



PORTI  
di ROMA  
e del LAZIO



**Anas SpA**

Direzione Centrale Progettazione

TRANS-EUROPEAN TRANSPORT NETWORK EXECUTIVE AGENCY  
TEN-TEA

Ministero  
delle Infrastrutture e dei Trasporti

**PROGETTAZIONE PRELIMINARE ED ANALISI ECONOMICA DEL TRATTO  
TERMINALE DEL COLLEGAMENTO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA CON IL  
NODO INTERMODALE DI ORTE PER IL COMPLETAMENTO DELL'ASSE  
VIARIO EST-OVEST (CIVITAVECCHIA-ANCONA)  
2012-IT-91060-P**

**TRATTA: MONTE ROMANO EST – CIVITAVECCHIA**

**PROGETTO PRELIMINARE**

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE**

<b>PROGETTISTA:</b> <i>Ing. Maurizio Mancinetti</i> <i>Ordine Ing. di Roma n° 19506</i>		<b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS</b> Ing. F. Bario Ing. F. Bezzi Geol. G. Cardillo Ing. L. Cedrone Ing. P. G. D'Armini Sig.ra A. M. D'Aversa Ing. A. De Leo Geom. E. De Masi Geom. M. Diamente Ing. P. Fabbro Ing. G. Giovannini		Geom. R. Izzo Ing. E. Luziatelli Geom. D. Maggi Geom. M. Maggi Ing. E. Mittiga Ing. M. Panebianco Dott.ssa D. Perfetti Ing. A. Petrillo Ing. F. Pisani Arch. R. Roggi	
<b>IL GEOLOGO</b> <i>Dott. Geol. Stefano Serangeli</i> <i>Ordine Geol. Lazio n. 659</i>					
<b>IL RESPONSABILE DEL S.I.A.</b> <i>Dott. Geol. Serena Majetta</i>					
<b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b> <i>Arch. Roberto Roggi</i>					
<b>IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b> <i>Ing. Ilaria COPPA</i>		<b>SERVIZI SUPPORTO ESTERNO</b>  <i>Ing. Lorenzo TENERANI</i> <small>Ingegneria ambientale e laboratori</small> <a href="http://www.ambientesc.it">www.ambientesc.it</a>			
<b>PROTOCOLLO</b>	<b>DATA</b>	<b>VISTO: IL DIRETTORE CENTRALE</b> <i>Ing. Ugo DIBENNARDO</i>			

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
QUADRO RIFERIMENTO AMBIENTALE – RUMORE E VIBRAZIONI  
RELAZIONE**

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	TAVOLA	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.			
L0402D	P	1301			
		CODICE ELAB.	T001A36AMB	RE01	A
C					
B					
A	EMISSIONE	LUGLIO_2014	BATTISTINI	PERFETTI	MAJETTA
REV.	DESCRIZIONE		REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

1	Componente Rumore .....	3
1.1	Quadro normativo di riferimento.....	3
1.1.1	Normativa nazionale .....	3
1.1.2	Infrastrutture di trasporto .....	7
1.1.3	Normativa Regionale.....	9
1.2	Quadro conoscitivo .....	12
1.2.1	Areale di studio .....	12
1.2.2	Zonizzazione acustica del territorio di Tarquinia e Monte Romano .....	14
1.2.3	Ricettori sensibili .....	16
1.2.4	Stato attuale della componente rumore.....	23
1.3	Metodologia di analisi e valutazione degli impatti.....	25
1.3.1	Ante e post mitigazioni .....	25
1.4	Verifica del rispetto dei limiti vigenti.....	26
1.4.1	Criteri di verifica del rispetto dei limiti normativi vigenti.....	26
1.4.2	Azioni di progetto potenzialmente interferenti: le sorgenti di emissione.....	27
1.4.3	Ambiti di interferenza .....	28
1.4.4	Fattori di pressione ambientale .....	34
1.4.5	Modello previsionale di calcolo.....	36
1.5	Scenari di simulazione .....	39
1.5.1	Fase di cantiere .....	39
1.6	Scenari di simulazione .....	40
1.6.1	Fase di esercizio .....	40
1.6.2	Confronto tra gli scenari di impatto.....	43
1.6.3	Confronto tra le alternative di progetto .....	43
1.7	Analisi e valutazione degli impatti .....	45
1.7.1	Impatti potenziali .....	45
1.7.2	Azioni e misure di mitigazione .....	52
1.7.3	Impatti residui (Post mitigazione) .....	56
1.8	Proposta per il monitoraggio ambientale della componente .....	61
1.8.1	Fase ante operam .....	62
1.8.2	Fase di cantiere .....	62
1.8.3	Fase di esercizio .....	62
1.9	Conclusioni .....	63
1.9.1	Fase di Cantiere.....	63
1.9.2	Stato di Progetto Non Mitigato.....	63

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

1.9.3	Stato di Progetto Mitigato .....	64
2	Componente Vibrazioni .....	65
2.1	Normativa di riferimento .....	65
2.1.1	Norma UNI 9614 Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo .....	65
2.1.2	Norma UNI 9916 - Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici	66
2.1.3	Norma UNI11048 - Vibrazioni meccaniche ed urti - Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo .....	67
2.2	Metodologia generale di valutazione .....	68
2.3	Analisi degli Impatti in fase di costruzione .....	69
2.3.1	Identificazione dello scenario di massimo impatto .....	69
2.3.2	Stima preliminare di impatto .....	70
2.4	Analisi preliminare degli impatti in fase di esercizio .....	77

# **1 Componente Rumore**

## **1.1 Quadro normativo di riferimento**

### **1.1.1 Normativa nazionale**

Attualmente il quadro normativo nazionale si basa sulla Legge quadro n. 447 del 26 Ottobre 1995 e da una serie di decreti attuativi della legge quadro (DPCM 14 Novembre 1997, DM 16 Marzo 1998, DPCM 31 marzo 1998, DPR n. 142 del 30/3/2004), che rappresentano gli strumenti legislativi della disciplina organica e sistematica dell'inquinamento acustico.

La legge quadro dell'inquinamento acustico stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'art. 117 della Costituzione. Essa delinea le direttive, da attuarsi tramite decreto, su cui si debbono muovere le pubbliche amministrazioni e i privati per rispettare, controllare e operare nel rispetto dell'ambiente dal punto di vista acustico.

Il DPCM del 14 Novembre del 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" determina i valori limite di emissione delle singole sorgenti, i valori limite di immissione nell'ambiente esterno dall'insieme delle sorgenti presenti nell'area in esame, i valori di attenzione ed i valori di qualità le cui definizioni sono riportate nella legge quadro n. 447/95 e riportati di seguito nelle tabelle B-C-D. Tali valori sono riferibili alle classi di destinazione d'uso del territorio riportate nella tabella A allegata al presente decreto e adottate dai Comuni ai sensi e per gli effetti della legge n. 447/95.

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

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

*Classificazione del territorio comunale (art.1). (Tabella A dell'Allegato al D.P.C.M. 14/11/1997)*

Il **D.P.C.M. 14/11/1997** definisce, per ognuna delle classi acustiche previste:

- **Valore limite di emissione<sup>1</sup>**: valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.
- **Valore limite assoluto di immissione<sup>2</sup>**: valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.
- **Valore limite differenziale di immissione<sup>3</sup>**: è definito come differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale (rumore con tutte le sorgenti attive) ed il rumore residuo (rumore con la sorgente da valutare non attiva).
- **Valore di attenzione<sup>4</sup>**: valore di immissione che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente. E' importante sottolineare che in caso di superamento dei valori di attenzione, è obbligatoria l'adozione dei piani di risanamento di cui all'art. 7 della L.n°447/1995;
- **Valore di qualità<sup>5</sup>**: valore di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili.

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturmo (22:00 – 06:00)
I - aree particolarmente protette	45	35
II - aree prevalentemente residenziali	50	40
III - aree di tipo misto	55	45
IV - aree di intensa attività umana	60	50
V - aree prevalentemente industriali	65	55
VI - aree esclusivamente industriali	65	65

*Valori limite di emissione - Leq in dB(A) (art.2)*

<sup>1</sup> Art.2, comma 1, lettera e) della L.447/1995.

<sup>2</sup> Art.2, comma 1, lettera f) della L.447/1995.

<sup>3</sup> Art.2, comma 3 della L.447/1995.

<sup>4</sup> Art.2, comma 1, lettera g) della L.447/1995.

<sup>5</sup> Art.2, comma 1, lettera h) della L.447/1995.

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturno (22:00 – 06:00)
I - aree particolarmente protette	50	40
II - aree prevalentemente residenziali	55	45
III - aree di tipo misto	60	50
IV - aree ad intensa attività umana	65	55
V - aree prevalentemente industriali	70	60
VI - aree esclusivamente industriali	70	70

Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB (A) (art.3)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturno (22:00 – 06:00)
I - aree particolarmente protette	47	37
II - aree prevalentemente residenziali	52	42
III - aree di tipo misto	57	47
IV - aree ad intensa attività umana	62	52
V - aree prevalentemente industriali	67	57
VI - aree esclusivamente industriali	70	70

Valori di qualità Leq in dB(A) (Tabella D dell'Allegato al D.P.C.M. 14/11/1997)

Per quanto concerne i valori limite differenziali di immissione, il decreto suddetto stabilisce che tali valori, definiti dalla legge quadro 26 ottobre 1995, n. 447, non sono applicabili nelle aree classificate come classe VI della Tabella A e se la rumorosità è prodotta da infrastrutture stradali, ferroviarie e aeroportuali. L'art. 5 fa riferimento chiaramente alle infrastrutture dei trasporti per le quali i valori limite assoluti di immissione e di emissione relativi alle singole infrastrutture dei trasporti, all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, fissati successivamente dal DPR n. 142 del 2004. Il DM Ambiente 16.03.98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico". Emanato in ottemperanza al disposto dell'art. 3 comma 1, lettera c) della L.447/95, individua le specifiche che devono essere soddisfatte dalla strumentazione di misura, i criteri e le modalità di esecuzione delle misure (indicate nell'allegato B al presente decreto). I criteri e le modalità di misura del rumore stradale e ferroviario sono invece indicati nell'allegato C al presente Decreto, mentre le modalità di presentazione dei risultati delle misure lo sono in allegato D al Decreto di cui costituisce parte integrante.

### **1.1.2 Infrastrutture di trasporto**

Si rammenta come le fasce di rispetto definite dai noti decreti (DPR 142/04 e DPR 459/98) non siano elementi della zonizzazione acustica del territorio, ma come esse si sovrappongano alla zonizzazione realizzata secondo i criteri di cui sopra, venendo a costituire, in tali ambiti territoriali, un doppio regime di tutela. In tali aree, per la sorgente ferrovia, strada e aeroporto, valgono dunque i limiti indicati dalla propria fascia di pertinenza e di conseguenza le competenze per il loro rispetto sono poste a carico dell'Ente gestore. Al contrario per tutte le altre sorgenti, che concorrono al raggiungimento del limite di zona, valgono i limiti fissati dal piano di classificazione come da tabella B del DPCM 14/11/97. Ciò premesso, sebbene le emissioni sonore generate da tutte le principali infrastrutture siano quindi normate da specifici decreti, è tuttavia opportuno sottolineare come ai fini della classificazione acustica la loro presenza, sia senz'altro da ritenere come un importante parametro da valutare per attribuire una classe di appartenenza delle aree prossime alle infrastrutture. Lo stesso DPCM 14/11/1997 nella definizione delle classi acustiche, si riferisce al sistema trasportistico come ad uno degli elementi che concorrono a caratterizzare un'area del territorio e a zonizzarla dal punto di vista acustico.

#### **1.1.2.1 Rete Stradale**

**Il Decreto del Presidente della Repubblica n.142 del 30 Marzo 2004** “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447”. In esso viene individuata la fascia di pertinenza acustica relativa alle diverse tipologie di strade ed inoltre vengono stabiliti i criteri di applicabilità e i valori limiti di immissione, differenziandoli a seconda se le infrastrutture stradali sono di nuova realizzazione o già esistenti nonché a seconda del volume di traffico esistente nell'ora di punta.

Tale decreto prevede che in corrispondenza delle infrastrutture viarie siano previste delle “fasce di pertinenza acustica”, per ciascun lato della strada, misurate a partire del confine stradale, all'interno delle quali sono stabiliti dei limiti di immissione del rumore prodotto dalla infrastruttura stessa.

Le dimensioni delle fasce ed i limiti di immissione variano a seconda che si tratti di strade nuove o esistenti, e in funzione della tipologia di infrastruttura, secondo le seguenti tabelle:

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

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

\* per le scuole vale il solo limite diurno

*Caratteristiche delle fasce di pertinenza delle infrastrutture "esistenti e assimilabili" (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)*

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

All'interno di tali fasce per il rumore delle infrastrutture valgono i limiti riportanti nelle tabelle, mentre le altre sorgenti di rumore devono rispettare i limiti previsti dalla classificazione acustica corrispondente all'area.

TIPO DI STRADA (codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbana principale		250	50	40	65	55
C - extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995			
F - Locale						

\* per le scuole vale il solo limite diurno

*Caratteristiche delle fasce di pertinenza delle infrastrutture "nuove"*

**1.1.3 Normativa Regionale**

L.R. n°18 del 3 agosto 2001: "Disposizioni in materia di inquinamento acustico per la pianificazione ed il risanamento del territorio - modifiche alla legge regionale 6 agosto 1999, n. 14". La Regione Lazio, in attuazione della legge 26 ottobre 1995, n° 447, ha approvato la legge regionale n. 18 del 3 agosto 2001 (B.U.R.L n° 22 del 10/08/01 – Suppl. Ord. n° 5 del 13/08/01) con la quale viene incentivata l'adozione da parte dei Comuni di piani di classificazione acustica e dei piani di risanamento. Stabilisce inoltre alcuni obblighi per le attività temporanee, definisce ruoli e competenze in materia di controllo dell'inquinamento acustico. E' la legge che recepisce la

delega legislativa fissata dalla Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447/1995 che fissa i criteri in base ai quali i comuni procedono alla classificazione del proprio territorio.

La Legge Regionale 10.8.2001 n. 18 si compone di 30 articoli divisi in 5 titoli riguardanti la finalità e competenze (Titolo I°), la classificazione in zone acustiche del territorio comunale (Titolo II°), pianificazione regionale, comunale e delle imprese (Titolo III°), disposizioni finali (Titolo IV°) e disposizioni transitorie (Titolo V°).

Scopo della legge è quello di dettare le norme per la tutela dell'ambiente esterno e abitativo dall'inquinamento acustico e si prefigge i seguenti obiettivi:

- a. la determinazione della qualità acustica del territorio;
- b. il risanamento ambientale, prescrivere l'adozione di misure di prevenzione nelle aree in cui i livelli di rumore sono compatibili rispetto agli usi attuali e previsti del territorio e perseguire la riduzione della rumorosità;
- c. la tutela della popolazione dall'inquinamento acustico, ossia salvaguardare il benessere delle persone rispetto all'inquinamento acustico nell'ambiente esterno e negli ambienti abitativi.

I Criteri generali secondo cui deve essere redatta la zonizzazione acustica sono i seguenti:

- a. la classificazione in zone acustiche del proprio territorio avverrà sulla base:
  - delle destinazioni d'uso previste dagli strumenti urbanistici generali, anche se solo adottati e dell'effettiva e prevalente fruizione del territorio nonché della situazione topografica esistente, in modo che siano limitate le microsuddivisioni del territorio stesso, attraverso la riunificazione di quelle zone che siano acusticamente omogenee;
  - degli indicatori di valutazione rappresentativi delle attività antropiche, ricavati dai dati ISTAT.
- b. Il territorio è suddiviso in classi acustiche, in ordine decrescente di tutela, secondo quanto stabilito nell'allegato A, sulla base delle indicazioni del decreto previsto dall'articolo 3, comma 1, lettera a) della l. 447/1995.
- c. nel provvedere alla classificazione indicare le aree da destinarsi a spettacolo a carattere temporaneo, ovvero mobile, ovvero all'aperto, tenendo conto dei rapporti con l'abitato e con l'ambiente.

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

- d. nell'eventuale presenza di aree di particolare interesse paesaggistico-ambientale e turistico, al fine di garantire condizioni di quiete, si può fissare per tali aree valori di qualità inferiori di almeno 3 dB rispetto a quelli assegnati alla zona nella quale ricadono, in conformità ai criteri di cui all'articolo 2, comma 1, lettera g), fatto salvo quanto previsto dall'articolo 4, comma 1, lettera f), della l. 447/1995, in riferimento ai servizi pubblici essenziali.
- e. ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera a), della l. 447/1995, è vietato l'accostamento di zone acustiche caratterizzate da una differenza dei valori limite previsti dalla normativa vigente superiori a 5 dB, anche allorché le zone appartengano a comuni confinanti.
- f. per le aree a forte fluttuazione turistica stagionale è possibile l'adozione di due zonizzazioni acustiche di cui una corrispondente ai periodi di massima affluenza turistica e l'altra relativa ai periodi rimanenti.

Le procedure di approvazione della classificazione acustica sono le seguenti:

- a. il comune recepisce nel piano comunale il contenuto dei piani di cui all'articolo 3, comma 1, lettera b) e dei piani di contenimento del rumore di cui all'articolo 5, comma 1, lettera n) della L.R.;
- b. il piano comunale è depositato presso la segreteria del comune per sessanta giorni dopo l'adozione. Del deposito è data notizia sull'albo pretorio del comune. Entro trenta giorni dalla scadenza del deposito, gli interessati presentano le osservazioni. Entro i successivi trenta giorni il comune trasmette alla provincia il piano comunale con allegate le relative osservazioni e controdeduzioni;
- c. la provincia, valutati i contenuti del piano comunale pervenuto entro il mese di marzo e le relative osservazioni e controdeduzioni, con riferimento all'entità del fenomeno acustico inquinante, all'entità della popolazione beneficiaria ed alla rilevanza economica della parte a carico della pubblica amministrazione, definisce l'ordine di priorità degli interventi nell'ambito provinciale e trasmette entro il 30 giugno di ogni anno la relativa proposta alla Regione, ai fini dell'adozione o dell'aggiornamento del piano regionale di cui all'articolo 13;
- d. il comune adegua il piano comunale alle previsioni del piano regionale secondo i criteri ivi indicati. Il piano comunale così adeguato è inviato alla provincia, entro trenta giorni dalla data di adozione, ai fini della verifica dell'adeguamento al piano regionale. In caso di difformità del piano comunale rispetto al piano regionale, la provincia lo rinvia al comune,

unitamente alle proprie osservazioni, fissando il termine entro il quale il comune deve provvedere all'adeguamento. Decorso inutilmente tale termine, la provincia attiva il controllo sostitutivo della Regione ai sensi della normativa vigente.

## **1.2 Quadro conoscitivo**

### **1.2.1 Areale di studio**

#### **1.2.1.1 Area vasta**

La Provincia di Viterbo, la più settentrionale delle Province del Lazio, rientra in quella vasta area denominata Tuscia Laziale che si estende a Nord di Roma tra il fiume Tevere e il Mar Tirreno. Con un'estensione di 3612 km<sup>2</sup>, essa è delimitata a Nord dalla Toscana (province di Grosseto e Siena), alla quale storicamente si collega in quanto sede di alcuni tra i maggiori centri della civiltà etrusca, ma dalla quale si distingue per il paesaggio naturale prevalente, determinato dall'origine vulcanica dei substrati.

L'Umbria (in particolare il territorio provinciale di Terni) con la valle del fiume Tevere la delimita invece ad Est, mentre a Sud è lambita dalla regione sabatina e dai contrafforti settentrionali dell'acrocoro tolfetano, importante comprensorio della Tuscia che ricade però in massima parte nella provincia di Roma.

Il Viterbese, ma più in generale la Tuscia Laziale, si sviluppa in massima parte su un territorio edificato dall'attività esplosiva di tre importanti complessi vulcanici: quello vulsino, dominato dalla vasta depressione lacustre di Bolsena, quello vicano, con il lago di Vico in posizione centrale, e quello cimino subito a Sud-Est di Viterbo.

I terreni vulcanici ricoprono i più antichi terreni di origine sedimentaria che affiorano o emergono dalla copertura vulcanica in maniera sempre piuttosto esigua.

L'insieme di questi modesti rilievi, abbastanza regolarmente allineati tra la fascia subappenninica e il mare e diretta prosecuzione di quelli più settentrionali dell'Antiappennino toscano, fanno parte dell'Antiappennino tirrenico che a Sud di Roma si estende ai colli Albani e ai monti Lepini, Ausoni e Aurunci.

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

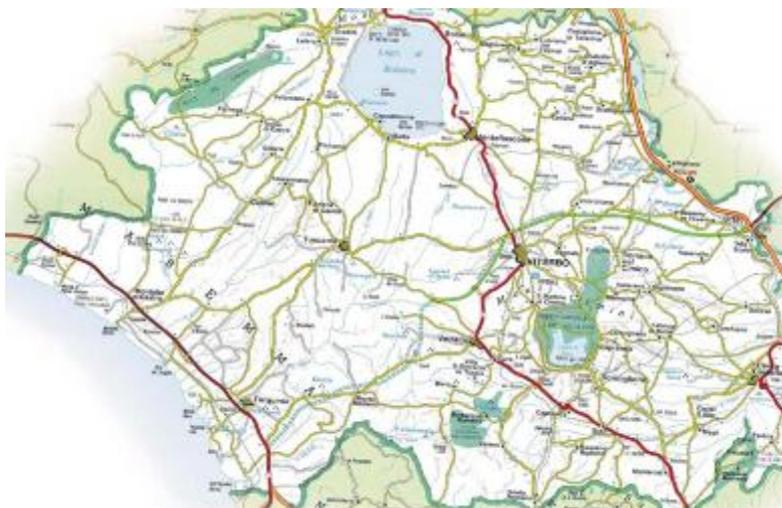


Figura 1- Area di interesse

Per quanto riguarda lo stato della componente acustica su area vasta, i dati riportano nel corso dell'anno 2007 alla Sezione provinciale ARPA di Viterbo 29 segnalazioni in merito a situazioni di presunto inquinamento acustico. Il 24% degli esposti riguardava attività commerciali (nel 57% dei casi è stata riscontrata una non conformità con i limiti normativi), il 24% attività musicali (71 % dei casi non conformi), il 10% attività artigianali (100% dei casi non conformi), il 12% attività industriali. Il restante 30% era relativo ad altre sorgenti di rumore.

Sorgenti	N. Sorgenti controllate per cui si è riscontrato almeno un superamento dei limiti per tipologia			
	2001	2003	2006	2007
Attività produttive	2	1	3	3
Attività di servizio e/o commerciali		8	8	4
Cantieri				
Manifestazioni temporanee ricreative	8		2	5
Privati				
Altro	1			
Infrastrutture stradali				
Infrastrutture ferroviarie e metropolitane di superficie				
Infrastrutture aeroportuali				
Infrastrutture portuali				
Totale	11	9	13	12

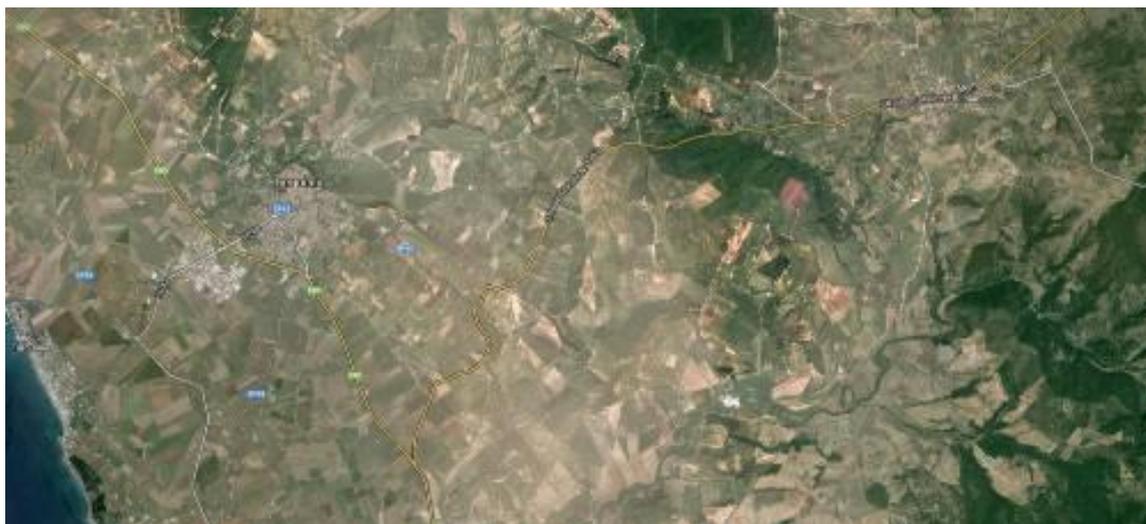
Le richieste di intervento hanno interessato nel 25% dei casi il comune di Viterbo, nel 15% il comune di Tarquinia. Le altre segnalazioni sono state distribuite tra; comuni di Canino, Caprarola, Montalto di Castro, Montefiascone, Monteromano, Nepi, Ronciglione, Soriano, Valentano, Vetralla. Dal 2007 è iniziato il monitoraggio del rumore da traffico veicolare.

Sorgenti	N. Sorgenti controllate ed esposti			
	2001	2003	2006	2007
Attività produttive	3	3	8	8
Attività di servizio e/o commerciali	1	12	14	7
Cantieri				
Manifestazioni temporanee ricreative	13		2	7
Privati				
Altro	1		11	7
Infrastrutture stradali				
Infrastrutture ferroviarie e metropolitane di superficie				
Infrastrutture aeroportuali				
Infrastrutture portuali				
Totale	18	15	35	29

Nell'anno 2007 sono stati raccolti, dietro richiesta del Comune di Monteromano, i dati relativi al tratto della Via Aurelia Bis che attraversa il comune stesso. Il monitoraggio ha evidenziato valori di LAeq compresi tra 65 e 71 dB(A) nel periodo diurno e tra 58 e 63 dB(A) nel periodo notturno, a fronte di limiti fissati dal DPR 142/2004 rispettivamente di 65 e 55 dB(A).

### **1.2.1.2 Area di progetto**

L'area interessata dal progetto, dal punto di vista acustico presenta quale sorgente di emissione acustica rilevante la ss.1 e la ss. 1 bis Aurelia, non essendo infatti presenti realtà industriali tali da caratterizzare acusticamente le zone interessate. Le aree attraversate risultano agricole rurali per la quasi totalità del tracciato con presenza di scarso edificato (l'unico centro interessato in prossimità è l'abitato di Monte Romano, che però si trova distante dal nuovo tracciato la cui realizzazione contribuirà a scaricare parte del traffico ad oggi insistente sul centro stesso).



*Figura 2-Stralcio fotogrammetrico area di progetto*

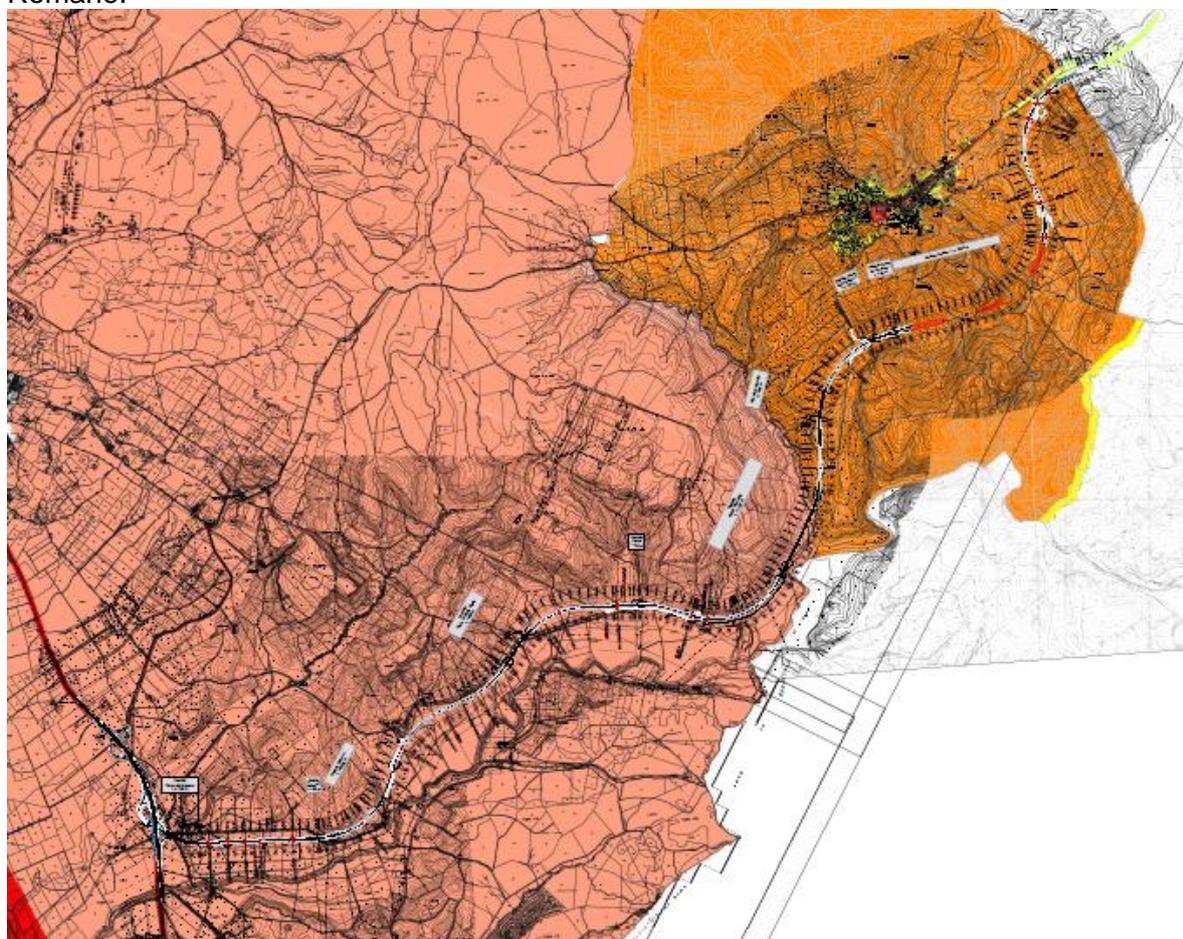
### **1.2.2 Zonizzazione acustica del territorio di Tarquinia e Monte Romano**

Il Consiglio Comunale di Tarquinia ha provveduto alla classificazione in zone acustiche del territorio comunale, come da Legge n° 447 del 26 ottobre 1995 e Legge Regionale n° 18 del 3 agosto 2001. Approvata con deliberazione di Consiglio Comunale n° 24 del 27 marzo 2008.

Il Consiglio Comunale di Monte Romano ha provveduto alla classificazione in zone acustiche del territorio comunale, come da Legge n° 447 del 26 ottobre 1995 e Legge Regionale n° 18 del 3 agosto 2001. Approvata con deliberazione di Consiglio Comunale n° 54 del 12 aprile 2010.

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

Si osserva che dal punto di vista della classificazione acustica del territorio il tracciato attraversa aree poste in Classe III sia per quanto riguarda il Comune di Tarquinia che quello di Monte Romano.



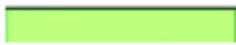
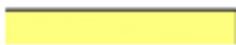
	CLASSE I AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE D. 50 N. 40 - dB(A)
	CLASSE II AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALE D. 55 N. 45 - dB(A)
	CLASSE III AREE DI TIPO MISTO D. 60 N. 50 - dB(A)
	CLASSE IV AREE DI INTENSA ATTIVITA' UMANA D. 65 N. 55 - dB(A)
	CLASSE V AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI D. 70 N. 60 - dB(A)
	CLASSE VI AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI D/N 70 - dB(A)

Figura 3- Zonizzazioni acustiche comuni interessati

### 1.2.3 Ricettori sensibili

#### 1.2.3.1 Ricettori presenti sul territorio

Durante i sopralluoghi si è provveduto ad effettuare in via preliminare un'analisi dei ricettori presenti sul territorio all'interno della fascia di 250 m dal tracciato di nuova realizzazione, rilevando le seguenti specificità:

N Ricettore	Tipologia Edificio	N Piani	N Ricettore	Tipologia Edificio	N Piani
<b>1</b>	Artigianale	1	<b>26</b>	Residenziale	2
<b>2</b>	Artigianale	2	<b>27</b>	Produttivo	1
<b>3</b>	Rudere	1	<b>28</b>	Produttivo	1
<b>4</b>	Rudere	1	<b>29</b>	Residenziale	2
<b>5</b>	Rudere	1	<b>30</b>	Residenziale	2
<b>6</b>	tettoia	1	<b>31</b>	Produttivo	2
<b>7</b>	Rudere	1	<b>32</b>	Produttivo	1
<b>8</b>	Rudere	1	<b>33</b>	Rudere	2
<b>9</b>	Residenziale	2	<b>34</b>	rudere	1
<b>10</b>	Pertinenza edificio	1	<b>35</b>	Residenziale	2
<b>11</b>	Residenziale	2	<b>36</b>	tettoia	1
<b>12</b>	Produttivo	1	<b>37</b>	tettoia	1
<b>13</b>	Produttivo	1	<b>38</b>	Residenziale	2
<b>14</b>	Tettoia	1	<b>39</b>	produttivo	1
<b>15</b>	Pertinenza edificio	1	<b>40</b>	Produttivo	1
<b>16</b>	Residenziale	2	<b>41</b>	Produttivo	1
<b>17</b>	Produttivo	1	<b>42</b>	rudere	2
<b>18</b>	Residenziale	1	<b>43</b>	Residenziale	2
<b>19</b>	Produttivo	1	<b>44</b>	Residenziale	2
<b>20</b>	Produttivo	1	<b>45</b>	pertinenza ed	1
<b>21</b>	Produttivo	1	<b>46</b>	produttivo	1
<b>22</b>	Produttivo	1	<b>47</b>	Residenziale	2
<b>23</b>	Produttivo	1	<b>48</b>	produttivo	1
<b>24</b>	Produttivo	1	<b>49</b>	Produttivo	1
<b>25</b>	Residenziale	2	<b>50</b>	magazzino	1

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

<b>N Ricettore</b>	<b>Tipologia Edificio</b>	<b>N Piani</b>	<b>N Ricettore</b>	<b>Tipologia Edificio</b>	<b>N Piani</b>
<b>51</b>	rudere	2	<b>76</b>	Residenziale	2
<b>52</b>	magazzino	1	<b>77</b>	Produttivo	1
<b>53</b>	Residenziale	2	<b>78</b>	Residenziale	2
<b>54</b>	Residenziale	2	<b>79</b>	produttivo	1
<b>55</b>	pertinenza ed	1	<b>80</b>	box	1
<b>56</b>	Residenziale	2	<b>81</b>	box	1
<b>57</b>	Residenziale	2	<b>82</b>	Residenziale	2
<b>58</b>	rudere	1	<b>83</b>	box	1
<b>59</b>	Residenziale	2	<b>84</b>	Produttivo	1
<b>60</b>	Residenziale	2	<b>85</b>	Produttivo	1
<b>61</b>	Residenziale	2	<b>86</b>	rudere	1
<b>62</b>	Produttivo	1	<b>87</b>	Residenziale	2
<b>63</b>	rudere	1	<b>88</b>	tettoia	1
<b>64</b>	tettoia	1	<b>89</b>	Residenziale	2
<b>65</b>	tettoia	1	<b>90</b>	Residenziale	2
<b>66</b>	Residenziale	1	<b>91</b>	Residenziale	2
<b>67</b>	box	1	<b>92</b>	Residenziale	2
<b>68</b>	rudere	1	<b>93</b>	Residenziale	2
<b>69</b>	residenziale	2	<b>94</b>	Residenziale	2
<b>70</b>	rudere	1			
<b>71</b>	produttivo	1			
<b>72</b>	Residenziale	2			
<b>73</b>	produttivo	1			
<b>74</b>	produttivo	1			
<b>75</b>	rudere	1			

### 1.2.3.2 Ricettore faunistico Colonia di *Falco naumanni*

L'area in esame rientra nel territorio di una piccola colonia di Grillaio (*Falco naumanni*) la cui nidificazione è stata accertata recentemente (Huetting e Molajoli 2011) ed è stata confermata nel corso dei rilievi sul campo effettuati nell'ambito del Monitoraggio ambientale preliminare Fauna. Questo piccolo falchetto, oltre ad essere incluso nell'all. I della Dir. 2009/147/CE (Direttiva Uccelli), è una SPEC 1 ovvero una specie minacciata globalmente (BirdLife International 2004). La nidificazione nell'area in esame, essendo la prima accertata nel Lazio negli ultimi trent'anni, richiede una particolare attenzione.

Sebbene non esistano studi specifici relativi al Grillaio, è noto che la densità di coppie nidificanti di

molte specie di uccelli è correlata negativamente con l'intensità del rumore provocato dal traffico veicolare o da altre fonti di disturbo acustico (Dinetti 2000). Tra le fonti più specifiche, si può citare lo studio condotto per conto del Ministero dei Trasporti olandese, che ha evidenziato che ogni specie ornitica mostra un valore soglia oltre il quale la densità di coppie decresce in maniera proporzionale all'aumento di intensità del rumore (Reijnen et al. 1996). Per un uccello di ambienti agricoli come l'Allodola, per esempio, questa intensità è 48 db. Lo stesso studio indica anche delle distanze di massima che corrispondono a queste intensità soglia considerando il rumore in funzione del traffico veicolare e della distanza dalla sorgente. Per l'allodola la distanza è 100 metri con 5000 veicoli/giorno e 490 metri per strade con traffico di 50000 veicoli/giorno.

La riduzione di densità dovuta al disturbo del passaggio continuo di veicoli è riportata per varie specie ornitiche di diversi gruppi (Illner 1992; Reijnen et al. 1995, 1996; Reijnen & Foppen 1995; Weiserb & Jacob 2001; Forman et al. 2002, Forman et al. 2003) e risulta maggiore in ambienti aperti (Dinetti 2000). Sono stati rilevati anche pochi casi in cui la presenza di strade ha mostrato un effetto positivo per alcune specie ornitiche, ma tali casi si riferiscono a tragitti stradali con traffico veicolare estremamente basso (Reijnen e Foppen 2006). Per la situazione stradale olandese, Reijnen et al. (2002) hanno concluso che una strada con intenso traffico veicolare (> 1000 veicoli/giorno) dovrebbe mantenere una distanza di almeno 1000 m per non causare disturbo ad aree importanti per la nidificazione di specie ornitiche.

Il sito di nidificazione del Grillaio, situato in loc. Casale Rosa, è stato considerato un ricettore faunistico sensibile, sia in fase di costruzione che in fase di esercizio, ed è stata ipotizzata l'applicazione di barriere antirumore come misura per mitigare il disturbo acustico.

Per dimensionare la barriera e verificarne l'efficacia, è stato necessario fissare una soglia oltre la quale il disturbo acustico potesse essere ritenuto non significativo per il ricettore faunistico.

Secondo Ciabo e Fabrizio (2012) bastano 50 dB in zone aperte per far diminuire la numerosità in specie nell'intorno della strada. Considerando in particolare singole specie in ambienti aperti, si è visto che le soglie oltre le quali il disturbo acustico determina una decrescita di densità variano tra 43 e 60 dB (Reijnen e Foppen 2006). Utilizzando un principio di precauzione, la soglia di riferimento per il caso in oggetto è stata ipotizzata a circa 45 dB.

E' quindi stata effettuata una simulazione acustica in corrispondenza del Cantiere Operativo Casale Rosa, per valutare l'opportunità di installare una barriera antirumore in fase di cantiere. Lo scenario di simulazione valutato è quello correlabile al potenziale massimo impatto esercitato dall'area di cantiere, ovvero alla "fase di allestimento e preparazione iniziale dell'area", cui sono connesse le operazioni di scotico e modellamento morfologico. Tale scenario simulato ha previsto la contemporanea attività di: 1 pala gommata, 1 escavatore, 2 camion (necessari all'eventuale trasporto di inerti in ingresso, in caso di posa in opera di stabilizzato, o in uscita). Infatti, nelle fasi

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

successive di “attività del cantiere” (in cui opereranno camion in ingresso, per il conferimento dei materiali da costruzione, e al più un elevatore per lo scarico dei materiali), è previsto uno scenario acustico meno impattante di quello legato alla fase di allestimento e preparazione.

Nella figura a seguire si riporta l’output del modello per la “fase di allestimento e preparazione iniziale dell’area” (la graficizzazione si riferisce ad una quota da p.c. pari a 4 metri).

I livelli acustici previsti in corrispondenza del ricevitore faunistico a seguito dell’introduzione delle barriere, comunque opportune in considerazione della contestuale presenza di altri ricettori antropici, sono i seguenti:

- quota di 2 metri da p.c.: 46,7 dB(A)
- quota di 10 metri da p.c.: 47,1 dB(A)
- quota di 50 metri da p.c.: 48,8 dB(A)

Tali livelli acustici sono stati ritenuti sufficienti ad abbattere il disturbo sul ricevitore faunistico in fase di cantiere. L’ubicazione delle barriere è rappresentata in Figura 1.

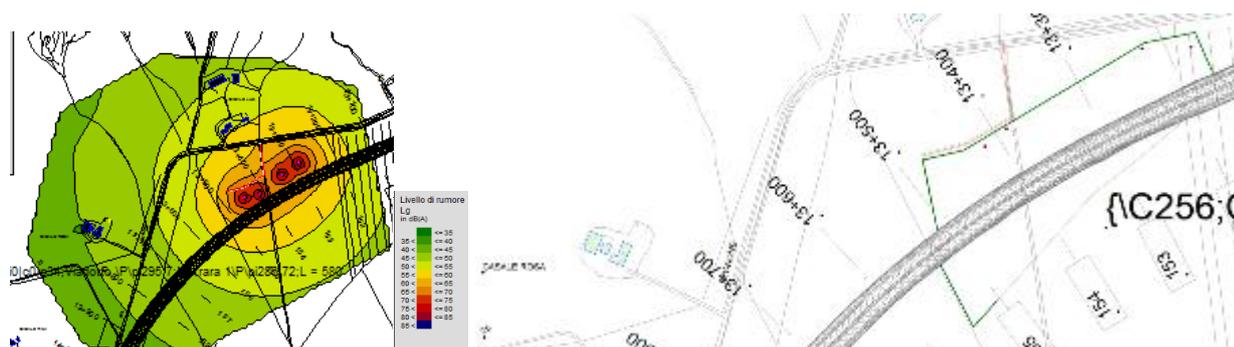


Figura 4— Simulazione acustica e ubicazione della barriera (in verde) in prossimità del Casale Rosa

Si è proceduto successivamente ad analizzare i risultati dell’applicazione modellistica relativa alla valutazione degli eventuali benefici indotti dall’introduzione di una barriera fonoassorbente a tutela del ricevitore faunistico Casale Rosa in fase di esercizio dell’Opera.

In questo caso si è assunto che il ricevitore sia posto alla quota di 8 metri dal piano di campagna, prendendo a riferimento il cornicione del Casale Rosa. Per garantire la massima protezione del ricevitore, si è verificato l’effetto di una barriera avente sviluppo lineare di circa 400 metri e altezza pari a quella di tutte le altre barriere previste in progetto (h=3 metri).

I risultati ottenuti sono riportati nella seguente tabella:

Ricevitore	Leq Diurno (dB(A) Non mitigato	Leq Notturno (dB(A) Non mitigato	Leq Diurno (dB(A) mitigato	Leq Notturno (dB(A) mitigato
R1 2m	50,3	41,5	49,6	40,8
R1 8 m	53,2	44,5	52,0	43,6
R1 50 m	56,1	47,4	55,7	47,1

Stante la quota del ricettore e il dislivello geodetico presente fra l'asse viario e il ricettore stesso, i benefici ottenibili in termini di mitigazione con l'inserimento della barriera sono risultati trascurabili. La barriera acustica, quindi, valutata come non efficace, non è stata adottata.

### 1.2.3.3 Ricettore ecologico: l'ansa del Fiume Mignone

L'area così denominata comprende il tratto terminale del Torrente Nasso, la sua confluenza nel F. Mignone e l'ansa formata dal F. Mignone al suo sbocco nella Piana del Vescovo.

Quest'area rappresenta un ambito di continuità importante per gli spostamenti e le migrazioni stagionali delle specie di fauna nel territorio. Comprende stazioni di presenza di specie rare ed è caratterizzata dalla presenza di un mosaico di ambienti naturali e semi-naturali in continuità con le sponde del fiume Mignone. Oltre che ad essere dotata di un considerevole valore ecologico intrinseco dovuto alla presenza di ambienti di boscaglia e vegetazione ripariale, acquista un significato particolare in quanto, attraversando la Piana del Vescovo, costituisce un crocevia per gli spostamenti tra le superfici boschive dell'area in esame (Macchia della Turchina, Macchia di Santa Maria e Le Rosette) e l'ambito di maggiore naturalità (boschi di caducifoglie, arbusteti, macchie e prati-pascoli) presente sulle propaggini dei Monti della Tolfa. A ciò si aggiunga che in generale i corsi d'acqua svolgono una funzione importante per i movimenti dispersivi e migratori di specie ornitiche (p. es. Berthold 2003, Newton 2008). In particolare il F. Mignone e gli altri corsi d'acqua del versante tirrenico svolgono questa funzione lungo l'asse migratorio NW-SE che caratterizza il territorio nazionale (Spina e Volponi 2008). Per questi motivi l'ansa del Mignone è stata designata tra i biotopi di rilevante interesse faunistico dell'area di indagine ed è stata ipotizzata l'applicazione di barriere antirumore come misura per mitigare il disturbo acustico.

E' stata quindi effettuata una simulazione ponendo 4 ricettori virtuali (FAU1 prossimo alla sezione 100, FAU4 prossimo alla sezione 98, vedi figura) alla quota di 0,3 m dal p.c. e considerando gli effetti indotti dall'introduzione di una barriera fonoassorbente alta 3 metri, posizionata fra la pk 8+150 e la pk 8+450 (Figura 2).

I risultati della simulazione sono riportati nella seguente tabella:

	Diurno non mitigato	Notte non mitigato	Diurno mitigato	Notte mitigato
FAU1	50,7	42,0	45,2	36,5
FAU 2	53,0	44,2	46,4	37,7
FAU 3	54,7	46,0	47,5	38,8
FAU 4	52,8	44,0	47,5	38,7

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale



Figura 5— Ubicazione della barriera acustica sul viadotto Nasso, in prossimità dell'ansa del Fiume Mignone

Considerando che in questo caso la soglia di tolleranza fissata per il ricettore faunistico precedentemente descritto potrebbe essere innalzata, essendo prevista in quest'area anche la creazione di un boschetto di frassini (*Fraxinus oxycarpa*) con funzione di area tampone, l'effetto migliorativo complessivo registrato è stato valutato positivamente in termini faunistici e successivamente avallato in termini di costi-benefici.

### Bibliografia citata

- Berthold P 2003. La migrazione degli uccelli. Bollati Boringhieri, Torino, pp. 3237
- BirdLife International 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, U.K.: BirdLife International. (BirdLife Conservation Series No.12).
- Ciabo S., Fabrizio M., 2012. Linee guida per la prevenzione di incidenti stradali causati da fauna selvatica nella Provincia di Pescara. Provincia di Pescara, 136 pp.
- Dinetti M. 2000. Infrastrutture ecologiche - Manuale pratico per progettare e costruire le opere urbane ed extraurbane nel rispetto della conservazione della biodiversità, Il verde editoriale.
- Forman RTT, Reineking B, Hersperger AM. 2002; Road traffic and nearby grassland bird patterns in a suburbanizing landscape. Environmental Management 29: 782-800.
- Forman, R. T. T., D. Sperling, J. A. Bissonette, A. P. Clevenger, C. D. Cutshall, V. H. Dale, L. Fahrig, R. France, C. R. Goldman, K. Heanue, J. A. Jones, F. J. Swanson, T. Turrentine, and T. C. Winter 2003. Road Ecology: Science and Solutions. Island Press, Washington, D. C. 481 pp.
- Huetting S. e Molajoli R. 2011. Nidificazione di Grillaio Falco naumanni nel Lazio. Alula 18: 146-

147.

Illner H. 1992a. Effects of roads with heavy traffic on grey partridge (*Perdix perdix*) density. *Gibier Faune Sauvage* 9: 467-480.

Illner H. 1992b; Road deaths of Westphalian owls: methodological problems, influence of road type and possible effects on population levels. In: Galbraith CA, Taylor IR & Percival S (eds) *The ecology and conservation of European owls*, 94-100. UK Nature Conservation 5, Peterborough.

Reijnen R, Foppen R. 1995; The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. IV. Influence of population size on the reduction of density of woodland breeding birds. *Journal of Applied Ecology* 32: 481-491.

Reijnen R. e Foppen R. 2006. Impact of road traffic on breeding birds. In J Davenport e JL Davenport, *The Ecology of Transportation Managing Mobility for the Environment*.

Reijnen R, Foppen R, ter Braak C, Thissen J. 1995; The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. *Journal of Applied Ecology* 32: 187-202.

Reijnen R., Foppen R. & Meeuwesen H. 1996. Effect of traffic on the density of breeding birds in dutch agricultural grasslands. *Biological Conservation* 75: 255-260.

Reijnen R, Foppen R, Veenbaas G, Bussink H. 2002; Disturbance by traffic as a threat to breeding birds: evaluation of the effect and considerations in planning en managing road corridors. In: Sherwood B, Cutler D & Burton JA (eds.) *Wildlife and Roads, the ecological impact*, 249-267. Imperial College Press, London.

Spina F. & Volponi S. 2008. *Atlante della Migrazione degli Uccelli in Italia*. 1. non-Passeriformi. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Tipografia CSR-Roma. 800 pp.

Weiserbs A, Jacob J.-P. 2001 ; Le bruit engender par le trafic autoroutier-influence-t-il la repartition des oiseaux nicheurs? 2001. *Alauda* 69: 483-489.

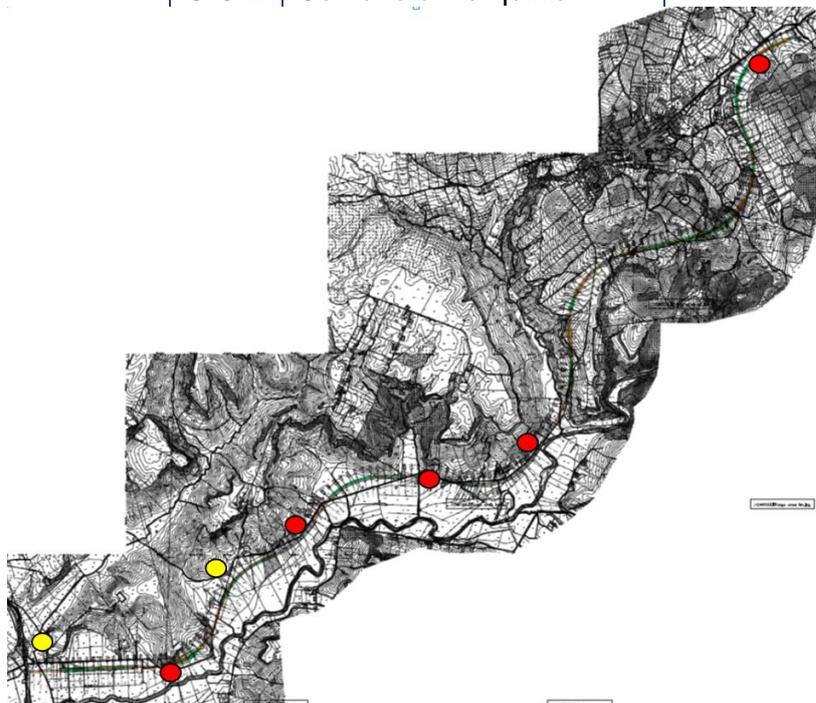
## 1.2.4 Stato attuale della componente rumore

### 1.2.4.1 Monitoraggio acustico

Il Monitoraggio acustico ha previsto:

- Esecuzione di n.5 misurazioni fonometriche della durata unitaria di 7 giorni (misurazioni della tipologia SET);
- Esecuzione di n.2 misurazioni della durata unitaria di 1 giorno - 24 ore, (misurazioni della tipologia GIO).
- Ubicazione punti

Punto	Ubicazione
SET 1	Comune di Monte Romano
SET 2	Comune di Tarquinia
SET 3	Comune di Tarquinia
SET 4	Comune di Tarquinia
SET 5	Comune di Tarquinia
GIO 1	Comune di Tarquinia
GIO 2	Comune di Tarquinia



In rosso le misure di tipo settimanale ed in giallo i punti di misura di tipo giornaliero.

• **Campagna RUMORE**

Punto	Data	Periodo	Leq Settimanali dB(A)	Riferimento Limiti Vigenti	Limite dB(A)
SET 1	Campagna settimanale dal 09/05/2014 al 16/05/2014	Diurno	63.5	Fascia A (D.P.R. N°142 30/03/04)	70
		Notturmo	55.4		60
SET 2	Campagna settimanale dal 30/04/2014 al 07/05/2014	Diurno	53.3	Classificazione acustica Classe III	60
		Notturmo	45.1		50
SET 3	Campagna settimanale dal 30/04/2014 al 07/05/2014	Diurno	52.2	Classificazione acustica Classe III	60
		Notturmo	50.6		50
SET 4	Campagna settimanale dal 29/04/2014 al 06/05/2014	Diurno	53.8	Classificazione acustica Classe III	60
		Notturmo	47.4		50
SET 5	Campagna settimanale dal 30/04/2014 al 07/05/2014	Diurno	48.7	Classificazione acustica Classe III	60
		Notturmo	39.6		50
GIO 1	Campagna giornaliera dal 29/04/2014 al 30/04/2014	Diurno	53.4	Classificazione acustica Classe III	60
		Notturmo	46.1		50
GIO 2	Campagna giornaliera dal 29/04/2014 al 30/04/2014	Diurno	48.9	Classificazione acustica Classe III	60
		Notturmo	40.0		50

Dal monitoraggio è emerso il pieno rispetto dei limiti vigenti, del Decreto del Presidente della Repubblica n. 142 del 30 marzo 2004 “ per il punto Sett 1 e dell zonizzazione acustica negli altri punti ove, allo stato attuale non sono presenti infrastrutture con una propria fascia di pertinenza. Gli elaborati di riferimento per l’individuazione dei punti di monitoraggio ed il report completo sono LO402D\_P1301 T00\_IA36\_AMB\_RE02A e LO402D\_P1301 T00\_IA36\_AMB\_PU01A.

### 1.3 Metodologia di analisi e valutazione degli impatti

Alla luce del citato quadro normativo di riferimento, e stabilito che al rumore prodotto dalle infrastrutture viarie non si applica il criterio differenziale, la valutazione degli interventi di mitigazione necessari può essere impostata con riferimento al Confronto fra Stato di Progetto Ante Mitigazioni e Stato di Progetto Post Mitigazioni per quanto riguarda il rispetto dei limiti normativi vigenti.

#### 1.3.1 Ante e post mitigazioni

La rumorosità presente nell'area attraversata dal tracciato dell'infrastruttura di progetto è stata valutata considerando l'impatto dovuto ai flussi di traffico attualmente previsti dagli studi trasportistici. Il confronto fra i risultati ottenuti ed i limiti normativi hanno permesso di individuare con precisione le aree ed i ricettori necessitanti di mitigazione acustica. Le simulazioni successive, effettuate con l'introduzione, ove necessario, delle barriere fonoassorbenti, hanno permesso il corretto dimensionamento e posizionamento delle stesse lungo il tracciato dell'infrastruttura di progetto.

Lo studio è stato condotto utilizzando i seguenti approcci metodologici :

- Qualitativo (mediante realizzazione di apposite Mappe acustiche) per quanto riguarda la valutazione dei livelli di pressione sonora presenti ai ricettori ubicati all'interno di una fascia di 250 ( duecentocinquanta metri ) per lato del resede stradale. Sono stati infatti realizzati i seguenti tematismi:

Tipologia	Mappe Acustiche	Periodo di Riferimento
Mappe Acustiche	Stato di Progetto Post operam (ante mitigazioni)	<b>Diurno</b>
		<b>Notturmo</b>

Tipologia	Mappe Acustiche	Periodo di Riferimento
Mappe Acustiche	Stato di Progetto Post Mitigazioni	<b>Diurno</b>
		<b>Notturmo</b>

#### *Elenco Elaborati Grafici relativi all'opera di progetto*

- Quantitativo (puntuale) per quanto riguarda la valutazione in facciata ai ricettori sensibili presenti ed ai ricettori maggiormente esposti alle emissioni dell'infrastruttura viaria. In questo caso si è proceduto al calcolo dei livelli equivalenti di pressione sonora (diurni e notturni) presenti presso specifici ricevitori virtuali, posti in facciata ai citati ricettori.

## 1.4 Verifica del rispetto dei limiti vigenti

Essendo le simulazioni basate solamente sulla rumorosità generata da infrastrutture viarie, normativamente i limiti che devono essere verificati in facciata ai ricettori sono quelli propri delle Fasce di pertinenza delle arterie stradali esaminate

### a. TRATTA: MONTE ROMANO EST - CIVITAVECCHIA:

- Fascia unica (250 metri):
  - Limite Diurno: 65 dB(A);
  - Limite Notturno: 55 dB(A).

In accordo a quanto indicato dalle linee guida di ISPRA, nei casi in cui vi è la presenza contemporanea di altre infrastrutture il cui rumore possa essere ritenuto concorsuale alla infrastruttura oggetto di studio, i limiti di riferimento subiscono una variazione tale da tenere conto della situazione peggiorativa, per i vari ricettori, determinata dalla compresenza di più sorgenti di rumore.

Nel caso in esame, il criterio della concorsualità è stato applicato e verificato nei confronti dell'attuale S.S. 1 ed S.S. 1 Bis rilevando peraltro pochissimi ricettori interessati.

### 1.4.1 Criteri di verifica del rispetto dei limiti normativi vigenti

#### 1.4.1.1 Definizioni dei limiti acustici in caso di concorsualità con altre infrastrutture

In presenza di situazioni di concorsualità, il rumore, immesso nell'area in cui si sovrappongono più fasce di pertinenza, può dar luogo alle seguenti situazioni:

- a) situazione in cui la nuova infrastruttura si inserisce in un'area nella quale le altre infrastrutture esistenti concorrono ad un valore limite acustico pari al limite proprio della nuova infrastruttura (art. 4 del D.P.R. 142/2004 per le strade e artt. 4 e 5 del D.P.R. 459/98 per le ferrovie). In tale situazione la nuova infrastruttura si inserirà nel territorio con un proprio livello sonoro che, sommandosi al livello sonoro presente nell'area, non superi complessivamente il valore limite dell'area definito dalle infrastrutture già esistenti.
- b) situazione in cui la nuova infrastruttura si inserisce in un'area nella quale le altre infrastrutture esistenti concorrono ad un valore limite acustico superiore al limite proprio della nuova infrastruttura (art. 4 del D.P.R. 142/2004 per le strade e artt. 4 e 5 del D.P.R. 459/98 per le ferrovie). In tale situazione la nuova infrastruttura potrà inserirsi nel territorio

con un proprio livello sonoro che, oltre a non superare i propri limiti, ai sensi dell'art. 4 del D.P.R. 142/2004, sommato al livello sonoro relativo alle altre sorgenti, non superi il valore limite dell'area definito dalle infrastrutture già esistenti.

- c) situazione in cui la nuova infrastruttura si inserisce in un'area nella quale le altre infrastrutture esistenti concorrono ad un valore limite acustico inferiore al limite proprio della nuova infrastruttura (art. 4 del D.P.R. 142/2004 per le strade e artt. 4 e 5 del D.P.R. 459/98 per le ferrovie); In tale situazione la nuova infrastruttura potrà inserirsi nel territorio con un proprio livello sonoro che, sommato al livello sonoro relativo alle altre sorgenti, non superi il valore limite proprio dell'infrastruttura di nuova realizzazione.

Pertanto, gli interventi di mitigazione da prevedere nei casi di concorsualità per un'infrastruttura di nuova realizzazione tengono conto dei diversi ambiti territoriali in cui si inserisce.

In questo caso, i limiti acustici risultano inferiori a quelli corrispondenti alla sola infrastruttura seguendo una scala di valori in funzione del tipo di sovrapposizione di fascia di pertinenza acustica.

I limiti per l'infrastruttura in casi di concorsualità, ottenuti dall'applicazione dei criteri indicati dalla citata nota ISPRA, (ovvero considerando le infrastrutture esistenti come già "saturanti" il loro proprio limite). Come accennato, per l'applicazione del criterio della concorsualità, nel caso in esame sono state considerate come significativa la SS1 bis ed SS1. La SS1 bis, sulla quale sono state effettuate misure ante operam e per cui sono stati rilevati valori sotto i limiti della nuova infrastruttura, i limiti ricalcolati restano invariati rispetto a quelli della nuova infrastruttura.

Fascia Nuova infrastruttura	Fascia infrastruttura concorsuale	Limite ricalcolato
A	A	65 dB(A)/55 dB(A)

Valori limite di immissione (caso concorsuale di interesse) ricettori 1 e 2

#### 1.4.2 Azioni di progetto potenzialmente interferenti: le sorgenti di emissione

In via generale, i fattori che possono determinare delle variazioni nella rilevazione dei livelli sonori sono rappresentati da:

- Presenza di attività agricole\industriali;
- Variabilità stagionale dei flussi veicolari;

- Variabilità giornaliera (ciclo settimanale all'interno del periodo stagionale);
- Tipologia e contributo energetico delle diverse sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- Variazione dei parametri cinematici del flusso veicolare conseguente alle diverse condizioni di traffico ed all'incidenza dei veicoli pesanti;
- Variabilità delle caratteristiche di impedenza superficiale del terreno e delle perdite di inserzione.

#### **1.4.2.1 Fase di cantiere**

L'alterazione del clima acustico è riconducibile alle fasi di approntamento delle aree di cantiere e della viabilità di accesso alle stesse, alle lavorazioni necessarie alla realizzazione dell'opera, al trasporto dei materiali oltre ad alcune piccole demolizioni. Durante le attività si verificano emissioni acustiche di tipo discontinuo dovuti al transito dei mezzi di trasporto ed all'utilizzo dei mezzi di cantiere: escavatore, autocarro, etc. La movimentazione dei materiali comporta, invece, un'emissione distribuita lungo la viabilità stradale esistente. Le sorgenti, localizzate per quanto riguarda i cantieri fissi non risultano interferenti se non per le sole lavorazioni che richiedono macchine in prossimità.

#### **1.4.2.2 Fase di esercizio**

L'alterazione del clima acustico è riconducibile alla realizzazione dell'opera stessa, che si inserisce naturalmente in aree precedentemente destinate ad uso differente. La sovrapposizione ed interferenze possibili sono con le sorgenti già presenti sul territorio che però risulta a vocazione agricola oltre alle presenti sorgenti stradali limitrofe. Nella fattispecie la SS.1 e la SS1 bis sono state rilevate quali potenziali sorgenti interferenti.

#### **1.4.3 Ambiti di interferenza**

L'attività di supporto specialistico volta all'analisi e alla valutazione dei potenziali impatti indotti dal progetto mira a verificare, mediante il ricorso a specifica modellistica numerica di tipo diffusionale, le possibili alterazioni allo stato qualitativo dell'aria indotte dalle nuove emissioni implicitamente insite nel progetto, riferibili sia alla fase di cantiere, sia a quella di esercizio.

La metodologia di valutazione degli impatti si sviluppa, infatti, anche per la componente rumore,

attraverso un processo logico in grado dapprima di sintetizzare, da un lato, le specificità del progetto e, dall'altro, quelle della componente ambientale, e successivamente di verificare la complessa rete di relazioni e interrelazioni fra i cosiddetti "sistema progetto" e "sistema ambientale", identificandone le possibili alterazioni indotte, definendone l'entità e la localizzazione e valutandone la complessiva sostenibilità.

Il progetto verrà, quindi, analizzato attraverso la verifica delle sue specificità tecniche potenzialmente in grado di produrre alterazioni, o più in generale, fattori di pressione, sulla componente rumore. Dette specificità saranno esplicitate principalmente attraverso la definizione delle azioni e degli ambiti di progetto, corrispondenti rispettivamente all'identificazione delle possibili sorgenti di impatto potenziale e dei relativi areali di localizzazione.

In tal modo si perverrà alla definizione del cosiddetto "sistema di pressione antropica" intrinsecamente correlato al progetto analizzato, caratterizzato da tipologie, entità e areali di impatto sostanzialmente differenti in base alle singole fasi cronologiche di attuazione del progetto, sintetizzabili in due principali momenti di attività del progetto, comunemente denominati fase di cantiere e fase di esercizio.

Si provvederà, quindi, dapprima all'analisi di tutte le principali azioni legate alla realizzazione e all'esercizio del progetto e, successivamente, saranno selezionate le azioni in grado di produrre potenziali fattori di pressione ambientale sulla specifica componente rumore di interesse.

La descrizione formale del sistema di pressione antropica avverrà attraverso la definizione, e successiva quantificazione, di specifici indicatori di pressione che, nel caso in esame, corrispondono alle nuove sorgenti emmissive acustiche (di tipo puntuale o esteso) introdotte dal progetto.

Detti fattori di pressione saranno quantificati attraverso il ricorso all'indicatore base descrittivo denominato livello equivalente di emissione, rappresentativo dell'entità dei livelli di rumore emessi nel periodo di riferimento dalle sorgenti di progetto in prossimità dei ricettori. L'indicatore base di emissione potrà, ovviamente, variare in funzione della tipologia di emissione di volta in volta considerata, esplicitandosi attraverso più indicatori specifici quali ad esempio, il  $L_p$  (livello di pressione sonora) o l' $L_{95}$  (indice statistico rappresentativo del rumore di fondo).

Detti indicatori saranno selezionati in modo da risultare non solo in grado di rappresentare adeguatamente e compiutamente l'attuale stato qualitativo del clima acustico, ma anche di risultare idonei alla valutazione dell'entità delle potenziali alterazioni indotte dal sistema di pressione generato dal progetto.

Generalmente detti indicatori forniscono il livello di emissione diurno riferito alla fascia oraria compresa tra le 6.00 – 22.00 ed il livello di emissione notturno riferito alla fascia oraria compresa tra le 22.00 – 6.00 etc.

Le potenziali alterazioni del clima acustico saranno quantificate e localizzate attraverso l'utilizzo di specifica modellistica numerica, in grado di stimare numericamente gli effetti prodotti dai fattori di pressione ambientale selezionati.

In considerazione della contestuale presenza, all'interno del medesimo dominio di calcolo analizzato durante l'implementazione modellistica, di sorgenti emmissive differenti rispetto a quelle simulate dal codice numerico si verificherà il contributo di tutte le possibili fonti di inquinamento presenti.

Ciò avverrà, in particolare, attraverso la sovrapposizione degli effetti attribuibili, da un lato, ai soli contributi di rumore derivanti dal progetto in esame e, dall'altro, alle altre sorgenti esterne presenti, ben rappresentate dal livello di rumore residuo con ottenuto tramite opportune campagne di misura fonometriche.

Si perverrà, in tal modo, alla valutazione globale della sostenibilità ambientale del progetto rispetto alla componente rumore di interesse e, laddove necessario od opportuno (fase di cantiere), si definiranno anche gli interventi di mitigazione più idonei per una sensibile limitazione dei potenziali fattori di interferenza e dei relativi effetti, calcolandone poi l'entità residua.

Le principali fasi analitiche propedeutiche all'espressione del giudizio complessivo di impatto sono:

- individuazione degli ambiti di progetto, in corrispondenza delle principali tipologie di opere e strutture, definitive e provvisorie, da realizzare;
- individuazione delle azioni di progetto potenzialmente interferenti, ovvero delle tipologie di azioni e attività che, durante la fase di cantiere o di esercizio, si presume possano avere effetti sulla componente rumore, modificandone lo stato qualitativo iniziale;
- individuazione dei fattori di pressione ambientale, ovvero delle azioni di progetto che agiscono da detrattori ambientali, generando pressione sulla componente rumore inducendone una variazione dello stato iniziale;
- individuazione degli impatti ambientali conseguenti la realizzazione e l'esercizio del tracciato di progetto, mediante l'utilizzo di specifici indicatori esplicitati, nel caso in esame, da stime quantitative;
- presentazione e valutazione delle soluzioni progettuali e gestionali adottate per mitigare, limitare e contenere gli impatti ambientali;
- individuazione e quantificazione degli effetti ambientali residui a seguito dell'introduzione delle opere, interventi o accorgimenti di mitigazione.

Dal punto di vista operativo, le fasi applicative attraverso le quali viene realizzata la suddetta metodologia di analisi e valutazione degli impatti, con particolare riferimento alla fase analitica della quantificazione numerica delle pressioni antropiche generate dal progetto a carico della

componente atmosferica, sono le seguenti:

1. *Acquisizione ed elaborazione dei dati territoriali (DTM, uso del suolo, ecc.)*
  - a) Il dominio di calcolo sarà individuato facendo riferimento alla localizzazione del tratto di opera in oggetto, dei potenziali recettori individuabili sul territorio (abitato urbano, recettori sensibili, etc.) e della conformazione orografica e morfologica del territorio.
  - b) L'area di studio, sufficientemente estesa sarà individuata in un dominio di calcolo stimabile in una fascia di 500 m a partire dal baricentro dell'asse stradale di progetto e comunque comprendente il nuovo tratto stradale ed i recettori individuati.
2. *Acquisizione ed elaborazione delle informazioni relative al traffico autoveicolare e ai cantieri*
  - a) Acquisizione dei dati derivanti dalla cantierizzazione e dallo studio del traffico, caratterizzazione dei flussi di traffico negli scenari ante operam, opzione zero e post operam e proiettati nel futuro, relativamente alle tratte investigate.
  - b) Elaborazione dei dati di traffico, di cui al punto 2.a., per la stima delle emissioni in funzione della tipologia di veicoli (due ruote, auto, furgoni, camion etc.) e della cilindrata (50cc, 125cc, ..., 1400cc, 2000cc etc.) e tipologia motore (EURO I, II etc., ECE 15/02 etc.). A tale scopo saranno utilizzati i dati statistici derivanti dalla base di dati ACI – Autoritratto 2012 e del database sui fattori di emissione di ISPRA<sup>6</sup>
  - c) Elaborazione dei profili di emissione specifici per inquinante e per ogni strada in base alla tipologia di dati a disposizione dallo studio del traffico (TGM o profili orari medi settimanali/giornalieri etc.).
3. *Applicazione del codice numerico di SoundPlan 7.2 per la valutazione delle curve isofoniche emessi dall'infrastruttura stradale e dei cantieri.*
  - a) Il modello di propagazione sonora nell'ambiente esterno sarà eseguito sulla base delle relazioni contenute nella norma ISO 9613 per quanto riguarda la modellizzazione di sorgenti puntiformi, lineari, superficiali e nella norma XP S 31-133 per la modellizzazione di strade, autostrade e percorsi stradali, norme alle quali si rimanda per indicazioni particolareggiate riguardo l'attendibilità delle stime.
  - b) La variabilità del calcolo è strettamente legata alla variabilità dei dati di ingresso. Si procede di conseguenza a creare uno scenario virtuale con lo scopo di poter riprodurre nel modo più ampio possibile la variabilità connessa alla tipologia di

---

<sup>6</sup> *La banca dati ISPRA dei fattori di emissione medi e' stata realizzata sulla base delle stime effettuate per il 2005. I calcoli sono basati su COPERT III per il 2005 in base alla scelta di velocità medie, percorrenze, distribuzione dei parchi circolanti, consumi e altri parametri necessari all'inizializzazione di COPERT, come riportato dettagliatamente nel rapporto "Le emissioni atmosferiche da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000".*

sorgenti sonore e di traffico considerato.

#### **4. Analisi dei risultati**

- a) I risultati delle simulazioni saranno rappresentati in forma tabellare per i recettori individuati e confrontati con i limiti previsti dal PCCA per quanto riguarda le emissioni dei cantieri ed con i limiti fissati ad DPR 30 marzo 2004, n. 142 per quanto riguarda le emissioni dell'infrastruttura stradale di progetto mentre saranno realizzate mappe di isolivello per la fascia di 500 m comprendente l'infrastruttura stradale

Con particolare riferimento alla componente rumore, gli ambiti di progetto in corrispondenza dei quali può riscontrarsi la presenza di azioni potenzialmente interferenti, sinteticamente rappresentate da emissioni non trascurabili di rumore sono quelli di seguito identificati:

- Fase di cantiere:
  - Cantieri operativi;
  - Campi base;
  - Aree di stoccaggio temporaneo;
  - Aree di lavorazione in linea;
  - Viabilità di cantiere.
- Fase di esercizio:
  - Corpo stradale;
  - Opere d'arte maggiori e minori (viadotti, galleria, svincoli).

##### **1.4.3.1 Fase di cantiere**

Nel corso della fase di cantiere, infatti, le azioni di progetto potenzialmente interferenti in modo diretto con la componente rumore sono da ricercarsi in tutti i siti e areali presso i quali può prevedersi la presenza e l'attività, talvolta contemporanea, di macchine operatrici caratterizzate da motori a combustione interna, utensili elettrici, impianti fissi, lavorazioni di movimentazione, scavo, demolizione. Si tratta, quindi, di tutte le aree di cantiere, nonché delle aree di lavorazione in linea, principalmente correlate a tratti in trincea e rilevato, nonché ai tratti di imbocco della galleria naturale. Interferenze di tipo indiretto sono, invece, di ricercarsi nel traffico indotto dalla cantierizzazione per la movimentazione degli inerti, delle terre di scavo, del calcestruzzo, dei materiali da costruzione in approvvigionamento, ecc.

Dette interferenze interesseranno, quindi, l'intera viabilità di cantiere, consistente in tratti di viabilità esistente e in tratti di nuova viabilità.

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

Ambiti di progetto – Fase di cantiere	
<b>Progetto</b>	<b>Particolari</b>
Cantieri	Operativi
	Base
	Aree di stoccaggio temporaneo
	Aree di lavorazione in linea
Viabilità di cantiere	Viabilità esistente
	Viabilità nuova

### 1.4.3.2 Fase di esercizio

Nel corso della fase di esercizio le azioni di progetto potenzialmente interferenti in modo diretto con la componente rumore sono da ricercarsi quasi esclusivamente nel traffico veicolare circolante sulla nuova infrastruttura che, pertanto, interesserà tutti gli ambiti del tracciato, costituiti dal corpo stradale e dalle opere d'arte. Interferenze di tipo indiretto sono, invece, di ricercarsi nelle possibili variazioni che la nuova infrastruttura genererà in termini di traffico indotto circolante sulle altre viabilità afferenti al medesimo sistema trasportisco col quale la strada di progetto può risultare funzionalmente interconnesso. In tal senso, gli ambiti di progetto sono rappresentati dalle altre viabilità presenti all'interno del sistema viabilistico col quale interagisce il tracciato di progetto.

Ambiti di progetto – Fase di esercizio	
<b>Progetto</b>	<b>Particolari</b>
Corpo stradale di progetto	Rilevati
	Trincee
Opere d'arte di progetto	Viadotti
	Galleria naturale
	Svincoli
Altre viabilità esterne	Viabilità esistente e in progetto, diversa dal tracciato in esame

Si ricorda, ad ogni modo, che i suddetti ambiti di interferenza assumono il significato di ambiti di localizzazione delle possibili azioni di progetto (dirette e indirette) in grado di generare potenziali interferenze con la componente rumore, e non già quello di areale di impatto, definito invece come l'estensione territoriale entro la quale le potenziali variazioni indotte dalle azioni di progetto sullo stato qualitativo della componente risultano non trascurabili.

#### 1.4.4 Fattori di pressione ambientale

Le azioni di progetto si esplicano, in termini di fattori di pressione ambientale a carico della componente rumore, sotto forma di emissioni direttamente o indirettamente rilasciate, potenzialmente in grado di originare alterazioni allo stato qualitativo del clima acustico.

##### 1.4.4.1 Fase di cantiere

Nel corso della fase di cantiere di emissioni di differente tipologia, per lo più riconducibili a:

- puntuali prodotte da macchine operatrici di movimentazione dei materiali, impiegate in cantiere, dai mezzi pesanti adibiti alla movimentazione dei materiali, impianti fissi;
- lineari prodotte dal traffico veicolare indotto in fase di cantiere (con parco veicolare a netta predominanza di mezzi pesanti).

Si riporta di seguito la sintesi dei suddetti fattori di pressione ambientale riferiti alla fase di cantiere.

Azioni di progetto	Fattori di pressione ambientale	Fase di progetto
Scavo	Emissione puntuale	cantiere
Abbanco materie	Emissione puntuale	cantiere
Realizzazione fondazione pile	Emissione puntuale	cantiere
Realizzazione spalle	Emissione puntuale	cantiere
Allestimento cantiere	Emissione puntuale	cantiere
Funzionamento impianto di betonaggio	Emissione puntuale	cantiere
Stoccaggio materiale da costruzione	Emissione puntuale	cantiere
Movimentazione parco macchine	Emissione lineare	cantiere
Approvvigionamento e smaltimento	Emissione lineare	cantiere

L'intrinseca specificità di ciascun fattore di pressione ambientale, unitamente all'ambito di progetto interessato, alla presumibile estensione dell'areale di impatto e alla presenza o meno di ricettori antropici e biotici all'interno di detto areale consentono, in via preliminare, un primo screening in

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

merito alla potenziale significatività dell'impatto indotto in termini di possibile alterazione dello stato qualitativo del clima acustico.

Non tutti i fattori di pressione ambientale individuati possono, infatti, ritenersi a priori in grado di generare impatti non trascurabili sulla clima acustico e, conseguentemente, non risulta necessario provvedere alla quantificazione numerica tramite applicazione modellistica di quegli impatti che, a priori, possono stimarsi non significativi e trascurabili.

In relazione alla fase di cantiere, vengono ritenute non significative le emissioni acustiche prodotte dalle macchine operatrici in quanto di numerosità esigua rispetto al traffico veicolare che già allo stato attuale interessa la S.S.675 e le aree circostanti.

Tutti gli altri fattori di pressione ambientale non possono, invece, ritenersi a priori trascurabili e si provvederà, pertanto, alla valutazione della loro effettiva significatività nell'ambito della fase di quantificazione dell'impatto acustico supportata da specifica applicazione di modellistica numerica.

#### 1.4.4.2 Fase di esercizio

Nel corso della fase di esercizio la sola azione progettuale in grado di originare fattori di pressione sulla componente rumore è quella correlata alla circolazione del traffico veicolare sulla nuova viabilità di progetto, nonché alle possibili alterazioni che l'opera in esame potrà generare in termini di traffico veicolare circolante sulle altre viabilità afferenti al medesimo sistema trasportistico di riferimento.

Si tratta, pertanto, di emissioni di tipo lineare prodotte dal traffico veicolare previsto in fase di esercizio (con parco veicolare a predominanza di mezzi leggeri).

Si riporta di seguito la sintesi dei suddetti fattori di pressione ambientale.

Azioni di progetto	Fattori di pressione ambientale	Fase di progetto
Traffico veicolare	Emissione lineare	Esercizio

Le emissioni lineare prodotte dal traffico veicolare rappresentano il principale fattore di pressione ambientale generato dall'intero progetto a carico della componente atmosferica e, conseguentemente, non possono ritenersi a priori trascurabili e si provvederà, pertanto, alla valutazione della loro effettiva significatività nell'ambito della fase di quantificazione dell'impatto acustico supportata da specifica applicazione di modellistica numerica.

## **1.4.5 Modello previsionale di calcolo**

### **1.4.5.1 Descrizione del modello acustico utilizzato**

Lo studio è stato effettuato utilizzando il software specifico Soundplan 7.2 (che verrà indicato in seguito con Soundplan). Soundplan è in grado di valutare il rumore emesso da vari tipi di sorgenti utilizzando vari standard selezionabili dall'operatore a seconda della situazione in esame. Il software previsionale acustico suddetto è in grado di eseguire l'analisi della propagazione sonora nell'ambiente esterno sulla base delle relazioni contenute nella norma ISO 9613 per quanto riguarda la modellizzazione di sorgenti puntiformi, lineari, superficiali, nel modello NPBM –Routes 96 per la modellizzazione di strade, autostrade e percorsi stradali, nel modello RMR per la realizzazione di ferrovie e tramvie.

I risultati sono prodotti sia in forma tabellare, sia in forma grafica. Per l'effettuazione della valutazione Soundplan richiede, in ingresso, la definizione della mappa del sito interessato: tale operazione può essere effettuata importando, in formato dxf di AutoCAD, una cartina digitalizzata della zona di interesse. La mappa deve contenere tutti gli oggetti necessari per il calcolo della generazione e della propagazione del rumore, devono quindi essere presenti: le sorgenti, le linee di livello, i ricettori, gli edifici e le eventuali protezioni dal rumore. Per ogni oggetto, singolarmente, devono essere definiti i parametri geometrici ed acustici. Nel caso in esame, in cui la sorgente è una strada, devono essere impostati alcuni parametri specifici, dipendenti dal modello standard che viene utilizzato dal software per effettuare i calcoli. Il programma IMMI è un software di mappatura del rumore che mette a disposizione una serie di algoritmi, raccolti in librerie, che descrivono la propagazione sonora dovuta a diverse sorgenti: traffico veicolare, ferroviario, rumore industriale, etc.

La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni in campo stradale, ferroviario, aeroportuale già effettuate in altri studi analoghi.

Il codice di calcolo in questione è un modello previsionale ad "ampio spettro" in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario, aeroportuale e industriale utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti. Per la simulazione del livello immesso sul territorio dal traffico veicolare e tranviario sono state utilizzate le librerie consigliate dalla recente Direttiva Europea 2002/49 per il calcolo del rumore da traffico attualmente recepita dallo stato italiano attraverso il Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194.

### 1.4.5.2 Rumore veicolare

Per quanto riguarda il rumore veicolare si tratta del “Nouvelle Methode de Prevision de Bruit - Routes 1996” messo a punto da alcuni noti istituti francesi costituenti i Servizi Tecnici del Ministère de l'Équipement (CSTB, SETRA, LCPC, LRPC). Il metodo è rivolto esclusivamente alla modellizzazione del rumore da traffico stradale, ed è nato come evoluzione di un metodo risalente agli anni '80 (esposto nella “Guide de Bruit” del 1980) e proposto ufficialmente per essere di ausilio agli Enti pubblici ed agli studi professionali privati nelle attività di previsione riguardanti il rumore. I parametri richiesti dal NMPB per caratterizzare le sorgenti del traffico stradale sono essenzialmente legati al flusso orario Q del traffico veicolare: tale flusso permette di calcolare il valore di emissione sonora a partire dagli abachi 4.1 e 4.2 della “Guide du Bruit des Transports terrestres – Partie IV: Methode détaillée route” del 1980. Tale abaco, riportato nella figura seguente, indica per lettura diretta il valore del livello sonoro equivalente su un'ora in dB(A) (chiamato emissione sonora E) generato dalla circolazione di un veicolo leggero o di un veicolo pesante.

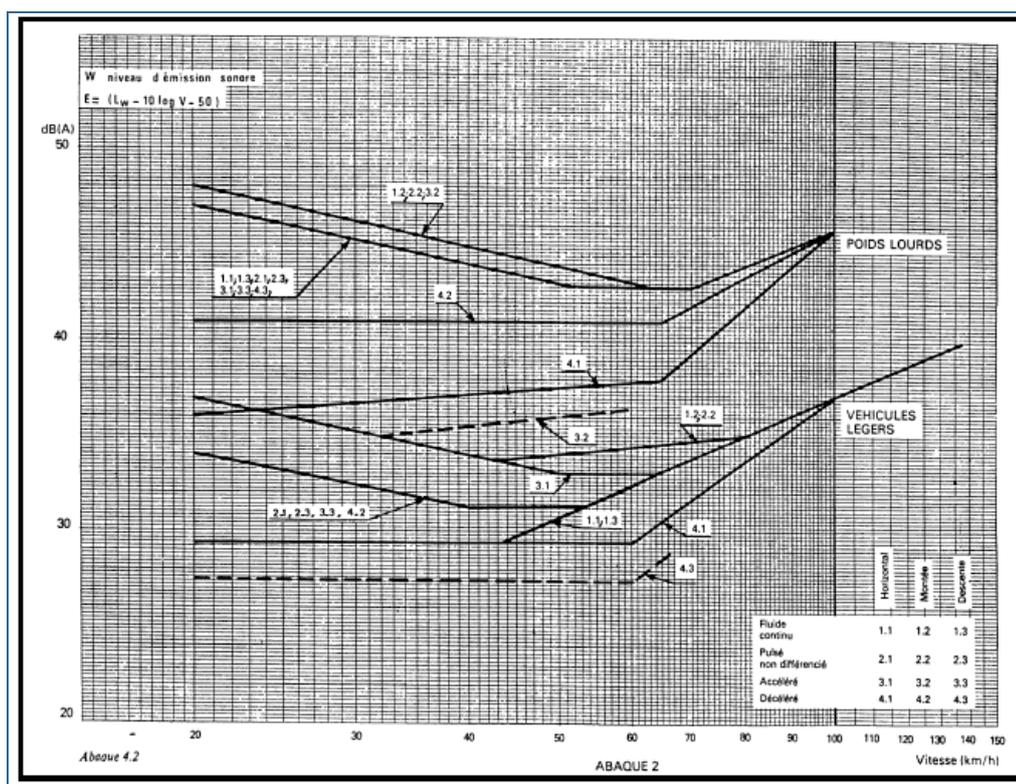


Figura 6— Valore del livello sonoro equivalente su un'ora in dB(A) generato dalla circolazione di un veicolo leggero o di un veicolo pesante.

La relazione finale utilizzata per calcolare il livello di potenza acustica di una sorgente puntiforme LAWi rappresentante un tratto omogeneo di strada è dunque:

$$LA_{wi} = [ (EVL + 10 \log QVL) + (EPL + 10 \log QPL) ] + 20 + 10 \log(l_i) + R(j)$$

dove EVL ed EPL sono i livelli di emissione calcolati con l'abaco del C.ET.UR. per i veicoli leggeri e pesanti, QVL e QPL i corrispondenti flussi orari,  $l_i$  è la lunghezza in metri del tratto di strada omogeneo ed  $R(j)$  il valore dello spettro di rumore stradale normalizzato tratto dalla EN 1793-3.

Per modellizzare completamente il traffico stradale occorre quindi introdurre le seguenti informazioni:

- Flusso orario di veicoli leggeri e veicoli pesanti;
- Velocità dei veicoli leggeri e pesanti;
- Tipo di traffico (continuo, pulsato, accelerato, decelerato);
- Numero di carreggiate;
- Distanza del centro della carreggiata dal centro strada;
- Profilo della sezione stradale.

Il nuovo modello proposto dalla NMPB tiene invece conto del comportamento della propagazione al variare della frequenza a causa dell'effetto fondamentale che tale parametro assume in relazione alla propagazione a distanza: ciò viene realizzato facendo uso di uno spettro normalizzato del traffico stradale proposto in sede normativa dal CEN attraverso la norma EN 1793-3(1995).

Il criterio di distanza adottato per la suddivisione della sorgente lineare in sorgenti puntiformi è classico:

$$L = 0.5 d$$

dove  $L$  è la lunghezza del tratto omogeneo di strada e  $d$  la distanza fra sorgente e ricevitore. Il suolo, da cui si ricava la componente di attenuazione relativa all'assorbimento del terreno, viene modellizzato assumendo che il coefficiente  $G$  (adimensionale, definito dalla ISO 9613) possa valere 0 (assorbimento nullo, suoli compatti, asfalto) oppure 1 (assorbimento totale, suoli porosi, erbosi).

In realtà, poiché tale coefficiente può variare in modo continuo fra 0 e 1, è possibile assegnare un valore calcolabile secondo un metodo dettagliato che permette di ottenere un valore medio che tiene anche conto delle condizioni di propagazione.

Per quanto riguarda l'aspetto delle condizioni meteorologiche, è giusto riconoscere che già la ISO 9613 permetteva il calcolo in condizioni "favorevoli alla propagazione del rumore", proponendo una correzione forfetaria per ricondursi ad una situazione di lungo periodo.

A partire da questi dati di input, il modello fornisce il livello di emissione acustica che corrisponde

al livello acustico mediato sul periodo diurno e sul periodo notturno ad un'altezza di 4 m dal suolo, in condizione di libera propagazione del suono. Il luogo di emissione, dal quale si determina il calcolo del livello di emissione acustica, è collocato idealmente a un'altezza di 0.5 m sopra l'asse della strada come previsto da NMPB.

Per la taratura del modello matematico, descritto nel paragrafo seguente, si è fatto riferimento a dati di flusso veicolare rilevati sul campo durante le indagini fonometriche associate a questa valutazione previsionale di impatto acustico.

## **1.5 Scenari di simulazione**

### **1.5.1 Fase di cantiere**

#### **1.5.1.1 Dati bibliografici dei macchinari**

Al fine di valutare il rumore prodotto dalle attività dei cantieri è necessario, per ognuna delle tipologie di macchinario presente, conoscere i livelli di potenza sonora ( $L_w$ ). Tali dati possono essere desunti da un'attenta analisi dei dati bibliografici disponibili.

I dati impiegati in questo studio derivano in parte da :

- pubblicazione "Conoscere per prevenire – La valutazione dell'inquinamento acustico prodotto dai cantieri edili" – Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia;
- dati strumentali pregressi su mezzi, macchine e apparecchiature analoghe.

Le macchine di cantiere sono state quindi considerate come sorgenti puntiformi, a cui è stata assegnata una determinata potenza sonora ed una quota sul piano campagna, che rappresenta la quota di emissione. I percorsi degli autocarri all'interno dell'area di cantiere ed all'esterno della stessa sono state inseriti come sorgenti lineari caratterizzati dal numero di transiti e velocità dei veicoli.

Ciò premesso, va altresì sottolineato che il dato di potenza sonora del mezzo, fa riferimento unicamente al rumore emesso dal suo funzionamento spesso a vuoto e comunque limitato al solo motore. La potenza sonora del mezzo in attività deve tenere conto anche della generazione di suono dovuto all'urto del escavatore, della benna e del martello demolitore contro il terreno, dal transito su particolari superfici etc. Per queste ragioni, si è fatto riferimento alla potenza sonora del mezzo in attività sul cantiere, che permette una valutazione più realistica dei livelli di pressione sonora attesi ai ricettori.

## **1.6 Scenari di simulazione**

### **1.6.1 Fase di esercizio**

I dati utilizzati per la definizione del modello di simulazione sono:

- classificazione e caratteristiche tecnico-geometriche del progetto in questione;
- elaborati progettuali digitali, comprendenti tracciati planimetrici, profili altimetrici e sezioni delle opere di mitigazione previste;
- cartografia numerica digitale 3D e ortofoto georiferite dell'area di studio;
- il numero dei transiti diurni e notturni presenti sulle arterie esaminate (vedi di seguito lo studio trasportistico).

Il materiale documentale è stato integrato da sopralluoghi in sito mirati a definire le porzioni di territorio interessate dallo studio, di analizzarne la relativa morfologia e corografia ed in particolare modo di individuare i principali ricettori.

Sulla scorta del materiale disponibile si è proceduto all'inserimento nel software dei seguenti elementi:

- modello digitale del terreno (DGM Digital Ground Model) ottenuto sulla base di punti di elevazione provenienti dal rilievo plano-altimetrico, che descrive con sufficiente accuratezza la morfologia del terreno, opportunamente modificata tenendo conto degli interventi sul terreno previsti dal progetto stesso;
- modelli tridimensionali degli edifici ottenuti sulla base delle quote della cartografia digitale e mediante integrazioni dovute a sopralluoghi;
- modello tridimensionale dell'infrastruttura in progetto;
- caratterizzazione del flusso veicolare;
- caratterizzazione delle barriere fonoassorbenti.

La disponibilità di dati cartografici in formato numerico permette di ottenere un controllo completo ed un'accuratezza elevata nella modellazione dello stato reale.

Riguardo alle fonti di incertezza del modello numerico di seguito si riportano i criteri cautelativi con cui sono state condotte le simulazioni:

- la propagazione sonora dell'onda sonora è sempre stata considerata sottovento;
- nel modello non sono state inserite le aree coperte da vegetazione o alberature;
- il fattore G per mezzo del quale la Norma ISO 9613-2 determina l'attenuazione dovuta al terreno non è mai stato posto a valori superiori a 0,5 nonostante l'area sia

prevalentemente verde (G = 1 terreno coperto da erba e vegetazione tipico delle aree di campagna)

Considerate: le condizioni conservative adottate per la realizzazione del modello ed il comportamento del software nella stima del rumore stradale, si può ritenere di aver utilizzato impostazioni modellistiche fortemente cautelative.

### 1.6.1.1 Dati di traffico

Di seguito si riporta l'estratto dello studio trasportistico utilizzato per la definizione dei dati di traffico ricordando che nel modello di calcolo sono stati inseriti i dati relativi allo scenario al 2020: Per valutare l'impatto sul sistema di trasporto dell'area dell'intervento infrastrutturale previsto, la domanda passeggeri e merci, nei vari orizzonti temporali individuati, è stata assegnata alla rete di trasporto stradale considerando due differenti scenari di analisi:

- Scenario attuale (anno 2014): ricostruzione all'attualità al fine della taratura del modello
- Scenario di progetto (anno 2020,): al 2020 in base alla progettazione in corso prevista.

Gli scenari temporali simulati sono dunque:

- il 2014, attraverso il quale è stata effettuata la calibrazione del modello di simulazione;
- il 2020 orizzonte temporale prossimo per la valutazione dell'intervento nel medio periodo.

### 1.6.1.2 Scenari di simulazione

- Scenario attuale ss.1 bis (anno 2014): ricostruzione all'attualità al fine della taratura del modello tramite misura di una settimana:

Si è quindi utilizzata la campagna di monitoraggio i cui risultati sono riscontrabili nell'elaborato LO402D\_P1301 T00\_IA36\_AMB\_RE02A e di cui si riporta brevemente il resoconto per il punto di interesse.

Giorno	Data	Periodo	Leq(dB(A))	Mezzi rilevati
1 giorno	09-10/05/2014	notturno	55,5	236
		diurno	62,9	2127
2 giorno	10-11/05/2014	notturno	55,6	301
		diurno	62,8	2149

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

Giorno	Data	Periodo	Leq(dB(A))	Mezzi rilevati
3 giorno	11-12/05/2014	notturmo	55	236
		diurno	63,5	1986
4 giorno	12-13/05/2014	notturmo	54,6	164
		diurno	63,5	1942
5 giorno	13-14/05/2014	notturmo	55,3	184
		diurno	64	1959
6 giorno	14-15/05/2014	notturmo	55,8	202
		diurno	63,8	2018
7 giorno	15-16/05/2014	notturmo	55,6	204
		diurno	64	2169

Si è provveduto ad effettuare una taratura del modello basata sulla misura di monitoraggio effettuata.

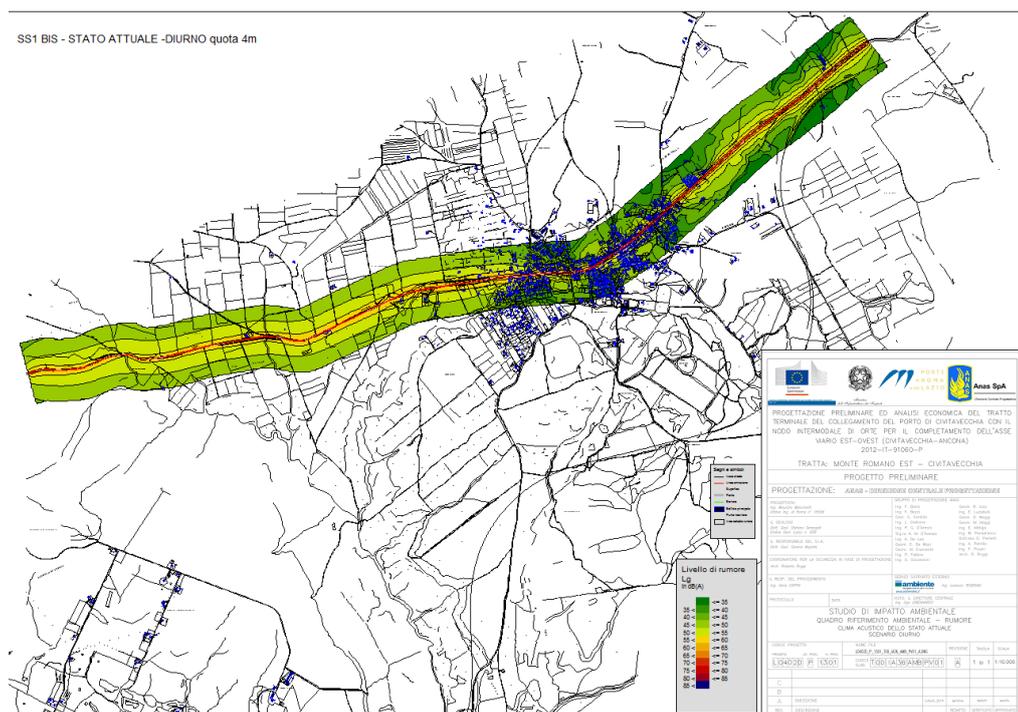


Figura 7- stralcio modello acustico stato attuale

Il controllo di taratura ha consentito di constatare la correttezza del modello che è risultato sovrastimare leggermente (di circa 1 dB(A)) i livelli rilevati sperimentalmente.

- **Scenario di progetto** (anno 2020):  
al 2020 in base alla progettazione in corso prevista sulla base degli studi trasportistici.

### **1.6.2 Confronto tra gli scenari di impatto**

Per la definizione dei livelli sonori nello scenario di esercizio sono state prese a riferimento le emissioni tipiche dei mezzi veicolari come definite nella definizione del modello NMPB per caratterizzare le sorgenti del traffico stradale sono essenzialmente legati al flusso orario Q del traffico veicolare e che permette di calcolare il valore di emissione sonora a partire dagli abachi 4.1 e 4.2 della “Guide du Bruit des Transports terrestres – Partie IV: Methode détaillée route” del 1980. Tale abaco, riportato nella figura seguente, indica per lettura diretta il valore del livello sonoro equivalente su un'ora in dB(A) (chiamato emissione sonora E) generato dalla circolazione di un veicolo leggero o di un veicolo pesante. Sono inoltre stati parte fondamentale per la quantificazione delle emissioni lo studio trasportistico fornito per l'opera in progetto, con riferimento allo scenario all'anno 2020.

Per la definizione dei livelli sonori negli scenari relativi alla fase di cantiere sono state considerate quali sorgenti emmissive i macchinari presenti in modo continuativo per la movimentazione dei materiali e per la realizzazione dell'opera. I macchinari, ai fini della definizione degli scenari di impatto sono stati considerati sorgenti puntuali e considerati con potenze acustiche desumibili da letteratura per macchine simili. La presenza dei macchinari presenti per tutto il periodo di riferimento ha consentito quindi di definire scenari di massimo impatto atti a definire le mitigazioni da mettere in atto.

### **1.6.3 Confronto tra le alternative di progetto**

Derivando l'impatto acustico sul territorio dalle emissioni acustiche dei mezzi di trasporto, un'analisi tra le alternative di progetto non può prescindere quale partenza dallo studio trasportistico, unito ovviamente all'analisi delle aree e dei ricettori limitrofi.

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

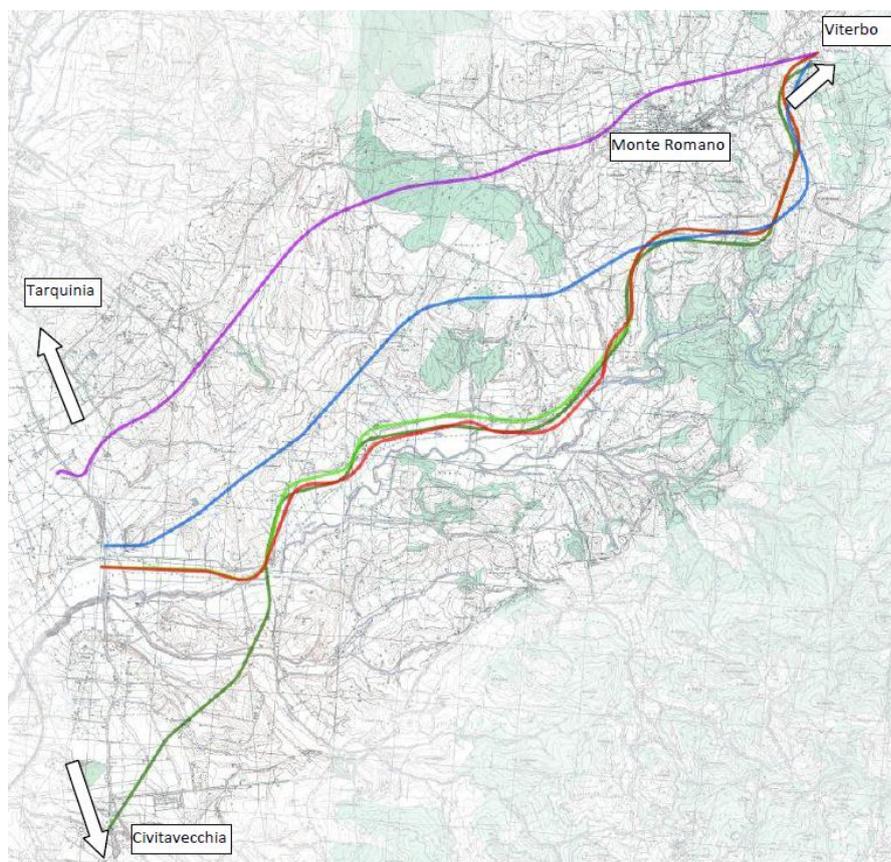


Figura 8- alternative di progetto

Per quanto riguarda i flussi di traffico sull'asse di progetto, i risultati sulla tratta di progetto hanno evidenziato traffici varianti tra i 6.500 (Tracciato Verde) ed i 9.000 (Tracciato Viola) veicoli totali giornalieri sulla tratta SS1 – Monte Romano di progetto. La differenza di veicoli è determinata dalla componente di traffico dell'area di Tarquinia, che nell'ipotesi di Tracciato Viola con innesto a Nord sulla SS1 (in prossimità di Tarquinia) ha una capacità maggiore rispetto agli altri tracciati di attrarre traffico da quell'area a discapito della SS1bis.

Tutti i tracciati hanno evidenziato la capacità di migliorare gli indicatori trasportistici di area (veicoli\*Km e veicoli\*h), modificando poco le percorrenze complessive di area e riducendo significativamente i tempi di percorrenza. I risultati sono simili per tutte le differenti ipotesi di tracciato.

Ad eccezione del tracciato viola, che lambisce il centro abitato di Monteromano a nord, le altre alternative di progetto risultano attraversare aree molto simili come tipologia di destinazione d'uso e presenza di ricettori. Analizzate tali aree, rurali e poco edificate e presentando anche i flussi di traffico differenze limitate, dal punto di vista della matrice rumore non si ravvisano differenze sostanziali.

## **1.7 Analisi e valutazione degli impatti**

### **1.7.1 Impatti potenziali**

#### **1.7.1.1 Fase di cantiere**

L'alterazione del clima acustico è riconducibile alle fasi di approntamento delle aree di cantiere e della viabilità di accesso alle stesse, alle lavorazioni necessarie alla realizzazione dell'opera, al trasporto dei materiali oltre ad alcune piccole demolizioni. Durante le attività si verificano emissioni acustiche di tipo discontinuo dovuti al transito dei mezzi di trasporto ed all'utilizzo dei mezzi di cantiere: escavatore, autocarro, etc. La movimentazione dei materiali comporta, invece, un'emissione distribuita lungo la viabilità stradale esistente.

Per quanto riguarda la determinazione dei valori di emissione si deve precisare che tale attività ha richiesto una preventiva schematizzazione delle lavorazioni relative, sulla base delle informazioni desumibili.

Di seguito si riportano le macchine operatrici impiegate per le fasi ritenute di massima emissione acustica:

- a) Scavi e movimentazione terre
  - escavatore cingolato (106,0 dB(A))
  - Autocarro (106,0 dB(A))
  - Pala Gommata 107,1

Sulla base delle attività previste in via preliminare all'interno dei cantieri sono state analizzate le lavorazioni che potessero generare emissioni sonore al fine di identificare scenari di massimo impatto, utili a definire gli interventi di mitigazione per la fase di cantiere.

Nel particolare i cantieri ove è stata individuata presenza di ricettori limitrofi e sulle quali si è soffermato lo studio sono risultati:

- Cantieri Base Aurelia 1 ed Aurelia 2

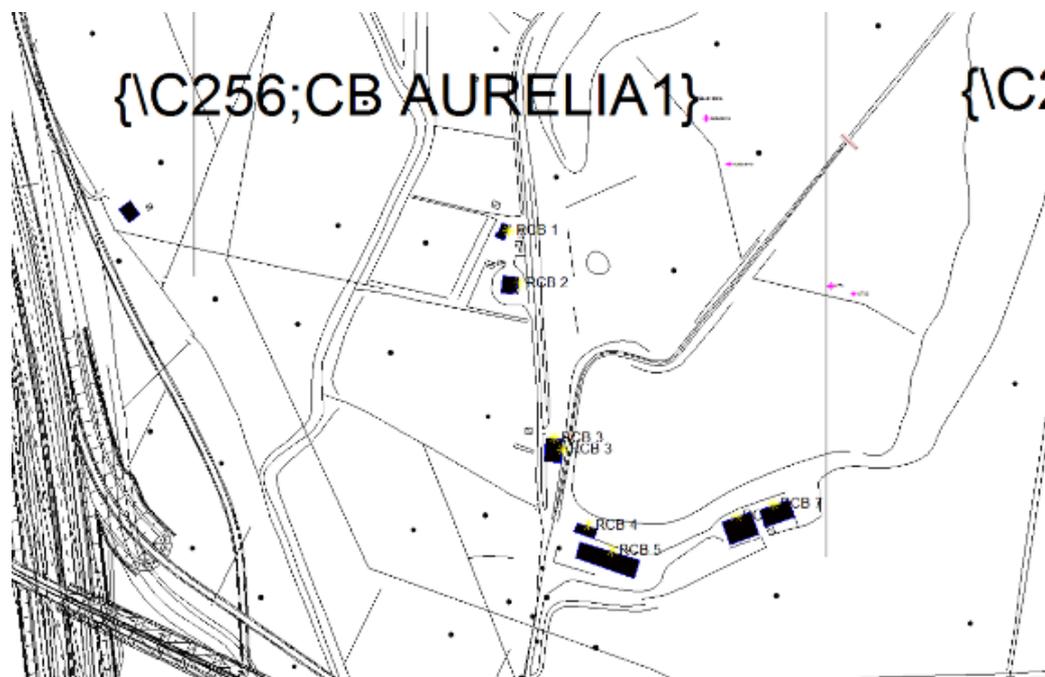


Figura 9 – modello numerico cantieri Aurelia 1 ed Aurelia 2

- Cantiere Operativo Casale Rosa



Figura 10- modello numerico cantiere Casale Rosa

### 1.7.1.2 Fase di esercizio (Scenario di progetto senza mitigazioni)

Si è quindi proceduto ad effettuare una simulazione dell'impatto acustico generato dal traffico veicolare, a cui risulterà sottoposta la popolazione residente nelle aree interessate dal tracciato oggetto di studio.

In corrispondenza degli edifici indicati in cartografia sono stati posizionati dei ricettori virtuali siti in prossimità della facciata ( a 1 mt ) maggiormente esposta alle emissioni dell'infrastruttura. Presso questi ricevitori virtuali sono stati simulati tramite software previsionale i livelli equivalenti di pressione sonora diurni e notturni corrispondenti alle emissioni sonore generate dal traffico previsto per l'infrastruttura di progetto. I ricettori scelti e corrispondenti al numero di ricevitore virtuale sono individuabili negli allegati grafici.

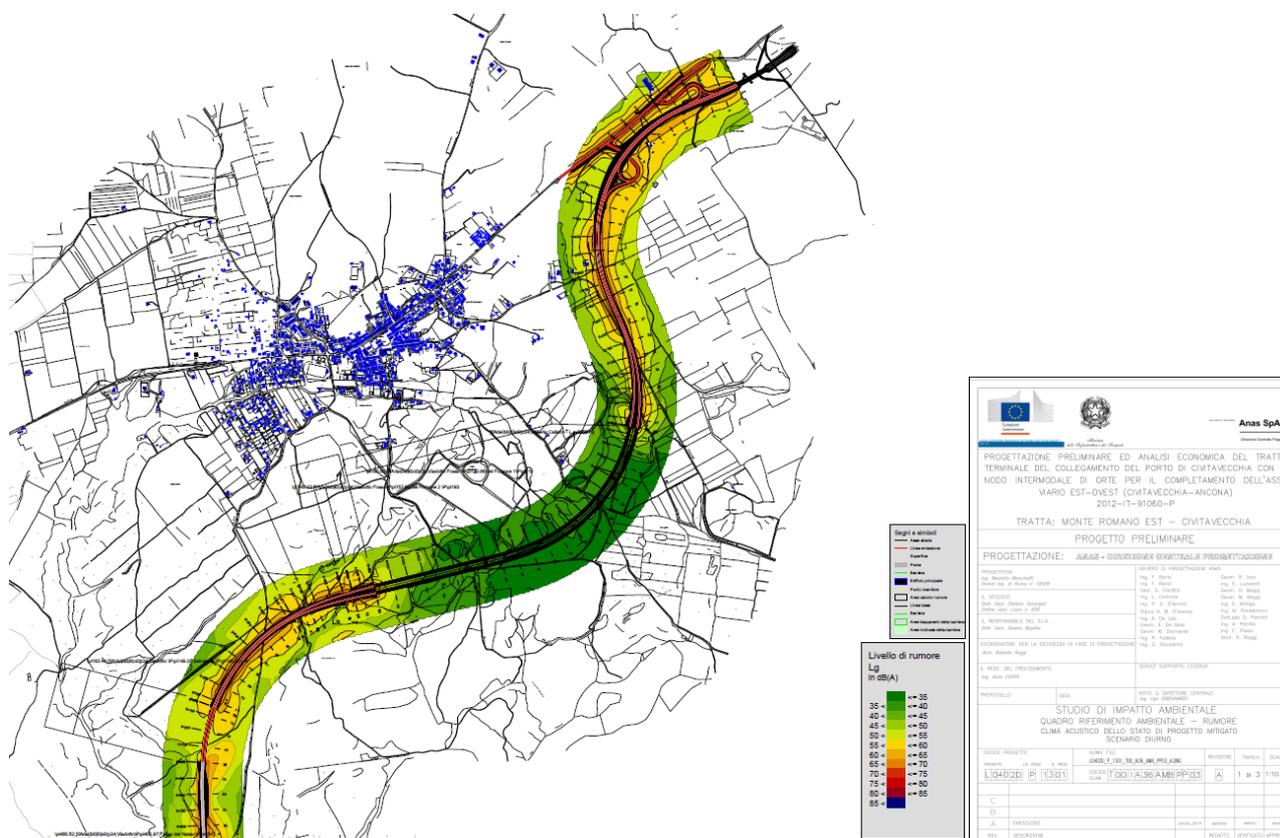


Figura 11- stralcio modello acustico stato di progetto

Gli elaborati di riferimento per le mappe rumore non mitigate in periodo diurno e notturno sono LO402D\_P1301 T00\_IA36\_AMB\_PP02A e LO402D\_P1301 T00\_IA36\_AMB\_PP01A

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

N° RIC.	Piano	Limiti Normativi Esterni		POST OPERAM		SUPERAMENTI			
		Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Impatto Residuo			
						Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
1	1	65	55	56,6	48,7	- 8,40	- 6,30	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
2	1	65	55	62,8	54,5	- 2,20	- 0,50	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
2	2	65	55	64,4	55,4	- 0,60	0,40	rispetto limite esterno	risanamento
3	1	65	55	52,8	45,2	- 12,20	- 9,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
4	1	65	55	53,4	45,8	- 11,60	- 9,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
5	1	65	55	51,5	45,7	- 13,50	- 9,30	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
6	1	65	55	49,5	43,8	- 15,50	- 11,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
7	1	65	55	54,9	49,2	- 10,10	- 5,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
8	1	65	55	43,1	37,4	- 21,90	- 17,60	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
9	1	65	55	65,3	56,6	0,30	1,60	rispetto limite esterno	risanamento
9	2	65	55	65,8	57,2	0,80	2,20	risanamento	risanamento
10	1	65	55	65,2	56,5	0,20	1,50	rispetto limite esterno	risanamento
11	1	65	55	57,7	49,0	- 7,30	- 6,00	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
11	2	65	55	60,3	51,6	- 4,70	- 3,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
12	1	65	55	58,9	50,2	- 6,10	- 4,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
12	2	65	55	61,8	53,1	- 3,20	- 1,90	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
13	1	65	55	58,3	49,6	- 6,70	- 5,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
14	1	65	55	58,8	50,1	- 6,20	- 4,90	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
15	1	65	55	59,1	50,4	- 5,90	- 4,60	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
16	1	65	55	57,8	49,1	- 7,20	- 5,90	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
16	2	65	55	58,3	49,6	- 6,70	- 5,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
17	1	65	55	59,9	51,2	- 5,10	- 3,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
18	1	65	55	55,2	46,5	- 9,80	- 8,50	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
19	1	65	55	58,3	49,6	- 6,70	- 5,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
20	1	65	55	49,1	40,4	- 15,90	- 14,60	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
21	1	65	55	53,9	45,2	- 11,10	- 9,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
22	1	65	55	49,5	40,8	- 15,50	- 14,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
24	1	65	55	49,4	40,6	- 15,60	- 14,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
25	1	65	55	56,6	48,0	- 8,40	- 7,00	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
25	2	65	55	58,3	49,6	- 6,70	- 5,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
26	1	65	55	59,0	50,3	- 6,00	- 4,70	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
26	2	65	55	60,4	51,7	- 4,60	- 3,30	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
27	1	65	55	57,4	48,7	- 7,60	- 6,30	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
28	1	65	55	57,3	48,6	- 7,70	- 6,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

N° RIC.	Piano	Limiti Normativi Esterni		POST OPERAM		SUPERAMENTI			
		Diurno	Notturno	Livelli esterni		Impatto Residuo			
				Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
29	1	65	55	62,4	53,7	- 2,60	- 1,30	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
29	2	65	55	68,9	60,2	3,90	5,20	risanamento	risanamento
30	1	65	55	58,6	49,9	- 6,40	- 5,10	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
30	2	65	55	60,3	51,7	- 4,70	- 3,30	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
31	1	65	55	57,6	48,9	- 7,40	- 6,10	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
31	2	65	55	59,9	51,2	- 5,10	- 3,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
32	1	65	55	54,9	46,2	- 10,10	- 8,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
32	2	65	55	58,1	49,4	- 6,90	- 5,60	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
33	1	65	55	60,5	51,8	- 4,50	- 3,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
33	2	65	55	63,7	55,1	- 1,30	0,10	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
34	1	65	55	58,7	49,9	- 6,30	- 5,10	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
35	1	65	55	58,4	49,7	- 6,60	- 5,30	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
35	2	65	55	62,1	53,4	- 2,90	- 1,60	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
36	1	65	55	57,4	48,7	- 7,60	- 6,30	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
37	1	65	55	54,3	45,6	- 10,70	- 9,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
38	1	65	55	55,0	46,3	- 10,00	- 8,70	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
38	2	65	55	56,8	48,1	- 8,20	- 6,90	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
39	1	65	55	52,6	43,9	- 12,40	- 11,10	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
40	1	65	55	57,1	48,4	- 7,90	- 6,60	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
41	1	65	55	56,5	47,8	- 8,50	- 7,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
42	1	65	55	54,2	45,5	- 10,80	- 9,50	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
42	2	65	55	56,0	47,3	- 9,00	- 7,70	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
43	1	65	55	59,9	51,2	- 5,10	- 3,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
43	2	65	55	61,3	52,6	- 3,70	- 2,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
44	1	65	55	61,2	52,5	- 3,80	- 2,50	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
44	2	65	55	62,4	53,8	- 2,60	- 1,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
45	1	65	55	60,9	52,2	- 4,10	- 2,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
46	1	65	55	63,5	55,6	- 1,50	0,60	rispetto limite esterno	risanamento
47	1	65	55	60,5	51,8	- 4,50	- 3,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
47	2	65	55	62,7	54,1	- 2,30	- 0,90	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
48	1	65	55	58,8	50,1	- 6,20	- 4,90	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
49	1	65	55	58,0	49,3	- 7,00	- 5,70	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
50	1	65	55	64,2	55,5	- 0,80	0,50	rispetto limite esterno	risanamento
51	1	65	55	64,5	55,9	- 0,50	0,90	rispetto limite esterno	risanamento

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

N° RIC.	Piano	Limiti Normativi Esterni		POST OPERAM		SUPERAMENTI			
		Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Impatto Residuo			
						Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
51	2	65	55	65,3	56,7	0,30	1,70	rispetto limite esterno	risanamento
52	1	65	55	64,4	55,8	- 0,60	0,80	rispetto limite esterno	risanamento
53	1	65	55	58,9	50,2	- 6,10	- 4,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
53	2	65	55	60,9	52,3	- 4,10	- 2,70	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
54	1	65	55	59,3	50,6	- 5,70	- 4,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
54	2	65	55	61,1	52,5	- 3,90	- 2,50	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
55	1	65	55	57,9	49,2	- 7,10	- 5,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
56	1	65	55	56,5	47,8	- 8,50	- 7,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
56	2	65	55	58,7	50,0	- 6,30	- 5,00	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
57	1	65	55	48,0	39,2	- 17,00	- 15,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
57	2	65	55	51,3	42,6	- 13,70	- 12,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
57	1	65	55	47,6	38,8	- 17,40	- 16,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
57	2	65	55	51,0	42,3	- 14,00	- 12,70	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
58	1	65	55	48,0	39,2	- 17,00	- 15,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
59	1	65	55	52,8	44,1	- 12,20	- 10,90	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
59	2	65	55	54,3	45,6	- 10,70	- 9,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
60	1	65	55	51,7	43,0	- 13,30	- 12,00	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
60	2	65	55	52,7	44,0	- 12,30	- 11,00	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
61	1	65	55	52,1	43,3	- 12,90	- 11,70	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
61	2	65	55	52,9	44,2	- 12,10	- 10,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
62	1	65	55	50,3	41,6	- 14,70	- 13,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
63	1	65	55	57,5	48,7	- 7,50	- 6,30	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
64	1	65	55	56,4	47,8	- 8,60	- 7,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
65	1	65	55	56,9	48,3	- 8,10	- 6,70	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
66	1	65	55	59,5	51,0	- 5,50	- 4,00	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
67	1	65	55	58,6	50,1	- 6,40	- 4,90	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
68	1	65	55	56,3	47,8	- 8,70	- 7,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
69	1	65	55	61,8	53,1	- 3,20	- 1,90	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
69	2	65	55	64,6	55,3	- 0,40	0,30	rispetto limite esterno	risanamento
70	1	65	55	61,6	52,9	- 3,40	- 2,10	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
71	1	65	55	53,7	45,0	- 11,30	- 10,00	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
72	1	65	55	52,5	43,8	- 12,50	- 11,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
73	1	65	55	61,5	52,8	- 3,50	- 2,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
74	1	65	55	64,1	56,1	- 0,90	1,10	rispetto limite esterno	risanamento

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

N° RIC.	Piano	Limiti Normativi Esterni		POST OPERAM		SUPERAMENTI			
		Diurno	Notturmo	Livelli esterni		Impatto Residuo			
				Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
76	1	65	55	51,3	42,6	- 13,70	- 12,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
76	2	65	55	54,3	45,6	- 10,70	- 9,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
77	1	65	55	50,2	41,5	- 14,80	- 13,50	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
78	1	65	55	44,2	35,4	- 20,80	- 19,60	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
78	2	65	55	50,0	41,2	- 15,00	- 13,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
79	1	65	55	49,7	40,9	- 15,30	- 14,10	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
80	1	65	55	50,0	41,2	- 15,00	- 13,80	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
81	1	65	55	50,8	42,1	- 14,20	- 12,90	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
82	1	65	55	55,8	47,0	- 9,20	- 8,00	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
82	2	65	55	56,8	48,1	- 8,20	- 6,90	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
83	1	65	55	54,5	45,8	- 10,50	- 9,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
84	1	65	55	57,3	48,6	- 7,70	- 6,40	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
85	1	65	55	54,2	45,5	- 10,80	- 9,50	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
87	1	70	60	61,5	55,8	- 8,50	- 4,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
87	2	70	60	63,0	57,3	- 7,00	- 2,70	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
88	1	65	55	59,4	53,7	- 5,60	- 1,30	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
88	2	65	55	62,1	56,5	- 2,90	1,50	rispetto limite esterno	risanamento
89	1	70	60	66,7	58,4	- 3,30	- 1,60	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
90	1	70	60	51,6	43,3	- 18,40	- 16,70	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
90	2	70	60	53,7	45,4	- 16,30	- 14,60	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
90	3	70	60	56,0	47,7	- 14,00	- 12,30	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
91	1	70	60	57,8	49,3	- 12,20	- 10,70	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
92	1	70	60	57,6	49,1	- 12,40	- 10,90	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
93	1	70	60	57,7	49,3	- 12,30	- 10,70	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno
94	1	70	60	58,3	49,8	- 11,70	- 10,20	rispetto limite esterno	rispetto limite esterno

Sono stati rilevati superamenti per 11 ricettori per i quali si è provveduto a porre in atto azioni di mitigazioni di seguito riportate.

## 1.7.2 Azioni e misure di mitigazione

### 1.7.2.1 Fase di cantiere

Alla luce dei livelli previsti e della tipologia dei ricettori impattati, è stata prevista la realizzazione di interventi, tesi ad ostacolare la propagazione del rumore di cantiere mediante l'installazione di specifiche barriere fonoassorbenti (h=3m).

La lunghezza lineare delle barriere di cantiere previste presso i cantieri Aurelia 1 e 2 e Casale è di

- 460 m
- 116 m
- 146 m
- 189 m

l'altezza delle barriere è pari a 3 metri.

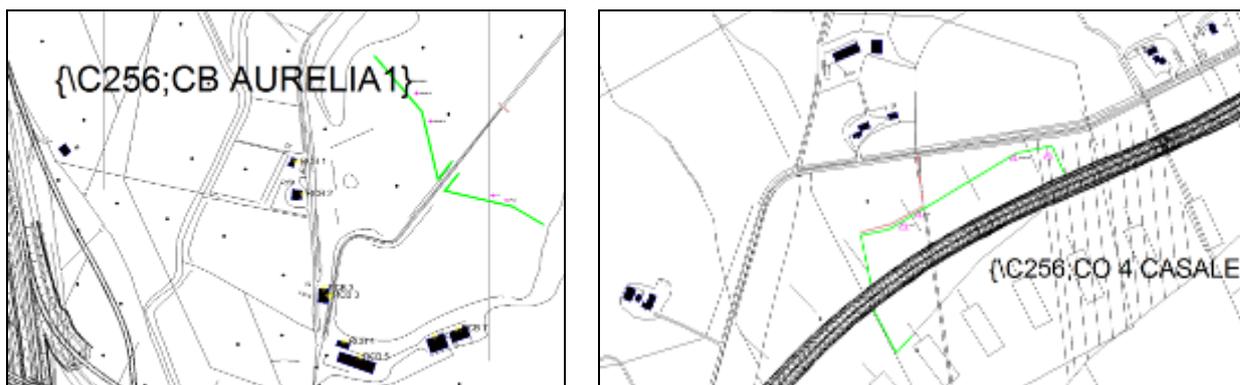


Figura 12- posizione delle barriere di cantiere

Per il cantiere base, in via preliminare si è anche provveduto, utilizzando i dati preliminari di traffico a valutare le emissioni derivanti dalla viabilità di cantiere in uscita fino alla viabilità ordinaria riscontrando una potenziale criticità (valori al limite del limite di immissione della classe 3) per un ricettore sito a pochi metri dalla viabilità stessa. Saranno pertanto necessari approfondimenti nelle fasi successive, una volta aumentato il grado di definizione, al fine di definire eventuali azioni correttive.

**Barriere mobili** durante le lavorazioni in linea: durante la realizzazione delle opere in linea, potranno prodursi sui ricettori limitrofi alla nuova infrastruttura di progetto emissioni acustiche significative, pur per un periodo limitato. Per tale motivo, in coincidenza con le lavorazioni più impattanti potranno essere previste l'uso di barriere mobili in prossimità, lato ricettori che possano limitare le emissioni sonore. Tali barriere mobili, potranno in questo modo essere riposizionate lungo la tratta al verificarsi di situazioni di possibile criticità acustica.

### **1.7.2.2 Fase di esercizio**

Alla luce dell'entità dei superamenti e della tipologia dei ricettori impattati, è stata prevista la realizzazione di interventi, tesi ad ostacolare la propagazione del rumore dalla infrastruttura di trasporto al ricettore, mediante l'installazione di specifiche barriere fonoassorbenti.

L'obiettivo di uno schermo artificiale è quello di creare una zona dove la pressione acustica è ridotta e dove la zona d'ombra sia la più grande possibile inoltre le onde acustiche riflesse o irradiate direttamente dalla barriera, non devono perturbare questa zona. In ogni caso, considerando le varie limitazioni imposte dalla fisicità del problema, si vede come l'efficacia delle barriere riesca a raggiungere, nelle condizioni più favorevoli valori elevati (>15 dB), caso in cui il ricettore risulta essere in completa ombra acustica rispetto la sorgente con un evidente incremento di efficacia in presenza di edifici molto vicini alla sede stradale e presso i piani inferiori delle strutture edilizie. L'effetto di una barriera acustica è condizionato dalla minimizzazione dell'energia acustica che, come noto, schematicamente si propaga attraverso:

- l'onda diretta, che, se la barriera non è sufficientemente dimensionata, giunge in corrispondenza del ricettore senza essere condizionata da ostacoli;
- l'onda che giunge al ricettore dopo essere stata diffratta dal bordo superiore della barriera;
- l'onda diffratta dal bordo superiore della barriera, riflessa dal suolo e quindi diretta verso il ricettore;
- l'onda che si riflette tra la barriera ed i veicoli;
- l'onda che giunge al ricettore per trasmissione attraverso i pannelli che compongono la barriera;
- l'onda riflessa sulla pavimentazione stradale, diffratta dal bordo superiore della barriera e quindi diretta verso il ricettore;
- l'onda assorbita.

L'effetto protettivo delle barriere è dunque fortemente connesso alla loro altezza, all'altezza dell'edificio che si vuole proteggere ed alla posizione relativa rispetto all'asse stradale. Altrettanto fondamentale è la scelta del materiale, delle caratteristiche acustiche e delle soluzioni costruttive adottate, elementi quest'ultimi che incidono notevolmente anche sui requisiti minimi in ambito della sicurezza (utilizzo di materiali non pericolosi sia in caso di urto che di incendio, realizzati in modo barriere resistenti alla pressione del vento e costruzione delle fondazioni secondo la localizzazione). Prima di riportare le informazioni relative al dimensionamento complessivo degli interventi di mitigazione acustica previsti tramite i risultati delle specifiche modellizzazioni acustiche sopra descritte, si sottolinea come nel dimensionamento degli interventi si siano tenuti



Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

Barriera Antirumore	Alt. (m)	Lato (rispetto verso crescente chilometrica)	da pk	a pk	Lung. (m)
BA01	3	Destro	1+500	1+600	100
BA02	3	Destro	8+300	8+400	100
BA03	3	Destro	9+750	9+850	100
BA04	3	Destro	12+350	12+700	350
BA05	3	Destro	15+850	15+950	100
BA06	3	Sinistro	8+150	8+450	300



Figura 14- ubicazione barriere antirumore – fase di esercizio

L'elaborato di riferimento per l'esatta ubicazione delle barriere sono LO402D\_P1301 T00\_IA36\_AMB\_PP05A – Carta degli interventi di mitigazione

### 1.7.3 Impatti residui (Post mitigazione)

Al fine di valutare la rumorosità conseguente alla mitigazione introdotta dalla posa delle barriere fonoassorbenti e fonoisolanti secondo le modalità riportate nel precedente capitolo, si è proceduto ad effettuare una simulazione dell'impatto acustico impiegando lo stesso modello matematico utilizzato in precedenza per la stima della rumorosità presente prima dell'intervento, inserendo le barriere nei tratti precedentemente individuati. Si è poi proceduto alla valutazione degli effetti di tale mitigazione generando mappe acustiche inerenti lo scenario caratterizzato dalla presenza barriere fonoassorbenti.

#### 1.7.3.1 Fase di cantiere

Di seguito si riportano le mappe rumore atte a visualizzare l'effetto delle barriere previste e che consentono di limitare la diffusione delle onde sonore verso i ricettori.

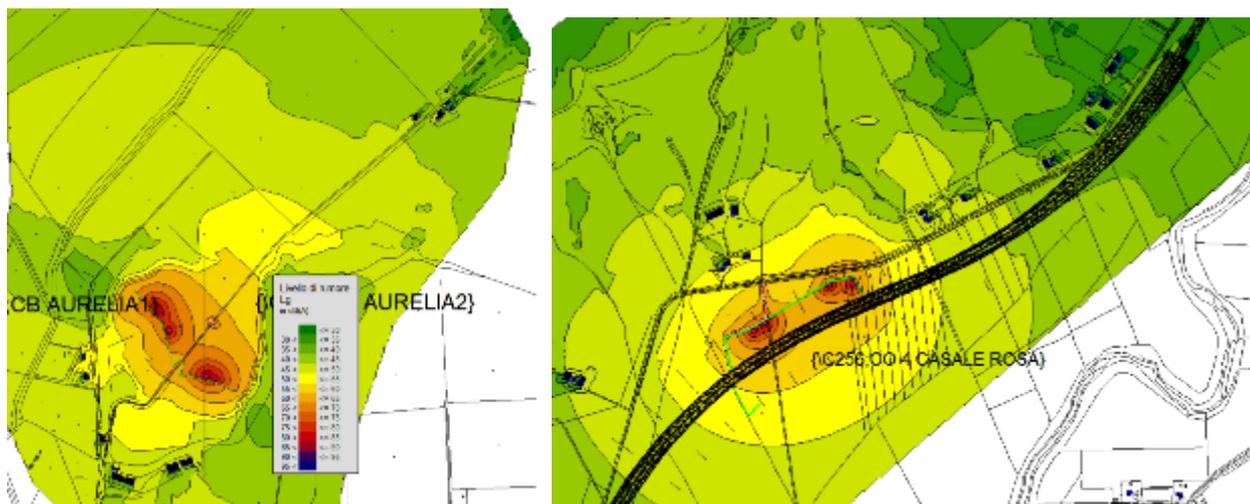


Figura 15- mappa rumore – scenario di cantiere con mitigazioni

#### 1.7.3.2 Fase di esercizio (Post mitigazione)

Si è poi proceduto come nel caso precedente ad un confronto con i limiti vigenti e dopo le opportune osservazioni del caso ad un raffronto fra il clima acustico previsto nei due casi (senza e con mitigazioni), al fine di mettere in evidenza l'effetto di mitigazione introdotto dalle barriere.

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

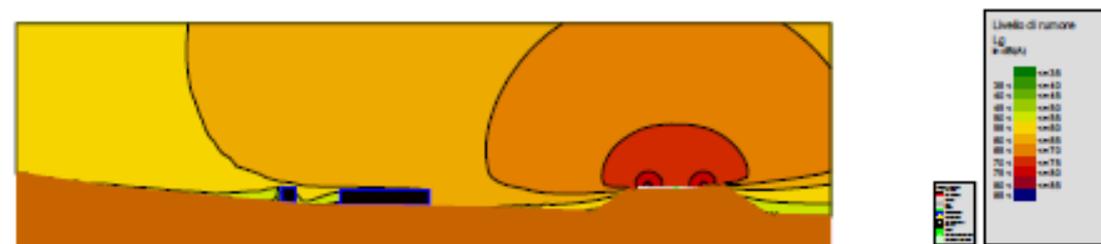


Figura 16- sezione verticale – non mitigato

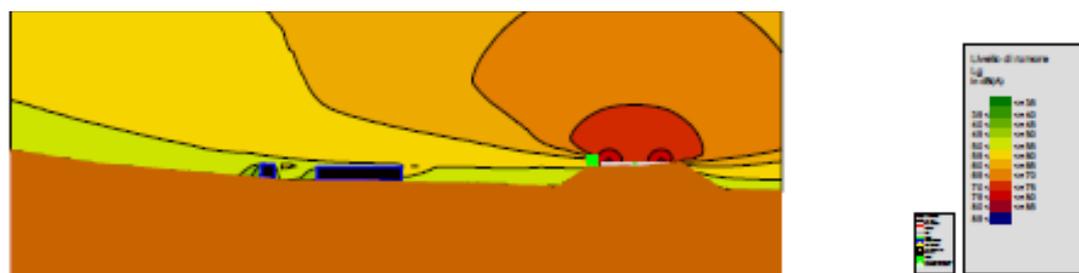


Figura 17- sezione verticale – mitigato

N° RIC.	Piano	Limiti Normativi Esterni		POST OPERAM		POST MITIGAZIONE			
		Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Livelli esterni		Impatto Residuo	
				Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
1	1	65	55	56,6	48,7	56,3	48,3	-	-
2	1	65	55	62,8	54,5	62,5	54,1	-	-
2	2	65	55	64,4	55,4	64,2	55,4	-	0,40
3	1	65	55	52,8	45,2	52,3	44,5	-	-
4	1	65	55	53,4	45,8	53,0	45,1	-	-
5	1	65	55	51,5	45,7	50,3	44,5	-	-
6	1	65	55	49,5	43,8	49,3	43,5	-	-
7	1	65	55	54,9	49,2	54,7	49,0	-	-
8	1	65	55	43,1	37,4	42,7	36,9	-	-
9	1	65	55	65,3	56,6	57,1	48,4	-	-
9	2	65	55	65,8	57,2	59,5	50,9	-	-
10	1	65	55	65,2	56,5	55,9	47,2	-	-
11	1	65	55	57,7	49,0	57,1	48,4	-	-
11	2	65	55	60,3	51,6	60,1	51,5	-	-
12	1	65	55	58,9	50,2	57,9	49,2	-	-
12	2	65	55	61,8	53,1	61,5	52,8	-	-
13	1	65	55	58,3	49,6	57,8	49,1	-	-
14	1	65	55	58,8	50,1	57,6	48,9	-	-

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

N° RIC.	Piano	Limiti Normativi Esterni		POST OPERAM		POST MITIGAZIONE			
		Diurno	Notturno	Livelli esterni		Livelli esterni		Impatto Residuo	
				Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
15	1	65	55	59,1	50,4	58,6	49,9	-	-
16	1	65	55	57,8	49,1	57,7	49,0	-	-
16	2	65	55	58,3	49,6	58,2	49,5	-	-
17	1	65	55	59,9	51,2	59,8	51,1	-	-
18	1	65	55	55,2	46,5	55,1	46,4	-	-
19	1	65	55	58,3	49,6	58,2	49,5	-	-
20	1	65	55	49,1	40,4	49,0	40,3	-	-
21	1	65	55	53,9	45,2	53,8	45,1	-	-
22	1	65	55	49,5	40,8	49,4	40,7	-	-
24	1	65	55	49,4	40,6	49,3	40,5	-	-
25	1	65	55	56,6	48,0	56,4	47,7	-	-
25	2	65	55	58,3	49,6	58,1	49,4	-	-
26	1	65	55	59,0	50,3	58,7	50,0	-	-
26	2	65	55	60,4	51,7	60,1	51,4	-	-
27	1	65	55	57,4	48,7	57,3	48,6	-	-
28	1	65	55	57,3	48,6	56,8	48,1	-	-
29	1	65	55	62,4	53,7	54,4	45,6	-	-
29	2	65	55	68,9	60,2	57,7	49,0	-	-
30	1	65	55	58,6	49,9	58,0	49,3	-	-
30	2	65	55	60,3	51,7	59,8	51,1	-	-
31	1	65	55	57,6	48,9	57,0	48,3	-	-
31	2	65	55	59,9	51,2	59,4	50,7	-	-
32	1	65	55	54,9	46,2	54,3	45,5	-	-
32	2	65	55	58,1	49,4	57,5	48,8	-	-
33	1	65	55	60,5	51,8	59,8	51,1	-	-
33	2	65	55	63,7	55,1	63,5	54,8	-	-
34	1	65	55	58,7	49,9	57,8	49,1	-	-
35	1	65	55	58,4	49,7	57,6	48,8	-	-
35	2	65	55	62,1	53,4	61,2	52,5	-	-
36	1	65	55	57,4	48,7	56,7	48,0	-	-
37	1	65	55	54,3	45,6	53,8	45,1	-	-
38	1	65	55	55,0	46,3	54,9	46,2	-	-
38	2	65	55	56,8	48,1	56,4	47,8	-	-
39	1	65	55	52,6	43,9	52,5	43,8	-	-
40	1	65	55	57,1	48,4	56,8	48,1	-	-

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

N° RIC.	Piano	Limiti Normativi Esterni		POST OPERAM		POST MITIGAZIONE			
		Diurno	Notturno	Livelli esterni		Livelli esterni		Impatto Residuo	
				Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
41	1	65	55	56,5	47,8	56,3	47,6	-	-
42	1	65	55	54,2	45,5	54,0	45,3	-	-
42	2	65	55	56,0	47,3	55,7	47,0	-	-
43	1	65	55	59,9	51,2	59,4	50,7	-	-
43	2	65	55	61,3	52,6	60,9	52,2	-	-
44	1	65	55	61,2	52,5	58,6	49,9	-	-
44	2	65	55	62,4	53,8	59,9	51,2	-	-
45	1	65	55	60,9	52,2	59,1	50,4	-	-
46	1	65	55	63,5	55,6	55,4	46,7	-	-
47	1	65	55	60,5	51,8	53,2	44,5	-	-
47	2	65	55	62,7	54,1	56,1	47,3	-	-
48	1	65	55	58,8	50,1	53,8	45,0	-	-
49	1	65	55	58,0	49,3	54,6	45,9	-	-
50	1	65	55	64,2	55,5	53,9	45,2	-	-
51	1	65	55	64,5	55,9	54,9	46,2	-	-
51	2	65	55	65,3	56,7	57,0	48,3	-	-
52	1	65	55	64,4	55,8	56,3	47,5	-	-
53	1	65	55	58,9	50,2	58,5	49,8	-	-
53	2	65	55	60,9	52,3	60,5	51,8	-	-
54	1	65	55	59,3	50,6	59,0	50,3	-	-
54	2	65	55	61,1	52,5	60,9	52,2	-	-
55	1	65	55	57,9	49,2	57,8	49,1	-	-
56	1	65	55	56,5	47,8	56,2	47,5	-	-
56	2	65	55	58,7	50,0	58,4	49,7	-	-
57	1	65	55	48,0	39,2	47,5	38,8	-	-
57	2	65	55	51,3	42,6	51,1	42,4	-	-
57	1	65	55	47,6	38,8	47,1	38,4	-	-
57	2	65	55	51,0	42,3	50,8	42,1	-	-
58	1	65	55	48,0	39,2	47,6	38,8	-	-
59	1	65	55	52,8	44,1	52,5	43,8	-	-
59	2	65	55	54,3	45,6	54,2	45,5	-	-
60	1	65	55	51,7	43,0	50,3	41,5	-	-
60	2	65	55	52,7	44,0	52,0	43,3	-	-
61	1	65	55	52,1	43,3	50,7	42,0	-	-
61	2	65	55	52,9	44,2	52,4	43,7	-	-

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

N° RIC.	Piano	Limiti Normativi Esterni		POST OPERAM		POST MITIGAZIONE			
		Diurno	Notturno	Livelli esterni		Livelli esterni		Impatto Residuo	
				Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
62	1	65	55	50,3	41,6	49,2	40,4	-	-
63	1	65	55	57,5	48,7	57,3	48,6	-	-
64	1	65	55	56,4	47,8	56,4	47,7	-	-
65	1	65	55	56,9	48,3	56,9	48,2	-	-
66	1	65	55	59,5	51,0	59,5	50,9	-	-
67	1	65	55	58,6	50,1	58,5	50,0	-	-
68	1	65	55	56,3	47,8	56,2	47,7	-	-
69	1	65	55	61,8	53,1	61,2	52,5	-	-
69	2	65	55	64,6	55,3	64,5	55,3	-	0,30
70	1	65	55	61,6	52,9	60,9	52,2	-	-
71	1	65	55	53,7	45,0	53,6	44,9	-	-
72	1	65	55	52,5	43,8	52,4	43,7	-	-
73	1	65	55	61,5	52,8	61,3	52,6	-	-
74	1	65	55	64,1	56,1	55,3	46,6	-	-
76	1	65	55	51,3	42,6	50,8	42,1	-	-
76	2	65	55	54,3	45,6	53,6	44,9	-	-
77	1	65	55	50,2	41,5	49,6	40,8	-	-
78	1	65	55	44,2	35,4	43,7	35,0	-	-
78	2	65	55	50,0	41,2	49,3	40,6	-	-
79	1	65	55	49,7	40,9	48,5	39,7	-	-
80	1	65	55	50,0	41,2	49,3	40,6	-	-
81	1	65	55	50,8	42,1	50,3	41,6	-	-
82	1	65	55	55,8	47,0	55,7	46,9	-	-
82	2	65	55	56,8	48,1	56,7	48,0	-	-
83	1	65	55	54,5	45,8	54,5	45,7	-	-
84	1	65	55	57,3	48,6	55,0	46,3	-	-
85	1	65	55	54,2	45,5	52,1	43,4	-	-
87	1	70	60	61,5	55,8	61,4	55,7	-	-
87	2	70	60	63,0	57,3	62,9	57,2	-	-
88	1	65	55	59,4	53,7	56,5	50,8	-	-
88	2	65	55	62,1	56,5	58,9	53,2	-	-
89	1	70	60	66,7	58,4	66,4	58,1	-	-
90	1	70	60	51,6	43,3	51,3	43,0	-	-
90	2	70	60	53,7	45,4	53,5	45,2	-	-
90	3	70	60	56,0	47,7	55,8	47,5	-	-

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

N° RIC.	Piano	Limiti Normativi Esterni		POST OPERAM		POST MITIGAZIONE			
		Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Livelli esterni		Impatto Residuo	
		Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
91	1	70	60	57,8	49,3	57,5	49,0	-	-
92	1	70	60	57,6	49,1	57,2	48,7	-	-
93	1	70	60	57,7	49,3	57,4	49,0	-	-
94	1	70	60	58,3	49,8	58,0	49,5	-	-

Gli elaborati di riferimento per le mappe rumore mitigate in periodo diurno e notturno sono LO402D\_P1301 T00\_IA36\_AMB\_PP03A e LO402D\_P1301 T00\_IA36\_AMB\_PP04A

Si riscontrano 2 lievi superamenti residui di entità inferiore a 0,5 dB(A). Considerata la taratura del modello che si è osservato sovrastimare i livelli e l'esiguo superamento, entro i limiti di errore di un rilievo strumentale non si è proceduto ad intervenire con ulteriori interventi di mitigazione. Il monitoraggio della fase di esercizio dovrà comunque prevedere misure di verifica dei livelli previsti al fine di valutare la bontà delle ipotesi fatte.

### 1.8 Proposta per il monitoraggio ambientale della componente

Il monitoraggio del rumore ha l'obiettivo di controllare dell'evolversi della situazione ambientale per la componente in oggetto nel rispetto dei valori imposti dalla normativa vigente. In base alla finalità della misura ed alla tipologia di rumore monitorato (ferroviario, stradale, cantieri, etc..) si prevede pertanto di utilizzare diverse tipologie di rilievi:

- misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi in fase ante e corso d'opera (in prossimità dei ricettori limitrofi alle aree di cantiere) ;
- misure settimanali per il controllo e la caratterizzazione del rumore stradale a seguito di realizzazione dell'opera in prossimità degli edifici interessati agli interventi di mitigazione al fine di verificarne l'efficacia;
- misure di breve periodo per analisi specifiche sulle sorgenti di rumore nelle aree di cantiere (se necessarie in fase di installazione di nuove apparecchiature di cantiere, lavorazioni particolari).

### **1.8.1 Fase ante operam**

Le postazioni saranno localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi con particolare attenzione a quelli interessati dagli interventi di mitigazione previsti sia al fine del monitoraggio in fase di cantiere e di esercizio.

### **1.8.2 Fase di cantiere**

Il monitoraggio per lo stato corso d'opera sarà finalizzato a verificare il disturbo sui ricettori nelle aree limitrofe alle aree di lavoro e intervenire tempestivamente con misure idonee durante la fase costruttiva. La dislocazione dei punti tiene conto della disposizione del ricettore rispetto agli interventi di mitigazione previsti e saranno posizionati in corrispondenza degli edifici più esposti. Le misure saranno di tipo giornaliero (24h)

### **1.8.3 Fase di esercizio**

Nella fase di esercizio, relativamente alla componente in esame, verranno effettuate misure di tipo settimanale così come previsto dall'Allegato C al punto 2 "Metodologia di misura del rumore stradale" del Decreto 16 Marzo 1998. "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico". In particolare saranno esaminati i ricettori presso i quali sono stati realizzati interventi di mitigazione acustica al fine di valutare l'efficacia dell'intervento tramite misure di tipo settimanale.

## 1.9 Conclusioni

La realizzazione di un modello numerico tridimensionale con le specificità riportate all'interno dei paragrafi precedenti ha consentito di analizzare in via previsionale il clima acustico sia a seguito della realizzazione dell'opera prevista (per la fase di esercizio) che per le fasi di realizzazione (fase di cantiere).

### 1.9.1 Fase di Cantiere

Sulla base delle attività previste in via preliminare all'interno dei cantieri sono state analizzate le lavorazioni che potessero generare emissioni sonore al fine di identificare scenari di massimo impatto, utili a definire gli interventi di mitigazione per la fase di cantiere.

Nel particolare i cantieri ove è stata individuata presenza di ricettori limitrofi e sulle quali si è soffermato lo studio sono risultati:

- Cantieri Base Aurelia 1 ed Aurelia 2

A seguito dell'analisi effettuata sono stati previsti interventi di mitigazione di altezza pari a 3 m presso i cantieri Aurelia 1 e 2 e Casale per un estensione pari a

- 460 m
- 116 m
- 146 m
- 189 m

### 1.9.2 Stato di Progetto Non Mitigato

A seguito della realizzazione dell'opera si è proceduto a valutare qualitativamente (tramite mappe acustiche a quota 4m) e quantitativamente tramite report tabellare eventuali superamenti e gli adeguati interventi di mitigazione. Sono stati rilevati superamenti presso 11 ricettori per i quali sono stati dimensionati gli interventi di mitigazione sotto indicati.

Barriera Antirumore	Alt. (m)	Lato (rispetto verso crescente chilometrica)	da pk	a pk	Lung. (m)
BA01	3	Destro	1+500	1+600	100
BA02	3	Destro	8+300	8+400	100
BA03	3	Destro	9+750	9+850	100

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

Barriera Antirumore	Alt. (m)	Lato (rispetto verso crescente chilometrica)	da pk	a pk	Lung. (m)
BA04	3	Destro	12+350	12+700	350
BA05	3	Destro	15+850	15+950	100
BA06	3	Sinistro	8+150	8+450	300

### 1.9.3 Stato di Progetto Mitigato

A seguito degli interventi di mitigazione proposti, si è provveduto a mitigare le emissioni sonore al fine di raggiungere il limite normativo indicato presso i ricettori.

A seguito delle mitigazioni proposte ed analizzati superamenti per 11 sono state riscontrati in via previsionale 2 lievi superamenti residui di entità inferiore a 0,5 dB(A). Considerata la taratura del modello che si è osservato sovrastimare i livelli e l'esiguo superamento, entro i limiti di errore di rilievo strumentale non si è proceduto ad intervenire con ulteriori interventi di mitigazione. Il monitoraggio della fase di esercizio dovrà comunque prevedere misure di verifica dei livelli previsti al fine di valutare la bontà delle ipotesi fatte.

## **2 Componente Vibrazioni Normativa di riferimento**

La caratterizzazione delle emissioni di vibrazioni non è soggetta alle stringenti normative e disposizioni legislative che normano, invece, l'emissione del rumore. Pertanto, in questo caso non si ha una caratterizzazione dell'emissione in condizioni standardizzate, né valori limite normativi da dover prendere a riferimento in relazione ai livelli di accelerazione comunicati ai recettori.

In assenza di specifica normativa di riferimento, si prendono quindi in considerazione le uniche indicazioni di tipo tecnico al momento disponibili, rappresentati dalle seguenti Norme UNI.

### **2.1.1 Norma UNI 9614 Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo**

Viene definito il metodo di misura delle vibrazioni di livello costante immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi. Non costituisce una guida per la valutazione delle vibrazioni considerate come possibile causa di danni strutturali o architettonici agli edifici.

Non costituisce inoltre una guida per la valutazione delle vibrazioni che, a bordo di veicoli, navi, aerei e all'interno di installazioni industriali, possono pregiudicare il comfort, l'efficienza lavorativa, la salute-sicurezza dei soggetti esposti; tali vibrazioni, i cui limiti sono strettamente dipendenti dalla durata dell'esposizione, sono anch'esse oggetto di norme specifiche. In appendice sono riportate alcune considerazioni sulla valutazione del disturbo.

Le norme tecniche di riferimento sono le DIN 4150 (tedesca) e la UNI 9614 che definiscono:

- i tipi di locali o edifici,
- i periodi di riferimento,
- i limiti che costituiscono il disturbo,
- il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne.

Le vibrazioni immesse in un edificio si considerano:

- di livello costante: quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB,
- di livello non costante: quando il livello suddetto varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB,
- impulsive: quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

Le direzioni lungo le quali si propagano le vibrazioni sono riferite alla postura assunta dal soggetto esposto. Gli assi vengono così definiti: asse z passante per il coccige e la testa, asse x passante per la schiena ed il petto, asse y passante per le due spalle.

Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, corrispondenti ai più elevati riscontrati sui tre assi, possono essere confrontati con i limiti riportati nelle seguenti tabelle; tali limiti sono espressi mediante l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza  $a(w)$  e del suo corrispondente livello  $L(w)$ .

Quando i valori dei livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto.

Il giudizio sull'accettabilità (tollerabilità) del disturbo oggettivamente riscontrata dovrà ovviamente tenere conto di fattori quali la frequenza con cui si verifica il fenomeno vibratorio, la sua durata, ecc..

	<b>a (m/s<sup>2</sup>)</b>	<b>La,w (dB)</b>
aree critiche	5.0 10 <sup>-3</sup>	74
abitazioni (notte)	7.0 10 <sup>-3</sup>	77
abitazioni (giorno)	10.0 10 <sup>-3</sup>	80
uffici	20.0 10 <sup>-3</sup>	86
fabbriche	40.0 10 <sup>-3</sup>	92

Tabella 1 – Valori e livelli limite delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse z

	<b>a (m/s<sup>2</sup>)</b>	<b>La,w (dB)</b>
aree critiche	3.6 10 <sup>-3</sup>	71
abitazioni (notte)	5.0 10 <sup>-3</sup>	74
abitazioni (giorno)	7.2 10 <sup>-3</sup>	77
uffici	14.4 10 <sup>-3</sup>	83
fabbriche	28.8 10 <sup>-3</sup>	89

Tabella 2 – Valori e livelli limite delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse x e y

### 2.1.2 Norma UNI 9916 - Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici

Fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di

valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

Altro scopo della norma è di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime.

Per semplicità, la presente norma considera gamme di frequenza variabili da 0,1 a 150 Hz.

Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.), nonché ad eccitazione causata dall' uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.).

In alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio (per esempio vibrazioni indotte da macchinari all'interno degli edifici): tuttavia eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio.

Gli urti direttamente applicati alla struttura attraverso macchine industriali, gli urti prodotti dalle esplosioni, dalla battitura dei pali e da altre sorgenti immediatamente a ridosso dei ristretti limiti della struttura non sono inclusi nella gamma di frequenza indicata, ma lo sono i loro effetti sulla struttura.

In appendice A della norma stessa è riportata la classificazione degli edifici.

Nell'Appendice B della norma, che non costituisce parte integrante della norma, sono indicate nel Prospetto IV le velocità ammissibili per tipologia di edificio, nel caso particolare di civile abitazione i limiti sono riportati di seguito.

	Civile abitazione			
	Fondazione	Pavimento		
frequenza	< 10 Hz	10-50 Hz	50 -100 Hz	diverse freq.
velocità (mm/s)	5	5-15	15-20	15

Tabella 3 – Valori limite delle velocità

### 2.1.3 Norma UNI11048 - Vibrazioni meccaniche ed urti - Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo

La norma, sperimentale, definisce i metodi di misurazione delle vibrazioni e degli urti trasmessi agli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi, al fine di valutare il disturbo arrecato ai soggetti esposti. Essa affianca la UNI 9614. La norma non si applica alla valutazione

degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, in relazione a possibili danni strutturali o architettonici, per la quale si rimanda alla UNI 9916.

## 2.2 Metodologia generale di valutazione

La caratterizzazione sarà effettuata in termini di valore medio efficace (RMS) della velocità (in mm/s) per valutare gli effetti delle vibrazioni sugli edifici, e l'accelerazione (in mm/s<sup>2</sup>) per valutare la percezione umana. E' tuttavia agevole convertire i valori di velocità  $v$  nei corrispondenti valori di accelerazione  $a$ , nota la frequenza  $f$ , tramite la relazione:

$$v = \frac{a}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

Convenzionalmente, in analogia con le analisi del rumore, sia i valori di velocità che quelli di accelerazione vengono valutati sulla scala dei dB, tramite le relazioni:

$$L_{acc} = 20 \cdot \lg \left[ \frac{a}{a_0} \right] \qquad L_{vel} = 20 \cdot \lg \left[ \frac{v}{v_0} \right]$$

in cui compaiono i valori di riferimento  $a_0 = 0.001 \text{ mm/s}^2$  e  $v_0 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ mm/s}$ .

Il fenomeno con cui un prefissato livello di vibrazioni imposto sul terreno si propaga nelle aree circostanti è correlato alla natura del terreno, alla frequenza del segnale, e alla distanza fra il punto di eccitazione e quello di valutazione dell'effetto. Il metodo previsionale dei livelli di vibrazione ha impiegato congiuntamente misure sperimentali e simulazioni numeriche.

A partire dagli spettri di emissione del modello di veicolo previsto dal progetto sono state eseguite delle simulazioni numeriche volte a definire l'effetto combinato di tali macchinari in corrispondenza di ricettori (persone o edifici) posti nell'intorno del tracciato.

La valutazione dei livelli vibrazionali indotti ai ricettori dal transito dei mezzi così come per le attività di cantiere ha pertanto richiesto la definizione di:

- uno spettro di emissione rappresentativo della variazione in frequenza dell'accelerazione indotta nel terreno ad una distanza di riferimento (problema sorgente);
- una funzione di trasferimento che esprima, al variare della frequenza, il rapporto tra l'ampiezza di vibrazione al piede del ricettore in condizioni di campo libero e l'ampiezza dello spettro di accelerazione alla sorgente per ciascun transito (problema di propagazione);
- una legge di combinazione degli spettri di accelerazione indotti al ricettore in condizioni di campo libero dai macchinari presenti nei vari scenari di progetto ipotizzati.

## **2.3 Analisi degli Impatti in fase di costruzione**

### **2.3.1 Identificazione dello scenario di massimo impatto**

Con riferimento ai vigenti riferimenti tecnici di cui alle citate Norme UNI, le attività di cantiere possono essere definite come “sorgenti di vibrazione intermittente”. Nel corso della fase di cantiere si prevedono, essenzialmente, attività di movimentazione terre per la realizzazione dei tratti viari in scavo e in rilevato, attività di scavo della galleria naturale e attività di realizzazione dei tratti viari in viadotto. Si tratta di lavorazioni che, di per sé, non possono a priori considerarsi trascurabili in termini di vibrazioni indotte con propagazione solida nel terreno ma che, in considerazione del particolare contesto territoriale di inserimento, possono invece ritenersi non critiche e non significative.

Ciò, in particolare, può riferirsi per le comuni operazioni di scavo meccanizzato e realizzazione di rilevati che vedono solitamente l'impiego di escavatori, pale gommate e camion, nonché l'assenza di lavorazioni tali da generare onde vibrazionali nel terreno. Dette lavorazioni possono, pertanto, ritenersi non significative, con impatti potenziali in termini di fenomeni vibrazionali assolutamente trascurabili sia in virtù delle emissioni vibrometriche prodotte, sia del mezzo argilloso poco propenso alla propagazione e amplificazione del fenomeno, sia della sensibile distanza dei ricettori potenzialmente esposti.

Allo stesso modo, l'attività di compattazione dei sottofondi stradali con impiego di rulli comporta, solitamente, areali di impatto sensibilmente prossimi alla sorgente stessa e generalmente contenuti entro la distanza di 15-20 metri da essa. Non si riscontrano apparati fondazionali di edifici e fabbricati entro detta distanza dal tracciato di progetto.

Differente, invece, la valutazione della fase di realizzazione della galleria naturale che, per propria intrinseca caratterizzazione, risulta certamente più sensibile nei confronti del fenomeno della generazione e propagazione delle vibrazioni, soprattutto laddove le tecniche di realizzazione prevedono, come nel caso della Galleria Calistro, il ricorso ad esplosivo e/o demolitore meccanico.

In tal caso, infatti, la tipologia e l'entità della sorgente non può non considerarsi sensibile e potenzialmente critica e ciò richiede, quindi, un successivo step di verifica volta alla caratterizzazione del mezzo di trasferimento del fenomeno e dei ricettori potenzialmente esposti.

La litologia dei terreni attraversati dalla galleria risulta per lo più ascrivibile al Flysch argilloso-sabbioso (Fas), tale da ritenere poco favoriti i fenomeni di propagazione e amplificazione dei fenomeni vibrazionali. Lo strato di copertura della galleria risulta, inoltre, sufficiente ampio e potente, tale da scongiurare fenomeni di significativa propagazione verticale con diretta

trasmissione delle vibrazioni ad opere fondazionali di corpi di fabbrica superficiali.

Non si riscontra, inoltre, in asse alla futura galleria, la presenza di alcun ricettore in quanto la stessa attraversa un territorio esclusivamente rurale, pressochè privo di ricettori (il ricettore più prossimo è posto ad altre 150 metri dell'asse della galleria).

La combinazione dei due suddetti fattori (litologia del terreno e dislocazione dei ricettori) rende, di fatto, non significativo l'impatto vibrometrico conseguente alla realizzazione della galleria Calistro in quanto sono da escludersi a priori interferenze fra ricettori (fabbricati residenziali) e areale di impatto potenziale (generalmente prossimo all'asse della galleria e, comunque, esteso non oltre 150 metri da esso).

La realizzazione degli apparati fondazionali delle pile dei viadotti prevede, invece, l'utilizzo di pali di grande diametro (1000 mm) realizzati in profondità mediante la tecnica della trivellazione a rotazione. Detta lavorazione, avente diretta interferenza col sottosuolo e con le litologie presenti, è in grado di originare onde vibrometriche generalmente non significative, seppur a priori non trascurabili se non opportunamente correlate all'effettiva distanza dei fabbricati presenti nelle circostanze. Nel caso in esame, considerata la diffusa presenza di tratti in viadotto e la contestuale presenza, e talvolta prossimità, di fabbricati residenziali, si ritiene che non possa escludersi a priori la significatività di detto impatto che, pertanto, deve assumersi non trascurabile e oggetto di adeguata valutazione preliminare di significatività.

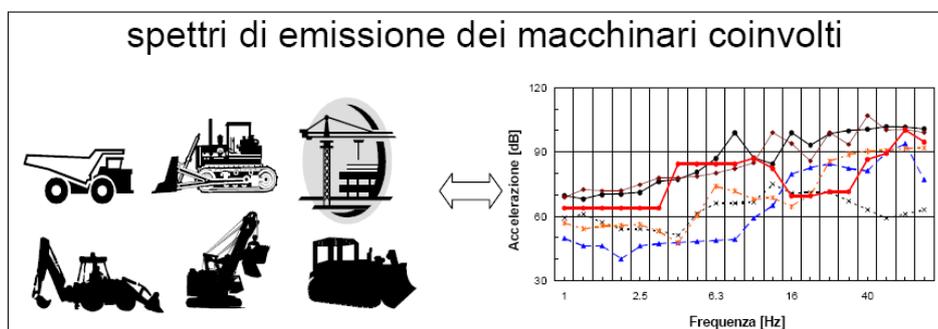
### 2.3.2 Stima preliminare di impatto

Si riporta, pertanto, di seguito una preliminare analisi, in termini vibrazionali, della lavorazione consistente nella realizzazione dei pali di grande diametro.

A tal riguardo si rammenta come l'impatto vibrazionale, nelle successive simulazioni numeriche, sia stato valutato in termini di livello ponderato globale di accelerazione  $L_{w,z}$ , in campo libero, (definito in unità dB secondo la normativa UNI 9614 per asse generico) , in modo da poter più immediatamente procedere con il confronto con i limiti di disturbo alle persone (si ricorda, infatti, che laddove sussistano condizioni tali da escludere il disturbo alle persone sussistono necessariamente condizioni tali da escludere contestualmente anche l'insorgenza di danni alle strutture dei fabbricati).

In dettaglio si illustrano i passi seguiti nell'elaborazione :

1. la valutazione dei livelli vibrazionali è stata quindi condotta a fronte dell'acquisizione degli spettri di emissione dei macchinari coinvolti (autoveicoli o mezzi di cantiere), utilizzando sia dati bibliografici che



rilievi strumentali. Gli spettri impiegati sono riferiti a misure eseguite ad una distanza nota dalla sorgente vibratoria, e sono afferenti alla sola componente verticale.

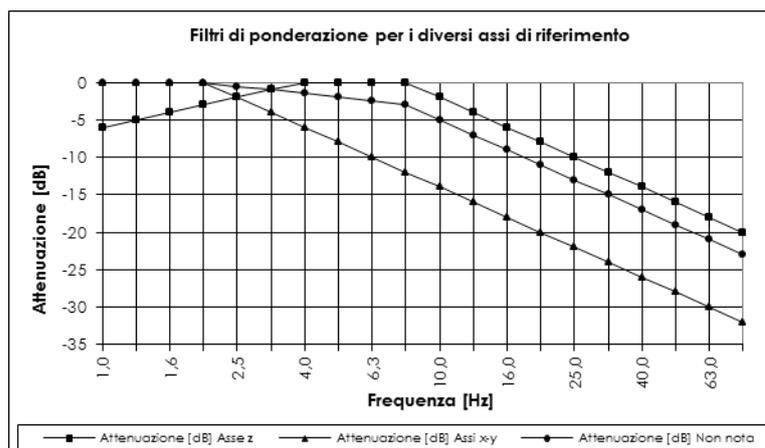
- Dagli spettri delle sorgenti si ottiene il livello di accelerazione non ponderato a distanze crescenti dalla sorgente mediante una legge di propagazione. Nel caso di sorgenti superficiali, ad esempio, si precisa che l'espressione con cui si esprime l'accelerazione ad una certa distanza  $d$  è basata sulla seguente formulazione:

$$a(d, f) = a(d_0, f) \cdot \left( \frac{d_0}{d} \right)^n \cdot e^{-2\pi \cdot f \cdot (\eta/c) \cdot (d-d_0)}$$

- I livelli complessivi di accelerazione non pesati a distanze crescenti dalla sorgente corrispondenti agli scenari analizzati sono dati dalla combinazione, frequenza per frequenza, degli spettri di vibrazione relativi alle singole macchine previste. Come legge di combinazione degli spettri stata adottata la regola SRSS (*Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares*) che consiste nell'eseguire la radice quadrata della somma dei quadrati delle ordinate spettrali relative alle singole macchine. Per ciascuna frequenza si è quindi ottenuto quindi un valore complessivo non pesato di tutte le macchine attive ( $A_{TOT,i}$ ) sotto forma di matrice:

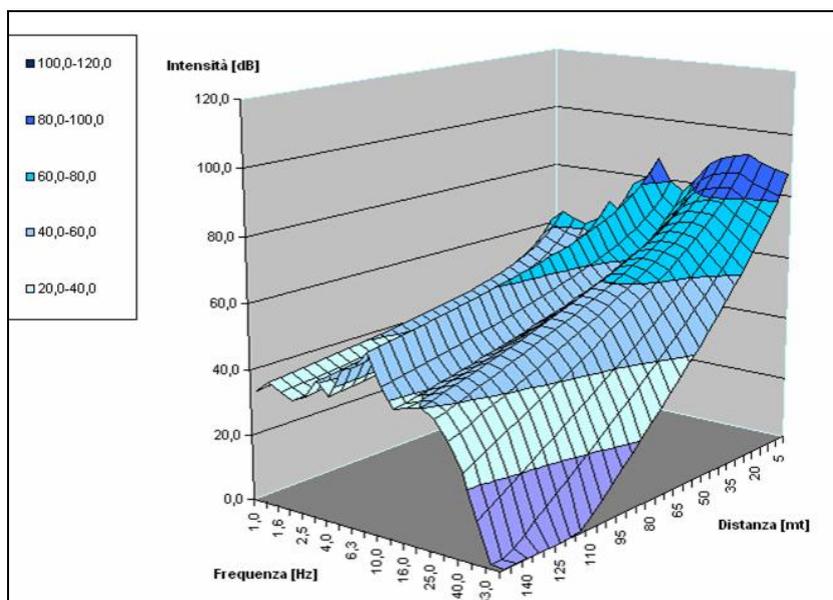
$$A_{TOT,f} = \sqrt{A_1(f, d)^2 + A_2(f, d)^2 + \dots + A_N(f, d)^2} \quad (\text{SRSS})$$

- Relativamente ad ogni scenario modellizzato, si applica alla matrice citata la curva di attenuazione definita per postura non nota (o asse generico) dalla UNI 9614.

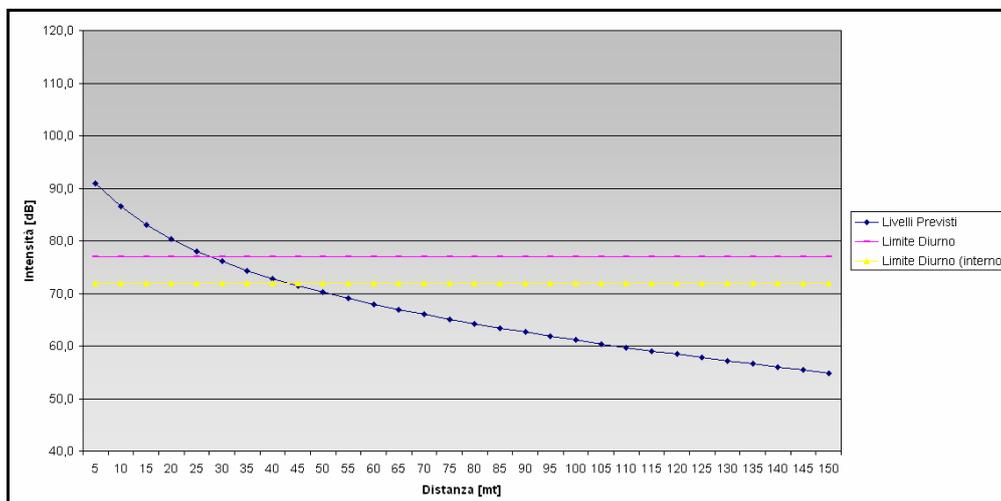


- Si è quindi ottenuta la matrice dei livelli ponderati di accelerazione complessiva per singola frequenza e distanza, con cui è stato possibile realizzare specifici grafici di propagazione.

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale



6. Il livello totale di accelerazione ponderata in funzione della distanza  $L_{a,w,d}$  è stato ottenuto sommando tutti i corrispondente valori per frequenza  $A_{TOT,f}$  espresso in dB pesati. Il numero ottenuto è rappresentativo dell'accelerazione complessiva ponderata su asse Z ad una determinata distanza. Ripetendo questa operazione per una griglia di distanze si è ottenuto il profilo di attenuazione dell'accelerazione ponderata e complessiva di tutti le sorgenti su asse Z.



7. Ai fini del confronto con i limiti della norma UNI 9614, si stabilisce di prendere in esame il valore massimo fra i tre valori di livello di accelerazione ponderata misurati lungo i tre assi. Poiché nella pressoché totale generalità dei casi, questo porta a considerare l'accelerazione misurata in senso verticale, come richiesto dalla UNI 11048, si valuteranno

i livelli di accelerazione ponderata “per asse generico” lungo l’asse Z con la tabella dei valori limite originariamente stabilita per gli assi XY.

### **Sorgenti superficiali**

In termini di trasmissione di vibrazioni nel terreno si distinguono tre principali tipologie di onde che trasportano energia vibrazionale: onde di compressione (onda P), onde di taglio (onda S) e onde di superficie (orizzontali, onde R, e verticali, onde L). L’espressione con cui si esprime l’accelerazione ad una certa distanza  $d$ , per tutti tre i tipi di onde considerati (P, S, R), è basata sulla seguente formulazione:

$$a(d, f) = a(d_0, f) \cdot \left(\frac{d_0}{d}\right)^n \cdot e^{-2\pi \cdot f \cdot (\eta/c) \cdot (d-d_0)}$$

dove  $\eta$  è il fattore di perdita del terreno,  $c$  la velocità di propagazione in m/s,  $f$  la frequenza in Hz,  $d$  la distanza in m, e  $d_0$  la distanza di riferimento a cui è noto lo spettro di emissione, qui assunta pari a 8 metri. L’esponente  $n$  varia a seconda del tipo di onda e di sorgente di vibrazioni; ai fini dell’analisi dei livelli massimi, si è preceduto prendendo a riferimento una sorgente concentrata, fissando l’esponente  $n$  a 0.5 per le onde di superficie (predominanti in caso di sorgente posta in superficie), e 1 per le onde di volume (predominanti in caso di sorgente profonda). Risulta pertanto evidente come la propagazione a partire da una sorgente posta in profondità sia dotata, anche nel caso di terreno omogeneo, di molto più rapida attenuazione al crescere della distanza dalla sorgente.

<b>Tipo di sorgente</b>	<b>Onda</b>	<b>Strato</b>	<b><math>n</math></b>
Linea	Superficie	Superficie	0
	Volume	Superficie	1.0
Punto	Rayleigh	Superficie	0.5
	Volume	Superficie	2.0
Linea Sotterranea	Volume	Profondo	0.5
Punto Sotterraneo	Volume	Profondo	1.0

La visibile dipendenza del termine esponenziale alla frequenza, rende la propagazione delle alte frequenze sensibilmente inferiore a quella delle basse frequenze. Il rapporto  $\eta/c$  (indicato anche come  $\rho$ ) dipende infine dal particolare tipo di terreno considerato, o meglio dalle sue caratteristiche elastiche ed assume valori elevati nel caso di terreno coltivato soffice, mentre assume valori molto modesti nel caso di pavimentazioni rigide. Sulla base di numerosi studi e ricerche (rif. Amick and Gendreau, Rudder, Jones & Stokes Associates), è stato possibile negli anni giungere ad una correlazione per via sperimentale tra il fattore di smorzamento ( $\eta/c$  o  $\rho$ ) e le caratteristiche litologiche del terreno. Si riporta in particolare una tabella che associa alla tipologia

di terreno i valori usuali del coefficiente di attenuazione ed il relativo fattore di smorzamento.

Classe	Descrizione del materiale	Coefficiente di attenuazione	$\rho$
I	Cedevole o tenero (terreno che può essere scavato facilmente)	0.003-0.01	$2 \times 10^{-4} - 6 \times 10^{-4}$
II	Consolidato (terreno che può essere scavato utilizzando una pala)	0.001-0.003	$6 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-4}$
III	Duro (terreno che non può essere scavato con una pala ma necessità di un piccone)	0.0001-0.001	$6 \times 10^{-6} - 6 \times 10^{-5}$
IV	Duro consolidato (terreno che scavato difficilmente utilizzando un martello)	<0.0001	< $6 \times 10^{-6}$

Il modello semplificato di propagazione illustrato tiene in considerazione i soli fenomeni previsti in un terreno supposto omogeneo ed isotropo, nel caso si abbia propagazione in presenza di edifici dalla struttura complessa, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione, è evidente che i livelli di accelerazione riscontrabili all'interno risultino "filtrati" dalla funzione di trasferimento del sistema costituito dalla struttura edilizia.

### **Sorgenti in profondità**

Nel caso dell'attività di cantiere ove intervenga necessità di realizzazioni di opere in profondità (quali, ad esempio, la realizzazione dei pali di grande diametro in esame), la valutazione della legge di propagazione delle vibrazioni con la distanza è più complessa, in quanto non si ha più la semplice legge di propagazione delle onde superficiali, ma si ha a che fare con una sorgente posta in profondità, che dà luogo alla propagazione di onde di volume. Si consideri ora lo schema di emissione illustrato nella seguente figura:

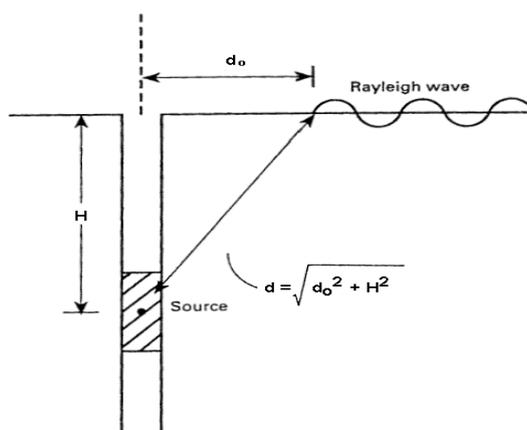


Figura 18 – Schema della propagazione a partire da una sorgente profonda

Si può notare che, rispetto all'emissione di onde di superficie da parte di una sorgente

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

concentrata posta sulla sommità del suolo, al recettore arrivano onde che hanno compiuto un percorso più lungo, e che si sono maggiormente attenuate lungo tale percorso a causa della legge di divergenza volumetrica anziché superficiale. Considerando che l'epicentro di emissione si collochi circa a metà della lunghezza dell'elemento infisso, ovvero, per un palo di 9 m, a circa 5 m di profondità, si ha la seguente espressione relativa alla propagazione delle vibrazioni con cui è possibile calcolare il livello di accelerazione sulla superficie del suolo in funzione della distanza  $d_0$  (misurata in orizzontale, sulla superficie) fra l'asse del palo ed il recettore:

$$a(d_0, f) = a(d_0, f) \cdot \left[ \frac{d_0}{\sqrt{D^2 + H^2}} \cdot e^{-2\pi \cdot f \cdot \frac{\eta}{c} (\sqrt{D^2 + H^2} - d_0)} \right]$$

Il calcolo viene eseguito assumendo che :

8. il recettore si trovi ad una profondità di 3m sotto il piano di campagna, poiché questa è la quota a cui si trovano solitamente le basi delle fondazioni degli edifici
9. rispetto a tale posizione, poiché l'epicentro di emissione è posto a 5 m di profondità, H assume un valore pari a 2 m;
10. la distanza D a cui si è rilevato strumentalmente lo spettro di vibrazioni dovuto alla rotazione dei pali è 5 m.

### **Valutazione dell'impatto**

Il calcolo del livello di vibrazione, in condizioni di campo libero, è stato definito nell'intorno del cantiere con una risoluzione di circa 5 m nelle due direzioni orizzontali, ottenendo delle griglie che sono state successivamente utilizzate, mediante programma di interpolazione, per ottenere delle mappature isolivello. Si riporta di seguito la mappatura prevedibile in relazione alla lavorazione di realizzazione di pali di grande diametro per trivellazione a rotazione.

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

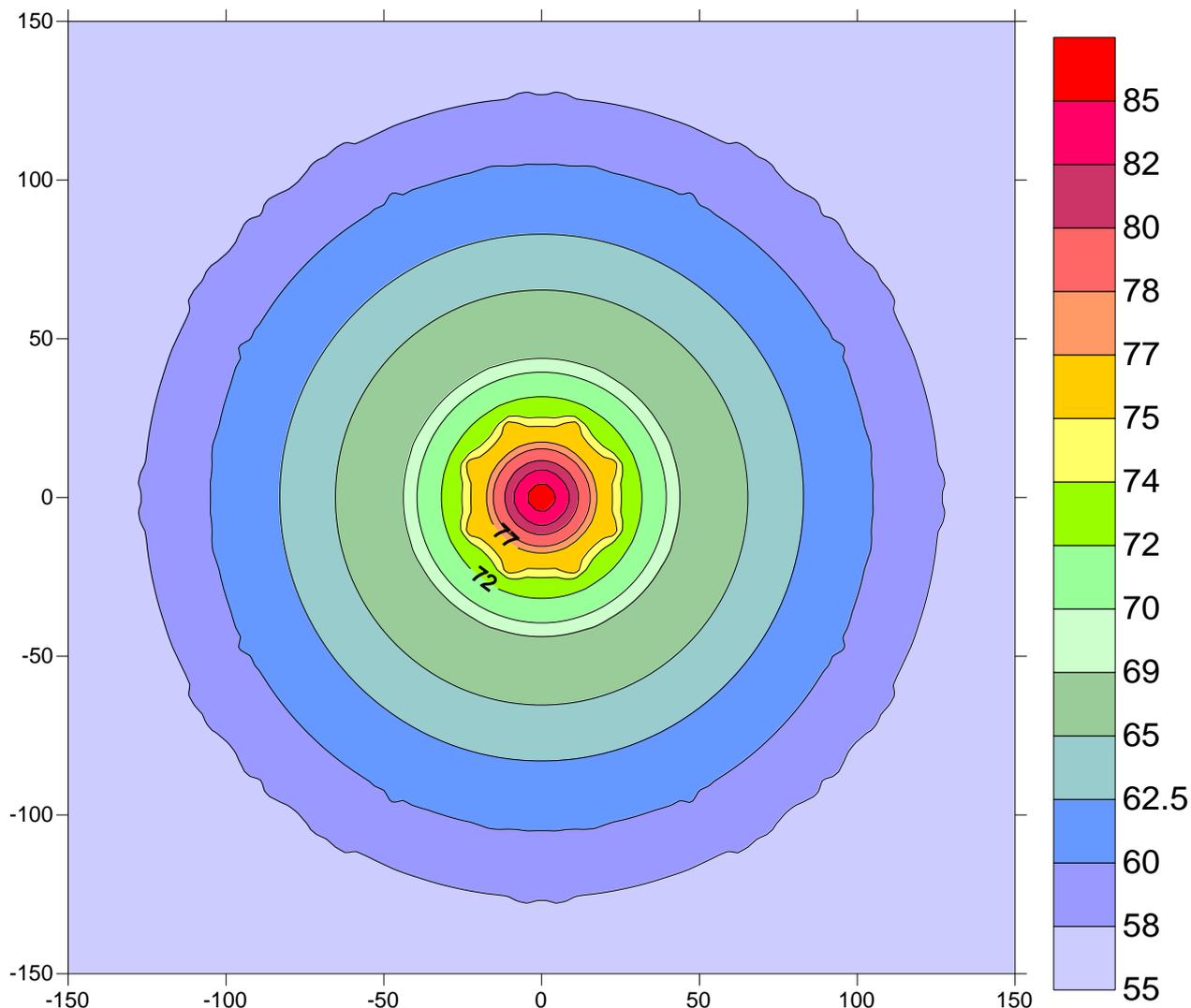


Figura 19 – Livelli di accelerazione ponderata complessiva in dB stimati durante la fase di realizzazione dei pali di grande diametro

Dall'analisi delle mappe isolivello si nota come, anche a fronte di livelli di emissione vibrazionale talvolta elevati in prossimità delle sorgenti, corrispondano comunque decadimenti dei valori previsti sotto i 70 dB a distanze stimabili cautelativamente in circa 50 metri dal punto di emissione. Dall'analisi della legge di variazione spaziale del valore complessivo ponderato dell'accelerazione per le attività individuate in precedenza, si osserva come il limite ridotto di 72 dB viene raggiunto (cautelativamente) ad una distanza di circa 45 m.

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

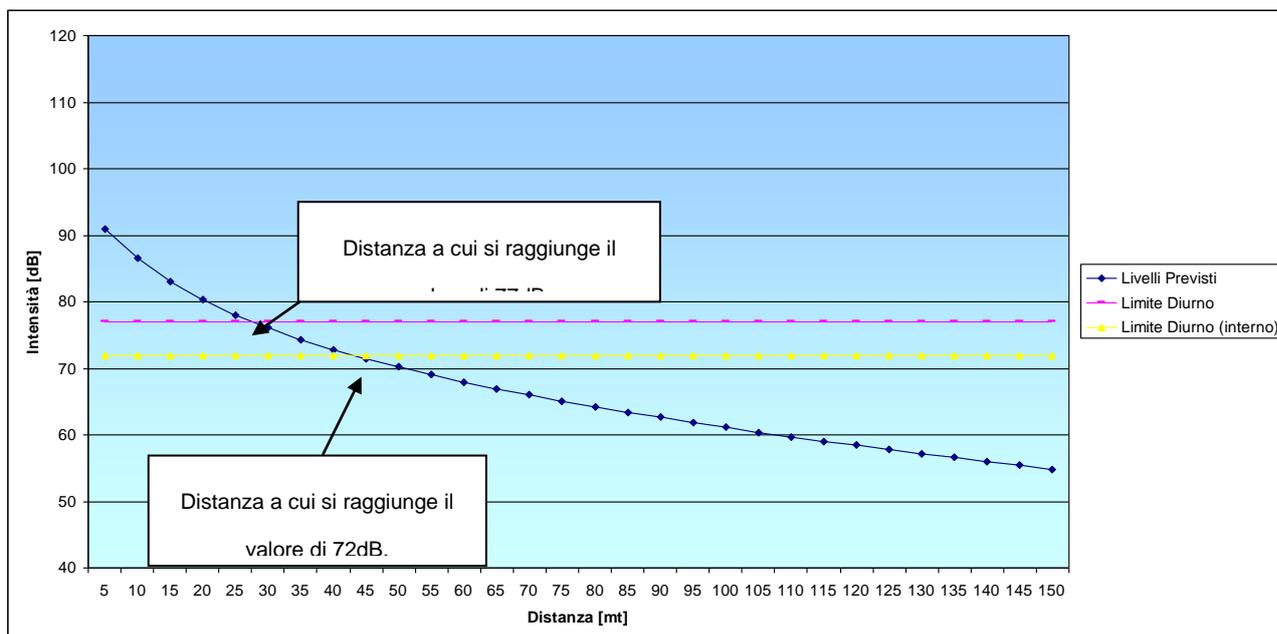


Figura 20: Livelli di accelerazione complessiva in dB stimati durante la fase di palificazione

Una volta stimata in 45-50 metri, a partire dalla sorgente, l'estensione dell'areale di impatto vibrometrico potenziale, si è provveduto a verificare l'eventuale presenza di ricettori entro detta distanza, riferita ad ogni singolo elemento fondazionale di ogni singolo viadotto previsto in progetto.

Detta verifica ha evidenziato la totale assenza di ricettori posti in prossimità di localizzazioni potenzialmente critiche, in quanto il ricettore più esposto risulta collocato a circa 70 metri dal limite esterno della pila più vicino, laddove si prevede di raggiungere valori del limite ridotto pari a 65-66 dB, ampiamente al di sotto del valore limite indicato per le abitazioni dalla UNI 9614.

L'impatto vibrometrico di cantiere risulta, pertanto, anche nelle condizioni potenzialmente più critiche, ampiamente sostenibile e di entità largamente inferiore al valore limite di cui alla vigente normativa tecnica di riferimento.

## 2.4 Analisi preliminare degli impatti in fase di esercizio

In genere il traffico stradale e autostradale non rappresenta, a meno di situazioni locali "anomale", una sorgente vibrazionale significativa in termini di livello in quanto il rotolamento degli pneumatici sul manto stradale, sia esso rugoso o liscio, non genera energia sufficiente a dare origine, presso i ricettori, a livelli di accelerazione e velocità tali da ritenersi non compatibili con i rispettivi valori limite indicati dalle norme UNI di riferimento.

L'estensione dell'areale di impatto potenziale si considera, solitamente, compresa entro 10 metri dal ciglio esterno della carreggiata stradale e, nel caso in esame, la stessa deve ritenersi

Studio di Impatto Ambientale - Quadro di Riferimento Ambientale

assolutamente non critica e significativa in quanto non sussistono ricettori posti entro detto ambito di potenziale esposizione.

Non si ritiene, quindi, che l'impatto vibrometrico di esercizio possa rappresentare un significativo fattore di pressione ambientale per il progetto in esame che, pertanto, in termini vibrometrici può a priori ritenersi sostenibile e non critico.

Si ritiene, comunque, necessario che il manto stradale, nel corso della vita dell'infrastruttura, sia regolarmente soggetto a piani di manutenzione programmata al fine di conservarne le caratteristiche di continuità, evitando la formazione di discontinuità, ammaloramenti, ormaie e fessurazioni che passano determinare la generazione di azioni dinamiche in grado di sollecitare il corpo stradale e il terreno sottostante, con conseguente maggiore propagazione laterale delle vibrazioni.