

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. AMBIENTE

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA

COLLEGAMENTO LAMEZIA T. - SETTINGIANO VELOCIZZAZIONE MEDIANTE RETTIFICHE DI TRACCIATO

STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE RELAZIONE GENERALE

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.
RC0Y 00 R 22 RG IM0004 001 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	E. Zola	Dicembre 2019	A. Corvaja	Dicembre 2019	S. Vanfiori	Dicembre 2019	C. Ercolani Ottobre 2021
B	Emissione esecutiva	A. Corvaja	Marzo 2021	A. Corvaja	Marzo 2021	I. D'Amore	Marzo 2021	PER EMISSIONE ITALFERR S.p.A. Dott.ssa Carolina Ercolani S.O. Ambiente
C	Emissione esecutiva	A. Ventimiglia	Ottobre 2021	A. Corvaja	Ottobre 2021	I. D'Amore	Ottobre 2021	

File: RC0Y00R22RGIM0000001C.doc

n. Elab.:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. - Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	7
	2.1 LEGGE QUADRO 447/95.....	7
	2.2 D.P.R. 459/98.....	8
	2.3 DPR 142/04.....	9
	2.4 DECRETO PER LA PREDISPOSIZIONE DEGLI INTERVENTI ANTIRUMORE DA PARTE DEI GESTORI DELLE INFRASTRUTTURE (DM 29/11/2000).....	12
3	CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO	13
4	LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCORSUALITÀ	14
5	LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI.....	18
6	GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	20
	6.1 ILLUSTRAZIONE DELLE TECNICHE PREVISIONALI ADOTTATE.....	20
	6.2 DATI DI INPUT DEL MODELLO	21
	6.2.1 <i>Modello di Esercizio</i>	22
	6.2.2 <i>Emissioni dei rotabili</i>	23
7	CONSIDERAZIONI SUL CLIMA ACUSTICO ANTE MITIGAZIONE.....	24
8	METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO	25
	8.1 INTERVENTI ALTERNATIVI DI MITIGAZIONE DEL RUMORE FERROVIARIO	25
	8.2 REQUISITI ACUSTICI BARRIERE ANTIRUMORE	27
	8.3 DESCRIZIONE DELLE BARRIERE ANTIRUMORE	29
	8.4 GLI INTERVENTI SUGLI EDIFICI	29
9	LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO E IL CLIMA ACUSTICO <i>POST OPERAM</i>	32
10	VALUTAZIONE DELL'IMPATTO VIBRAZIONALE	34
	10.1 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO DELLA LINEA FERROVIARIA	36
	10.2 INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITÀ E PREVISIONE DELL'IMPATTO IN FASE DI ESERCIZIO	37
	ALLEGATO 1 – MAPPE ISOFONICHE <i>POST OPERAM</i>	39

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. - Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B	FOGLIO 3 di 58

ALLEGATO 2 – MAPPE ISOFONICHE POST MITIGAZIONE51

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

1 PREMESSA

Il presente documento contiene i risultati dello studio di impatto acustico relativo al potenziamento del servizio ferroviario e la riduzione dei tempi di percorrenza sul tracciato ferroviario del collegamento Lamezia Terme – Settingiano, mediante rettifiche di tracciato.

Gli interventi interessano la parte di linea da Lamezia Terme C.le a Settingiano per una lunghezza di circa 29 km. Tale segmento fa parte della linea Lamezia Terme C.le – Catanzaro Lido, a semplice binario, che si sviluppa per un'estesa di circa 43 km (dalla pk 0+000 alla pk 43+160)

Lo studio acustico analizza esclusivamente le tratte oggetto di rettifica di tracciato con varianti plano altimetriche del tracciato esistente, sintetizzate nella tabella seguente.

VELOCIZZAZIONE TRAMITE VARIANTI DI TRACCIATO			
Nome intervento	Curva compresa nell'intervento	Sviluppo intervento (m)	Velocità esistente / velocità di progetto (Km/h)
VARIANTE 1	CURVA 2	955	80 / 140
VARIANTE 2	CURVA 3	1090	80 / 140
VARIANTE 3	CURVA 4	710	80 / 140
VARIANTE 4	CURVA 5	600	80 / 140
VARIANTE 5	CURVA 20a e 20b		30 / 110-140
VARIANTE 6	CURVA 21	1592	80 / 140
VARIANTE 7	CURVE 22, 23 e 24	1108	80 / 140
VARIANTE 8	CURVA 27	454	80 / 140
VARIANTE 9	CURVE 28 e 29	924	80 / 140

Vista la limitata disponibilità del finanziamento, che non coprirebbe la velocizzazione di tutta la Linea, si è reso necessario individuare dei tratti compatibili con tale finanziamento e che offrissero un buon recupero dei tempi di percorrenza. All'interno di tale scenario si è dato quindi seguito allo sviluppo della progettazione dei seguenti tratti:

- km 10÷13 tra le stazioni di Nicastro e Feroletto;
- km 19÷24 tra le stazioni di Feroletto e Marcellinara;
- km 27 ÷ 29+310 tra le stazioni di Marcellinara e Settingiano.

Nella seguente tabella sono riportate le varianti interessate dalle tratte individuate per lo sviluppo della progettazione.

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

Velocizzazione della tratta attuale Lamezia T. C.le – Settingiano				
Tratta intervento	Tratta intervento	Nome intervento	Curva compresa nell'intervento	Velocità esistente / velocità di progetto (Km/h)
km 10÷13	Velocizzazione tramite aumento della sopraelevazione	Variante 10	Curva 7	80 / 90
		Variante 10	Curva 8	80 / 90
		Variante 10	Curva 9	80 / 90
		Variante 10	Curva 10	80 / 90
km 19÷24	Velocizzazione tramite varianti di tracciato	Variante 5	Curva 20a e 20b	30 / 110-140
		Variante 6	Curva 21	80 / 140
		Variante 7	Curva 22-23-24	80 / 140
km 27 ÷ 29+310	Velocizzazione tramite varianti di tracciato	Variante 8	Curva 27	80 / 140
		Variante 9	Curva 28 e Curva 29	80 / 140

Lo studio acustico, quindi, verrà svolto sulle varianti 5, 6, 7, 8 e 9.

Le mitigazioni acustiche per tutto il restante tratto di linea che non subisce rettifiche di tracciato plano-altimetriche, sono rimandate a quanto previsto nel Piano degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore ai sensi del DM Ambiente 29/11/2000 (PRA Piano di Risanamento Acustico), redatto da RFI Rete Ferroviaria Italiana.

L'iter metodologico seguito -nel rispetto del Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili -cod. RFI DTC SI AM MA IFS 001 B del 21.12.2018- può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate:

- Individuazione dei valori limite di immissione secondo il DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario), il DMA 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico) e DPR 142/04 (decreto sul rumore stradale), per tener conto dell'eventuale concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio.
- Caratterizzazione ante operam. In questa fase dello studio è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) per mezzo delle informazioni contenute all'interno della cartografia 1:5000 della Regione Calabria, identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti nella fascia di pertinenza acustica ferroviaria (250 m per lato).
- Livelli acustici post operam. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici con la realizzazione del progetto in esame. Gli algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea e con quelli eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture concorrenti così come previsto dal D.M. 29 novembre 2000.
- Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico. In questa parte dello studio sono state descritte le tipologie di intervento da adottare indicandone i requisiti acustici minimi.

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B	FOGLIO 6 di 58

- Individuazione degli interventi di mitigazione. L'obiettivo è stato quello di abbattere l'impatto acustico mediante l'inserimento di barriere antirumore. Non son stati previsti interventi di mitigazioni né alla sorgente, né lungo il percorso né sui ricettori, in quanto i livelli simulati risultano inferiori a quelli di soglia previsti dalla normativa.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B	FOGLIO 7 di 58

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 LEGGE QUADRO 447/95

In data 26/10/1995, viene pubblicata la Legge 26 ottobre 1995 n° 447 «*Legge quadro sull'inquinamento acustico*».

Detto strumento normativo, che sostituisce il D.P.C.M. 1 marzo 1991, affronta il tema dell'inquinamento acustico del territorio, ricomprendendo al suo interno le definizioni fondamentali e definendo competenze ed adempimenti necessari alla tutela dell'ambiente dal rumore.

La Legge Quadro indica le metodiche da adottare per il contenimento della problematica (piani e disposizioni in materia d'impatto acustico), e fornisce all'art. 2 comma 1 una definizione del fenomeno, dell'ambito di applicazione della normativa e delle sorgenti.

In particolare, la Legge Quadro fa riferimento agli **ambienti abitativi**, definiti come: «*ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.L. 15/08/91, n.277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive*».

Nella definizione riportata risultano quindi comprese le residenze e comunque tutti quegli ambienti ove risiedono comunità e destinati alle diverse attività umane, ai quali non viene in genere ristretto il concetto di ambiente abitativo.

Sempre all'interno dell'art. 2 comma 1. la Legge Quadro fornisce la definizione di sorgente di rumore suddividendole tra *sorgenti fisse* e *sorgenti mobili*.

In particolare, vengono inserite tra le **sorgenti fisse** anche le infrastrutture stradali e ferroviarie:

«... *le installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore, le infrastrutture stradali, ferroviarie, commerciali; ...; le aree adibite ad attività sportive e ricreative.*»

La Legge Quadro ribadisce la necessità che i comuni predispongano una **zonizzazione acustica comunale**. Le aree previste per la zonizzazione del territorio sono sei e sono così caratterizzate:

I - AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE

Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per l'utilizzazione, quali aree ospedaliere, scolastiche, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse naturalistico, ricreativo, culturale, archeologico, parchi naturali e urbani;

II - AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, limitata presenza di attività commerciali, totale assenza di attività industriali ed artigianali;

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B	FOGLIO 8 di 58

III - AREE DI TIPO MISTO

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali, interessate da attività che impiegano macchine operatrici;

IV - AREE DI INTENSA ATTIVITÀ UMANA

Rientrano in questa classe:

- a) le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, presenze di attività artigianali, con dotazione di impianti di servizi a ciclo continuo;
- b) *le aree in prossimità* di strade di grande comunicazione, *di linee ferroviarie*, di aeroporti e porti;
- c) le aree con limitata presenza di piccole industrie;

V - AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI

Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni;

VI - AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI

Rientrano in questa classe le aree interessate da industrie a ciclo continuo prive di insediamenti abitativi.

Un aspetto innovativo della Legge Quadro è invece l'introduzione, accanto al criterio valore limite assoluto di immissione nell'ambiente e del criterio differenziale previsti dall'ex D.P.C.M., di altri metodi di valutazione dello stato e dell'inquinamento acustico ambientale, che di seguito vengono elencati:

- criterio del valore limite massimo di emissione;
- criterio dei valori di attenzione;
- criterio del valore di qualità.

Si rileva pertanto che la Legge analizza sotto diversi aspetti la problematica acustica imponendo, accanto ai limiti di tutela per i ricettori, dei limiti sulle emissioni delle specifiche sorgenti e degli obiettivi di qualità da perseguire nel tempo.

Per l'individuazione dei limiti di applicabilità e delle soglie numeriche relative a ciascun criterio di valutazione, la Legge 447/95 demanda al D.P.C.M. del 14/11/1997 «*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*».

Da tale D.P.C.M. resta, però, ancora una volta esclusa la regolamentazione delle infrastrutture di trasporto.

2.2 D.P.R. 459/98

Per quanto concerne la disciplina del rumore ferroviario, il D.P.C.M del 14/11/97, coerentemente con quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95, rimanda pertanto al D.P.R. n. 459 del 18/11/98.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B	FOGLIO 9 di 58

Di seguito, si sintetizzano i contenuti salienti del regolamento.

Per le infrastrutture ferroviarie esistenti, per le loro varianti e per le nuove realizzazioni con velocità di progetto inferiore a 200 km/h in affiancamento a linee esistenti, a partire dalla mezzzeria dei binari esterni e per ciascun lato, deve essere considerata una fascia di pertinenza dell'infrastruttura di 250 m.

Tale fascia deve a sua volta essere suddivisa in due parti:

FASCIA «A» pari a 100 m la più vicina alla sede ferroviaria

FASCIA «B» pari ad ulteriori 150 m più lontana da essa.

All'interno delle fasce suddette i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria sono i seguenti:

1. Per scuole, ospedali, case di cura, e case di riposo il limite è di 50 dB(A) nel periodo diurno e di 40 dB(A) nel periodo notturno. Per le scuole vale solo il limite diurno;
2. Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «A» il limite è di 70 dB(A) nel periodo diurno e di 60 dB(A) nel periodo notturno;
3. Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «B» il limite è di 65 dB(A) nel periodo diurno e di 55 dB(A) nel periodo notturno;
4. Oltre la fascia di rispetto «B» valgono i limiti previsti dai piani di zonizzazione acustica comunali

Il rispetto dei limiti massimi di immissione, entro o al di fuori della fascia di pertinenza, devono essere verificati con misure sugli interi periodi di riferimento diurno (6-22) e notturno (22-6), in facciata degli edifici ed ad 1 m dalla stessa, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

Inoltre, qualora in base a considerazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, il raggiungimento dei predetti limiti non sia conseguibile con interventi sull'infrastruttura, si deve procedere con interventi diretti sui ricettori.

In questo caso, all'interno dei fabbricati, dovranno essere ottenuti i seguenti livelli sonori interni:

1. 35 dB(A) di Leq nel periodo notturno per ospedali, case di cura, e case di riposo;
2. 40 dB(A) di Leq nel periodo notturno per tutti gli altri ricettori;
3. 45 dB(A) di Leq nel periodo diurno per le scuole.

I valori sopra indicati dovranno essere misurati al centro della stanza a finestre chiuse a 1,5 m di altezza sul pavimento.

2.3 DPR 142/04

In data 1 Giugno 2004 viene pubblicato il DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 marzo 2004 , n. 142, - "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B	FOGLIO 10 di 58

Il decreto per le infrastrutture stradali, così come previsto dal suddetto art. 5 del D.P.C.M. 14/11/1997, fissa le fasce di pertinenza a partire dal confine dell'infrastruttura (art. 3 comma 3) ed i limiti di immissione che dovranno essere rispettati.

Il DPR interessa come campo di applicazione le seguenti infrastrutture stradali così come definite dall'Art. 2 del Codice della Strada (D.L.vo n. 285 del 30/04/1992) e secondo le Norme CNR 1980 e direttive PUT per i sottotipi individuati ai fini acustici.

Sono in particolare indicate le seguenti classi di strade:

- A - Autostrade
- B - Strade extraurbane principali
- C - Strade extraurbane secondarie suddivise in
 - Ca - a carreggiate separate e tipo IV CNR
 - Cb - tutte le altre strade extraurbane secondarie
- D - Strade urbane di scorrimento
 - Da - a carreggiate separate e interquartiere
 - Db - tutte le altre strade urbane di scorrimento
- E - Strade urbane di quartiere
- F - Strade locali

In particolare per le infrastrutture appartenenti alle categorie A, B, Ca è individuata una fascia di rispetto: di ampiezza complessivamente pari a 250 m misurata a partire dall'infrastruttura stradale per ciascun lato dell'infrastruttura.

Tale fascia per le infrastrutture esistenti è a sua volta suddivisa in:

- Fascia "A" pari a 100 m dalla sede stradale;
- Fascia "B" pari ad ulteriori 150 m più lontana dalla sede.

Per le altre tipologie di strada la fascia si riduce come segue:

- tipo Cb fascia unica pari a 150 m
- tipo Da e Db fascia unica pari a 100 m
- tipo E ed F fascia unica pari a 30 m

Per quanto concerne i limiti gli stessi sono stabiliti in maniera diversa in funzione del tipo di infrastruttura e a seconda che si tratti di infrastruttura di nuova realizzazione o di infrastruttura esistente e di sue varianti. Nella tabella seguente vengono riportati i limiti per le infrastrutture esistenti e in relazione alle diverse fasce di pertinenza.

TIPI DI STRADA Secondo codice della strada	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(a)	Notturmo dB(a)	Diurno dB(a)	Notturmo dB(a)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbane principali		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbane secondarie	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 strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbane di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E - urbane 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 previsto dall'art. 5, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F - locali		30				

* per le scuole vale il solo limite diurno

Tabella 1 - Limiti acustici per le strade esistenti e assimilabili

Per quanto concerne il rispetto dei limiti, il DPR 142 stabilisce che lo stesso sia verificato in facciata degli edifici ad 1 metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

Per i recettori inclusi nella fascia di pertinenza acustica, devono essere individuate ed adottate opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e direttamente sul ricettore, per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura, con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, tenuto conto delle implicazioni di carattere tecnico-economico.

Ove non sia tecnicamente conseguibile il rispetto dei limiti con gli interventi sull'infrastruttura, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui recettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

c) 45 dB(A) - Leq diurno per le scuole.

Tali valori sono valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento.

2.4 DECRETO PER LA PREDISPOSIZIONE DEGLI INTERVENTI ANTIRUMORE DA PARTE DEI GESTORI DELLE INFRASTRUTTURE (DM 29/11/2000)

In data 6 Dicembre 2000, viene pubblicato il Decreto del Ministero dell'Ambiente n.141 del 29 Novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".

Detto strumento normativo, stabilisce i criteri tecnici per la predisposizione degli interventi antirumore, definendo, oltre agli obblighi del gestore, i criteri di priorità degli interventi, riportando inoltre in Allegato (Allegato 2) i criteri di progettazione degli interventi stessi (Allegato 3 – Tabella 1), l'indice dei costi di intervento e i criteri di valutazione delle percentuali dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in uno stesso punto.

In particolare, all'art. 4 "Obiettivi dell'attività di risanamento", il Decreto stabilisce che le attività di risanamento debbano conseguire il rispetto dei valori limite del rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto così come stabiliti dai regolamenti di esecuzione di cui all'art. 11 della Legge Quadro.

Nel caso di sovrapposizione di più fasce di pertinenza, il rumore immesso non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

Per quanto concerne le priorità di intervento, nell'Allegato 1 viene riportato la seguente relazione per il calcolo dell'indice di priorità P,

$$P = \sum R_i (L_i - L_i^*) \quad (I)$$

nella quale:

R_i è il numero di abitanti nella zona i-esima,

$(L_i - L_i^*)$ è la più elevata delle differenze tra i valori di esposizione previsti e i limiti imposti dalla normativa vigente all'interno di una singola zona;

Relativamente alle infrastrutture concorrenti, il Decreto stabilisce che l'attività di risanamento sia effettuata secondo un criterio di valutazione riportato nell'allegato 4 oppure attraverso un accordo fra i medesimi soggetti, le regioni e le province autonome, i comuni e le province territorialmente competenti.

Il criterio indicato dal decreto nell'Allegato 4 viene introduce il concetto di "Livello di soglia", espresso mediante la relazione

$$L_s = L_{zona} - 10 \cdot \log_{10} N \quad (II)$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

e definito come “il livello cui deve pervenire, a seguito di risanamento, ogni singola sorgente, avente rumore egualmente ponderato.

Nella relazione (II) il termine N rappresenta il numero delle sorgenti interessate al risanamento, e L_{zona} è il limite assoluto di immissione. Se il livello equivalente di rumore immesso da una sorgente è inferiore di 10 dB(A) rispetto al valore della sorgente avente massima immissione ed inferiore al livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1, il contributo della sorgente stessa può essere trascurato.

3 CONCURSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO

La verifica di concorsualità, come indicata dall'Allegato 4 del DM 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrico e viene svolta considerando le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali.

Se il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità è in primo luogo necessario verificare la significatività della sorgente concorsuale.

La sorgente concorsuale non è sicuramente significativa e può essere trascurata, se la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dBA. Tale approccio può essere applicato a ricettori presenti sia all'interno sia all'esterno della fascia dell'infrastruttura principale.

Nell'area di progetto le infrastrutture che possono essere ritenute concorsuali sono:

- Autostrada A3 – Strada di categoria A: fascia A 100 m – fascia B 150 m
- SP107 – Strada di categoria Cb nel tratto considerato: fascia A 100m – fascia B 50m
- SS18d – Strada urbana di categoria Db nel tratto interessato: fascia “B” (limiti acustici da fascia B) 100m
- Via Giovanni De Sensi Lamezia Terme – Strada urbana di categoria Da nel tratto interessato: fascia A 100m
- SS109 – Strada urbana di categoria Db nel tratto interessato: fascia “B” (limiti acustici da fascia B) 100m
- Via Armando Scarpino Lamezia Terme – Strada urbana di categoria Da nel tratto interessato: fascia A 100m
- Via Monsignor Azio Davoli Lamezia Terme – Strada di categoria Cb nel tratto considerato: fascia A 100m – fascia B 50m
- SP78 - Strada di categoria Cb nel tratto considerato: fascia A 100m – fascia B 50m
- SP79 – Strada di categoria Cb nel tratto considerato: fascia A 100m – fascia B 50m
- SP85 – Strada di categoria Cb nel tratto considerato: fascia A 100m – fascia B 50m
- SP80 – Strada di categoria Cb nel tratto considerato: fascia A 100m – fascia B 50m
- SP84 – Strada di categoria Cb nel tratto considerato: fascia A 100m – fascia B 50m

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

- SS280 – Strada di categoria B: fascia A 100 m – fascia B 150 m
- SS19DIR – Strada di categoria Cb nel tratto considerato: fascia A 100m – fascia B 50m
- Via Campo dei Fiori Settingiano – Strada di categoria Cb nel tratto considerato: fascia A 100m – fascia B 50m

Le fasce di pertinenza considerate per tali infrastrutture) sono riportati nelle “*Planimetrie degli interventi di mitigazione di acustica*” (elaborati RC0Y00R22IM0004001A-3A) e anche nelle Mappe Acustiche Post Operam e Post Mitigazione visionabili rispettivamente negli Allegati 1 e 2 alla presente relazione.

4 LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCURSUALITÀ

Per individuare i limiti che ciascun ricettore deve rispettare si considera quanto indicato nel Decreto Attuativo per la regolamentazione dei limiti d'immissione delle infrastrutture ferroviarie del 18/11/98 n° 459 “Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n° 447, e nel DMA 29/11/2000.

Come evidenziato nei riferimenti normativi, i limiti di riferimento variano in funzione del tipo di ricettore cui si fa riferimento e del numero di sorgenti presenti sul territorio che possono definirsi concorsuali con quella oggetto di analisi.

Per il tipo di ricettori, alcuni di essi assumono i limiti sia nel periodo diurno, sia nel periodo notturno, mentre altri nel solo periodo diurno: ciò perché il limite di riferimento è relativo al periodo in cui effettivamente l'edificio in questione è utilizzato in maniera continuativa.

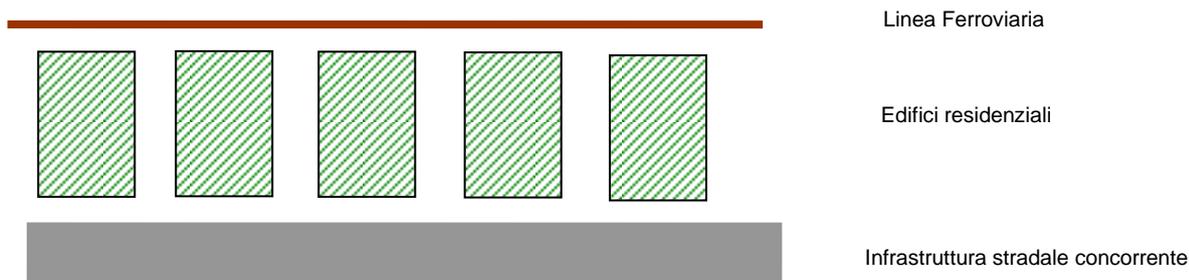
Tipo di ricettore	Fascia A (0-100 m)		Fascia B (100-250 m)	
	Periodo diurno dB(A)	Periodo notturno dB(A)	Periodo diurno dB(A)	Periodo notturno dB(A)
Residenziale	70,0	60,0	65,0	55,0
Terziario	70,0	-	65,0	-
Ospedale/Casa di Cura	50,0	40,0	50,0	40,0
Scuola	50,0	-	50,0	-
Altro (utilizzo saltuario)	-	-	-	-

Tabella 2 - Limiti acustici in assenza di sorgenti concorsuali

Si fa presente che a prescindere dall'appartenenza geometrica ad una determinata fascia di pertinenza acustica, di fatto per il ricettore non assumono rilevanza le infrastrutture potenzialmente concorrenti che non insistono sullo stesso fronte rispetto all'infrastruttura principale oggetto di analisi.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

Infatti ove la linea ferroviaria e l'infrastruttura stradale concorrente insistono su fronti opposti di nuclei di residenziali consolidati la presenza stessa dell'edificato costituisce un ostacolo alla propagazione dell'uno o dell'altro contributo acustico e pertanto non vi è concorsualità effettiva.



Nel complessivo dei ricettori, si riscontrano casi di fabbricati esposti al rumore di una o due sorgenti. Nel primo caso e cioè nel caso di ricettori esposti al solo rumore della linea ferroviaria in questione, si applicano i valori limite sintetizzati nella Tabella A prima riportata. Mentre nel caso di concorsualità fra due o più infrastrutture i valori limite di riferimento sono stati calcolati imponendo che la somma dei contributi *egualmente ponderati* non superasse il valore della sorgente avente massima immissione.

Nell'area oggetto di studio le infrastrutture potenzialmente concorrenti presentano limiti differenziati in funzione della tipologia di infrastruttura. L'Allegato 4 del DM 29/11/2000 riporta come calcolare i limiti di soglia nelle aree di sovrapposizione tra le fasce di infrastrutture concorsuali.

Nella seguente tabella si riportano le possibili combinazioni di concorsualità indicando con la lettera "A" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite di 70 dBA diurni e 60 dBA notturni, con la lettera "B" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite e 65 dBA diurni e 55 dBA notturni.

Tabella B – Valori di soglia in presenza di sorgenti concorsuali

Fasce di pertinenza			Valori di soglia dell'infrastruttura ferroviaria	
Linea ferroviaria	Prima infrastruttura concorsuale	Seconda infrastruttura concorsuale	Diurno dBA	Notturno dBA
A	A	-	67,0	57,0
A	B	-	67,0	57,0

Fasce di pertinenza			Valori di soglia dell'infrastruttura ferroviaria	
Linea ferroviaria	Prima infrastruttura concorsuale	Seconda infrastruttura concorsuale	Diurno dBA	Notturmo dBA
B	B	-	62,0	52,0
B	A	-	67,0	57,0
A	A	A	65,2	55,2
A	A	B	65,2	55,2
A	B	A	65,2	55,2
A	B	B	65,2	55,2
B	A	A	65,2	55,2
B	A	B	65,2	55,2
B	B	A	65,2	55,2
B	B	B	60,2	50,2

I limiti riportati in tabella si riferiscono a edifici residenziali; in caso di edifici adibiti ad attività commerciali o uffici saranno considerati unicamente i valori diurni, in quanto relativi al periodo di riferimento in cui è prevista la permanenza di persone.

STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC0Y	00	R 22 RG	IM 0004 001	B	17 di 58

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

5 LIMITI ACUSTICI E ZONIZZAZIONI ACUSTICHE DEI COMUNI INTERESSATI

Per l'articolo 4 e 5 del DPR 459/98 i ricettori che ricadono al di fuori della fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura devono rispettare i limiti della tabella C del DPCM 14/11/97, ossia i limiti imposti dalle zonizzazioni acustiche comunali attraversate dalla linea ferroviaria. Le varianti pianoaltimetriche analizzate nel presente studio ricadono nei Comuni di Pianopoli (CZ), Amato (CZ), Marcellinara (CZ) e Settingiano (CZ). Le fasce di pertinenza acustica e l'ambito di studio di progetto si estendono anche al di là dei Comuni menzionati fino al territorio del Comune di Miglierina (CZ).

Di questi comuni, in ottemperanza a quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95, alcuni (Pianopoli, Amato, Settingiano), sono provvisti di Piano di zonizzazione acustica. Nella tabella seguente si riporta lo stato di approvazione dei suddetti piani, aggiornato a giugno 2021.

Comune	Delibera
Comune di Pianopoli (CZ)	Approvazione: Deliberazione consiliare n. 40 del 29.11.2016
Comune di Amato (CZ)	Adozione: Deliberazione di Consiglio Comunale n. 9 del 16.04.2013
Comune di Settingiano (CZ)	Adozione: Delibera Consiglio Comunale n. 37 del 30.11.2018

I piani di classificazione acustica comunali sono stati riportati nelle Mappe acustiche Post Operam (Allegato 1) e Post Mitigazione (Allegato 2) e anche nelle *Planimetrie degli Interventi di Mitigazione Acustica* (elaborati RC0Y00R22P6IM0004001A-3A)

Per quanto concerne la classificazione del territorio, i diversi Comuni hanno stilato piani molto differenti in parte a causa della varietà delle aree attraversate dalla ferrovia, in parte per un diverso approccio metodologico.

I restanti Comuni di Marcellinara (CZ) e Miglierina (CZ) non dispongono attualmente di un Piano Comunale di Classificazione Acustica (P.C.C.A); pertanto, al fine di verificare il rispetto dei livelli sonori indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'impianto e dalle opere connesse, occorre far riferimento al D.P.C.M. 01/03/1991 (art. 8 c.1 D.P.C.M. 14/11/97 e art. 6 D.P.C.M. 01/03/91) che prevede dei limiti di accettabilità per differenti classi di destinazione d'uso, riportati nella seguente Tabella:

Classi di destinazione d'uso	Limite Diurno Leq (A)	Limite Notturno Leq (A)
Territorio nazionale	70	60

Classi di destinazione d'uso	Limite Diurno Leq (A)	Limite Notturmo Leq (A)
Zona Urbanistica A*	65	55
Zona Urbanistica B*	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

* Zone di cui all'art. 2 del decreto ministeriale 2 aprile 1968

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B	FOGLIO 20 di 58

6 GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

6.1 ILLUSTRAZIONE DELLE TECNICHE PREVISIONALI ADOTTATE

L'impatto prodotto dalle infrastrutture ferroviarie può essere valutato con l'ausilio di appositi modelli matematici di simulazione.

Un modello si basa sulla schematizzazione del fenomeno attraverso una serie di ipotesi semplificative che riconducono qualsiasi caso complesso alla somma di casi semplici e noti.

Per la previsione dell'impatto acustico della linea in analisi e per il dimensionamento degli interventi di abbattimento del rumore è stato utilizzato il modello di simulazione SoundPLAN.

Tale modello è sviluppato dalla Braunstein & Berndt GmbH sulla base di norme e standard definiti dalle ISO da altri standards utilizzati localmente come le Shall 03 e DIN 18005 emanate della Germania Federale, le ÖAL 30 Austriache e le Nordic Kilde 130.

La peculiarità del modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per "raggi". Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi.

Studiando il metodo con maggior dettaglio si vede che ad ogni raggio che parte dal ricevitore viene associata una porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio

Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto della parte intercettata. Pertanto, sorgenti lineari come strade e ferrovie vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricevitore.

I contributi forniti dai diversi raggi vengono evidenziati nei diagrammi di output. In tali schematizzazioni la lunghezza dei raggi è proporzionale al contributo in rumore fornito da quella direzione.

Quando un raggio incontra una superficie riflettente come la facciata di un edificio, il modello calcola le riflessioni multiple. A tal proposito l'operatore può stabilire il numero di riflessioni massimo che deve essere calcolato ovvero la soglia di attenuazione al di sotto della quale il calcolo deve essere interrotto.

Questa metodologia di calcolo consente quindi una particolare accuratezza nella valutazione della geometria del sito e risulta quindi molto preciso ed efficace in campo urbano, dove l'elevata densità di edifici, specie se di altezza elevata, genera riflessioni multiple che producono un innalzamento dei livelli sonori.

La possibilità di inserire i dati sulla morfologia dei territori, sui ricettori e sulle infrastrutture esistenti ed in progetto mediante cartografia tridimensionale consente di schematizzare i luoghi in maniera più che mai *realistica e dettagliata*. Ciò a maggior ragione se si considera che, oltre alla conformazione morfologica, è possibile associare

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

ad elementi naturali e antropici specifici comportamenti acustici. Il modello prevede infatti l'inserimento di appositi coefficienti che tengono conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.

6.2 DATI DI INPUT DEL MODELLO

L'applicazione del modello previsionale ha richiesto l'inserimento dei dati riguardanti i seguenti aspetti:

1. morfologia del territorio
2. geometria dell'infrastruttura
3. caratteristiche dell'esercizio ferroviario con la realizzazione degli interventi in progetto;
4. emissioni acustiche dei singoli convogli.

Si nota che i dati relativi ai punti 1 e 2 (morfologia del territorio e geometria dell'infrastruttura) sono stati derivati da cartografia vettoriale e dalle planimetrie, profili e sezioni di progetto. I dati territoriali sono stati verificati mediante l'analisi di foto aeree.

Lo standard di calcolo utilizzato è quello delle *Deutsche Bundesbahn* sviluppato nelle norme *Shall 03*. I parametri di calcolo adottati sono i seguenti:

Ordine di riflessione	2	Ponderazione	dB(A)
Max raggio di ricerca [m]	5000	Imposta bonus ferrovia di 5 dB	<input type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Ric. [m]	200	Considera le superfici stradali come aree "hard" (G=0)	<input checked="" type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Srg. [m]	50		
Tolleranza consentita (dB)	0,1		
Tolleranza consentita valida per..	risultato complessivo		

Nei paragrafi seguenti si riportano nel dettaglio i dati di input utilizzati per l'esercizio.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

6.2.1 Modello di Esercizio

Di seguito si riportano nel dettaglio i dati di input utilizzati per l'esercizio ferroviario ed in particolare i transiti previsti. Tali informazioni sono state estratte dal doc. *Dossier dati e requisiti di base*, cod RC0Y00F10RGIF0000002B.

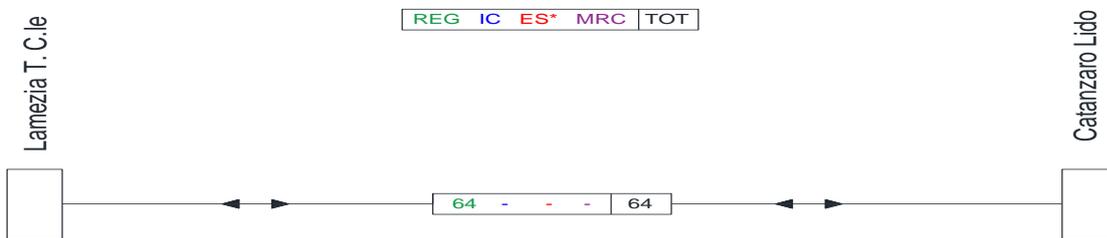
Il modello di esercizio di progetto prende come riferimento l'attivazione dell'elettificazione sull'intero collegamento Lamezia – Catanzaro – Dorsale Ionica, secondo il relativo Progetto Definitivo "Elettificazione Lamezia Terme – Catanzaro (lotto 1) e dorsale Jonica (lotto 2)".

Tale modello di esercizio prevede traffico misto passeggeri e merci, come specificato di seguito:

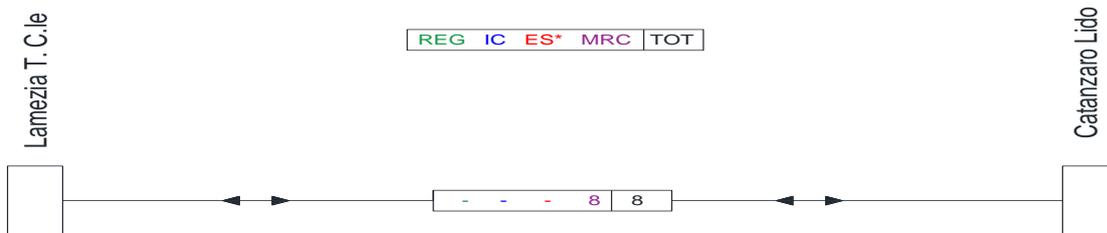
- per il traffico passeggeri: 64 treni/giorno totali (pari a 4 treni/ora, per 16 ore di esercizio giornaliere);
- per il traffico merci: 8 treni/giorno totali (pari ad 1 treno/ora, per 8 ore di esercizio notturno).

Nelle figure seguenti è riportata la sintesi del modello di esercizio di progetto, diviso per fascia diurna (6 – 22) e per fascia notturna (22 – 6).

MODELLO DI ESERCIZIO FUTURO DIURNO - 6-22



MODELLO DI ESERCIZIO FUTURO NOTTURNO - 22-6



Si riportano le caratteristiche dei treni "tipo" considerati:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

- per il servizio passeggeri (Minuetto Elettrico – 3 casse):
 - o lunghezza totale: 52 m;
 - o peso totale: 113 t (con carico all'80%);
 - o velocità massima raggiungibile: 160 km/h;
 - o rango massimo: C;
- per i treni merci:
 - o singola trazione: locomotrice E 652;
 - o carico massimo rimorchiabile (tara + carico): 700 t;
 - o peso totale del treno (loco + carico massimo rimorchiabile): 805 t;
 - o rango massimo: A (con massima velocità limitata a 55 km/h per composizioni treni eccedenti la categoria B2 – 18 t asse, ipotizzando il mantenimento dell'attuale categoria assiale C3L- 20 t per asse).

6.2.2 Emissioni dei rotabili

Le emissioni sonore da associare ad ogni tipologia di convoglio ferroviario previsto nel Modello di Esercizio di progetto sono state estratte dal documento redatto da Rete Ferroviaria Italiana "Stima dei livelli sonori ai sensi del DM Ambiente 29/11/00 – Rapporto delle misure – Volume 1 – Emissioni dei treni".

In particolare, si è fatto riferimento ai dati contenuti nell'Annesso 5: *sommario SEL @ 25 m normalizzati a 100 km/h*, che di seguito vengono riportati.

		Sommaro SEL @ 25 m normalizzati a 100 Km/h								
		dBA	63 Hz	125	250	500	1 K	2 K	4 K	8K
Valore medio	ALn 668	89,9	57,9	64,1	73,4	84,7	85,8	81,8	77,7	66,2
Deviazione standard		2,2	3,9	2,9	2,6	3,0	2,5	2,3	2,4	3,4
Valore medio	DIR / IR	94,3	61,1	67,2	78,8	84,4	88,4	90,7	84,5	74,1
Deviazione standard		4,7	3,7	4,3	5,6	5,7	5,3	4,6	4,5	4,4
Valore medio	E / EN	96,7	62,7	73,9	85,7	90,6	90,9	90,8	87,8	76,2
Deviazione standard		3,2	0,5	2,5	2,8	3,3	3,2	3,0	3,9	4,3
Valore medio	ETR 450-460-480	88,9	55,5	60,5	68,3	72,9	77,7	86,9	81,9	69,5
Deviazione standard		3,8	3,4	3,6	4,9	5,0	4,5	3,9	4,0	3,9
Valore medio	ETR 500	90,6	57,0	61,8	71,7	76,8	81,8	88,5	81,8	69,8
Deviazione standard		3,0	2,7	3,2	4,1	3,6	3,2	3,2	3,3	2,9
Valore medio	IC	94,9	60,5	65,8	75,7	81,0	87,7	92,5	85,6	74,1
Deviazione standard		4,8	3,3	4,1	5,9	6,0	5,3	4,7	4,7	4,7
Valore medio	REG	92,3	60,9	67,6	77,9	83,6	86,3	87,9	83,3	73,5
Deviazione standard		4,7	4,7	4,6	5,7	5,7	5,0	4,6	4,7	5,0
Valore medio	REG-MET	86,9	53,9	63,2	74,1	79,3	81,9	81,0	77,9	69,3
Deviazione standard		4,1	3,6	3,8	4,4	4,9	4,7	3,7	3,6	3,5
Valore medio	MERCI	102,5	65,3	77,1	87,7	95,5	97,7	96,3	91,9	79,8
Deviazione standard		6,2	5,6	6,8	7,5	6,9	6,9	5,3	5,6	6,0

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B	FOGLIO 24 di 58

7 CONSIDERAZIONI SUL CLIMA ACUSTICO ANTE MITIGAZIONE

L'applicazione del modello di simulazione sopra descritto ha permesso di valutare il clima acustico attraverso l'analisi delle Mappe Acustiche sia nel periodo diurno che notturno dovuto alla realizzazione delle nuove opere in progetto (varianti plano-altimetriche di tracciato).

Da un primo esame si nota che i possibili superamenti si potrebbero verificare nel periodo notturno, in virtù dei limiti più bassi e del modello di esercizio più gravoso per la presenza di treni merci. Sono stati quindi valutati più in dettaglio i ricettori nelle zone per cui le mappe suggerivano una possibile eccedenza dai limiti normativi. Dalle verifiche effettuate, i valori simulati sono risultati in alcuni casi eccedenti i valori limite, soprattutto nelle zone di concorsualità, in cui le fasce ferroviarie sono sovrapposte a quelle delle infrastrutture viarie concorsuali e in cui, quindi, i limiti sono più bassi (si veda il capitolo 4).

È risultato necessario prevedere idonei interventi di mitigazione che sono stati dimensionati in relazione al periodo più critico e pertanto, come detto, rispetto al periodo notturno.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le Mappe Acustiche Isofoniche nello scenario Post Operam (riportate nell'Allegato 1 alla presente Relazione), relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

8 METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO

Nei paragrafi seguenti si forniscono alcune note descrittive su metodi di contenimento dell'inquinamento acustico alternativi alle barriere antirumore e sui requisiti acustici delle barriere antirumore.

8.1 INTERVENTI ALTERNATIVI DI MITIGAZIONE DEL RUMORE FERROVIARIO

Finanziato dall'Unione Europea con il Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale (FESR) del periodo 2007-2013, il progetto **mitiga.rumore** “**Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario**” che prevedeva l'applicazione di un sistema di smorzatori di vibrazioni lungo la rotaia ed un sistema lubrificante del bordo della rotaia nei tratti curvilinei lungo la linea ferroviaria ai fini della mitigazione del rumore ferroviario, è stato sperimentato dalla Provincia di Bolzano in collaborazione con Rete Ferroviaria Italiana (RFI).

RFI ha permesso alla Provincia il montaggio in via sperimentale di questi due sistemi sulla linea del Brennero in due località distinte:

- in un tratto rettilineo tra i comuni di Bronzolo e di Ora sono installati due tipi diversi di smorzatori di vibrazioni rispettivamente della [Schrey & Veit Srl](#) (Link esterno) di Sprendlingen (DE) e della [TATA](#) (Link esterno) commercializzati da [UUDEN BV](#) (Link esterno) di Arnhem (NL).



Ammortizzatori Schrey & Veit (Foto: Schrey & Veit, 2012)



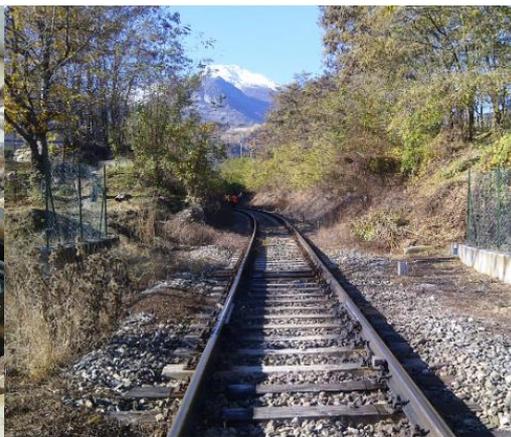
Ammortizzatori Van Uuden (Foto: Van Uuden, 2012)

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

- in un tratto in curva nel territorio comunale di Laion, adiacente all’abitato di Chiusa è installato un impianto di lubrificazione delle rotaie della P.A.L. Italia (Link esterno) di Novate Milanese (IT), lubrificanti della ditta Lincoln.



Lubrificatore P.A.L. Italia (Foto: P.A.L. Italia; 2012)



Impianto lubrificazione P.A.L. Italia (Foto: P.A.L. Italia; 2012)

I risultati del Progetto “mitiga.rumore”:

I lubrificatori installati nell’ambito del centro abitato di Chiusa, hanno contribuito ad attenuare il rumore di circa 1,5 dB. Oltre alla riduzione del rumore, con l’impiego dei lubrificatori si spera di limitare la formazione del corrugamento per logorio della superficie delle rotaie.

I due tipi di ammortizzatori sono stati invece testati tra i Comuni di Bronzolo e di Ora su un tratto di binario rettilineo di 300m circa, che fosse il più omogeneo possibile e che non presentasse irregolarità. Nel dettaglio, la riduzione media del livello sonoro per i treni merci è stata leggermente inferiore ad 1 dB mentre quella per i treni passeggeri supera 1 dB.

La riduzione del rumore ottenuta con i due sistemi è mediamente di 1 dB, e come riportato nelle conclusioni da parte della Provincia di Bolzano, nonostante il risultato positivo, la lieve riduzione del rumore ottenuta dalla sperimentazione non è chiaramente percepibile all’orecchio umano.

Viene ritenuto pertanto che entrambi i sistemi non costituiscano uno strumento di risanamento efficace per il nostro territorio e che non siano adeguati alla struttura dei binari utilizzati oltre che non sempre realizzabili.

La documentazione completa del Progetto “mitiga.rumore” è consultabile sul sito internet della Provincia di Bolzano al seguente indirizzo web:

<http://ambiente.provincia.bz.it/rumore/interventi-mitigazione-rumore-ferroviario.asp>

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

8.2 REQUISITI ACUSTICI BARRIERE ANTIRUMORE

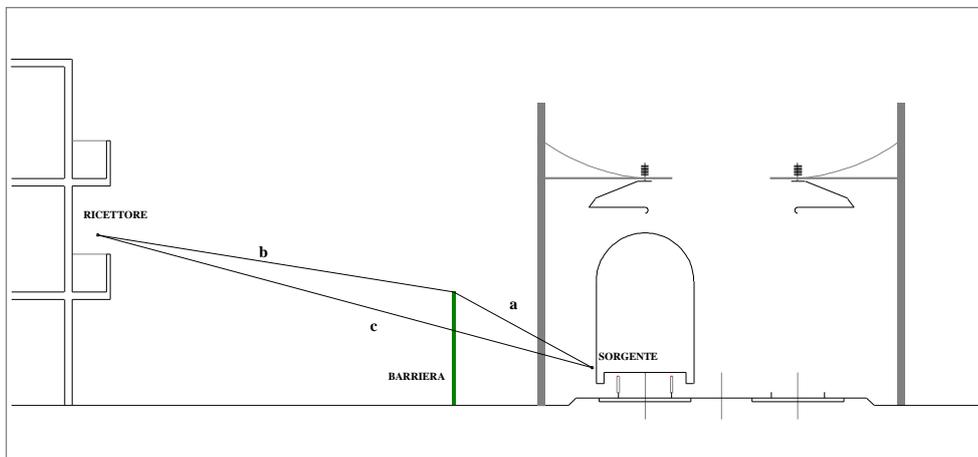
La scelta della tipologia di barriera antirumore viene effettuata tenendo conto di tutti i criteri tecnici e progettuali atti a garantire l'efficacia globale dell'intervento. L'effetto di una barriera è condizionato dalla minimizzazione dell'energia acustica che, come noto, schematicamente si propaga attraverso:

1. l'onda diretta, che, se la barriera non è sufficientemente dimensionata, giunge in corrispondenza del ricettore senza essere condizionata da ostacoli;
2. l'onda che giunge al ricettore dopo essere stata diffratta dal bordo superiore della barriera;
3. l'onda diffratta dal bordo superiore della barriera, riflessa dal suolo e quindi diretta verso il ricettore;
4. l'onda che si riflette tra la barriera e le pareti laterali dei vagoni;
5. l'onda che giunge al ricettore per trasmissione attraverso i pannelli che compongono la barriera;
6. l'onda riflessa sulla sede ferroviaria, diffratta dal bordo superiore della barriera e quindi diretta verso il ricettore.
7. l'onda assorbita.

Per quanto riguarda i punti 1, 2, 3, e 6 risulta di importanza fondamentale il dimensionamento delle barriere in altezza lunghezza e posizione.

Relativamente ai punti 4, 5, e 7 invece sono maggiormente influenti le caratteristiche acustiche dei materiali impiegati e le soluzioni costruttive adottate in particolare devono essere opportunamente definite le proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti della barriera. L'abbattimento prodotto da una barriera si basa comunque principalmente sulle dimensioni geometriche. L'efficienza di una barriera è infatti strettamente legata alla differenza tra il cammino diffratto sul top dell'elemento e il cammino diretto (δ):

$$\delta = a+b-c = \text{differenza tra cammino diretto e cammino diffratto (vedi figura)}$$



	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B	FOGLIO 28 di 58

In particolare devono essere opportunamente definite le proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti della barriera, attenendosi alle seguenti norme di carattere generale:

Il fonoisolamento deve essere di entità tale da garantire che la quota parte di rumore che passa attraverso la barriera sia di almeno 15 dB inferiore alla quota di rumore che viene diffratta verso i ricettori dalla sommità della schermatura.

Il fonoassorbimento è l'attitudine dei materiali ad assorbire l'energia sonora su di essi incidente, trasformandola in altra forma di energia, non inquinante (calore, vibrazioni, etc). L'adozione di materiali fonoassorbenti è utile per:

- evitare una riduzione dell'efficacia schermante totale;
- evitare un aumento della rumorosità per gli occupanti dei convogli (effetto tunnel).

L'impiego di materiali fonoassorbenti è pertanto consigliabile nel caso ferroviario al fine di evitare una perdita di efficacia per le riflessioni multiple che si generano tra le pareti dei vagoni e la barriera stessa.

Per quanto concerne le proprietà fonoassorbenti, si suggerisce l'utilizzo di materiali con prestazioni acustiche particolarmente elevate e cioè almeno rispondenti ai coefficienti α relativi alla Classe *Ia* del Disciplinare Tecnico per le Barriere Antirumore delle Ferrovie dello Stato. Detti coefficienti sono riportati nella tabella seguente.

Freq.	α
125	0,30
250	0,60
500	0,80
1000	0,85
2000	0,85
4000	0,70

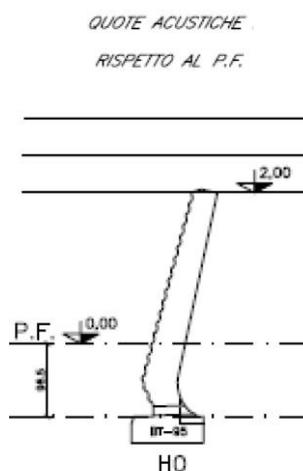
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

8.3 DESCRIZIONE DELLE BARRIERE ANTIRUMORE

La soluzione adottata deriva dai tipologici standard HS che RFI ha appositamente sviluppato.

Le barriere previste riprendono tutte lo standard RFI H0, quindi sono in ca ad una quota da p.f. di 2m.

Di seguito si riporta la sezione della soluzione adottata.



8.4 GLI INTERVENTI SUGLI EDIFICI

Per ricondurre almeno all'interno degli ambienti abitativi i livelli acustici entro specifici valori è possibile intervenire direttamente sugli edifici esposti.

Nel caso di interventi sull'edificio per garantire un miglior livello di comfort, si prospettano quindi le possibilità di seguito elencate in ordine crescente di efficacia:

a) Sostituzione dei vetri con mantenimento degli infissi esistenti

Questa soluzione può essere utilizzata nel caso in cui si vuole ottenere un isolamento interno ad un edificio fra 28 e 33 dB rispetto al rumore in facciata e gli infissi esistenti siano di buona qualità e tenuta.

b) Sostituzione delle finestre

Questa soluzione può essere adottata quando si desidera avere un isolamento fra 33 e 39 dB. A seconda delle prestazioni richieste è possibile:

1. installare la nuova finestra con conservazione del vecchio telaio, interponendo idonee guarnizioni, quando si vuole ottenere un isolamento fino ad un massimo di 35 dB;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

2. installare una nuova finestra di elevate prestazioni acustiche con sostituzione del vecchio telaio, quando si vuole ottenere un isolamento di 36-39 dB.

Per ottenere isolamenti superiori a 37 dB è necessario in ogni caso prendere particolari precauzioni riguardo ai giunti di facciata (nel caso di pannelli prefabbricati di grosse dimensioni), alle prese d'aria (aspiratori, ecc.), ai cassonetti per gli avvolgibili, ecc.

c) Realizzazione di doppie finestre

Questa soluzione è impiegata nei casi in cui è necessario ottenere un isolamento di facciata compreso tra 39 e 45 dB. Generalmente l'intervento viene attuato non modificando le finestre esistenti, ed aggiungendo sul lato esterno degli infissi antirumore scorrevoli (in alluminio o PVC).

Con riferimento a quanto la Norma (oggi abrogata e non sostituita) UNI 8204 indicava, si sono stabilite tre classi R1, R2 e R3 per classificare i serramenti esterni a seconda del diverso grado di isolamento acustico RW da questi offerto.

La classe R1 include la soluzione in grado di garantire un RW compreso tra 20 e 27 dBA; la classe R2 le soluzioni che garantiscono un RW compreso tra 27 e 35 dBA; la classe R3 tutte quelle soluzioni che offrono un RW superiore a 35 dBA. I serramenti esterni che offrono un potere fonoisolante minore di 20 dBA non sono presi in considerazione.

In tabella sono riportate per ciascuna di queste classi alcune informazioni generiche delle soluzioni tecniche possibili in grado di garantire un fonoisolamento rientrante nell'intervallo caratteristico della classe.

Per ciascuna classe si è ritenuto opportuno offrire almeno due soluzioni tipo al fine di porre il decisore, in presenza di vincoli di natura tecnica, economica e sociale, nella condizione di operare delle scelte tra più alternative.

CLASSE R1 - $20 \leq RW \leq 27$ dBA

- Vetro semplice con lastra di medio spessore (4÷6 mm), e guarnizioni addizionali. Doppio vetro con lastre di limitato spessore (3 mm), e distanza tra queste di almeno 40 mm.
-

CLASSE R2 - $27 \leq RW \leq 35$ dBA

- Vetro semplice con lastra di elevato spessore (8÷10 mm) e guarnizioni addizionali. Vetro stratificato antirumore con lastra di medio/elevato spessore (6÷8 mm) e guarnizioni addizionali.
 - Doppio vetro con lastre di medio spessore (4÷6 mm) guarnizioni addizionali e distanza tra queste di almeno 40 mm.
 - Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) senza guarnizioni addizionali.
-

CLASSE R3 - $RW > 35$ dBA

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B	FOGLIO 31 di 58

-
- Vetro stratificato antirumore di elevato spessore (10÷12 mm) e guarnizioni addizionali. Vetro camera con lastre di medio spessore (4÷6 mm), camera d'aria con gas fonoisolante e guarnizioni addizionali.
 - Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) e distanza tra le lastre di almeno 100 mm.
-

L'adozione di infissi antirumore può avere conseguenze in particolare sulla trasmissione di calore e sulla aerazione dei locali.

Gli aspetti che più frequentemente vengono infatti considerati come negativi, sono quelli relativi alla ventilazione ed al surriscaldamento dei locali nel periodo estivo. Ne consegue che gli infissi fonoisolanti dovranno essere dotati anche di aeratori che dovranno garantire il ricambio di aria necessario.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

9 LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO E IL CLIMA ACUSTICO *POST OPERAM*

Il dimensionamento degli interventi di protezione acustica è stato finalizzato all'abbattimento dai livelli acustici prodotti nel periodo notturno (limiti più restrittivi, livelli sonori più elevati).

La scelta progettuale è stata quella di privilegiare l'intervento sull'infrastruttura: a tal fine sono stati previsti schermi acustici lungo linea che hanno permesso di mitigare il clima acustico in facciata degli edifici presso i quali sono stati riscontrati superamenti dai limiti di norma nello scenario Ante Mitigazioni.

Con l'ausilio del modello di simulazione *SoundPLAN* descritto nei paragrafi precedenti è stata effettuata la verifica e l'ottimizzazione delle opere di mitigazione.

Codice BA	Lato Linea	Lunghezza [m]	Altezza da p.f. [m]	Standa rd RFI	pk inizio	pk fine	Note
BA_S_11v	Nord	399	2	H0	21+783	23+141	Ricadente nella Variante 6
BA_S_13v	Nord	156	2	H0	27+013	27+162	Ricadente nella Variante 8
BA_S_14v	Nord	517	2	H0	28+822	29+338	Ricadente nella Variante 9

Gli estremi della schermatura acustica indicati nella tabella, rappresentati graficamente ed indicati sia nelle *Mappe isofoniche Post Mitigazione* (nell'allegato 2), sia nelle *Planimetrie degli Interventi di Mitigazione Acustica* (elaborati RC0Y00R22P6IM0004001A-3A), potranno subire modifiche in fase di progettazione e realizzazione in funzione delle reali condizioni al contorno, ma comunque di entità tale da non modificare l'efficacia mitigativa complessiva.

L'altezza del manufatto è considerata rispetto alla quota del piano del ferro.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato per lo scenario Post Mitigazioni, sono state prodotte le *Mappe Acustiche Isofoniche nello scenario Post Mitigazione* (nell'Allegato 2), relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri.

STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC0Y	00	R 22 RG	IM 0004 001	B	33 di 58

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

10 VALUTAZIONE DELL'IMPATTO VIBRAZIONALE

Il presente paragrafo contiene i risultati dello studio preliminare di impatto vibrazionale del progetto relativo al potenziamento del servizio ferroviario e la riduzione dei tempi di percorrenza sul tracciato ferroviario del collegamento Lamezia Terme – Settingiano, mediante rettifiche di tracciato.

Gli interventi interessano la parte di linea da Lamezia Terme C.le a Settingiano per una lunghezza di circa 29 km. Tale segmento fa parte della linea Lamezia Terme C.le – Catanzaro Lido, a semplice binario, che si sviluppa per un'estesa di circa 43 km (dalla pk 0+000 alla pk 43+160)

Lo studio vibrazionale analizza esclusivamente le tratte oggetto di rettifica di tracciato con varianti piano altimetriche del tracciato esistente, sintetizzate nella tabella seguente.

In dettaglio, la velocizzazione della linea richiede n. 9 interventi di varianti piano/altimetriche di su 9 curve. Di seguito una tabella sintetica di tali interventi.

VELOCIZZAZIONE TRAMITE VARIANTI DI TRACCIATO			
Nome intervento	Curva compresa nell'intervento	Sviluppo intervento (m)	Velocità esistente / velocità di progetto (Km/h)
VARIANTE 1	CURVA 2	955	80 / 140
VARIANTE 2	CURVA 3	1090	80 / 140
VARIANTE 3	CURVA 4	710	80 / 140
VARIANTE 4	CURVA 5	600	80 / 140
VARIANTE 5	CURVA 20a e 20b		30 / 110-140
VARIANTE 6	CURVA 21	1592	80 / 140
VARIANTE 7	CURVE 22, 23 e 24	1108	80 / 140
VARIANTE 8	CURVA 27	454	80 / 140
VARIANTE 9	CURVE 28 e 29	924	80 / 140

Vista la limitata disponibilità del finanziamento, che non coprirebbe la velocizzazione di tutta la Linea, si è reso necessario individuare dei tratti compatibili con tale finanziamento e che offrissero un buon recupero dei tempi di percorrenza. All'interno di tale scenario si è dato quindi seguito allo sviluppo della progettazione dei seguenti tratti:

- km 10÷13 tra le stazioni di Nicastro e Feroletto;
- km 19÷24 tra le stazioni di Feroletto e Marcellinara;
- km 27 ÷ 29+310 tra le stazioni di Marcellinara e Settingiano.

Nella seguente tabella sono riportate le varianti interessate dalle tratte individuate per lo sviluppo della progettazione.

Velocizzazione della tratta attuale Lamezia T. C.le – Settingiano

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

Tratta intervento	Tratta intervento	Nome intervento	Curva compresa nell'intervento	Velocità esistente / velocità di progetto (Km/h)
km 10÷13	Velocizzazione tramite aumento della sopraelevazione	Variante 10	Curva 7	80 / 90
		Variante 10	Curva 8	80 / 90
		Variante 10	Curva 9	80 / 90
		Variante 10	Curva 10	80 / 90
km 19÷24	Velocizzazione tramite varianti di tracciato	Variante 5	Curva 20a e 20b	30 / 110-140
		Variante 6	Curva 21	80 / 140
		Variante 7	Curva 22-23-24	80 / 140
km 27 ÷ 29+310	Velocizzazione tramite varianti di tracciato	Variante 8	Curva 27	80 / 140
		Variante 9	Curva 28 e Curva 29	80 / 140

Lo studio vibrazionale, quindi, verrà svolto sulle varianti 5, 6, 7, 8 e 9.

Il lavoro tiene conto delle indicazioni delle norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, e si basa su dati sperimentali risultanti da di campagne di rilievi vibrometrici eseguite nell'ambito di infrastrutture ferroviarie della rete nazionale.

L'analisi dei livelli vibrometrici dalla sorgente ai ricettori prossimi alla linea ferroviaria viene effettuata distinguendo le tipologie di convogli effettivamente transitanti sulla ferrovia, le condizioni geologiche che costituiscono il terreno tra ferrovia e ricettori e la tipologia di ricettore in termini di struttura e numero di piani.

Il valore complessivo di accelerazione è confrontato con i limiti indicati dalle norme tecniche per il periodo diurno (07-22) e il periodo notturno (22-07), così come previsto dal "Manuale di Progettazione delle Opere Civili di RFI (cod. RFI DTC SI AM MA IFS 001 B del 21.12.2018)".

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione.

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici", norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui viene richiamata, sebbene non faccia parte integrante della norma, la DIN 4150, parte 3.

Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 / Parte 2 "Evaluation of human exposure to whole body vibration / "Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)". La norma assume particolare rilevanza pratica poiché ad essa fanno riferimento le norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale relativi alla componente ambientale "Vibrazioni", contenute nel D.P.C.M. 28/12/1988. Ad essa, seppur con alcune non trascurabili differenze, fa riferimento la norma UNI

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
	STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

9614:1990 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”. I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati nella tabella seguente.

Tipo di ricettore	Accelerazione [m/s ²]	Livello di accelerazione [dB]
Aree critiche	3.3 * 10 ⁻³	71
Abitazioni (notte)	5.0*10 ⁻³	74
Abitazioni (giorno)	7.2*10 ⁻³	77
Uffici	14.4*10 ⁻³	83
Fabbriche	28.8*10 ⁻³	89

Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:1990)

10.1 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO DELLA LINEA FERROVIARIA

L'esercizio di una linea ferroviaria è fonte di sollecitazioni dinamiche nel terreno circostante. Le cause di tali vibrazioni sono da ricondursi all'interazione del sistema veicolo/armamento/struttura di sostegno e dipendono da diversi fattori quali la tipologia di convoglio, le velocità di esercizio le caratteristiche dell'armamento, la tipologia di terreni e non ultimo le caratteristiche strutturali dei fabbricati.

Le vibrazioni sono in grado di determinare effetti indesiderati sulla popolazione esposta e sugli edifici. Il disturbo sulle persone, classificato come *annoyance*, dipende in misura variabile dall'intensità e frequenza dell'evento disturbante e dal tipo di attività svolta. Le vibrazioni possono causare danni agli edifici in alcune situazioni, o in presenza di caratteristiche di estrema suscettività strutturale o di elevati e prolungati livelli di sollecitazione dinamica. Tale situazioni si verificano tuttavia in corrispondenza di livelli di vibrazione notevoli, superiori di almeno un ordine di grandezza rispetto ai livelli tipici dell'*annoyance*.

Nel caso specifico il territorio interessato dal progetto è di tipo extraurbano.

I terreni affioranti interessati dal tracciato di progetto (argille, sabbie, depositi marini e alluvionali) presentano un comportamento abbastanza omogeneo in relazione al trasferimento di onde vibratorie.

Per quanto riguarda le sorgenti vibrazionali attualmente presenti si evidenzia che la linea è attualmente esistente ed in esercizio e che pertanto la velocizzazione delle tratte oggetto di studio si stima che non apporti significativi incrementi di livelli vibratorie. Presenti altresì una serie di infrastrutture stradali di vario tipo, sia a singola, sia a doppia carreggiata, che in alcuni casi attraversano il tracciato ferroviario.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato</p>					
<p>STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE</p>	<p>PROGETTO RC0Y</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA R 22 RG</p>	<p>DOCUMENTO IM 0004 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 37 di 58</p>

10.2 INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITÀ E PREVISIONE DELL'IMPATTO IN FASE DI ESERCIZIO

Il quadro previsionale è stato sviluppato mediante l'adozione di un modello di propagazione teorico supportato da dati sperimentali. Per valutare le potenziali situazioni di impatto vibrazionale è necessario conoscere i tre elementi di seguito elencati:

- emissione della sorgente;
- propagazione nei terreni;
- risposta dei fabbricati.

I tre elementi suddetti rappresentano pertanto la base indispensabile per lo sviluppo del modello sperimentale.

Il livello di vibrazione in corrispondenza di un ricettore ad una distanza "x" dalla sede ferroviaria è pari al livello alla distanza di riferimento "x₀", diminuito della somma delle attenuazioni che si verificano nel terreno tra x₀ e x:

$$L(x) = L(x_0) - \sum_i A_i$$

Il livello di base L(x₀) è generalmente ricavato da misure sperimentali svolte in adiacenza alle linee ferroviarie a distanze comprese tra 5 m e 25 m.

L'individuazione delle criticità che si potranno verificare con la realizzazione del progetto ha reso indispensabile determinare preventivamente i criteri di valutazione della sensibilità del territorio: a tale scopo in questa fase preliminare di progetto è stato utilizzato come riferimento la cartografia regionale riportante i ricettori acustici.

Inoltre, in via cautelativa, si è fatto riferimento ai limiti indicati dalla norma ISO 2631/UNI 9614:1990 per le vibrazioni di livello costante, in particolare per la condizione di postura del corpo non nota, per la quale si indicano soglie uguali per tutti i tre assi di riferimento (x, y, z) di 77 dB per il giorno e 74 dB per la notte, per ambiti residenziali. Ciò, pertanto, senza tener conto dei valori di riferimento suggeriti dalla medesima norma nel caso di vibrazioni prodotte da veicoli ferroviari (89 dB per il giorno - 86,7 dB per la notte).

Facendo riferimento ad analoghe esperienze progettuali nonché alla bibliografia di settore è stato possibile stimare che la distanza "critica" entro la quale i livelli di accelerazione ponderata lungo le tre direzioni potrebbero presentare valori superiori a quelli di riferimento citati nella norma UNI9614:1990 sia inferiore a 10m circa; per l'identificazione di aree potenzialmente critiche per il disturbo da vibrazioni si è verificato planimetricamente se siano presenti ricettori (residenziali) entro una fascia di 20m dall'asse del binario di corsa più esterno.

Tale assunzione risulta molto cautelativa, in quanto deriva da condizioni al contorno più severe di quelle che si verificheranno con la realizzazione dell'opera ferroviaria, in quanto:

- In presenza di tracciato su rilevato o alto tra muri, il corpo ferroviario stesso funge da "filtro" per le vibrazioni, soprattutto quelle trasversali e longitudinali (assi X e Y);
- In presenza di viadotti, l'opera d'arte determina una riduzione decisamente maggiore rispetto alla sezione in rilevato, in quanto il fenomeno vibratorio incontra ulteriori discontinuità del mezzo (fondazioni pile/terreno) e la

	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B	FOGLIO 38 di 58

sorgente diventa puntiforme in corrispondenza di ogni pila (invece che lineare come nel caso del rilevato), con una divergenza geometrica funzione del quadrato della distanza (invece che lineare con la distanza);

- Nei tratti in galleria, l'energia vibrazionale si distribuisce sull'intera sezione d'opera dalla quale viene assorbita maggiormente rispetto al caso del rilevato sia per la maggiore massa opposta dalla struttura in c.a. dell'opera, sia per l'ulteriore discontinuità del mezzo tra sezione della galleria e terreno;
- Le nuove tratte oggetto di studio saranno costituite da un armamento nuovo e pertanto più levigato rispetto a quello dell'esistente;
- I convogli merci (solitamente la tipologia dei treni più impattante), sono in numero esiguo (n. 8 transiti notturni) e peraltro soggetti a limitazioni di velocità per carico assiale.

Tenendo conto della livelletta ferroviaria e delle caratteristiche dei fabbricati (escludendo ovviamente gli edifici di pertinenza ferroviaria) può essere stimato che la totalità dei ricettori presenti non ricadono all'interno della suddetta 'fascia critica': si possono pertanto escludere fenomeni di *annoyance* associabile alle vibrazioni emesse dal transito dei convogli ferroviari nelle tratte oggetto di studio.

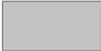
Nelle successive fasi progettuali verrà comunque eseguito uno studio di dettaglio con la valutazione dei livelli vibratori presso i ricettori coinvolti: tale approfondimento permetterà di individuare la necessità di eventuali azioni mitigative.

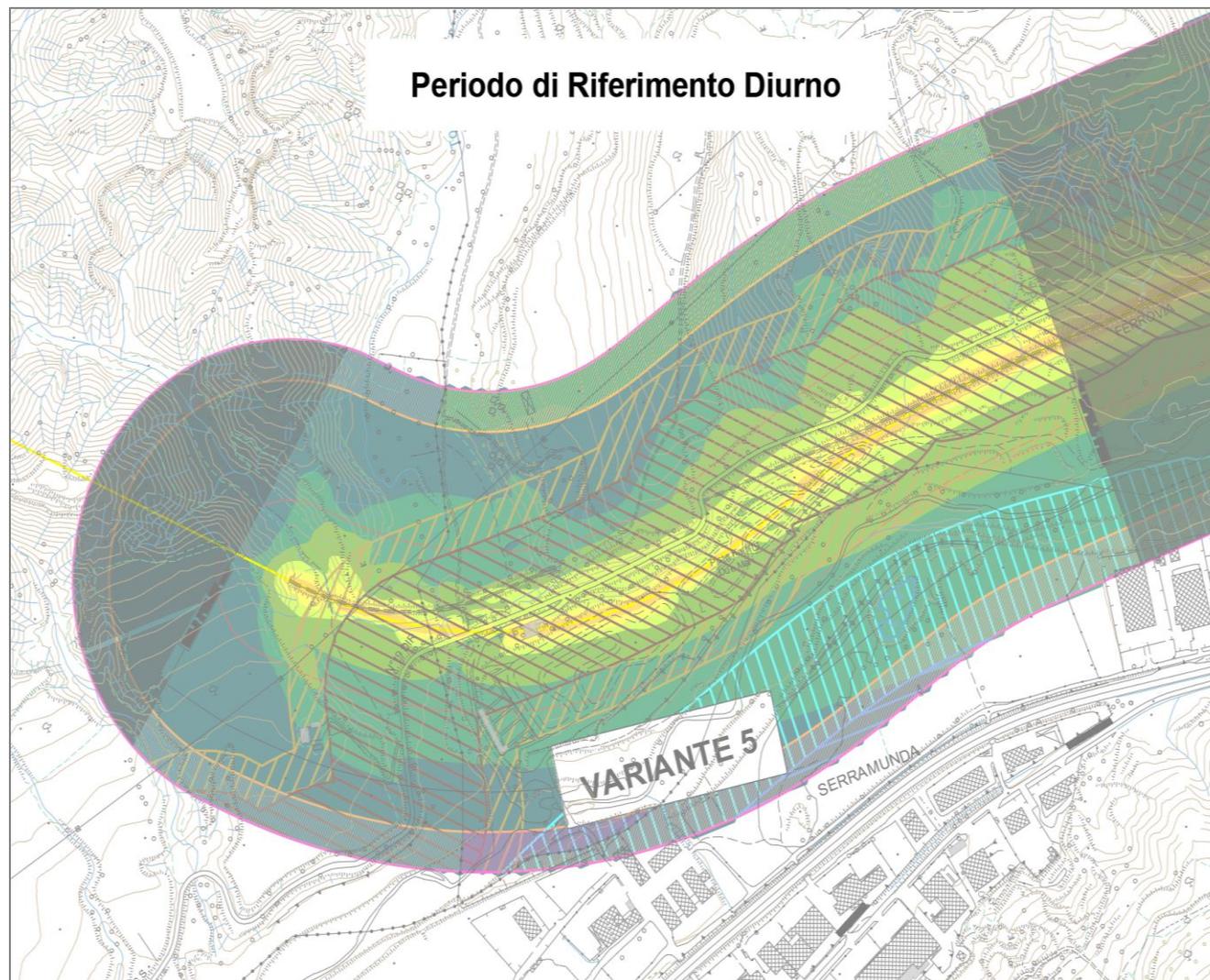
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Collegamento Lamezia T. – Settingiano Velocizzazione mediante rettifiche di tracciato					
STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO RC0Y	LOTTO 00	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B	FOGLIO 39 di 58

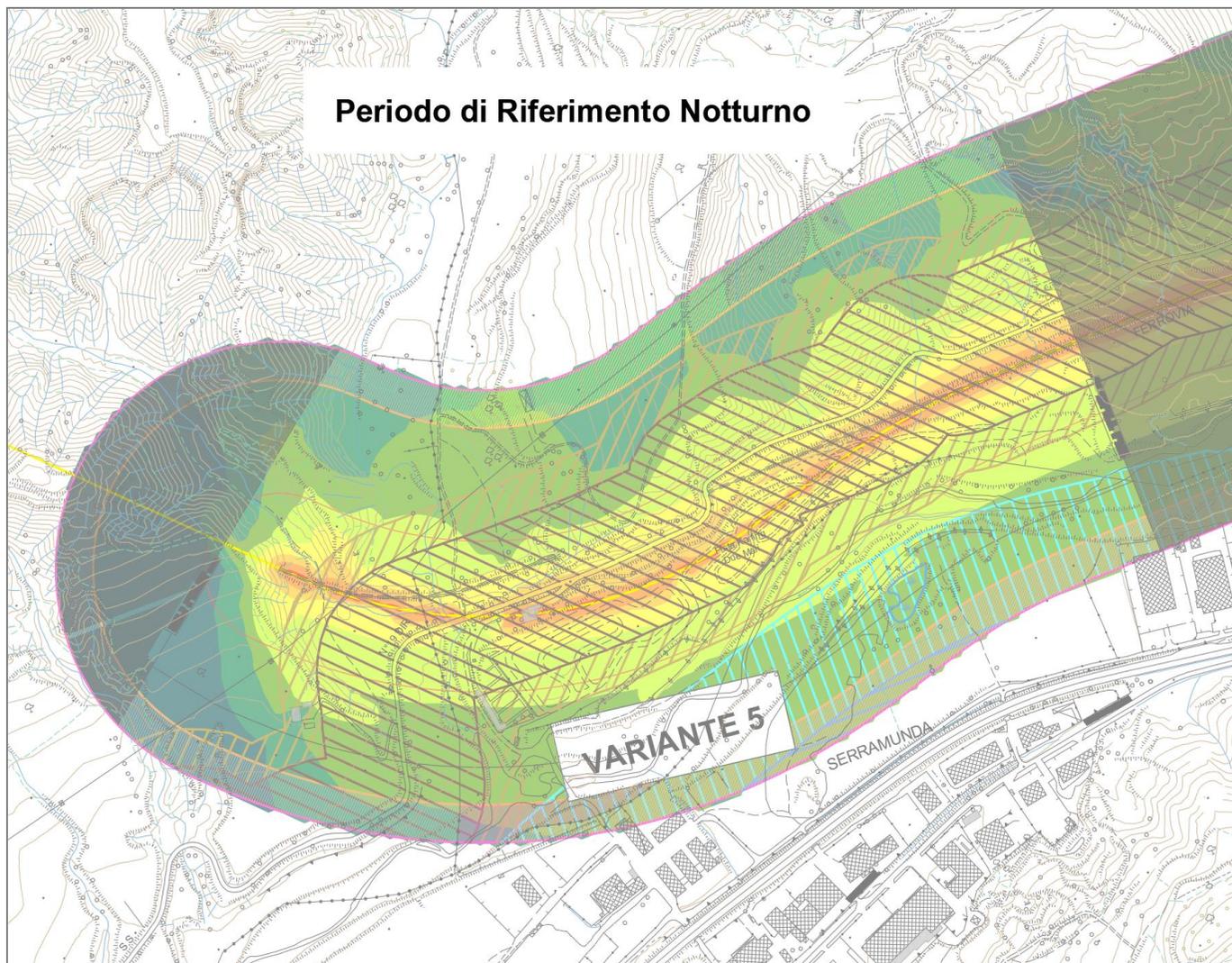
ALLEGATO 1 – MAPPE ISOFONICHE POST OPERAM

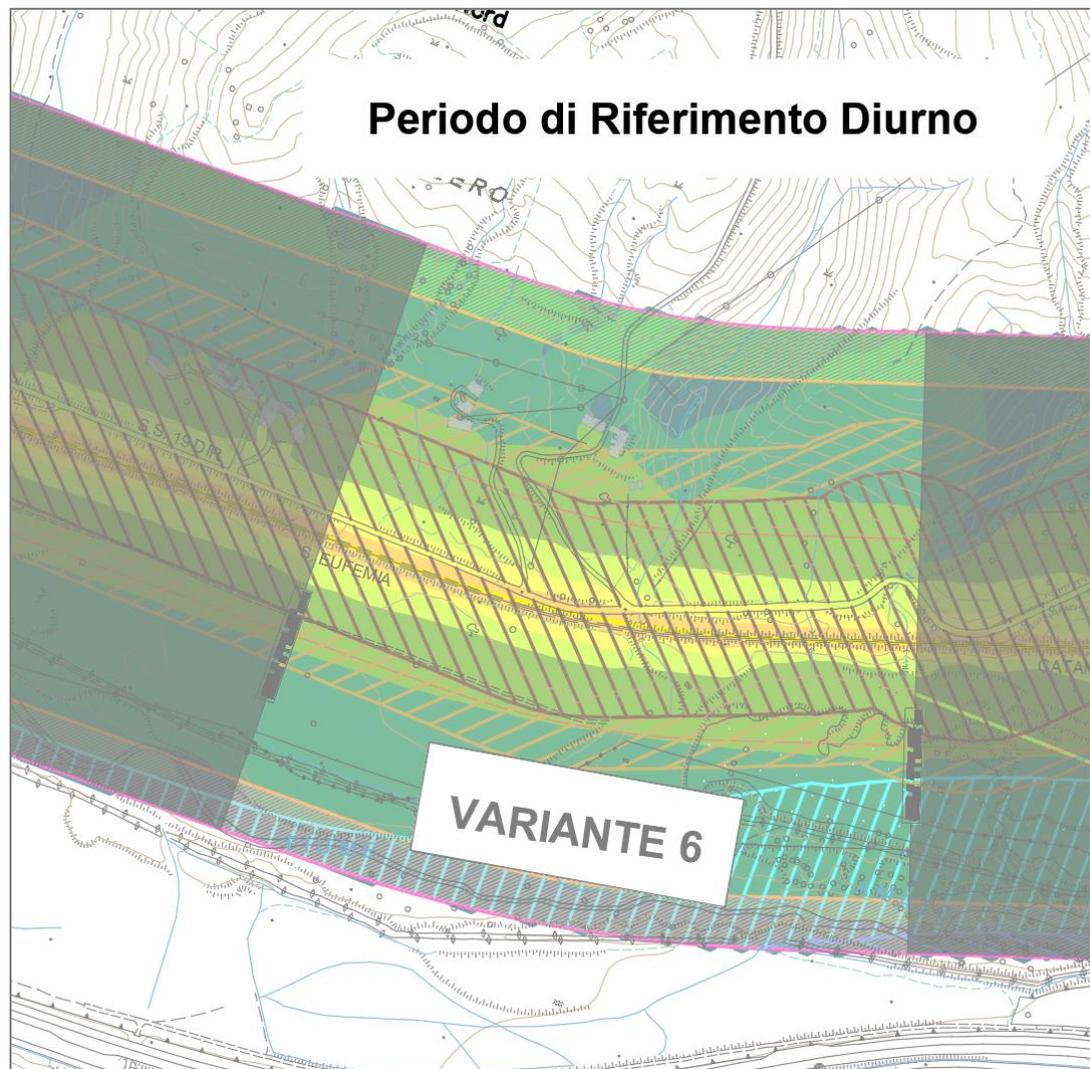
Mappe Acustiche Post Operam periodo Diurno e Notturno

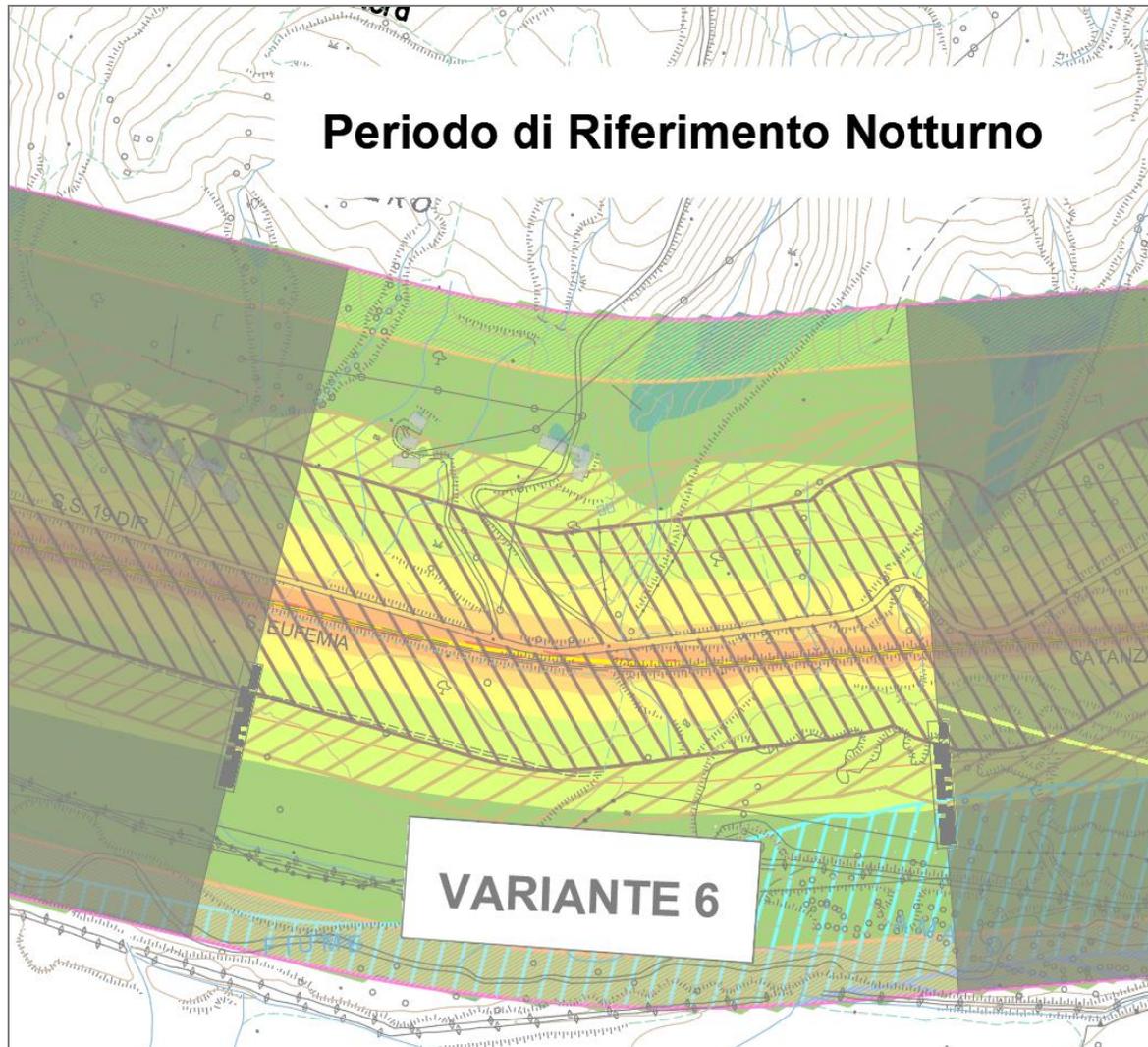
STUDIO ACUSTICO VIBRAZIONALE	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RC0Y	00	R 22 RG	IM 0004 001	C	40 di 58

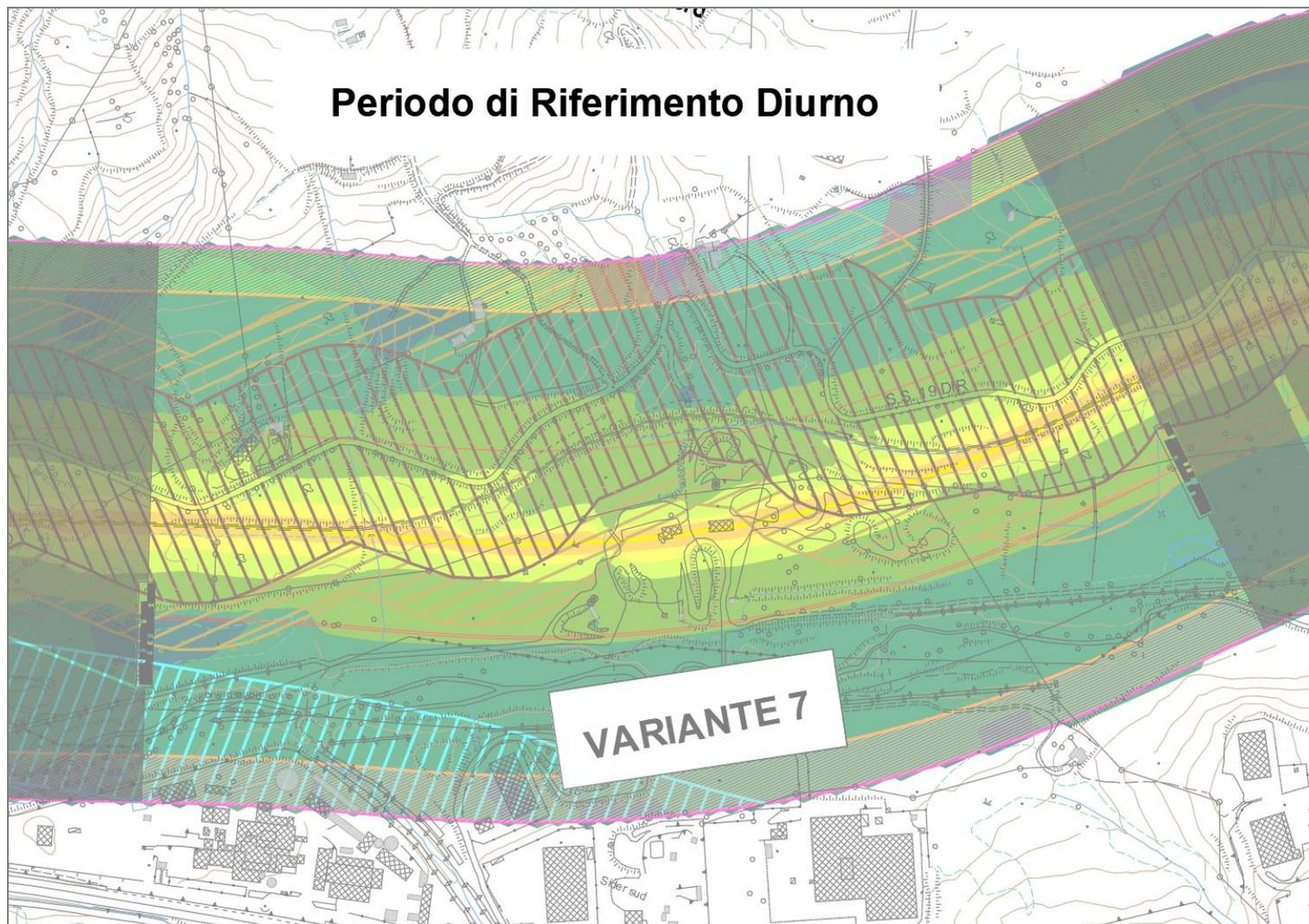
LEGENDA			
	Ambito di studio acustico (0-300 per lato da binario esterno)		Ricettori Residenziali
			Altri Edifici
MOSAICO PIANI DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA COMUNALE L 447/95			
	Classe I		Classe IV
	Classe II		Classe V
	Classe III		Classe VI
			Limiti da D.P.C.M. 01/03/1991
			Non classificato nella zonizzazione comunale
FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA			
Fasce di pertinenza acustica ferroviaria (DPR 459/1998)	 Fascia A (0 - 100 m per lato da binario esterno)	 Fascia B (100 - 250 m per lato da binario esterno)	
Fasce di pertinenza acustica stradale - A (DPR 142/2004)	Fasce di pertinenza acustica stradale - B (DPR 142/2004)	Fasce di pertinenza acustica stradale - Cb (DPR 142/2004)	
 Fascia A (0 - 100 m)	 Fascia A (0 - 100 m)	 Fascia A (0 - 100 m)	
 Fascia B (100 - 250 m)	 Fascia B (100 - 250 m)	 Fascia B (100 - 150 m)	
Fasce di pertinenza acustica stradale - Da (DPR 142/2004)	Fasce di pertinenza acustica stradale - Db (DPR 142/2004)	Fasce di pertinenza acustica strada A di nuova costruzione (DPR 142/2004)	
 Fascia A (0 - 100 m)	 Fascia A (0 - 100 m)	 Fascia A (0 - 250 m)	
SCALA CROMATICA DEI LIVELLI SONORI E BARRIERE ANTIRUMORE			
 <40 dBA	 50 - 55 dBA	 65 - 70 dBA	 Barriere Antirumore
 40 - 45 dBA	 55 - 60 dBA	 70 - 75 dBA	 Barriere Antirumore da rimandare al PRA
 45 - 50 dBA	 60 - 65 dBA	 >75 dBA	

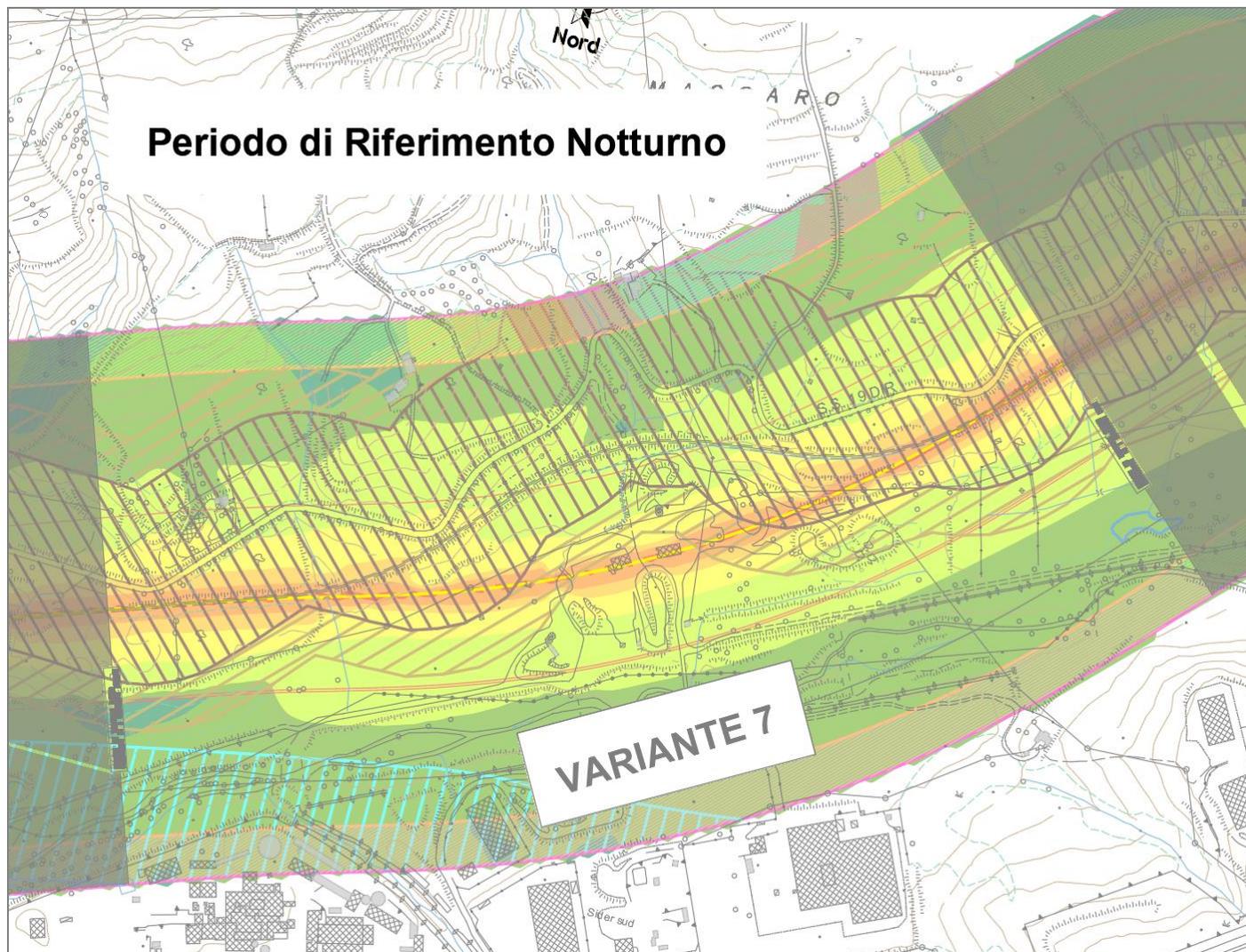


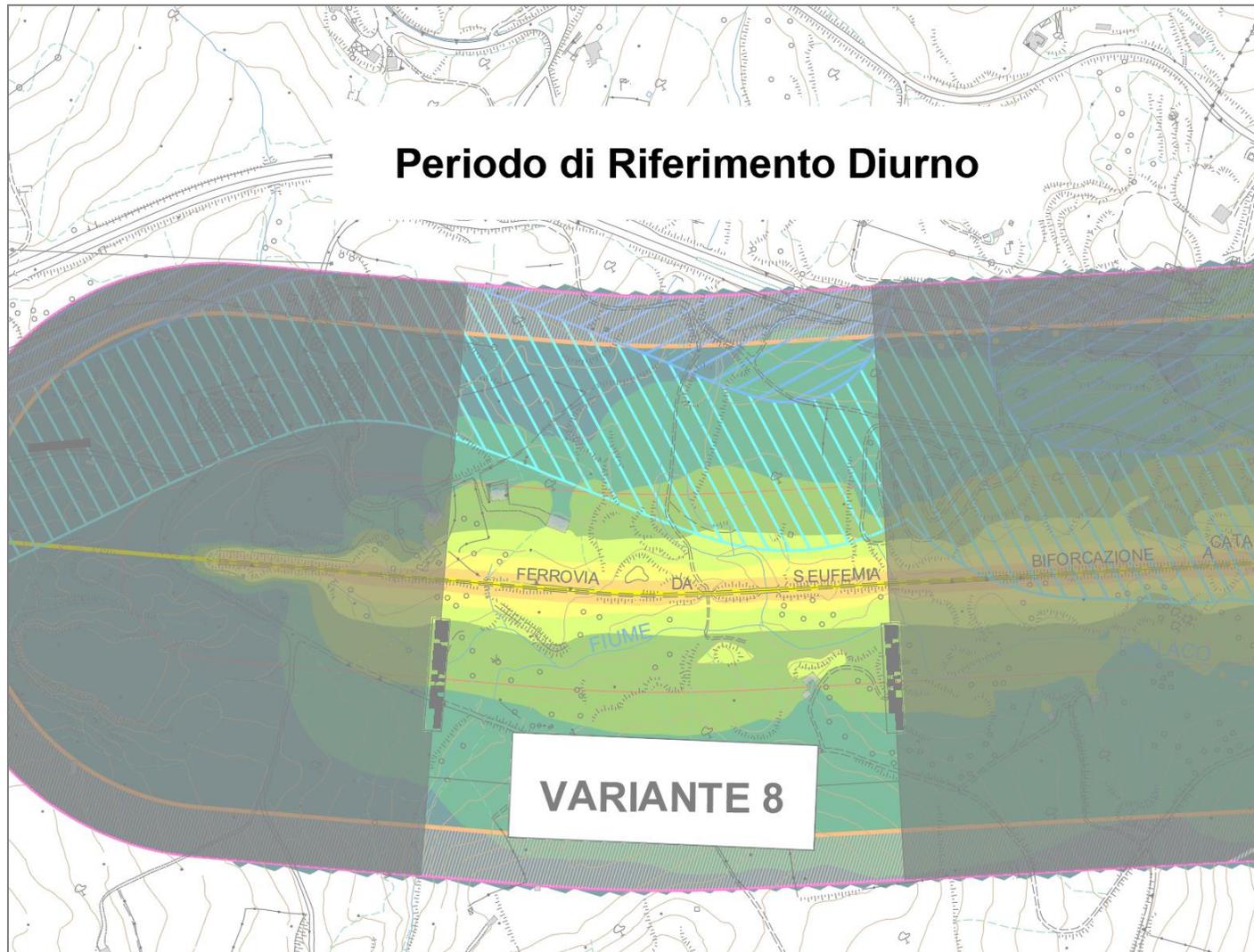




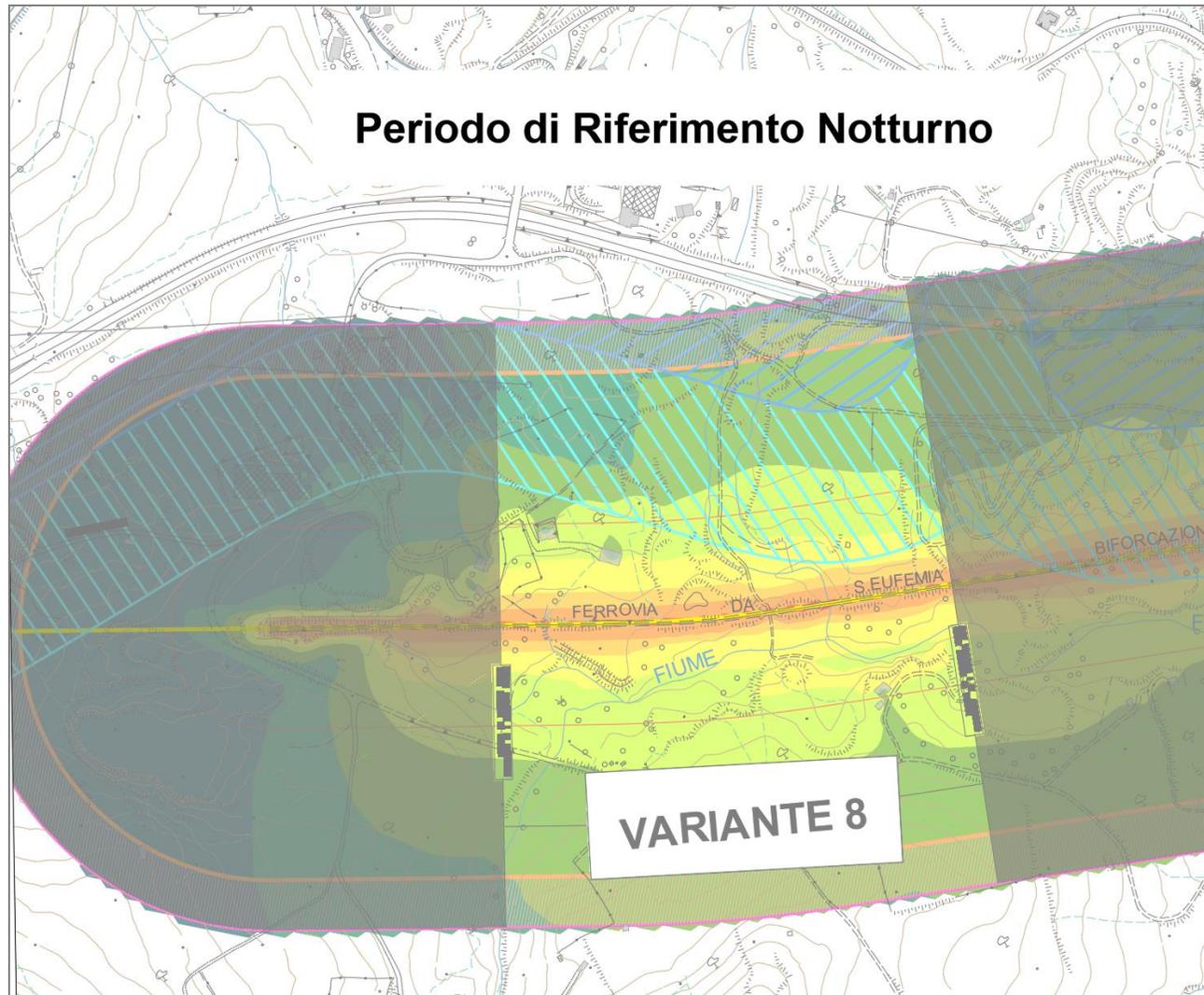


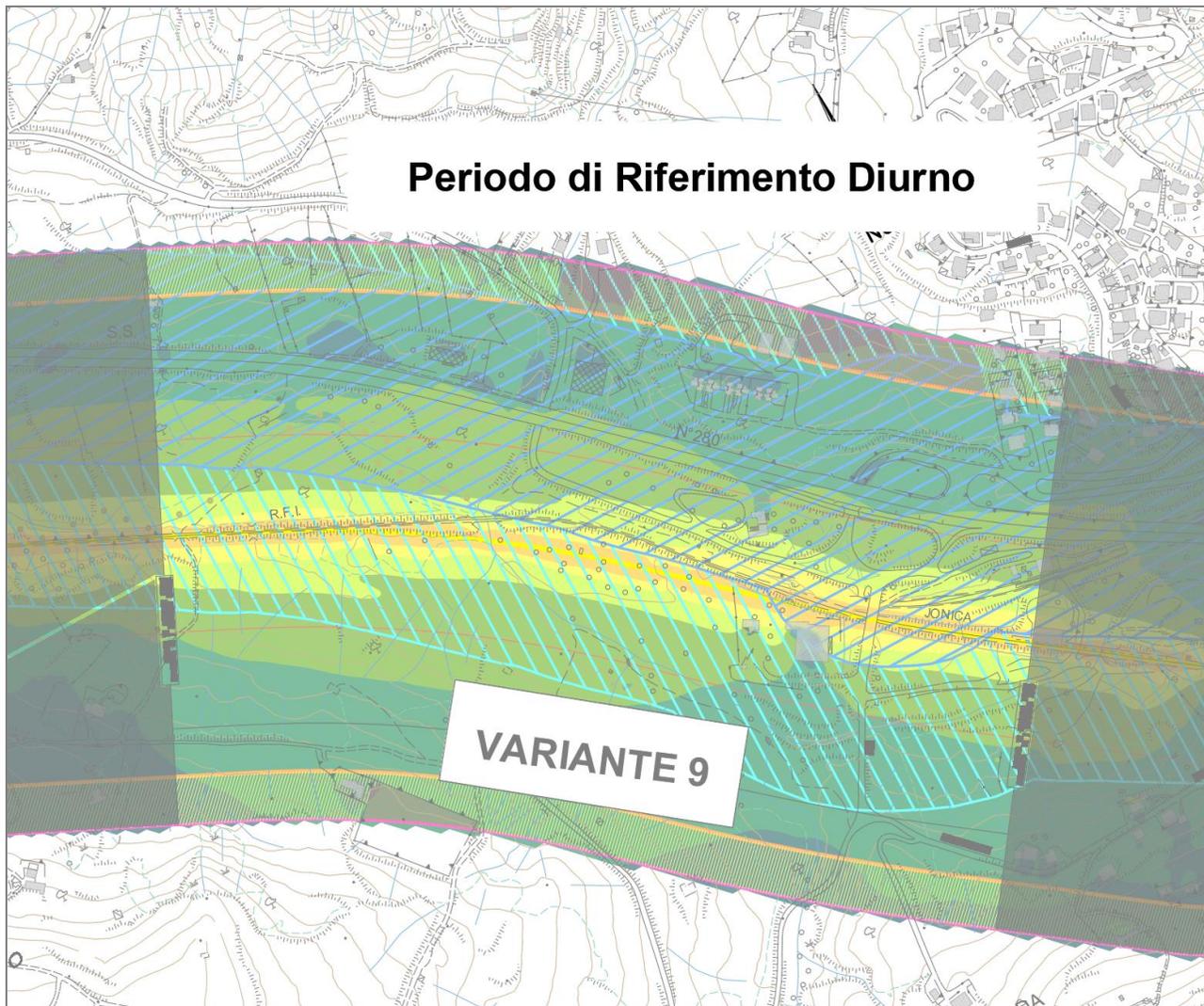


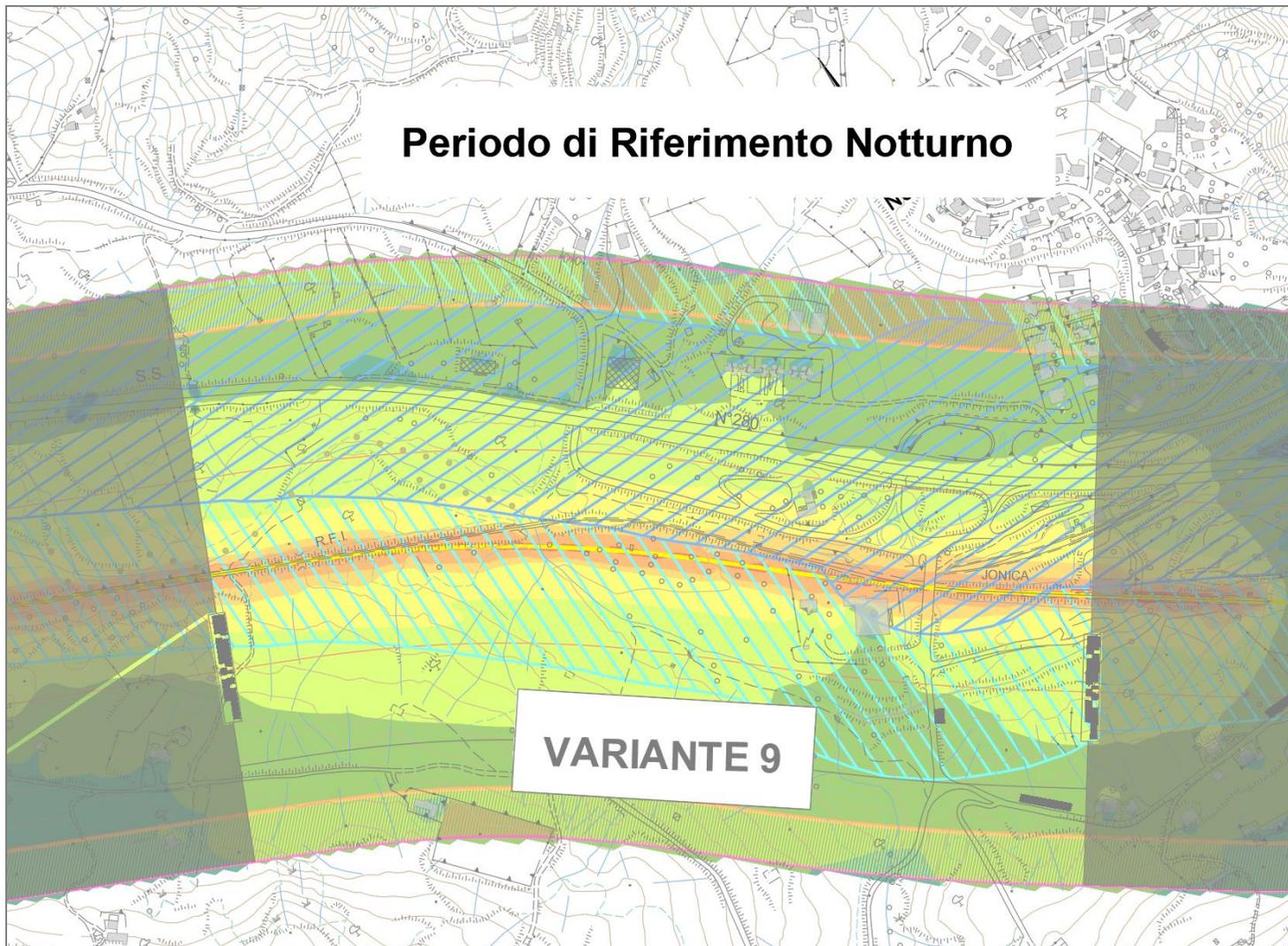




Periodo di Riferimento Notturno







ALLEGATO 2 – MAPPE ISOFONICHE POST MITIGAZIONE

Mappe Acustiche Post Mitigazione periodo Diurno e Notturno

LEGENDA

 Ambito di studio acustico (0-300 per lato da binario esterno)
  Ricettori Residenziali
  Altri Edifici

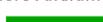
MOSAICO PIANI DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA COMUNALE L 447/95

 Classe I	 Classe IV	 Limiti da D.P.C.M. 01/03/1991  Non classificato nella zonizzazione comunale
 Classe II	 Classe V	
 Classe III	 Classe VI	

FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA

Fasce di pertinenza acustica ferroviaria (DPR 459/1998)  Fascia A (0 - 100 m per lato da binario esterno)  Fascia B (100 - 250 m per lato da binario esterno)	Fasce di pertinenza acustica stradale - B (DPR 142/2004)  Fascia A (0 - 100 m)  Fascia B (100 - 250 m)	Fasce di pertinenza acustica stradale - Cb (DPR 142/2004)  Fascia A (0 - 100 m)  Fascia B (100 - 150 m)
Fasce di pertinenza acustica stradale - A (DPR 142/2004)  Fascia A (0 - 100 m)  Fascia B (100 - 250 m)	Fasce di pertinenza acustica stradale - Da (DPR 142/2004)  Fascia A (0 - 100 m)	Fasce di pertinenza acustica strada A di nuova costruzione (DPR 142/2004)  Fascia A (0 - 250 m)

SCALA CROMATICA DEI LIVELLI SONORI E BARRIERE ANTIRUMORE

 <40 dBA	 50 - 55 dBA	 65 - 70 dBA	 Barriere Antirumore  Barriere Antirumore da rimandare al PRA
 40 - 45 dBA	 55 - 60 dBA	 70 - 75 dBA	
 45 - 50 dBA	 60 - 65 dBA	 >75 dBA	

