

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J41C09000000005

U.O. ARCHITETTURA, AMBIENTE E TERRITORIO SO AMBIENTE

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO

STUDIO ACUSTICO

Relazione generale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I B 0 Q 3 A R 2 2 R G I M 0 0 0 4 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F. Rocchi	Gen 2021	R. Azzarito	Gen 2021	C. Mazzocchi	Gen 2021	C. Ercolani Settembre 2021
B	Emissione Esecutiva	R. Azzarito	Sett. 2021	A. Corvaja	Sett. 2021	C. Mazzocchi	Sett. 2021	PER EMISSIONE ITALFERR S.p.A. Dott.ssa Carolina Ercolani S.O. Ambiente

File:IB0Q3AR22RGIM0004001B

INDICE

1. INQUADRAMENTO DELL' INTERVENTO	3
2. Riferimenti Normativi	5
2.1. Legge quadro 447/95	5
2.2. D.P.R. 459/98.....	7
2.3. DPR 142/04.....	8
2.4. Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture.....	10
3. Concorsualità delle sorgenti di rumore presenti sul territorio.....	11
4. Limiti acustici e applicazione delle concorsualità	11
5. Caratterizzazione ante operam.....	13
5.1. Il censimento dei ricettori.....	13
6. GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	15
6.1. Illustrazione delle tecniche previsionali adottate	15
6.2. Dati di input del modello	16
Modello di esercizio	17
Emissioni dei Rotabili.....	19
Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione	21
7. Considerazioni sui livelli sonori Ante mitigazione.....	22
8. Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico	22
8.1. Le Barriere Antirumore: requisiti acustici delle barriere antirumore, tipologie di barriere antirumore utilizzate in relazione a materiali e colori.	22
8.2. Descrizione delle barriere antirumore	24
8.3. Gli interventi sugli edifici	25
9. Le opere di mitigazione sul territorio e i livelli acustici post mitigazione	28

	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione generale	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IB0Q	3A R 22	RG	IM 0004 001	B	3 DI 30

1. INQUADRAMENTO DELL' INTERVENTO

Il presente rapporto contiene i risultati dello studio di impatto acustico per gli interventi relativi al progetto ferroviario Lotto 3°: Circoconvallazione di Trento. L'area oggetto dello studio è ubicata nel territorio della Provincia Autonoma di Trento; il nuovo tracciato ferroviario si sviluppa tra la località Acquaviva a sud e Roncafort a Nord, interamente nel Comune di Trento.

Il territorio attraversato si sviluppa sulla sinistra orografica della Val d'Adige tra i confini della Val Lagarina fino al tessuto insediativo della città di Trento. Lo sviluppo della tratta è di circa 14 km, di cui di circa 11 in galleria e la sua ubicazione è indicata in figura 1.

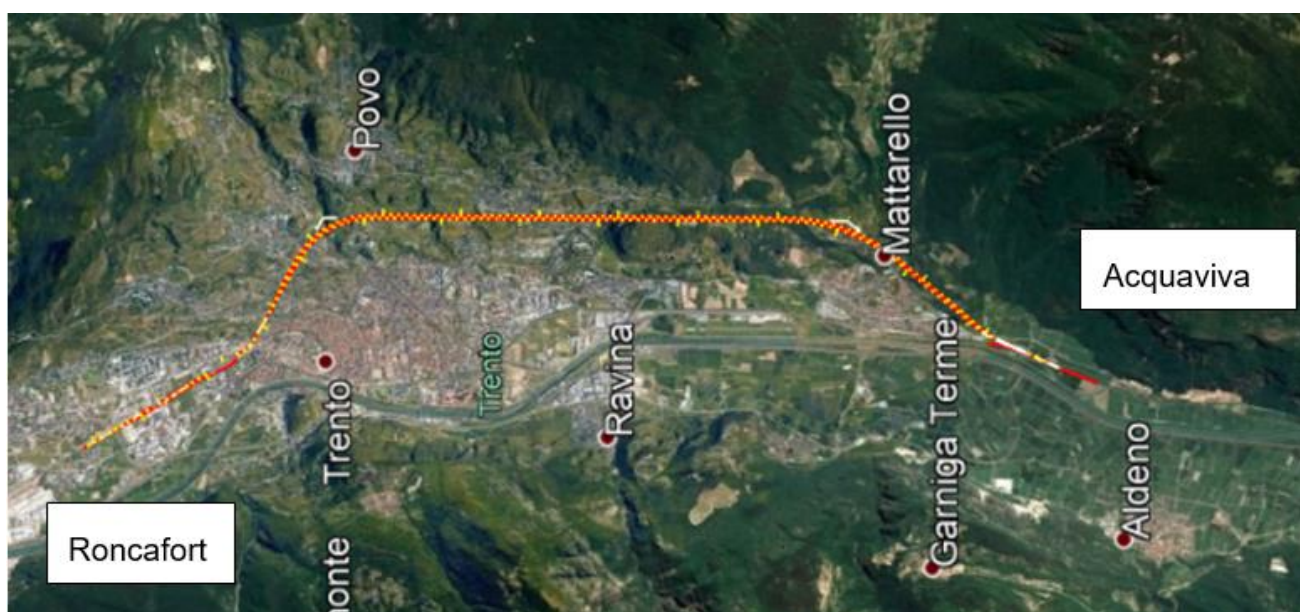


Figura 1-1 Inquadramento generale dell'area di intervento con indicazione del percorso della linea ferroviaria in progetto

Il Progetto in corso ha per oggetto la realizzazione della nuova coppia di binari che costituiscono la Circonvallazione di Trento, oltre a due varianti alla linea storica, la realizzazione della sede per il futuro raddoppio della Trento Malè nel tratto dalla fermata Trento Nord fino allo scalo Filzi e la realizzazione della nuova Fermata in corrispondenza dell'attuale.

L'iter metodologico seguito - nel rispetto del Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili cod. RFIDTCSIAMMAIFS001 C 20/12/2019 - 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) identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti con particolare riguardo alla destinazione d'uso, all'altezza e allo stato di conservazione dei ricettori potenzialmente impattati e ricadenti nella fascia di pertinenza acustica ferroviaria (250 m per lato); tale analisi è stata estesa fino a 300m per lato, per tener conto di eventuali primi fronti edificati presenti al di fuori della fascia di pertinenza ferroviaria

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, eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture stradali 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.

Individuazione degli interventi di mitigazione. L'obiettivo è stato quello di abbattere l'impatto acustico mediante l'inserimento di barriere antirumore. Sono state a tale scopo previste barriere di altezza compresa tra 2,98m (H2) e 7,38m (H10) sul piano del ferro.

Si riporta di seguito l'elenco degli elaborati grafici e descrittivi relativi allo Studio di Fattibilità Tecnico Economica per il Progetto Lotto 3°:Circonvallazione di Trento:

Titolo	Scala	Codifica																				
		I	B	0	Q	3	A	R	2	2	R	G	I	M	0	0	0	4	0	0	1	B
Relazione generale	-	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	R	G	I	M	0	0	0	4	0	0	1	B
Livelli Acustici in facciata Ante e Post Mitigazione	-	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	T	T	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Schede di censimento dei ricettori	-	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	S	H	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Corografia Generale Tav 1 di 1	1 : 25.000	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	C	3	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (1/3)	1 : 2.000	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (2/3)	1 : 2.000	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	2	A
Planimetria localizzazione dei ricettori censiti (3/3)	1 : 2.000	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	3	A
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (1/3)	1 : 2.000	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	4	A
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (2/3)	1 : 2.000	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	5	A
Planimetria localizzazione degli interventi di mitigazione acustica (3/3)	1 : 2.000	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	P	6	I	M	0	0	0	4	0	0	6	A
Mappe Acustiche diurne ante mitigazione	1 : 5.000	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	D	5	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A
Mappe Acustiche notturne ante mitigazione	1 : 5.000	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	D	5	I	M	0	0	0	4	0	0	2	A
Mappe Acustiche diurne post mitigazione	1 : 5.000	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	D	5	I	M	0	0	0	4	0	0	3	A
Mappe Acustiche notturne post mitigazione	1 : 5.000	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	D	5	I	M	0	0	0	4	0	0	4	A
Relazione interventi diretti sui ricettori	-	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	R	H	I	M	0	0	0	4	0	0	1	A



ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA
LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO

Relazione generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 22	RG	IM 0004 001	B	5 DI 30

Titolo	Scala	Codifica																				
Schede tecniche interventi diretti sui ricettori	-	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	S	H	I	M	0	0	0	4	0	0	2	A
Report Indagini Acustiche	-	I	B	0	Q	3	A	R	2	2	R	H	I	M	0	0	0	4	0	0	2	A

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;

	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione generale	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IB0Q	3A R 22	RG	IM 0004 001	B	6 DI 30

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 del valore 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.

	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione generale	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IB0Q	3A R 22	RG	IM 0004 001	B	7 DI 30

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.

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 mezzera 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 e 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.

	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione generale	PROGETTO IB0Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

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".

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 A+B 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.

TIPO (secondo C.d.S)	SOTTOTIPO AI FINI ACUSTICI (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	AMPIEZZA FASCIA	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		ALTRI RICETTORI	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
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 (carreggiate 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 (carreggiate 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 e conformi alla zonizzazione acustica			
F – locale		30				

Figura 2-1 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 evidenzii 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;
- 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.

	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione generale	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IB0Q	3A R 22	RG	IM 0004 001	B	10 DI 30

2.4. DECRETO PER LA PREDISPOSIZIONE DEGLI INTERVENTI ANTIRUMORE DA PARTE DEI GESTORI DELLE INFRASTRUTTURE

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

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

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. Concorsualità 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.

Nell'area di progetto le sorgenti infrastrutturali che possono essere ritenute concorsuali sono le seguenti:

- Tangenziale Sud SS12 in alcuni tratti in corrispondenza del primo km dell'opera.
- Tangenziale Ovest SS47 in corrispondenza del km 13+500.

Secondo quanto previsto dalla classificazione della viabilità i su citati assi stradali sono considerati ai sensi del DPR 142/04 categoria di Tipo B "Strada Extraurbana Principale".

Le fasce di pertinenza delle infrastrutture considerate sono riportate nelle Planimetrie di Progetto IB0Q3AR22P6IM0004001A ÷ IB0Q3AR22P6IM0004003A.

In riferimento a tali sorgenti, si è adottato il principio di concorsualità, così come definito nel DM 29/11/2000, e riportato in dettaglio nel paragrafo successivo.

4. Limiti acustici e applicazione delle concorsualità

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
Produttivo	70,0	-	65,0	-
Terziario	70,0	-	65,0	-
Ospedale/Casa di Cura	50,0	40,0	50,0	40,0

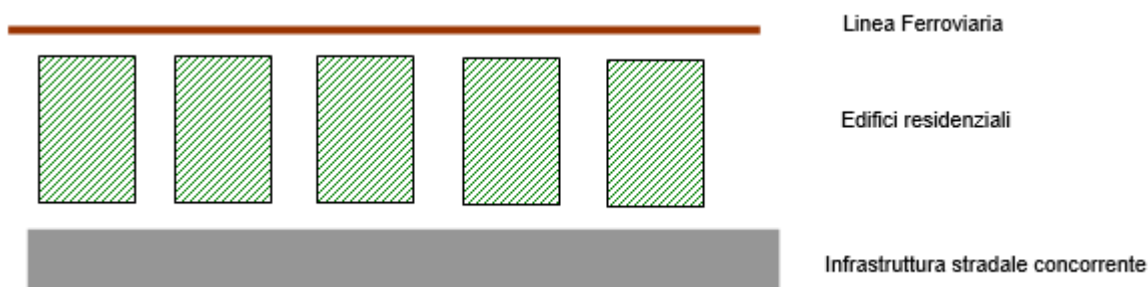
	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione generale	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IB0Q	3A R 22	RG	IM 0004 001	B	12 DI 30

Scuola	50,0	-	50,0	-
Altro (utilizzo saltuario)	-	-	-	-

Figura 4-1 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.

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 censiti, 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 prima riportata. Mentre nel caso di concorsualità fra due o più infrastrutture, similmente a come si sta operando in altre regioni, 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. A tal proposito, qualora alcuni ricettori ricadano in fasce di pertinenza acustica con limiti diversi, si è utilizzata una formulazione più generale di quella riportata nell'Allegato 4 del DM 29/11/2000, che risulta valida anche nel caso di valori limite diversi (e che coincide con quella originale nel caso di valori limite uguali):

$$\max(L_1, L_2, \dots, L_N) = 10 \cdot \log \left(\sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_i - \Delta}{10}} \right)$$

con: L_1, L_2, \dots, L_N i singoli valori limite delle N infrastrutture coinvolte

Δ = riduzione egualmente ponderata dei singoli valori limite

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 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni, con la lettera "B" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite e 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni.

Tabella 1 Valori di soglia in presenza di sorgenti concorsuali

Fasce di pertinenza		Valori di soglia dell'infrastruttura ferroviaria	
Linea ferroviaria	Infrastruttura Stradale esistente	Diurno dBA	Notturmo dBA
A	A	67.0	57.0
A	B	68.8	58.8
B	B	62.0	52.0
B	A	63.8	53.8

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.

5. Caratterizzazione ante operam

Il tracciato di progetto della linea ferroviaria si sviluppa prevalentemente in galleria per ca. 11 km, all'interno del perimetro del comune di Trento. L'area che precede l'imbocco della galleria lato Verona è poco abitata, con presenza solo di alcuni fabbricati sparsi, lungo la viabilità storica, l'area all'uscita dell'imbocco della galleria lato Trento è invece in pieno ambito urbano e pertanto densamente edificata.

5.1. IL CENSIMENTO DEI RICETTORI

Nell'ambito delle analisi ante operam per la componente rumore è stato effettuato un dettagliato censimento dei ricettori.

Il censimento ha riguardato una fascia di 250 m per lato a partire dal binario esterno (fascia di pertinenza acustica ai sensi del DPR 459/98) in tutti i tratti di linea ferroviaria allo scoperto. L'indagine è stata estesa anche oltre tale fascia, fino a ca. 300 metri, in caso di fronti edificati prossimi alla stessa.

È stata effettuata, in particolare, una verifica della destinazione d'uso ed altezza di tutti i ricettori. I risultati di tale verifica sono stati riportati, sulla cartografia numerica in scala 1:2000 (elaborati IB0Q3AR22P6IM0004001A÷3A).

Nelle planimetrie di censimento summenzionate, in merito ai ricettori censiti sono state evidenziate mediante apposita campitura colorata le informazioni di seguito descritte:

Tipologia dei ricettori

- Residenziale;
- Commerciale e Servizi;
- Industriale e Artigianale;
- Monumentale/religioso;
- Asili, Scuole, Università

	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione generale	PROGETTO IB0Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

- Ruleri, dismessi, box e depositi;
- Pertinenza FS
- Espropri/demolizioni

Altezza dei ricettori

Indicato come numero di piani fuori terra.

Sono state altresì indicate le facciate cieche (assenza di infissi) dei ricettori

L'attività di verifica ante operam è stata quindi completata con la redazione di schede di dettaglio in cui sono state riportate per ciascun fabbricato le informazioni riguardanti la localizzazione, lo stato e la consistenza e la relativa documentazione fotografica.

Le schede sono riportate nel documento IB0Q3AR22SHIM0004001A.

Di seguito viene fornita una descrizione delle informazioni contenute nelle schede:

A) Dati generali

– Codice ricettore individuato da un numero di quattro cifre XZZZ dove

X è un numero che indica la posizione del ricettore rispetto al binario

- 1 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto entro 100 m dalla linea di progetto (fascia ferroviaria A)
- 2 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto entro 100 m dalla linea di progetto (fascia ferroviaria A)
- 3 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto compresi nella fascia 100 – 250m dalla linea di progetto (fascia ferroviaria B)
- 4 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto compresi nella fascia 100 – 250m dalla linea di progetto (fascia ferroviaria B)
- 5 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto compresi nella fascia 250 – 300m dalla linea di progetto (fascia esterna)
- 6 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto compresi nella fascia 250 – 300m dalla linea di progetto (fascia esterna)

ZZZ è il numero progressivo del ricettore

B) Dati localizzativi

- Regione
- Provincia
- Comune
- Progressiva ferroviaria
- Distanza dalla linea ferroviaria in progetto valutata rispetto all'asse di tracciamento

C) Dati caratteristici dell'edificio esaminato

- Numero dei piani
- orientamento
- Destinazione d'uso del ricettore
- Stato conservazione

D) Caratterizzazione degli infissi

	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione generale	PROGETTO IB0Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

- Numero infissi fronte parallelo e/o obliqui

E) *Caratterizzazione del corpo ferroviario*

F) *Descrizione porzione di territorio tra edificio e infrastruttura*

- Destinazione d'uso terreno
- Altre sorgenti di rumore

G) *Note*

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 ricettore 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 ricettore.

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.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione generale	PROGETTO IB0Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

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 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	<input type="text" value="2"/>	Ponderazione dB	<input type="text" value="dB(A)"/>
Max raggio di ricerca [m]	<input type="text" value="5000"/>	Imposta bonus ferrovia di 5 dB	<input type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Ric. [m]	<input type="text" value="200"/>	Crea aree di Ground Effect dalle superfici stradali	<input checked="" type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Srg. [m]	<input type="text" value="50"/>		
Tolleranza consentita (dB)	<input type="text" value="0,1"/>		
Tolleranza consentita valida per..	<input type="text" value="contributo di livello di ciascuna sorgente"/>		

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

Modello di esercizio

Di seguito si riportano nel dettaglio i dati di input utilizzati per l'esercizio ferroviario:

1. La tipologia di convogli in transito.
2. Il numero di transiti relativamente al periodo diurno e notturno per le diverse categorie di convogli.
3. lunghezza media di ciascuna tipologia di treno.

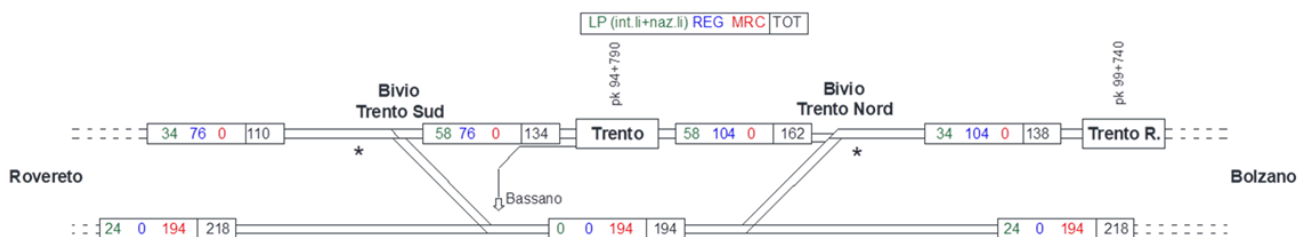
Vengono nel seguito riportate, per tratta e tipologia di convogli (treni passeggeri e treni merci), le sintesi delle informazioni tratte dagli studi trasportistici:

LINEA STORICA Tratto B. Roncafort - Trento				
	Tipo Materiale Rotabile	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturno (22-06)	Totale
LP	ETR600 o similari	40	18	58
REG	ETR170 o similari	72	32	104
				162

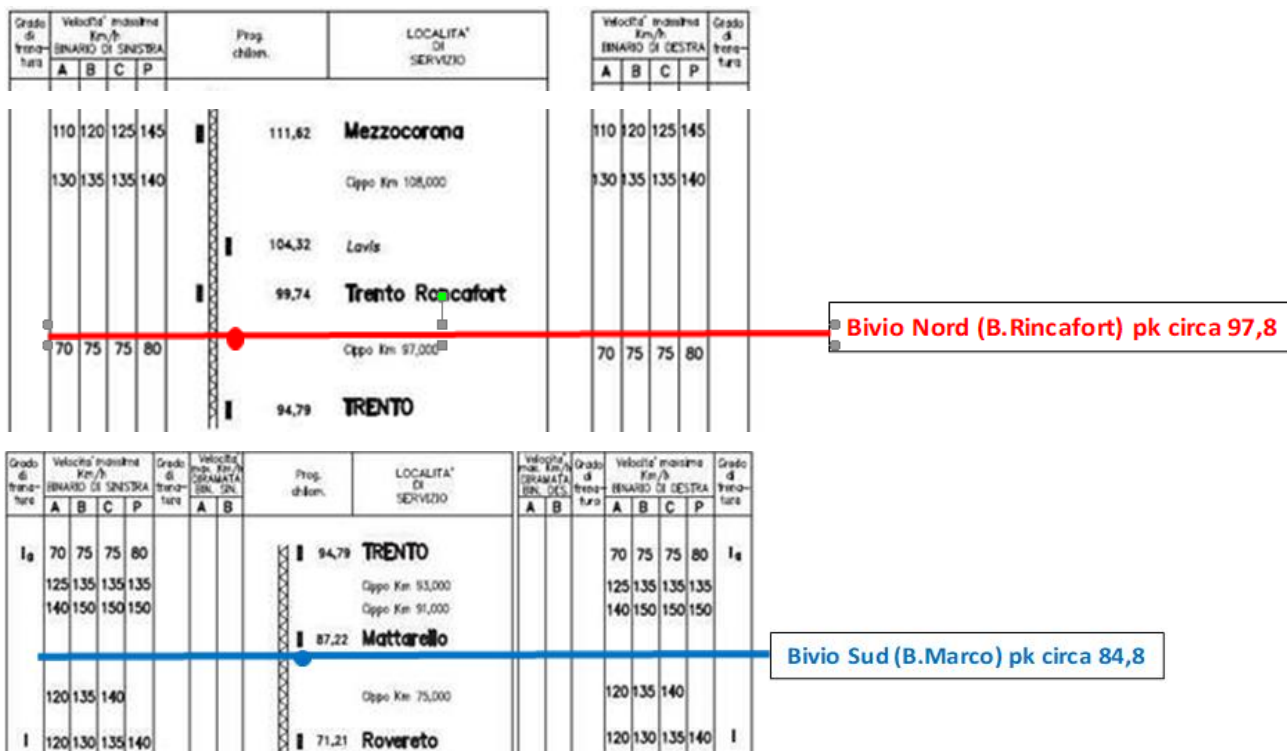
LINEA STORICA Trento – Bivio Marco				
	Tipo Materiale Rotabile	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturno (22-06)	Totale
LP	ETR600 o similari	40	18	58
REG	ETR170 o similari	53	23	76
				134

LINEA AC B. Roncafort – Bivio Marco				
	Tipo Materiale Rotabile	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturno (22-06)	Totale
Merci	E474 o similari	136	58	194

Di seguito lo schematico del MDE di progetto



Di seguito le velocità di fiancata per la direzione nord-sud in corrispondenza dei bivi Trento Nord (Bivio Roncafort) e Trento Sud (Bivio Marco) della nuova circonvallazione. Per la direzione sud-nord, le velocità sono analoghe.



Per la corrispondenza tipologia treno-velocità utilizza tale criterio:

- LP: Rango C
- REG: Rango B
- Merci: Rango A

Per la linea AC la velocità di percorrenza è di 100 km/h per il rango A (merci) in corrispondenza dei due bivi Nord e Sud.

Per quanto riguarda i treni della linea Trento Malè in base al numero di treni attuali dagli orari pubblicati sul sito di Trentino Trasporti. Da tale analisi risultano esserci 49 treni totali di tipo Regionali TAF, di cui 1 nella fascia 22-6, per essi è stata ipotizzata una velocità di 75km/h.

Emissioni dei Rotabili

La simulazione acustica è stata effettuata mediante il software SoundPLAN descritto nel paragrafo successivo. La modellazione tridimensionale di base del territorio utilizzata nella simulazione è stata sviluppata a partire dalla cartografia 3D in formato vettoriale. Le simulazioni sono state svolte implementando i traffici ed i relativi livelli sonori indotti dai transiti sulle opere ferroviarie, utilizzando come dati di input per le emissioni i seguenti valori, già adottati da RFI per i piani di bonifica acustica su tutto il territorio nazionale:

Tabella 2 Sommario LAeqTr diurno a 25 m dal binario normalizzati a 100 Km/h fonte RFI – Livelli in dB

Classi Acustiche	L _{AeqTr}	63Hz	125Hz	250 Hz	500 Hz	1KHz	2KHz	4KHz	8KHz
Aln 668	42.3	10.3	16.5	25.8	37.1	38.2	34.2	30.1	18.6
DIR/IR	46.7	13.5	19.6	31.2	36.8	40.8	43.1	36.9	26.5
E/EN	49.1	15.1	26.3	38.1	43.0	43.3	43.2	40.2	28.6
ETR450/460/480	41.3	7.9	12.9	20.7	25.3	30.1	39.3	34.3	21.9
ETR500	43.0	9.4	14.2	24.1	29.9	34.2	40.9	34.2	22.2
IC	47.3	12.9	18.2	28.1	33.4	40.1	44.9	38.0	26.5
REG	44.7	13.3	20.0	30.3	36.0	38.7	40.3	35.7	25.9
REG-MET	39.3	6.3	15.6	26.5	31.7	34.3	33.4	30.3	21.7
MERCI	54.9	17.7	29.5	40.1	47.9	50.1	48.7	44.3	32.2

I livelli equivalenti diurni relativi ai singoli passaggi sono poi stati utilizzati, assieme ai dati di traffico, per determinare il livello equivalente complessivo a 25 metri di distanza da ogni binario e tarare il modello di simulazione. Analoga procedura è stata seguita per il livello notturno, considerando la durata di 8 ore anziché 16.

La documentazione di progetto evidenzia come la linea in progetto risponda alle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (regolamenti UE - sottosistema “Infrastruttura”, “Sicurezza nelle gallerie” e “Controllo-comando e Segnalamento”).

Pertanto, per caratterizzare le emissioni dei convogli transitanti si è potuto far riferimento ai “valori limite relativi al rumore in transito”, così come definiti dalla Tabella 4 del Regolamento UE n. 1304/2014 – Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema “Materiale rotabile – rumore”, di seguito riportata.

Categoria del sottosistema materiale rotabile	$L_{pAeq, Tp}$ (80 km/h) [dB]	$L_{pAeq, Tp}$ (250 km/h) [dB]
Locomotive elettriche e OTM a trazione elettrica	84	99
Locomotive diesel e OTM a trazione diesel	85	n.d.
EMU	80	95
DMU	81	96
Carrozze	79	n.d.
Carri (normalizzati APL = 0,225) (*)	83	n.d.

(*) Per APL si intende il numero di assili diviso per la distanza tra i respingenti [m^{-1}]

Tabella 4 del Regolamento UE n. 1304/2014 – Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema “Materiale rotabile – rumore”

Il software SoundPLAN, del quale Italferr si avvale per effettuare le simulazioni acustiche per modellizzare una sorgente ferroviaria impone l'input di fattori quali la distanza dal binario alla quale si ottiene un determinato livello sonoro e la velocità con la quale il treno transita lungo il binario stesso.

I valori della Tabella STI sono riferiti a singoli passaggi di unità, alle velocità di 80 km/h e, dove disponibili, di 250 km/h e sono relativi al tempo di transito, definito dalla ISO/FDIS 3095:2013 (E).

Per la stima delle emissioni dei treni circolanti nello scenario futuro, sono stati pertanto sommati i contributi delle singole unità che, assemblate, compongono tali treni.

In via cautelativa le emissioni STI sono state associate solo all'80% dei treni merci futuri, mentre per il restante 20% e per gli altri treni passeggeri le emissioni sono rimaste invariate rispetto allo stato attuale.

Si riportano di seguito le emissioni calcolate a 25 metri di distanza dal binario alla velocità pari a 100 km/h dei treni merci di progetto.

Tipo convoglio	SEL @25m,100km/h dB(A)	Leq @25m,100km/h dB(A)
Merci	92,7	45,1

Caratterizzazione acustica della sorgente e taratura del modello di simulazione

Inserendo nella libreria del modello di simulazione i valori di emissione così come rilevati sperimentalmente, ed il Modello di Esercizio effettivo (numero di transiti realmente avvenuti nelle 24 ore di misura) associato alla linea ferroviaria esistente, sono stati calcolati i Livelli Equivalenti diurni e notturni in corrispondenza dei punti di controllo PS, ricavando i seguenti valori:

Sezione di Misura	punti di misura e controllo	Valori simulati		Valori misurati		Scarti simulati-misurati	
		Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n	Leq,d	Leq,n
	PS1	63,4	60,2	63,2	60,5	0,2	-0,3
	PS2	61,6	58,5	61,2	58,4	0,4	0,1
media degli scarti sui punti PS						0,3	-0,1

In corrispondenza dei punti di controllo posizionati in corrispondenza di ricettori acustici (PS), si osserva una buona corrispondenza dei valori simulati rispetto a quelli misurati (con medie degli scarti inferiori a 0,5 dBA,).

	ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO					
	Relazione generale	PROGETTO IB0Q	LOTTO 3A R 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO IM 0004 001	REV. B

7. Considerazioni sui livelli sonori Ante mitigazione

L'applicazione del modello di simulazione sopra descritto ha permesso di stimare i livelli sonori con la realizzazione delle opere in progetto.

Da un primo esame si nota che i superamenti maggiori si verificano nel periodo notturno in virtù dei limiti più bassi.

Le valutazioni previsionali evidenziano l'impatto da rumore di origine ferroviaria con superamenti dei limiti acustici principalmente nel periodo notturno, nell'area è pertanto necessario prevedere idonei interventi di mitigazione che dovranno essere dimensionati in relazione al periodo più critico e cioè rispetto al periodo notturno.

È possibile valutare il clima acustico ante mitigazione attraverso le Mappe Acustiche prodotte dal modello di simulazione sia per il periodo diurno che notturno (Doc. IB0Q3AR22N5IM0004001A ÷ IB0Q3AR22N5IM0004004A).

8. Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico

8.1. LE BARRIERE ANTIRUMORE: REQUISITI ACUSTICI DELLE BARRIERE ANTIRUMORE, TIPOLOGIE DI BARRIERE ANTIRUMORE UTILIZZATE IN RELAZIONE A MATERIALI E COLORI.

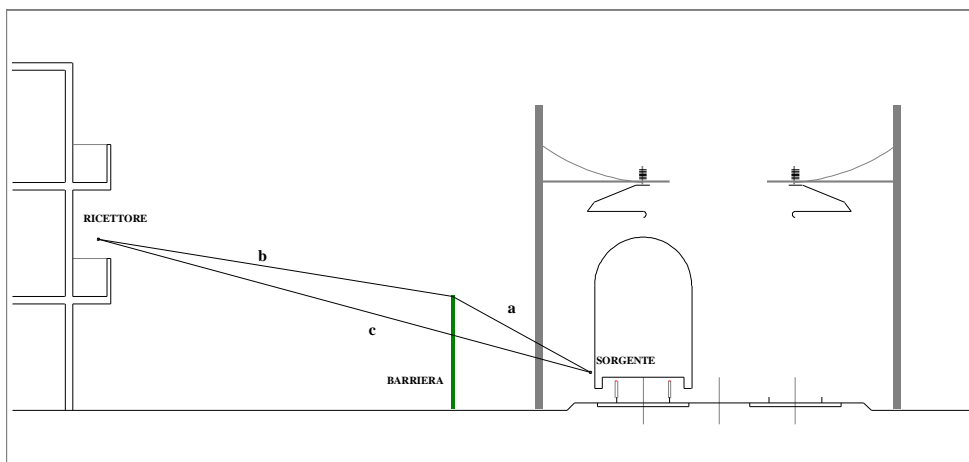
La scelta della tipologia di barriera antirumore è stata effettuata tenendo conto di tutti i criteri tecnici e progettuali atti a garantire l'efficacia globale dell'intervento. L'effetto di una barriera è condizionato dalla minimizzazione dell'energia acustica che, come noto, schematicamente si propaga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

$\alpha = a+b-c =$ differenza tra cammino diretto e cammino diffratto (vedi figura)



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.

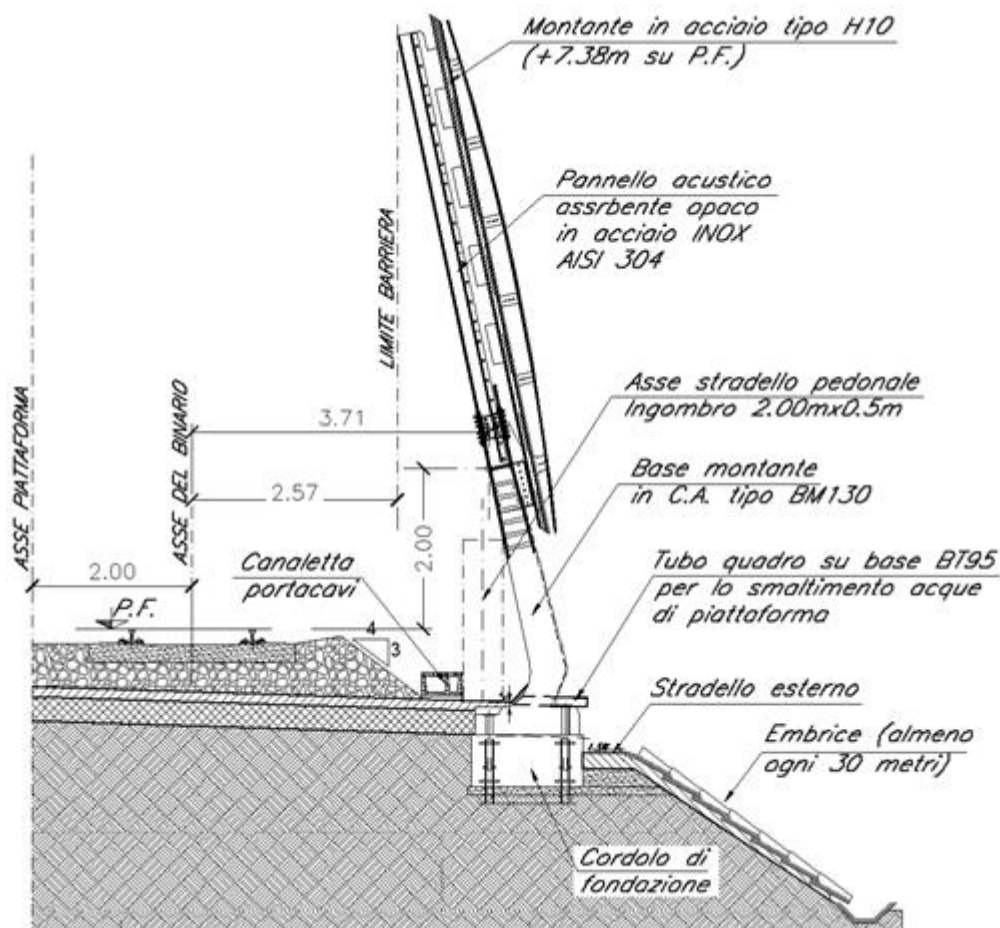
Per quanto concerne le proprietà fonoassorbenti, si suggerisce l'utilizzo di materiali con prestazioni acustiche particolarmente elevate e cioè almeno rispondenti ai coefficienti α relativi alla Classe *Ia* del Disciplinare Tecnico per le Barriere Antirumore delle Ferrovie dello Stato. Detti coefficienti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

8.2. DESCRIZIONE DELLE BARRIERE ANTIRUMORE

La soluzione adottata è costituita dal tipologico di schermo acustico che RFI ha appositamente sviluppato. In relazione agli interventi previsti, nelle successive fasi di progettazione andrà verificato l'esatto posizionamento della barriera antirumore rispetto a quanto ipotizzato in questa prima fase.

La barriera Standard RFI è nello specifico composta da un basamento in calcestruzzo fino a 2 m sul p.f. per un'altezza complessiva di 2,80 m, sormontato da una pannellatura leggera fino all'altezza di barriera indicata dal dimensionamento acustico.



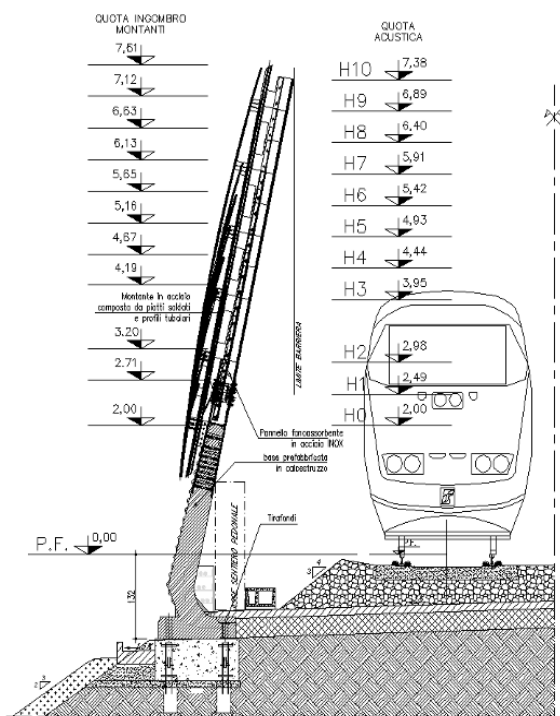
Sul basamento in cls è ancorata una struttura in acciaio che è costituita da un traliccio composto da un tubo in acciaio e due tondi calandrati a formare ciascuno un arco in un piano diagonale. La pannellatura leggera da realizzarsi sopra la parte in cls sarà interamente costituita pannelli fonoassorbenti in acciaio inox.

Al fine di ottenere il massimo rendimento acustico del sistema, il posizionamento dei pannelli fonoassorbenti lungo ogni tratto di intervento rispetta per quanto possibile le due misure seguenti:

- altimetricamente: +2.00 m sul P.F.

- planimetricamente: distanza minima del montante dall'asse del binario più vicino pari a 2.57 m (vedi figura)

Nelle immagine seguente è riportato un tipologico con indicazione delle quote acustiche delle tipologie di barriere installabili.



8.3. GLI INTERVENTI SUGLI EDIFICI

Per ricondurre, ove necessario, 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;

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).

Essendo la normativa UNI 8204 ritirata ma non sostituita è stata presa come riferimento per la classificazione degli infissi e per le caratteristiche fonoisolanti di essi. Vi 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, sono pertanto 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 dB(A); la classe R2 le soluzioni che garantiscono un RW compreso tra 27 e 35 dB(A); la classe R3 tutte quelle soluzioni che offrono un RW superiore a 35 dB(A). I serramenti esterni che offrono un potere fonoisolante minore di 20 dB(A) 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 - $20 \leq RW \leq 27$ dB(A)

- 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 - $27 \leq RW \leq 35$ dB(A)

- 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 - $RW > 35$ dB(A)

- 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.
-



ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA
LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO

Relazione generale

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 22	RG	IM 0004 001	B	27 DI 30

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 antifonici dovranno essere dotati anche di aeratori che potranno essere a ventilazione forzata o naturale.

9. Le opere di mitigazione sul territorio e i livelli acustici post mitigazione

Il dimensionamento degli interventi di mitigazione acustica è stato finalizzato all'abbattimento dai livelli acustici prodotti dall'infrastruttura ferroviaria.

La scelta progettuale è stata quella di privilegiare l'intervento sull'infrastruttura stessa.

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

Complessivamente è stata prevista la messa in opera di 3.121 metri di barriere antirumore, con l'utilizzo di moduli da +2,98 m su p.f. a +7,38m su p.f..

Gli interventi sono rappresentati graficamente nelle *Mappe acustiche post mitigazione diurne e notturne* (Doc IB0Q3AR22D5IM0004003A ÷ IB0Q3AR22D5IM0004004A) ed indicate con dimensione e tipologia nella tabella seguente.

Si evidenzia che l'altezza dei manufatti è considerata sempre rispetto alla quota del piano del ferro eccetto dove eventualmente diversamente specificato:

BARRIERE ANTIRUMORE - PFTE LOTTO 3A CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO

Codice Barriera	Lato	Linea	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Km inizio	km fine	Lungh m	Tipologia Sede Ferroviaria
BA_D_001	Dispari	Linea AC*	H10	7,38 m	Km 00-227	Km 00+165	394 m	Raso/ Trincea
BA_D_002	Dispari	Linea AC*	H3	3,95 m	Km 00+165	Km 00+468	303 m	Raso/ Trincea
BA_D_003A	Dispari	Linea AC*	H2 su muro	9,25 m	Km 12+677	Km 12+833	142 m	Trincea rispetto a Linea AC
BA_D_003B	Dispari	Linea AC*	H2 su muro – Barriera in sovrapposizione con la pensilina della stazione	9,25 m	Km 12+820	Km 12+833	13 m	Trincea rispetto a Linea AC
BA_D_004B	Dispari	Linea AC*	H2 su muro – Barriera in Sovrapposizione con la pensilina della stazione	8,23 m	Km 12+865	Km 12+878	13 m	Trincea rispetto a Linea AC
BA_D_004A	Dispari	Linea AC*	H2 su muro	8,23 m	Km 12+878	Km 12+950	71 m	Trincea rispetto a Linea AC
BA_D_005	Dispari	Linea AC*	H2	2,98 m	Km 13+400	Km 13+514	116 m	Raso/ Rilevato
BA_D_006	Dispari	Linea AC*	H6	5,42 m	Km 12+514	Km 13+762	247 m	Raso/ Rilevato
BA_D_007	Dispari	Linea AC*	H7	5,91 m	Km 13+762	Km 14+063	301 m	Raso/ Rilevato
BA_P_001	Pari	L.S. Acquaviva	H6	5,42 m	Km 00+477	Km 00+654	176	Raso/ Rilevato
BA_P_002	Pari	L.S. Trento	H3	3,95 m	Km 00-006	Km 00+360	367	Raso/ Rilevato

BARRIERE ANTIRUMORE - PFTE LOTTO 3A CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO

Codice Barriera	Lato	Linea	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Km inizio	km fine	Lungh m	Tipologia Sede Ferroviaria
BA_P_003	Pari	L.S. Trento	H2	2,98 m	Km 00+360	Km 00+468	107	Raso/ Rilevato
BA_P_004	Pari	L.S. Trento	H3	3,95 m	Km 00+548	Km 00+719	171	Raso/ Rilevato
BA_P_005	Pari	L.S. Trento	H6	5,42 m	Km 01+707	Km 01+831	124	Raso/ Rilevato
BA_P_006	Pari	L.S. Trento	H6	5,42 m	Km 01+845	Km 01+953	108	Raso/ Rilevato
BA_P_007	Pari	Linea AC	H5	4,93 m	Km 13+630	Km 14+098	468	Raso/ Rilevato

BARRIERE LATO PARI LINEA STORICA ACQUAVIVA	176,00 m
BARRIERE LATO PARI LINEA STORICA TRENTO	474,00 m
BARRIERE LATO PARI LINEA AC	871,00 m
BARRIERE LATO DISPARI LINEA AC*	1.600,00 m
TOTALE BARRIERE	3.121,00 m

*Le pk fanno riferimento al binario pari AC

Come si evince dalla tabella riepilogativa degli interventi di mitigazione, si è reso necessario prevedere interventi mitigativi anche sulla linea storica di Acquaviva e Trento al fine di riportare a norma i livelli sonori di alcuni ricettori a ridosso di tale linea, ma ricadenti nell'ambito di studio del progetto in esame.

Gli interventi di mitigazione acustica sono rappresentati graficamente ed indicati con dimensione e tipologia nella *Planimetria di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica* (codifica elaborati IB0Q3AR22P6IM0004004÷6A).

Gli estremi della schermatura acustica indicati nella tabella potranno subire minime 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. Laddove la continuità delle barriere antirumore non è stata possibile per interferenza con altre opere di progetto (fabbricati di stazione, accessi, ecc.) dovrà essere ristabilita nel caso in cui, nelle fasi successive, la localizzazione di tali opere non dovesse coincidere col progetto in esame.

Come si evince dai dati riportati negli Output del modello di calcolo (elaborato "Livelli Acustici in facciata Ante e Post Mitigazione" IB0Q3AR22TTIM0004001A), a fronte del dimensionamento proposto degli interventi di mitigazione acustica lungo linea è possibile abbattere considerevolmente i livelli sonori prodotti con la realizzazione del progetto in esame in corrispondenza dei ricettori protetti da barriera antirumore, garantendo quasi ovunque il rispetto dei limiti imposti dalla normativa vigente.

In merito ai superamenti residui, riportati per semplicità nella tabella sottostante, si segnala come gli sforamenti ai limiti normativi, per i ricettori 4007,4010, 6001 e 6002, siano ascrivibili all'esercizio della linea storica, pertanto per gli interventi mitigativi su questi ultimi si rimanda alla progettazione degli interventi della nuova stazione di Trento.

Infine per quanto riguarda i superamenti del ricettore 3002, per esso si prevedono interventi diretti di sostituzione degli infissi così da verificare il rispetto del limite all'interno del locale, per maggiori dettagli si rimanda alla consultazione degli elaborati *Relazione interventi diretti sui ricettori - IB0Q3AR22RHIM0004001A* e *Schede tecniche interventi diretti sui ricettori - IB0Q3AR22SHIM0004002A*

**ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA
 ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
 QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA
 LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO**

			ANTE MITIGAZIONE						POST MITIGAZIONE			
			Limiti Acustici di Riferimento		Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata		Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata	
Numero Ricettore	Destinazione d'uso	Piano	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)
3002	RES	p. terra	62	52	62,7	60,5	0,7	8,5	62,7	60,5	0,7	8,5
3002	RES	piano 1	62	52	62,9	60,7	0,9	8,7	62,9	60,7	0,9	8,7
3002	RES	piano 2	62	52	63,1	60,9	1,1	8,9	63,1	60,9	1,1	8,9
4007	RES	p. terra	70	60	64,5	61,4	-	1,4	64,5	61,4	-	1,4
4007	RES	piano 1	70	60	68,5	65,4	-	5,4	68,5	65,4	-	5,4
4007	RES	piano 2	70	60	68,3	65,2	-	5,2	68,3	65,2	-	5,2
4007	RES	piano 3	70	60	68	64,9	-	4,9	68	64,9	-	4,9
4010	RES	piano 1	65	55	58,8	55,6	-	0,6	58,7	55,6	-	0,6
4010	RES	piano 2	65	55	60,6	57,5	-	2,5	60,6	57,5	-	2,5
4010	RES	piano 3	65	55	60,8	57,6	-	2,6	60,7	57,6	-	2,6
4010	RES	piano 4	65	55	60,7	57,5	-	2,5	60,6	57,5	-	2,5
4010	RES	piano 5	65	55	60,6	57,4	-	2,4	60,6	57,4	-	2,4
4010	RES	piano 6	65	55	60,4	57,3	-	2,3	60,4	57,3	-	2,3
4010	RES	piano 7	65	55	60,3	57,2	-	2,2	60,3	57,2	-	2,2
6001	RES	piano 1	70	60	64,1	61	-	1,0	64,1	61	-	1,0
6002	SCH	p. terra	50	-	52,7	49,5	2,7	-	52,7	49,5	2,7	-
6002	SCH	piano 1	50	-	54	50,9	4,0	-	54	50,9	4,0	-
6002	SCH	piano 2	50	-	54,3	51,2	4,3	-	54,3	51,2	4,3	-
6002	SCH	piano 3	50	-	54	50,9	4,0	-	54	50,9	4,0	-