45.3	41.5	-3.8
376	376;I	0	Residenziale	SE	4	65	59.7	54.0	-5.7
389	389;D	0	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	71.8	65.1	-6.7
392	392;C	0	Residenziale	NW	4	65	46.9	40.4	-6.5
393	393;AE	1	Residenziale	E	4	65	49.7	48.4	-1.3
394	394;A	0	Baracche/tecnici	SE	4	65	47.1	46.6	-0.5
396	396;I	1	Residenziale	NW	4	65	48.5	46.5	-2.0
411	411;N	1	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	52.2	51.7	-0.5
485	485;C	5	Residenziale	SE	4	65	54.0	52.6	-1.4
486	486;D	1	Residenziale	SW	4	65	51.7	48.0	-3.7
487	487;H	1	Produttivo/ Commerciale	SW	4	65	46.8	45.6	-1.2
488	488;B	0	Baracche/tecnici	SE	4	65	65.1	59.0	-6.1
490	490;C	0	Baracche/tecnici	NE	4	65	77.4	67.0	-10.4
491	491;A	0	Baracche/tecnici	O	4	65	57.7	52.1	-5.6
493	493;K	0	Residenziale	SE	4	65	64.0	55.7	-8.3
500	500;E	3	Residenziale	NE	4	65	48.6	48.5	-0.1
501	501;D	0	Residenziale	SE	4	65	43.6	43.6	0.0
502	502;L	0	Baracche/tecnici	NW	4	65	41.7	41.6	-0.1
503	503;AS	1	Residenziale	SE	4	65	52.3	49.5	-2.8
676	676;A	1	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	32.7	32.7	0.0
698	698;D	5	Residenziale	SW	4	65	39.5	39.0	-0.5
700	700;B	7	Residenziale	SW	4	65	44.4	44.2	-0.2
702	702;J	6	Residenziale	SW	4	65	41.2	40.4	-0.8
712	712;E	1	Produttivo/ Commerciale	NE	4	65	41.2	40.9	-0.3
719	719;F	5	Residenziale	SW	4	65	42.4	41.8	-0.6
720	720;B	6	Residenziale	SW	4	65	45.6	45.4	-0.2
722	722;D	6	Residenziale	SW	4	65	47.4	47.1	-0.3
723	723;G	2	Residenziale	NW	4	65	44.5	44.3	-0.2
725	725;B	0	Baracche/tecnici	SW	4	65	39.8	39.7	-0.1
726	726;O	1	Residenziale	NW	4	65	36.5	35.8	-0.7
811	811;G	2	Residenziale	NW	4	65	36.8	36.6	-0.2
814	814;A	2	Produttivo/ Commerciale	SE	4	65	49.1	46.8	-2.3
816	816;A	3	Residenziale	SW	4	65	39.0	39.0	0.0
819	819;D	3	Residenziale	NE	4	65	33.6	33.5	-0.1
824	824;A	6	Residenziale	NW	4	65	42.7	42.1	-0.6

Scenario 1 - Esecuzione della palificata							Quadrante 2		
Ricevitore	ID facciata	Piano	Destinazione d'uso	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
834	834;D	0	Produttivo/ Commerciale	SW	4	65	34.1	34.1	0.0
865	865;D	3	Residenziale	SW	4	65	29.9	29.9	0.0
886	886;A	0	Produttivo/ Commerciale	NE	5	70	57.3	57.2	-0.1
887	887;A	0	Produttivo/ Commerciale	NE	5	70	58.1	57.8	-0.3
888	888;A	0	Produttivo/ Commerciale	NE	5	70	55.9	55.9	0.0
889	889;A	0	Baracche/tecnici	SE	5	70	40.3	39.9	-0.4
890	890;E	0	Scuola	SE	4	50	38.3	38.3	0.0
891	891;A	0	Scuola	SW	4	50	53.4	53.4	0.0
892	892;C	0	Baracche/tecnici	SW	4	65	44.2	44.1	-0.1
893	893;E	0	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	45.5	45.1	-0.4
894	894;D	0	Produttivo/ Commerciale	SE	4	65	46.0	46.0	0.0
896	896;M	0	Produttivo/ Commerciale	SW	4	65	57.2	57.0	-0.2
897	897;I	1	Residenziale	NE	4	65	59.4	59.4	0.0
898	898;B	2	Residenziale	SE	4	65	59.0	58.9	-0.1
902	902;E	1	Residenziale	NW	4	65	50.5	50.1	-0.4
903	903;D	1	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	45.5	45.5	0.0
904	904;C	1	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	43.5	43.3	-0.2
905	905;K	2	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	57.1	55.9	-1.2
906	906;A	1	Residenziale	SW	4	65	42.0	41.6	-0.4
909	909;A	2	Residenziale	SW	4	65	46.7	46.6	-0.1
913	913;B	0	Residenziale	SE	4	65	82.2	72.1	-10.1

Tabella 23 Valori di potenza sonora ai ricettori in presenza e in assenza di elementi di mitigazione – Scenario 1, Quadrante 2

Scenario 2 – Scavo del rilevato							Quadrante 1		
Ricevitore	ID facciata	Piano	Destinazione d'uso	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
63	63;C	1	Residenziale	NE	4	65	46.9	41.4	-5.5
64	64;H	1	Residenziale	NE	4	65	52.5	45.5	-7.0
65	65;C	2	Residenziale	NW	4	65	37.8	35.7	-2.1
66	66;C	1	Residenziale	SE	4	65	45.7	40.9	-4.8
67	67;A	4	Residenziale	NW	4	65	39.5	37.2	-2.3
69	69;D	2	Residenziale	NW	4	65	38.3	36.5	-1.8
71	71;D	1	Residenziale	NW	4	65	69.4	60.6	-8.8
73	73;A	4	Residenziale	NE	4	65	45.9	41.3	-4.6
76	76;B	1	Residenziale	NW	4	65	46.9	45.0	-1.9
78	78;C	0	Baracche/tecnici	SE	4	65	54.2	46.8	-7.4
79	79;D	1	Residenziale	NW	4	65	56.2	49.3	-6.9
81	81;A	2	Residenziale	SW	4	65	64.5	56.7	-7.8
84	84;A	3	Residenziale	SW	4	65	46.1	42.0	-4.1
87	87;D	1	Residenziale	SW	4	65	39.7	38.1	-1.6
89	89;B	0	Baracche/tecnici	SW	4	65	38.4	37.4	-1.0
91	91;A	0	Baracche/tecnici	SE	4	65	77.7	66.5	-11.2
93	93;B	0	Residenziale	NE	4	65	55.2	50.2	-5.0
95	95;D	0	Baracche/tecnici	SW	4	65	52.2	52.2	0.0
96	96;D	0	Produttivo/ Commerciale	SW	4	65	34.9	34.7	-0.2
97	97;C	0	Residenziale	SE	4	65	59.0	54.8	-4.2
104	104;I	2	Residenziale	SE	4	65	63.6	53.6	-10.0
107	107;B	0	Baracche/tecnici	NE	4	65	37.1	36.0	-1.1
110	110;B	0	Baracche/tecnici	NW	4	65	42.8	40.0	-2.8
119	119;C	1	Residenziale	SW	4	65	27.2	23.3	-3.9
122	122;D	0	Baracche/tecnici	SW	4	65	40.3	39.9	-0.4
124	124;E	0	Scuola	NW	3	50	54.4	49.6	-4.8
125	125;A	0	Residenziale	SE	4	65	46.4	44.9	-1.5
126	126;A	0	Baracche/tecnici	SW	4	65	46.5	43.2	-3.3
127	127;A	0	Baracche/tecnici	NE	4	65	41.5	38.4	-3.1
128	128;B	0	Baracche/tecnici	NE	3	60	43.7	42.3	-1.4
129	129;A	0	Baracche/tecnici	NE	4	65	42.6	39.9	-2.7
260	260;E	1	Produttivo/ Commerciale	NE	4	65	47.3	43.1	-4.2
261	261;B	1	Residenziale	SW	4	65	48.2	42.9	-5.3
266	266;B	1	Residenziale	NE	4	65	38.4	32.1	-6.3
269	269;J	3	Residenziale	SW	4	65	40.5	39.0	-1.5
271	271;A	0	Residenziale	NW	4	65	59.4	54.0	-5.4

Scenario 2 – Scavo del rilevato							Quadrante 1		
Ricevitore	ID facciata	Piano	Destinazione d'uso	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
272	272;G	4	Residenziale	NW	4	65	63.0	56.4	-6.6
274	274;J	3	Residenziale	NW	4	65	53.7	46.2	-7.5
275	275;D	0	Residenziale	SE	4	65	56.0	52.0	-4.0
276	276;C	0	Residenziale	NE	4	65	59.2	55.4	-3.8
277	277;D	1	Produttivo/ Commerciale	SW	4	65	73.9	64.3	-9.6
278	278;A	0	Baracche/tecnici	NW	4	65	75.9	64.9	-11.0
365	365;C	0	Residenziale	NE	4	65	36.9	36.4	-0.5
372	372;D	1	Residenziale	NE	4	65	44.8	40.9	-3.9
376	376;D	1	Residenziale	NW	4	65	42.7	39.3	-3.4
382	382;S	0	Produttivo/ Commerciale	NE	4	65	34.9	34.2	-0.7
467	467;J	0	Residenziale	SE	4	65	59.1	52.9	-6.2
468	468;E	0	Residenziale	NW	4	65	46.1	45.3	-0.8
470	470;B	0	Residenziale	SW	4	65	47.2	40.9	-6.3
471	471;A	0	Residenziale	SE	4	65	59.6	53.2	-6.4
472	472;D	1	Residenziale	O	4	65	47.6	43.5	-4.1
473	473;C	1	Residenziale	SE	4	65	52.7	48.5	-4.2
474	474;Q	0	Residenziale	NE	4	65	60.5	54.3	-6.2
475	475;D	0	Residenziale	O	4	65	41.8	36.6	-5.2
478	478;B	0	Residenziale	S	4	65	43.3	41.2	-2.1
480	480;G	0	Produttivo/ Commerciale	NE	4	65	42.0	41.4	-0.6
481	481;V	0	Residenziale	NW	4	65	40.9	36.2	-4.7
482	482;I	0	Residenziale	NE	4	65	52.3	48.6	-3.7
483	483;B	0	Produttivo/ Commerciale	SE	4	65	62.8	58.3	-4.5
484	484;C	0	Produttivo/ Commerciale	SE	4	65	70.5	61.3	-9.2
485	485;G	2	Residenziale	NE	4	65	44.9	37.5	-7.4
486	486;D	1	Residenziale	SW	4	65	51.3	47.7	-3.6
487	487;D	0	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	62.8	56.1	-6.7
493	493;A	1	Residenziale	SW	4	65	49.8	45.7	-4.1
495	495;D	2	Residenziale	NW	4	65	45.4	40.8	-4.6
496	496;I	3	Residenziale	SE	4	65	48.9	37.1	-11.8
498	498;I	1	Residenziale	NE	4	65	42.7	40.4	-2.3
499	499;F	0	Residenziale	NW	4	65	55.7	49.9	-5.8
500	500;M	2	Residenziale	NW	4	65	51.9	40.8	-11.1
501	501;D	0	Residenziale	SE	4	65	43.8	42.4	-1.4
502	502;G	0	Baracche/tecnici	SW	4	65	43.4	37.7	-5.7
503	503;BJ	1	Residenziale	NW	4	65	56.8	50.7	-6.1

Scenario 2 – Scavo del rilevato							Quadrante 1		
Ricevitore	ID facciata	Piano	Destinazione d'uso	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
510	510;F	0	Residenziale	SW	4	65	55.5	55.4	-0.1
536	536;D	0	Residenziale	SE	4	65	36.9	32.5	-4.4
538	538;B	0	Baracche/tecnici	SE	3	60	45.3	45.0	-0.3
539	539;C	0	Scuola	SW	3	50	51.2	47.4	-3.8
540	540;A	2	Scuola	NE	3	50	49.0	43.0	-6.0
541	541;D	1	Scuola	NW	3	50	51.1	44.0	-7.1
712	712;C	1	Produttivo/ Commerciale	SW	4	65	51.7	47.2	-4.5
723	723;D	2	Residenziale	NW	4	65	37.2	34.6	-2.6
724	724;D	2	Residenziale	NE	4	65	44.3	38.9	-5.4
725	725;D	0	Baracche/tecnici	NE	4	65	35.3	34.0	-1.3
726	726;P	1	Residenziale	NW	4	65	43.9	38.8	-5.1
890	890;E	0	Scuola	SE	4	50	42.7	41.6	-1.1
891	891;A	0	Scuola	SW	4	50	50.9	49.2	-1.7
892	892;C	0	Baracche/tecnici	SW	4	65	41.1	39.6	-1.5
893	893;E	0	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	51.9	50.0	-1.9
894	894;D	0	Produttivo/ Commerciale	SE	4	65	45.4	43.6	-1.8
895	895;D	0	Residenziale	SW	4	65	66.3	61.8	-4.5
896	896;E	0	Produttivo/ Commerciale	NE	4	65	41.3	38.9	-2.4
897	897;J	0	Residenziale	NW	4	65	46.2	44.4	-1.8
898	898;C	0	Residenziale	NE	4	65	48.9	46.1	-2.8
899	899;A	1	Produttivo/ Commerciale	NE	4	65	57.8	52.1	-5.7
900	900;C	1	Residenziale	SW	4	65	39.9	39.7	-0.2
901	901;E	0	Produttivo/ Commerciale	SW	4	65	44.5	44.3	-0.2
902	902;A	1	Residenziale	NE	4	65	43.5	38.8	-4.7
903	903;D	0	Produttivo/ Commerciale	NW	4	65	57.3	56.0	-1.3
904	904;B	1	Produttivo/ Commerciale	SW	4	65	49.3	46.5	-2.8
906	906;C	2	Residenziale	SE	4	65	37.6	35.0	-2.6
907	907;E	0	Residenziale	NE	4	65	54.9	49.5	-5.4
908	908;A	0	Residenziale	NE	4	65	56.9	51.2	-5.7
909	909;C	0	Residenziale	NE	4	65	46.2	42.4	-3.8
913	913;F	0	Residenziale	NW	4	65	47.7	47.1	-0.6

Tabella 24 Valori di potenza sonora ai ricettori in presenza e in assenza di elementi di mitigazione – Scenario 2, Quadrante 1

Scenario 2 – Scavo del rilevato							Quadrante 2		
Ricevitore	ID facciata	Destinazione d'uso	Piano	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
25	25;C	Baracche/tecnici	0	NW	4	65	28.1	28.0	-0.1
54	54;G	Residenziale	5	NE	4	65	49.6	45.0	-4.6
55	55;C	Residenziale	0	SW	4	65	30.7	17.2	-13.5
64	64;F	Residenziale	2	NE	4	65	59.0	50.1	-8.9
65	65;A	Residenziale	0	SE	4	65	53.3	48.0	-5.3
67	67;A	Residenziale	0	NW	4	65	52.7	46.4	-6.3
69	69;B	Residenziale	0	SE	4	65	53.1	47.3	-5.8
75	75;C	Residenziale	5	SE	4	65	42.9	38.3	-4.6
76	76;B	Residenziale	1	NW	4	65	61.8	56.6	-5.2
79	79;A	Residenziale	2	SW	4	65	50.2	45.5	-4.7
82	82;A	Residenziale	3	NW	4	65	52.1	47.3	-4.8
83	83;F	Residenziale	4	NE	4	65	50.0	44.2	-5.8
109	109;A	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	39.0	38.6	-0.4
112	112;A	Baracche/tecnici	0	NE	4	65	40.8	40.4	-0.4
118	118;D	Residenziale	0	NW	4	65	43.2	41.9	-1.3
119	119;B	Residenziale	0	NW	4	65	62.0	57.7	-4.3
120	120;F	Produttivo/ Commerciale	1	NW	4	65	46.9	44.8	-2.1
162	162;N	Residenziale	1	NE	4	65	41.3	39.6	-1.7
230	230;A	Residenziale	0	E	4	65	28.9	23.5	-5.4
238	238;C	Residenziale	4	NW	4	65	34.1	29.2	-4.9
240	240;G	Residenziale	4	SE	4	65	29.4	19.0	-10.4
241	241;C	Produttivo/ Commerciale	0	SE	4	65	35.1	34.1	-1.0
242	242;E	Residenziale	3	NW	4	65	38.6	36.6	-2.0
243	243;B	Residenziale	6	SW	4	65	51.6	46.6	-5.0
244	244;B	Residenziale	5	NW	4	65	51.9	47.0	-4.9
245	245;B	Residenziale	5	NW	4	65	36.4	32.5	-3.9
260	260;D	Produttivo/ Commerciale	0	SE	4	65	59.2	53.7	-5.5
261	261;A	Residenziale	0	NW	4	65	70.8	64.0	-6.8
264	264;A	Residenziale	4	NE	4	65	51.2	46.8	-4.4
266	266;B	Residenziale	2	NE	4	65	51.1	45.0	-6.1
267	267;G	Residenziale	5	NW	4	65	42.2	37.7	-4.5
268	268;C	Residenziale	5	NW	4	65	51.2	46.2	-5.0
269	269;I	Residenziale	1	NW	4	65	57.2	51.2	-6.0
270	270;G	Residenziale	4	SW	4	65	52.4	46.6	-5.8
296	296;O	Produttivo/ Commerciale	1	NE	4	65	41.4	40.5	-0.9
367	367;A	Residenziale	2	S	4	65	30.8	4.4	-26.4
371	371;C	Residenziale	0	NW	4	65	46.5	44.2	-2.3

Scenario 2 – Scavo del rilevato							Quadrante 2		
Ricevitore	ID facciata	Destinazione d'uso	Piano	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
372	372;F	Residenziale	1	NW	4	65	41.8	37.1	-4.7
374	374;F	Residenziale	1	SE	4	65	32.8	21.9	-10.9
376	376;E	Residenziale	1	SW	4	65	48.1	44.9	-3.2
389	389;B	Produttivo/ Commerciale	2	SE	4	65	42.9	39.4	-3.5
392	392;D	Residenziale	2	SW	4	65	29.4	7.7	-21.7
393	393;AE	Residenziale	0	E	4	65	35.8	32.6	-3.2
394	394;A	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	37.2	35.5	-1.7
396	396;J	Residenziale	1	SW	4	65	28.0	16.8	-11.2
411	411;R	Produttivo/ Commerciale	0	SW	4	65	41.2	38.2	-3.0
485	485;C	Residenziale	5	SE	4	65	53.2	45.8	-7.4
486	486;B	Residenziale	0	NE	4	65	66.3	59.9	-6.4
487	487;X	Produttivo/ Commerciale	0	NW	4	65	55.6	51.9	-3.7
488	488;C	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	40.4	39.9	-0.5
490	490;C	Baracche/tecnici	0	NE	4	65	39.6	38.6	-1.0
491	491;B	Baracche/tecnici	0	S	4	65	43.7	41.6	-2.1
493	493;F	Residenziale	2	SE	4	65	44.2	38.4	-5.8
500	500;D	Residenziale	3	SE	4	65	56.1	51.5	-4.6
501	501;D	Residenziale	0	SE	4	65	51.2	48.8	-2.4
502	502;E	Baracche/tecnici	0	SW	4	65	47.4	45.3	-2.1
503	503;K	Residenziale	1	SW	4	65	50.5	46.9	-3.6
676	676;A	Produttivo/ Commerciale	1	NW	4	65	31.7	28.2	-3.5
698	698;C	Residenziale	6	NW	4	65	45.5	40.6	-4.9
700	700;B	Residenziale	7	SW	4	65	47.0	39.9	-7.1
702	702;O	Residenziale	6	NE	4	65	29.4	23.8	-5.6
712	712;D	Produttivo/ Commerciale	1	SE	4	65	55.7	50.1	-5.6
719	719;F	Residenziale	3	SW	4	65	49.5	44.2	-5.3
720	720;B	Residenziale	5	SW	4	65	49.7	45.7	-4.0
722	722;B	Residenziale	5	NE	4	65	43.6	38.5	-5.1
723	723;O	Residenziale	2	NW	4	65	49.1	46.2	-2.9
725	725;C	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	52.0	47.2	-4.8
726	726;O	Residenziale	1	NW	4	65	50.6	46.9	-3.7
811	811;H	Residenziale	5	SW	4	65	35.9	34.3	-1.6
814	814;B	Produttivo/ Commerciale	0	NE	4	65	30.5	29.5	-1.0
816	816;I	Residenziale	3	NW	4	65	25.9	25.3	-0.6
819	819;G	Residenziale	3	NW	4	65	37.0	35.2	-1.8
824	824;H	Residenziale	6	NE	4	65	26.9	15.7	-11.2

Scenario 2 – Scavo del rilevato							Quadrante 2		
Ricevitore	ID facciata	Destinazione d'uso	Piano	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
834	834;A	Produttivo/Commerciale	0	SE	4	65	31.4	30.5	-0.9
865	865;D	Residenziale	3	SW	4	65	29.4	28.6	-0.8
886	886;C	Produttivo/Commerciale	0	SW	5	70	33.0	32.9	-0.1
887	887;C	Produttivo/Commerciale	1	SW	5	70	39.4	39.2	-0.2
888	888;C	Produttivo/Commerciale	0	SW	5	70	34.3	34.2	-0.1
889	889;B	Baracche/tecnici	0	NW	5	70	36.8	35.4	-1.4
890	890;B	Scuola	0	NE	4	50	49.6	45.8	-3.8
891	891;A	Scuola	0	SW	4	50	55.6	53.7	-1.9
892	892;B	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	53.1	48.7	-4.4
893	893;E	Produttivo/Commerciale	0	NW	4	65	56.8	51.4	-5.4
894	894;D	Produttivo/Commerciale	0	SE	4	65	52.4	48.1	-4.3
896	896;M	Produttivo/Commerciale	0	SW	4	65	77.2	65.8	-11.4
897	897;J	Residenziale	0	NW	4	65	63.0	55.2	-7.8
898	898;D	Residenziale	0	NW	4	65	61.0	53.3	-7.7
902	902;E	Residenziale	0	NW	4	65	56.3	52.1	-4.2
903	903;D	Produttivo/Commerciale	0	NW	4	65	62.6	53.8	-8.8
904	904;C	Produttivo/Commerciale	1	NW	4	65	58.7	53.5	-5.2
905	905;K	Produttivo/Commerciale	2	NW	4	65	46.5	44.9	-1.6
906	906;D	Residenziale	0	NE	4	65	76.6	64.6	-12.0
909	909;C	Residenziale	2	NE	4	65	54.4	50.4	-4.0
913	913;E	Residenziale	4	SW	4	65	51.6	40.5	-11.1

Tabella 25 Valori di potenza sonora ai ricettori in presenza e in assenza di elementi di mitigazione – Scenario 2, Quadrante 2

Scenario 3 – Ricoprimento galleria artificiale							Quadrante 1		
Ricevitore	ID facciata	Destinazione d'uso	Piano	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
500	500;M	Residenziale	2	NW	4	65	40.4	33.8	-6.6
104	104;B	Residenziale	1	NW	4	65	43.4	35.8	-7.6
499	499;I	Residenziale	1	SE	4	65	34.8	31.4	-3.4
119	119;C	Residenziale	1	SW	4	65	45.1	40.0	-5.1
79	79;D	Residenziale	1	NW	4	65	37.1	32.0	-5.1
496	496;I	Residenziale	3	SE	4	65	35.1	29.2	-5.9
484	484;C	Produttivo/ Commerciale	0	SE	4	65	61.9	52.9	-9.0
71	71;F	Residenziale	2	SE	4	65	55.4	47.0	-8.4
278	278;B	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	39.5	35.8	-3.7
260	260;H	Produttivo/ Commerciale	0	NW	4	65	46.5	38.2	-8.3
81	81;B	Residenziale	1	SE	4	65	48.5	38.7	-9.8
277	277;D	Produttivo/ Commerciale	1	SW	4	65	57.6	48.8	-8.8
471	471;A	Residenziale	0	SE	4	65	37.9	34.0	-3.9
474	474;L	Residenziale	1	SE	4	65	31.4	28.3	-3.1
485	485;C	Residenziale	1	SE	4	65	31.3	29.9	-1.4
503	503;AQ	Residenziale	1	NW	4	65	65.7	57.4	-8.3
73	73;B	Residenziale	1	NW	4	65	51.7	47.7	-4.0
487	487;D	Produttivo/ Commerciale	0	NW	4	65	50.9	50.9	0.0
78	78;C	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	50.7	50.6	-0.1
91	91;A	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	50.6	47.0	-3.6
272	272;F	Residenziale	1	SW	4	65	58.4	47.9	-10.5
274	274;L	Residenziale	1	SE	4	65	31.9	31.5	-0.4
64	64;H	Residenziale	1	NE	4	65	41.6	38.5	-3.1
895	895;D	Residenziale	0	SW	4	65	33.0	22.9	-10.1
261	261;B	Residenziale	1	SW	4	65	38.6	38.5	-0.1
467	467;I	Residenziale	0	SW	4	65	43.5	39.1	-4.4
724	724;D	Residenziale	2	NE	4	65	40.8	37.8	-3.0
470	470;B	Residenziale	0	SW	4	65	38.6	33.5	-5.1
63	63;B	Residenziale	1	SE	4	65	36.9	33.0	-3.9
275	275;D	Residenziale	1	SE	4	65	33.6	31.3	-2.3
493	493;A	Residenziale	1	SW	4	65	41.5	38.5	-3.0
486	486;D	Residenziale	1	SW	4	65	46.9	38.0	-8.9
540	540;A	Scuola	2	NE	3	50	39.9	32.5	-7.4
541	541;C	Scuola	0	NW	3	50	31.0	28.7	-2.3
907	907;D	Residenziale	0	NE	4	65	34.1	31.0	-3.1

Scenario 3 – Ricoprimento galleria artificiale							Quadrante 1		
Ricevitore	ID facciata	Destinazione d'uso	Piano	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
908	908;A	Residenziale	0	NE	4	65	48.2	42.8	-5.4
69	69;B	Residenziale	0	SE	4	65	54.0	45.7	-8.3
712	712;C	Produttivo/ Commerciale	1	SW	4	65	54.4	46.7	-7.7
271	271;B	Residenziale	0	SW	4	65	49.6	43.0	-6.6
909	909;D	Residenziale	1	NW	4	65	52.2	49.9	-2.3
472	472;C	Residenziale	0	N	4	65	62.4	53.6	-8.8
372	372;D	Residenziale	1	NE	4	65	65.3	56.3	-9.0
898	898;C	Residenziale	0	NE	4	65	32.7	32.3	-0.4
66	66;C	Residenziale	2	SE	4	65	37.2	32.0	-5.2
67	67;A	Residenziale	3	NW	4	65	35.2	30.7	-4.5
126	126;A	Baracche/tecnici	0	SW	4	65	29.8	28.7	-1.1
473	473;A	Residenziale	0	SE	4	65	45.1	38.0	-7.1
481	481;V	Residenziale	0	NW	4	65	40.8	40.1	-0.7
899	899;A	Produttivo/ Commerciale	0	NE	4	65	40.9	34.1	-6.8
904	904;B	Produttivo/ Commerciale	1	SW	4	65	51.8	43.0	-8.8
376	376;D	Residenziale	1	NW	4	65	43.8	38.5	-5.3
124	124;B	Scuola	0	NE	3	50	43.6	38.5	-5.1
483	483;B	Produttivo/ Commerciale	0	SE	4	65	52.6	43.8	-8.8
892	892;B	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	34.8	30.8	-4.0
893	893;E	Produttivo/ Commerciale	0	NW	4	65	36.5	32.8	-3.7
93	93;B	Residenziale	0	NE	4	65	38.5	38.0	-0.5
475	475;D	Residenziale	0	O	4	65	34.1	29.3	-4.8
84	84;B	Residenziale	4	SE	4	65	44.9	41.3	-3.6
127	127;A	Baracche/tecnici	0	NE	4	65	55.6	51.2	-4.4
495	495;D	Residenziale	2	NW	4	65	61.6	52.0	-9.6
906	906;A	Residenziale	1	SW	4	65	42.7	34.1	-8.6
902	902;A	Residenziale	1	NE	4	65	44.0	38.0	-6.0
76	76;B	Residenziale	1	NW	4	65	54.7	46.3	-8.4
478	478;B	Residenziale	0	S	4	65	42.4	35.9	-6.5
502	502;K	Baracche/tecnici	0	NE	4	65	40.2	36.3	-3.9
97	97;B	Residenziale	0	SW	4	65	41.1	31.4	-9.7
482	482;l	Residenziale	0	NE	4	65	38.7	36.6	-2.1
726	726;P	Residenziale	1	NW	4	65	39.3	28.9	-10.4
723	723;D	Residenziale	2	NW	4	65	45.3	34.4	-10.9
65	65;C	Residenziale	2	NW	4	65	36.3	33.4	-2.9
87	87;D	Residenziale	1	SW	4	65	35.8	32.1	-3.7
110	110;B	Baracche/tecnici	0	NW	4	65	40.7	32.1	-8.6

Scenario 3 – Ricoprimento galleria artificiale							Quadrante 1		
Ricevitore	ID facciata	Destinazione d'uso	Piano	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
269	269;I	Residenziale	3	NW	4	65	51.9	51.8	-0.1
725	725;C	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	41.0	38.3	-2.7
125	125;A	Residenziale	0	SE	4	65	41.2	40.8	-0.4
129	129;A	Baracche/tecnici	0	NE	4	65	51.9	49.5	-2.4
501	501;D	Residenziale	0	SE	4	65	43.8	37.8	-6.0
896	896;C	Produttivo/ Commerciale	0	NE	4	65	44.6	38.6	-6.0
536	536;A	Residenziale	0	NE	4	65	43.8	38.3	-5.5
894	894;D	Produttivo/ Commerciale	0	SE	4	65	34.6	31.1	-3.5
897	897;G	Residenziale	1	SW	4	65	38.0	31.1	-6.9
539	539;C	Scuola	0	SW	3	50	34.1	31.0	-3.1
128	128;D	Baracche/tecnici	0	SW	3	60	36.9	33.3	-3.6
266	266;B	Residenziale	5	NE	4	65	37.5	35.2	-2.3
276	276;C	Residenziale	0	NE	4	65	35.5	33.5	-2.0
890	890;D	Scuola	0	SW	4	50	39.0	34.9	-4.1
903	903;D	Produttivo/ Commerciale	0	NW	4	65	45.2	41.1	-4.1
498	498;I	Residenziale	1	NE	4	65	37.8	35.1	-2.7
891	891;B	Scuola	0	SE	4	50	58.1	50.5	-7.6
89	89;B	Baracche/tecnici	0	SW	4	65	40.5	37.7	-2.8
913	913;F	Residenziale	0	NW	4	65	43.1	40.6	-2.5
382	382;S	Produttivo/ Commerciale	0	NE	4	65	40.3	35.1	-5.2
468	468;E	Residenziale	0	NW	4	65	54.0	49.3	-4.7
480	480;F	Produttivo/ Commerciale	0	SE	4	65	54.2	54.1	-0.1
107	107;B	Baracche/tecnici	0	NE	4	65	50.3	50.3	0.0
365	365;C	Residenziale	0	NE	4	65	34.4	30.6	-3.8
538	538;B	Baracche/tecnici	0	SE	3	60	49.5	47.3	-2.2
96	96;A	Produttivo/ Commerciale	0	SE	4	65	41.2	36.6	-4.6
122	122;D	Baracche/tecnici	0	SW	4	65	47.4	43.5	-3.9
510	510;F	Residenziale	0	SW	4	65	49.5	43.5	-6.0
900	900;C	Residenziale	0	SW	4	65	49.9	43.9	-6.0
95	95;A	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	38.9	33.5	-5.4
901	901;A	Produttivo/ Commerciale	0	NE	4	65	41.0	39.8	-1.2

Tabella 26 Valori di potenza sonora ai ricettori in presenza e in assenza di elementi di mitigazione – Scenario 3, Quadrante 1

Scenario 3 – Ricoprimento galleria artificiale							Quadrante 2		
Ricevitore	ID facciata	Destinazione d'uso	Piano	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
25	25;B	Baracche/tecnici	0	NE	4	65	33.8	33.1	-0.7
54	54;A	Residenziale	0	SE	4	65	58.8	53.0	-5.8
55	55;B	Residenziale	0	NW	4	65	31.4	31.4	0.0
64	64;H	Residenziale	5	NE	4	65	36.5	35.1	-1.4
65	65;C	Residenziale	2	NW	4	65	37.1	35.6	-1.5
67	67;B	Residenziale	4	SW	4	65	44.0	42.7	-1.3
69	69;D	Residenziale	1	NW	4	65	38.6	37.8	-0.8
75	75;D	Residenziale	0	NE	4	65	51.5	49.2	-2.3
76	76;A	Residenziale	1	NE	4	65	36.2	36.1	-0.1
79	79;B	Residenziale	0	SE	4	65	34.6	34.3	-0.3
82	82;A	Residenziale	3	NW	4	65	37.7	35.8	-1.9
83	83;A	Residenziale	4	NW	4	65	35.7	34.2	-1.5
109	109;A	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	50.1	49.5	-0.6
112	112;B	Baracche/tecnici	0	SW	4	65	43.2	42.1	-1.1
118	118;A	Residenziale	0	SW	4	65	47.5	44.2	-3.3
119	119;E	Residenziale	0	NE	4	65	45.0	44.8	-0.2
120	120;H	Produttivo/ Commerciale	0	SE	4	65	44.7	43.3	-1.4
162	162;N	Residenziale	0	NE	4	65	29.9	29.7	-0.2
230	230;A	Residenziale	0	E	4	65	31.2	31.2	0.0
238	238;C	Residenziale	0	NW	4	65	47.1	45.4	-1.7
240	240;L	Residenziale	0	NE	4	65	43.3	36.7	-6.6
241	241;B	Produttivo/ Commerciale	0	SW	4	65	43.7	40.3	-3.4
242	242;E	Residenziale	0	NW	4	65	37.9	35.4	-2.5
243	243;C	Residenziale	4	SE	4	65	38.4	37.9	-0.5
244	244;H	Residenziale	0	SE	4	65	52.1	46.9	-5.2
245	245;B	Residenziale	0	NW	4	65	48.7	43.8	-4.9
260	260;F	Produttivo/ Commerciale	1	NE	4	65	35.5	34.0	-1.5
261	261;D	Residenziale	0	SW	4	65	53.4	53.2	-0.2
264	264;D	Residenziale	1	SE	4	65	51.4	51.1	-0.3
266	266;F	Residenziale	0	NE	4	65	44.5	43.4	-1.1
267	267;G	Residenziale	0	NW	4	65	54.6	49.2	-5.4
268	268;A	Residenziale	0	SE	4	65	54.3	49.2	-5.1
269	269;G	Residenziale	0	SE	4	65	38.7	36.3	-2.4
270	270;I	Residenziale	1	SW	4	65	51.8	48.9	-2.9
296	296;O	Produttivo/ Commerciale	1	NE	4	65	42.6	40.2	-2.4
367	367;E	Residenziale	2	NW	4	65	38.1	37.5	-0.6
371	371;C	Residenziale	0	NW	4	65	35.6	35.4	-0.2

Scenario 3 – Ricoprimento galleria artificiale							Quadrante 2		
Ricevitore	ID facciata	Destinazione d'uso	Piano	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
372	372;C	Residenziale	1	SE	4	65	33.5	33.3	-0.2
374	374;J	Residenziale	0	NE	4	65	31.1	31.1	0.0
376	376;C	Residenziale	0	NE	4	65	40.3	40.1	-0.2
389	389;B	Produttivo/ Commerciale	0	SE	4	65	50.8	49.7	-1.1
392	392;B	Residenziale	1	NE	4	65	30.8	30.7	-0.1
393	393;AC	Residenziale	0	O	4	65	28.3	28.1	-0.2
394	394;A	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	32.4	32.4	0.0
396	396;A	Residenziale	0	SE	4	65	32.8	32.8	0.0
411	411;M	Produttivo/ Commerciale	0	NE	5	70	69.8	59.6	-10.2
485	485;H	Residenziale	5	NW	4	65	40.7	39.9	-0.8
486	486;D	Residenziale	1	SW	4	65	40.9	40.6	-0.3
487	487;G	Produttivo/ Commerciale	1	SW	4	65	39.0	38.4	-0.6
488	488;E	Baracche/tecnici	0	NW	4	65	49.7	48.4	-1.3
490	490;C	Baracche/tecnici	0	NE	4	65	50.1	49.6	-0.5
491	491;A	Baracche/tecnici	0	O	4	65	39.7	39.6	-0.1
493	493;H	Residenziale	0	SE	4	65	45.4	44.3	-1.1
500	500;K	Residenziale	0	SE	4	65	36.7	36.6	-0.1
501	501;C	Residenziale	0	SW	4	65	32.8	32.8	0.0
502	502;E	Baracche/tecnici	0	SW	4	65	33.0	32.8	-0.2
503	503;AA	Residenziale	0	SW	4	65	33.0	31.1	-1.9
676	676;A	Produttivo/ Commerciale	0	NW	4	65	30.2	29.9	-0.3
698	698;C	Residenziale	0	NW	4	65	43.7	38.6	-5.1
700	700;B	Residenziale	7	SW	4	65	45.7	41.2	-4.5
702	702;K	Residenziale	0	SE	4	65	42.9	38.6	-4.3
712	712;J	Produttivo/ Commerciale	0	SW	4	65	34.6	33.2	-1.4
719	719;F	Residenziale	3	SW	4	65	32.2	31.4	-0.8
720	720;B	Residenziale	6	SW	4	65	34.2	33.9	-0.3
722	722;A	Residenziale	5	SE	4	65	31.3	31.2	-0.1
723	723;H	Residenziale	2	NE	4	65	36.4	34.5	-1.9
725	725;C	Baracche/tecnici	0	SE	4	65	34.8	33.9	-0.9
726	726;N	Residenziale	1	SW	4	65	34.6	33.4	-1.2
811	811;G	Residenziale	5	NW	4	65	37.0	36.3	-0.7
814	814;A	Produttivo/ Commerciale	0	SE	4	65	47.4	44.0	-3.4
816	816;I	Residenziale	3	NW	4	65	37.5	36.0	-1.5
819	819;E	Residenziale	0	NW	4	65	41.3	37.8	-3.5
824	824;A	Residenziale	0	NW	4	65	52.1	47.4	-4.7

Scenario 3 – Ricoprimento galleria artificiale							Quadrante 2		
Ricevitore	ID facciata	Destinazione d'uso	Piano	Orient facciata	Classe acustica	Limite immissione diurno [dB(A)]	Lg non mitigato [dB(A)]	Lg mitigato [dB(A)]	Effetto mitig [dB(A)]
834	834;C	Produttivo/ Commerciale	0	NW	4	65	38.0	35.4	-2.6
865	865;D	Residenziale	2	SW	4	65	31.8	31.7	-0.1
886	886;A	Produttivo/ Commerciale	0	NE	5	70	64.2	59.0	-5.2
887	887;A	Produttivo/ Commerciale	0	NE	5	70	60.1	59.6	-0.5
888	888;A	Produttivo/ Commerciale	0	NE	5	70	56.6	56.4	-0.2
889	889;A	Baracche/tecnici	0	SE	5	70	26.9	26.9	0.0
890	890;C	Scuola	0	SE	4	50	33.4	32.9	-0.5
891	891;A	Scuola	0	SW	4	50	34.5	34.4	-0.1
892	892;D	Baracche/tecnici	0	SW	4	65	36.1	35.9	-0.2
893	893;A	Produttivo/ Commerciale	0	SE	4	65	39.4	39.4	0.0
894	894;C	Produttivo/ Commerciale	0	NE	4	65	35.9	35.6	-0.3
896	896;G	Produttivo/ Commerciale	0	SW	4	65	48.9	48.8	-0.1
897	897;C	Residenziale	0	NE	4	65	46.7	46.6	-0.1
898	898;A	Residenziale	2	SW	4	65	53.6	53.6	0.0
902	902;A	Residenziale	0	NE	4	65	31.0	30.3	-0.7
903	903;D	Produttivo/ Commerciale	0	NW	4	65	48.5	48.5	0.0
904	904;E	Produttivo/ Commerciale	1	SE	4	65	34.0	33.1	-0.9
905	905;K	Produttivo/ Commerciale	0	NW	4	65	60.0	54.5	-5.5
906	906;A	Residenziale	1	SW	4	65	38.6	37.3	-1.3
909	909;A	Residenziale	1	SW	4	65	34.7	34.6	-0.1
913	913;B	Residenziale	0	SE	4	65	54.4	54.1	-0.3

Tabella 27 Valori di potenza sonora ai ricettori in presenza e in assenza di elementi di mitigazione – Scenario 3, Quadrante 2

6.8 LINEE GUIDA PER LA GESTIONE DEI CANTIERI

Si riassumono di seguito i principi procedurali seguiti nell'elaborazione del presente documento.

- L'apertura di ogni area di lavoro del cantiere dovrà essere preceduta da una valutazione dell'impatto acustico, redatta secondo le indicazioni del D.G.R. Toscana n. 857/2013, nei casi previsti dalla normativa (L. n. 447/1995, L.R. n. 89/1998). Tale valutazione permetterà di accertare la necessità di ricorrere alla deroga alle emissioni rumorose.
- Per quanto riguarda l'impostazione delle aree di cantiere l'Impresa:
 - ✓ dovrà localizzare gli impianti fissi più rumorosi (betonaggio, officine meccaniche, elettrocompressori, ecc.) alla massima distanza dai ricettori esterni;
 - ✓ dovrà orientare gli impianti che hanno un'emissione direzionale in modo da ottenere, lungo l'ipotetica linea congiungente la sorgente con il ricettore esterno, il livello minimo di pressione sonora;
 - ✓ nella progettazione dell'utilizzo delle varie aree del cantiere, dovrà privilegiare il deposito temporaneo degli inerti in cumuli da interporre fra le aree dove avvengono lavorazioni rumorose ed i ricettori;
 - ✓ dovrà ottimizzare la movimentazione di cantiere di materiali in entrata ed uscita, con l'obiettivo di minimizzare l'impiego della viabilità pubblica.
- Relativamente alle modalità operative l'Impresa è tenuta a seguire le seguenti indicazioni:
 - ✓ dare preferenza al periodo diurno per l'effettuazione delle lavorazioni;
 - ✓ impartire idonee direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi;
 - ✓ rispettare la manutenzione ed il corretto funzionamento di ogni attrezzatura;
 - ✓ usare barriere acustiche mobili da posizionare di volta in volta in prossimità delle lavorazioni più rumorose tenendo presente che, in linea generale, la barriera acustica sarà tanto più efficace quanto più vicino si troverà alla sorgente sonora;
 - ✓ per una maggiore accettabilità, da parte dei cittadini, di valori di pressione sonora elevati, programmare le operazioni più rumorose nei momenti in cui sono più tollerabili evitando, per esempio, le ore di maggiore quiete o destinate al riposo; per le operazioni più rumorose prevedere, per una maggiore accettabilità del disturbo da parte dei cittadini, anche una comunicazione preventiva sulle modalità e sulle tempistiche di lavoro;
 - ✓ effettuare le operazioni di carico dei materiali inerti in zone dedicate, sfruttando anche tecniche di convogliamento e di stoccaggio di tali materiali diverse dalle macchine di movimento terra, quali nastri trasportatori, tramogge, ecc.
 - ✓ individuare e delimitare rigorosamente i percorsi destinati ai mezzi, in ingresso e in uscita dal cantiere, in maniera da minimizzare l'esposizione al rumore dei ricettori;
 - ✓ stilare procedure, a garanzia della qualità della gestione, delle quali il gestore dei cantieri si dota al fine di garantire il rispetto delle prescrizioni impartite e delle cautele necessarie a mantenere l'attività entro i limiti fissati dal progetto. A questo proposito è utile disciplinare l'accesso di mezzi e macchine all'interno del cantiere mediante procedure da concordare con la Direzione Lavori;

- ✓ impiegare macchine e attrezzature che rispettano i limiti di emissione sonora previsti, per la messa in commercio, dalla normativa regionale, nazionale e comunitaria, vigente entro i tre anni precedenti la data di esecuzione dei lavori. In particolare dovrà tenere conto della normativa regionale in vigore per l'attività di cantieri stradali di durata superiore a 5 giorni (D. P.G.R. Toscana n. 2/R del 08/01/2014), nonché della normativa nazionale in vigore per le macchine da cantiere (D.Lgs. n. 26/2002).
- ✓ privilegiare l'utilizzo di macchine movimento terra ed operatrici gommate, piuttosto che cingolate, con potenza minima appropriata al tipo di intervento, e di impianti fissi, gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati.

6.9 ACCORGIMENTI SPECIFICI PER LA LIMITAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO DEL CANTIERE

Sulla base di quanto previsto dalle Linee Guida ARPAT, che saranno accolte nel loro complesso, si specificano i dettagli relativamente ad alcuni specifici accorgimenti di natura logistica/organizzativa che saranno adottati.

- **Mascheramento della rumorosità:** le attività a maggiore impatto acustico saranno concentrate in intervalli temporali diurni caratterizzati da condizioni di maggiore rumorosità di fondo (presumibilmente nei due archi temporali 10-12 e 15-18), affinché il contributo del cantiere possa essere mascherato quanto più possibile dal residuo preesistente;
- **Informazione alla popolazione:** In tutti i casi in cui le simulazioni ed i rilevamenti effettuati mettessero in evidenza superamenti dei limiti (soprattutto del livello differenziale), ancorché in regime di derogabilità, sarà cura del *noise manager* assicurarsi che sia data preventiva informazione alla popolazione esposta in termini di durata delle attività, al fine di circoscrivere la cognizione del disturbo a intervalli noti;
- **Limitazione del periodo di accensione dei mezzi:** tutti i dispositivi di cantiere saranno accesi per la durata strettamente necessaria allo svolgersi delle attività. Saranno inoltre implementati mezzi dotati di meccanismo che spenga il motore in caso di inattività, limitando pertanto la finestra di emissioni di rumore ai periodi di effettivo utilizzo.
- **Utilizzo di mezzi ad elevata efficienza:** saranno utilizzati dispositivi in grado di garantire prestazioni elevate, riducendo la durata delle lavorazioni e pertanto l'inquinamento acustico connesso alle stesse. In particolare, come già segnalato, sarà disponibile un rullo meccanico da 27 tonnellate in grado di abbattere di un terzo la durata delle operazioni di compattamento del suolo.
- **Utilizzo di mezzi conformi alla normativa in materia:** saranno utilizzati macchinari e attrezzature idonei a funzionare all'aperto (secondo D.P.R. 24 luglio 1996, n. 459) provvisti di marcatura CE relativamente alle emissioni acustiche. In particolare tali dispositivi risponderanno alle prescrizioni della **Direttiva 2000/14/CE** del Parlamento Europeo e del Consiglio del 08 maggio 2000 "*Ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto*" (G.U.C.E. L 162 del 3 luglio 2000)", nonché delle successive modifiche ed integrazioni e decreti attuativi della medesima, riassunti di seguito:
 - ✓ Commissione Europea/D.G. Ambiente/Gruppo di Lavoro 7 "*Linee guida per l'applicazione della direttiva 2000/14/CE*" (anno 2001);

- ✓ D. Lgs. 4 settembre 2002, n. 262 "Attuazione della Direttiva 2000/14/CE" (Suppl. Ord. Alla G.U.R.I. n. 273 del 21 novembre 2002);
- ✓ Commissione Europea/D.G. Ambiente "EC Declaration of Conformity for 2000/14 – Advice for the manufacturer of equipment covered by European Directive 2000/14/EC" (2003)
- ✓ Direttiva 2005/88/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, 14 dicembre 2005 "che modifica 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" (G.U.C.E. L 344 del 27 dicembre 2005);
- ✓ D.M.A. 24 luglio 2006 "Modifiche dell'allegato I - Parte b, del decreto legislativo 4 settembre 2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno." (G.U. n. 182 del 7 agosto 2006)"
- ✓ D.M.T. 4 aprile 2008: "Rettifica del decreto 14 dicembre 2007 di recepimento della direttiva 2007/34/CE della Commissione del 14 giugno 2007, che modifica, ai fini dell'adattamento al progresso tecnico, la direttiva 70/157/CEE del Consiglio relativa al livello sonoro ammissibile e al dispositivo di scappamento dei veicoli a motore". (G.U. n. 135 del 11 giugno 2008).

Si riportano nelle Tabelle successive i livelli di potenza sonora limite di riferimento per le diverse tipologie di mezzi di cantiere ai sensi della vigente normativa.

TIPO DI MACCHINA	POTENZA ELETTRICA P_{el} [kW]	LIVELLO AMMESSO DI POTENZA SONORA L_{wa} [dBA]	
		Dal 03/01/02	Dal 03/01/2006
Gruppi elettrogeni di saldatura	$P_{el} \leq 2$	$97 + \lg P_{el}$	$95 + \lg P_{el}$
	$2 < P_{el} \leq 10$	$98 + \lg P_{el}$	$95 + \lg P_{el}$
	$P_{el} > 10$	$97 + \lg P_{el}$	$95 + \lg P_{el}$

Tabella 28 Livelli di potenza sonora ammissibili ai sensi della normativa vigente per gruppi elettrogeni in funzione della potenza elettrica

TIPO DI MACCHINA	MASSA DELL'APPARECCHIO m [kg]	LIVELLO AMMESSO DI POTENZA SONORA L_{wa} [dBA]	
		Dal 03/01/02	Dal 03/01/2006
Martelli demolitori tenuti a mano	$m \leq 15$	107	105
	$15 < m < 30$	$94 + 11 \lg m$	$92 + 11 \lg m$
	$m > 30$	$96 + 11 \lg m$	$94 + 11 \lg m$

Tabella 29 Livelli di potenza sonora ammissibili ai sensi della normativa vigente in funzione della massa della macchina

MACCHINA	NORMATIVA	LIMITE DI POTENZA SONORA [dBA]	NOTE
Martelli demolitori azionati a mano	D.M. 588/87	108	Massa del martello $m < 20$ kg
		111	$20 \leq m \leq 35$ kg
		114	$m > 35$ kg e martelli con motore incorporato
Motocompressori	D.M. 588/87	100	Portata norm. $Q \leq 10$ m ³ /min
		102	$10 \leq Q \leq 30$ m ³ /min
		104	$Q > 30$ m ³ /min
Macchine movimento terra	D.M. 308/98 D. Lgs. 135/92	Requisiti acustici per attestazione CE	
	Fino al 29/12/96	106	Potenza netta installata $P \leq 70$ Kw
		108	$70 < P < 160$ Kw
		112	$160 \leq P \leq 350$ Kw
		112	Escavatori idraulici e a fune
		113	Altre macchine
	118	$P > 350$ Kw	
Dal 31/12/96	$87 + 11 \log P$	Cingolati (salvo escavatori)	
	al 29/12/01	$85 + 11 \log P$	Apripista, caricatori, ecc gommati
		$83 + 11 \log P$	Escavatori
	Dal 30/12/01	$84 + 11 \log P$	Cingolati (salvo escavatori)
		$82 + 11 \log P$	Apripista, caricatori, ecc gommati
		$80 + 11 \log P$	escavatori
Gruppi elettrogeni	D.M. 588/87	102	$P \leq 2$ KVA
		100	$P > 2$ KVA

Tabella 30 Livelli di potenza sonora ammissibili ai sensi della normativa vigente

TIPO DI MACCHINA	AMPIEZZA DI TAGLIO L [cm]	LIVELLO AMMESSO DI POTENZA SONORA L_{wa} [dB(A)]	
		Dal 03/01/02	Dal 03/01/2006
Tosaerba, tagliaerba elettrici e tagliaboschi	$L \leq 50$	96	94
	$50 < L < 70$	100	98
	$70 < L < 120$	100	98
	$L > 120$	105	103

Tabella 31 Livelli di potenza sonora ammissibili per tosaerba e simili ai sensi della normativa vigente in funzione della ampiezza di taglio

TIPO DI MACCHINA	POTENZA NETTA INSTALLATA P [kW]	LIVELLO AMMESSO DI POTENZA SONORA L_{wa} [dB(A)]	
		Dal 03/01/02	Dal 03/01/2006
Mezzi compattazione (rulli vibranti e vibrocosteripatori)	$P \leq 8$	108	105
	$8 < P \leq 70$	109	106
	$P \geq 70$	$89 + 11 \lg P$	$86 + 11 \lg P$
Apripista, pale caricatori, terne cingolati	$P \leq 55$	106	103
	$P > 55$	$87 + 11 \lg P$	$84 + 11 \lg P$
Apripista, pale caricatori, terne gommate; dumper, compattatori di rifiuti con pala caricatrice, carrelli elevatori con carico a sbalzo e motore a combustione, gru mobili, mezzi di compattazione, (rulli statici), vibrofinitrici, compressori idraulici.	$P \leq 55$	104	101
	$P > 55$	$85 + 11 \lg P$	$82 + 11 \lg P$
Escavatori, montacarichi per materiali da cantiere, argani, motozappe	$P \leq 55$	96	93
	$P > 55$	$83 + 11 \lg P$	$80 + 11 \lg P$
Gru a torre	-	$89 + \lg P$	$86 + \lg P$
Motocompressori	$P \leq 15$	99	97
	$P > 15$	$97 + 2 \lg P$	$95 + 2 \lg P$

Tabella 32 Livelli di potenza sonora ammissibili ai sensi della normativa vigente in funzione della potenza elettrica

6.10 CONCLUSIONI STUDIO FASE DI CANTIERIZZAZIONE

Sono stati presentati i risultati relativi allo studio acustico della fase di cantierizzazione relativo al Progetto Definitivo di ampliamento di Viale Leonardo Da Vinci tramite realizzazione di passaggio sotterraneo; tale studio è stato sviluppato in accordo con quanto predisposto dalle Normative Regionale, Nazionale e dalla normativa tecnica di riferimento.

I risultati della modellazione acustica, basata su assunzioni cautelative in merito alle sorgenti impiegate, hanno permesso di definire distanze rappresentative associate a specifici livelli di disturbo presso i ricettori maggiormente esposti in relazione agli scenari maggiormente impattivi, costituiti dalle attività di palificazione, scavo degli attuali rilevati e copertura del tunnel. La modellazione ha inoltre permesso di valutare gli effetti di interventi di mitigazione, consistenti in:

- Realizzazione di duna artificiale sormontata da barriera fonoisolante presso il cantiere fisso;
- Posa in opera di barriere mobili lungo i fronti di avanzamento delle lavorazioni.

I risultati proposti hanno evidenziato come l'utilizzo di tali elementi sia in grado di contenere in modo significativo il disturbo arrecato ai ricettori, specialmente con riguardo ad alcuni edifici sensibili (scuole).

Per la specifica richiesta di deroghe alle emissioni rumorose si demanda in ogni caso alla fase esecutiva più avanzate, in cui la definizione dinamica del piano di monitoraggio sincronizzato con le fasi di avanzamento permetterà di avere un riscontro in opera di quanto ipotizzabile allo stato attuale in merito alla rumorosità dei cantieri.

7 PIANO DI MONITORAGGIO DELLA PAVIMENTAZIONE

A conclusione della realizzazione dell'opera stradale si prevede la messa in opera di attività di monitoraggio per la verifica della funzionalità acustica della pavimentazione.

Il piano di monitoraggio della pavimentazione sarà in particolare sviluppato prevedendo misure di tipo CPX come da standard tecnico UNI EN ISO 11819.2 "Acustica - misurazione dell'influenza delle superfici stradali sul rumore da traffico – Parte 2: Metodo per la misura del rumore di rotolamento in prossimità del pneumatico". A tal proposito si farà riferimento anche alle "Linee guida per la verifica delle pavimentazioni fonoassorbenti e/o a bassa emissività negli interventi di risanamento acustico ad uso degli enti locali" della Regione Toscana, approvate con DGR n. 490 del 16/06/2014, ed in particolare all'Appendice B "Metodo di misura del livello di rumore di rotolamento (CPX)".

Le sessioni saranno così cadenzate:

- ✓ La prima sessione in fase di esercizio, dopo 6 mesi dalla messa in opera del manto;
- ✓ Successive misure con cadenza triennale per i successivi 9 anni, massima vita utile stimata per lo strato d'usura.

Per ogni sessione saranno in particolare previste misure nel numero minimo di 2 run su un tratto idoneo per il test, di lunghezza minima 100 metri, alla velocità di riferimento più rappresentativa del tratto in oggetto scelta tra 50 km/h, 70 km/h o 90 km/h. Qualora il monitoraggio periodico indichi una differenza di CPX (manto di progetto "meno" asfalto tradizionale) inferiore a 3 dB, si provvederà al rifacimento del manto stesso, con opportuno tipologico a bassa rumorosità.

I risultati degli esiti del controllo saranno tempestivamente trasmessi ai Comuni competenti, contestualmente alla valutazione della necessità di intraprendere azioni di manutenzione e/o rifacimento del manto stradale.

8 CONCLUSIONI

Nel presente Studio sono stati illustrati i criteri metodologici adottati per la valutazione di impatto acustico nell'ambito del Progetto Definitivo (PD) di ampliamento dell'Asse stradale di collegamento tra gli svincoli di Prato Est e Prato Ovest, anche noto come "Declassata di Prato", con i relativi risultati in termini di verifica dei limiti di legge. Allo stato presente l'infrastruttura in oggetto ha funzione di strada di scorrimento denominata "Viale Leonardo da Vinci" e si configura come la principale arteria di attraversamento est-ovest della Città, caratterizzata da pesanti flussi di traffico non completamente assorbiti proprio a causa della carente configurazione attuale, da cui l'importanza strategica del nuovo assetto previsto.

Tale intervento rappresenta già di per sé un intervento di mitigazione sul tratto in oggetto, attualmente corrente in rilevato e che sarà parzialmente interrato entro un tunnel per una lunghezza di circa 415 metri, sia in virtù della schermatura naturalmente offerta dal tunnel sia in quanto il migliorato livello di servizio consentirà condizioni di traffico più scorrevoli, con conseguente riduzione dei fenomeni di accelerazione e decelerazione tipici dei fenomeni di traffico intermittente. Nel presente documento sono stati mostrati quindi tutti gli accorgimenti progettuali tecnicamente realizzabili per il contenimento acustico alla sorgente che saranno previsti nella configurazione "post operam

mitigata", tra cui il rivestimento fonoassorbente degli imbocchi del tunnel e l'inserzione di una barriera a protezione dell'area scolastica lungo via del Purgatorio e della futura area edificabile adiacente allo svincolo con via Nenni nord; ovviamente i tratti posti oltre il raccordo con l'infrastruttura originaria, che manterranno comunque una notevole influenza in termini di impatto acustico per i ricettori in affaccio diretto sulla strada, risultano esclusi dalla pertinenza del presente progetto e di conseguenza della presente valutazione acustica.