

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ARCHITETTURA, AMBIENTE E TERRITORIO

PROGETTO DEFINITIVO

VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA

VARIANTE DI BAULADU

STUDIO ACUSTICO

Relazione Generale

SCALA :

-

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

RR0H 01 D 22 RG IM0006 001 A

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	E.Zola 	Marzo 2018	A. Corvaja 	Marzo 2018	T. Paoletti 	Marzo 2018	D. Ludovici Marzo 2018

n.Elab.: 837

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

INDICE

1	PREMESSA	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	3
	2.1 Legge Quadro 447/95	3
	2.2 D.P.R. 459/98	5
	2.3 DPR 142/04	6
	2.4 Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000)	8
3	CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO	9
4	CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM	10
	4.1 Descrizione dei ricettori	10
	4.1.1 Il censimento dei ricettori	10
5	GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	12
	5.1 Illustrazione delle tecniche previsionali adottate	12
	5.2 Dati di input del modello	13
	5.2.1 Modello di esercizio	13
	5.2.2 Emissioni dei rotabili	14
6	CONSIDERAZIONI GENERALI SUI LIVELLI SONORI POST OPERAM	16
7	ANALISI DI DETTAGLIO DEI LIVELLI SONORI POST OPERAM	17

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

1 PREMESSA

Il presente documento contiene i risultati dello studio relativo all'impatto acustico prodotto dall'esercizio della Variante di tracciato di Bauladu, nell'ambito del progetto di velocizzazione della Linea San Gavino - Sassari - Olbia.

Il tracciato di progetto, di lunghezza pari a circa 8,5 km, interessa interamente la provincia di Oristano.

L'iter metodologico seguito 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 della eventuale concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali.
- Caratterizzazione ante operam. In questa fase dello studio è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) con particolare riguardo alla destinazione d'uso, all'altezza e stato di conservazione dei ricettori potenzialmente impattati e ricadenti nella fascia di indagine di circa 300 m per lato della linea.
- 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. Gli output del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea (in nessun caso si è rilevata la presenza di infrastrutture concorrenti così come previsto dal D.M. 29 novembre 2000).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV 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;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

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;

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.

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

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 mezzeria 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 dBA nel periodo diurno e di 40 dBA 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 dBA nel periodo diurno e di 60 dBA nel periodo notturno;
3. Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «B» il limite è di 65 dBA nel periodo diurno e di 55 dBA 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 dBA di Leq nel periodo notturno per ospedali, case di cura, e case di riposo;
2. 40 dBA di Leq nel periodo notturno per tutti gli altri ricettori;
3. 45 dBA 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

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 pari a 150 m

tipo Da e Db fascia pari a 100 m

tipo E ed F fascia 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

Tab. 1 - Limiti acustici per le strade esistenti e assimilabili

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	Notturno	Diurno	Notturno
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				

* Per le scuole vale il solo limite diurno

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 evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui recettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

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

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

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

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

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

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 dBA 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A	FOGLIO 9 di 19

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.

Nell'area di progetto non sono presenti sorgenti infrastrutturali che possono essere ritenute concorsuali.

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

4 CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM

4.1 Descrizione dei ricettori

Le aree di progetto interessate riguardano interamente la Provincia di Oristano. Il tracciato di progetto, di lunghezza pari a circa 8,5 km, attraversa i Comuni di Paulilatino, Bauladu e Solarussa.

Il Progetto in esame prevede in particolare la realizzazione di un nuovo tratto di linea in variante a singolo binario che devia dalla linea storica e vi si rinnesta nella parte finale, sviluppandosi, nei tratti allo scoperto per lo più in rilevato e trincea, ad esclusione di n.2 viadotti (pk 1+700÷1+950 e 7+640÷7+810).

I tratti a cielo aperto, ambito di studio acustico, hanno un'estensione totale pari a circa 3,8 km e attraversano aree non densamente edificate.

4.1.1 Il censimento dei ricettori

Nell'ambito delle analisi ante operam per la componente rumore è stato effettuato, come accennato, il 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 circa 300 metri dal binario esterno.

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 1:10.000/1:2000 (elaborato RR0H01D22PXIM0006001A *Planimetria di censimento dei ricettori*).

Nella planimetria di censimento summenzionata, in merito ai ricettori censiti sono state evidenziate mediante apposita campitura colorata le informazioni di seguito descritte:

Tipologia dei ricettori

- Residenziale;
- Industriale e artigianale;
- Ruder, dismessi, box e depositi;
- Pertinenza FS

Altezza dei ricettori

Indicato come numero di piani fuori terra

 ITALFERR <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

L'attività di verifica ante operam è stata quindi implementata 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 RR0H01D22SHIM0006001A *Schede di censimento dei ricettori*.

Di seguito viene fornita una descrizione delle informazioni contenute nella 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 dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
 - 2 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
 - 3 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
 - 4 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
 - 5 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (oltre 250 m)
 - 6 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (oltre 250 m)
 - ZZZ è il numero progressivo del ricettore

- Tavola planimetrica che contiene il ricettore

B) *Dati localizzativi*

- Regione
- Provincia
- Comune
- Progressiva ferroviaria

C) *Dati caratteristici dell'edificio esaminato*

- Numero dei piani
- Destinazione d'uso del ricettore (residenziale, pertinenza agricola, etc.)
- Stato di conservazione
- Orientamento dell'edificio rispetto alla linea ferroviaria in progetto

D) *Numero degli infissi*

E) *Descrizione della fascia tra la linea ferroviaria e l'edificio e individuazione delle sorgenti concorsuali*

F) *Documentazione fotografica*

	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

5 GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

5.1 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.

Grazie alla sua versatilità e ampiezza del campo applicativo, è all'attualità il Software previsionale acustico più diffuso al mondo. In Italia è in uso a centri di ricerca, Università, Agenzie per l'Ambiente, ARPA, Comuni, Società e studi di consulenza.

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 dalla 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 del raggio 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 ad elementi naturali e

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

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.

5.2 Dati di input del modello

L'applicazione del modello previsionale ha richiesto il reperimento 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 appositamente prodotta per il progetto definitivo e dalle planimetrie, profili e sezioni di progetto. I dati territoriali sono stati verificati mediante i sopralluoghi in campo effettuati nel corso di elaborazione del censimento dei ricettori.

Per quanto concerne lo standard di calcolo, è stato utilizzato quello delle Deutsche Bundesbahn, sviluppato nelle norme Shall 03. I parametri di calcolo utilizzati sono invece 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 (dB)	0,010		
Tolleranza rispettata per ..	risultato complessivo		

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

5.2.1 Modello di esercizio

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

Per il modello di esercizio, inteso come numero di transiti giornalieri suddivisi per periodo diurno/notturno e velocità di percorrenza per ogni tipologia di convoglio si fa riferimento a quelli considerato nel PP 2006 e di seguito riportato.

Modello di esercizio di progetto – Suddivisione convogli nei periodi di riferimento Diurno e Notturno

TRATTA	Materiale VIAGGIATORI		Materiale MERCI		TOT.
	22-06	06-22	22-06	06-22	
ORISTANO – MACOMER	3	26	1	5	35
MACOMER – CHILIVANI	-	16	2	7	25
CHILIVANI - OLBIA	2	20	4	9	35
CHILIVANI - SASSARI	1	22	1	8	32

Per la variante in oggetto si considera la tratta Oristano-Macomer.

Di seguito si riportano le velocità di tracciato di progetto

Modello di esercizio di progetto – Velocità di tracciato per rango

Velocità di tracciato	Rango A = 140 km/h Rango B = 150 km/h Rango C = 155 km/h Rango P = 185 km/h
------------------------------	--

Nel Modello di Esercizio di progetto si ipotizzano, per il materiale rotabile “Viaggiatori” composizioni tipo Aln 668/663 (L= 70,6 metri – tripla composizione) ed inoltre ATR 365 (L= 25 metri) e Minuetto (L=51,9) in singola o doppia composizione. La composizione stimata massima del materiale rotabile “Merci” è pari a 400 metri.

5.2.2 Emissioni dei rotabili

La documentazione di progetto evidenzia come la linea in progetto, appartenente peraltro alla Rete TEN “Globale”, 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

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

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}]

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.

Si riportano di seguito le emissioni calcolate a 25 metri di distanza dal binario alla velocità pari a 100 km/h del materiale rotabile di progetto.

Tipo convoglio	SEL@25m,100km/h dB(A)	Leq@25m,100km/h dB(A)
Minuetto Doppia composizione	84,6	37,0
Aln 663 Tripla composizione	84,1	36,5
ATR 365 Tripla composizione	84,4	36,8
Merci $L_{max} = 400$ metri	89,7	42,1

Nel modello di simulazione, per i treni passeggeri sono state inputate le emissioni del Minuetto in doppia composizione, mentre per i treni merci sono state assunte le emissioni dei convogli di lunghezza massima ($L=400$ m). Ciò ha permesso pertanto di operare in condizioni di cautelatività.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A	FOGLIO 16 di 19

6 CONSIDERAZIONI GENERALI SUI LIVELLI SONORI POST OPERAM

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 osserva come i livelli più elevati si verificano nel periodo diurno, in virtù del maggior numero di transiti di convogli.

Tuttavia, tali livelli sono tali da non produrre alcuna eccedenza in entrambi i periodi di riferimento presso gli sporadici ricettori presenti, mantenendosi ovunque ampiamente al di sotto dei limiti di norma.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

7 ANALISI DI DETTAGLIO DEI LIVELLI SONORI POST OPERAM

Con l'ausilio del software *SoundPLAN* descritto nei paragrafi precedenti è stata effettuata la simulazione dei livelli sonori una volta in esercizio la variante in progetto.

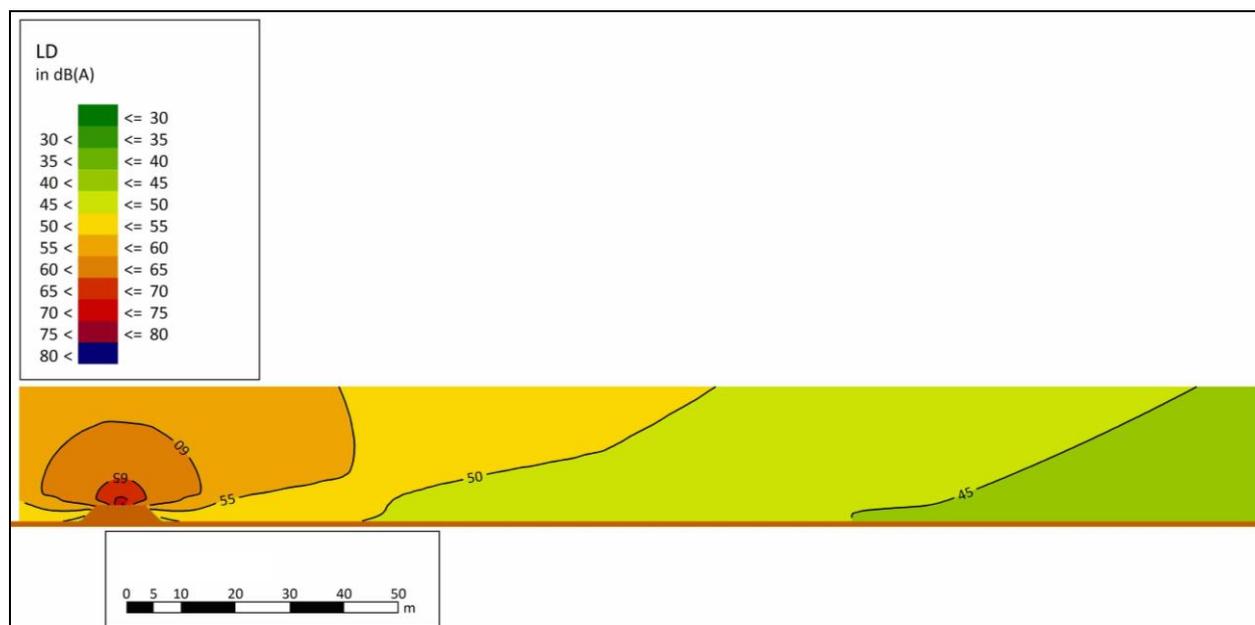
Sono state prodotte sezioni acustiche tipologiche per le sezioni in rilevato basso (3 metri) e trincea bassa (3 metri).

Come accennato nel paragrafo 6, i livelli maggiori si verificano nel periodo diurno, in virtù del numero maggiore di transiti dei convogli.

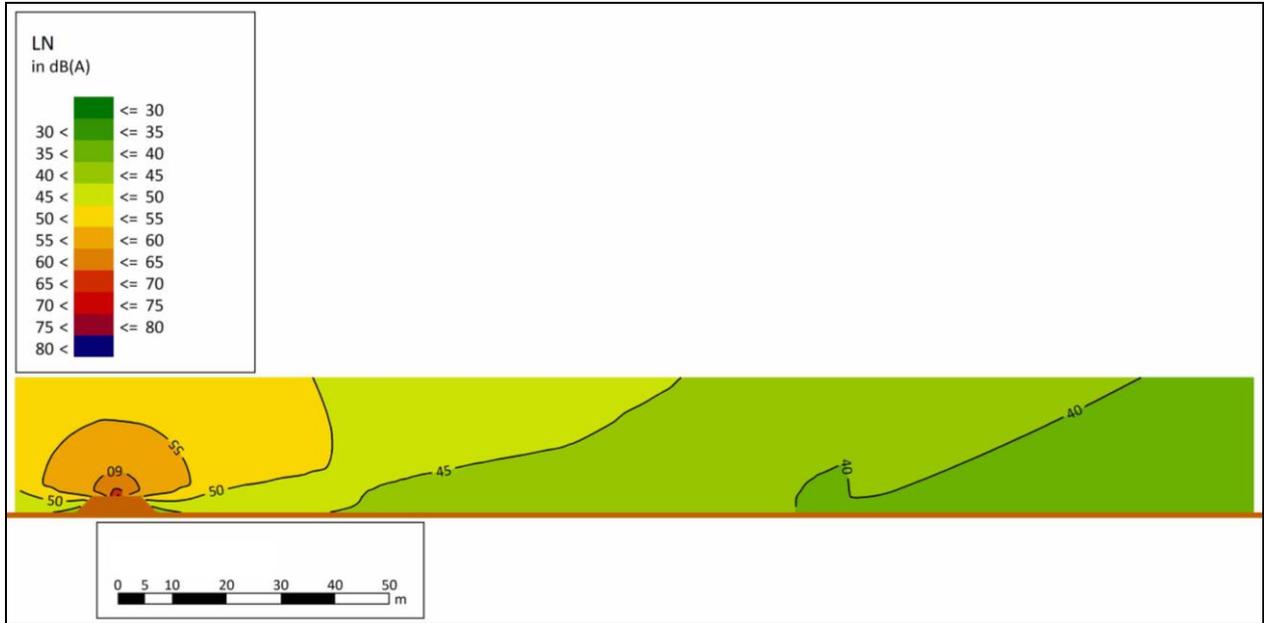
Tuttavia, come si evince dall'analisi delle mappe, di seguito riportate e relative allo scenario di progetto, tali livelli sono tali da risultare entro i limiti di norma già ai piedi del rilevato o alla sommità della trincea, per entrambi i periodi di riferimento (diurno e notturno).

L'unico ricettore da investigare (di destinazione d'uso residenziale) è il n.6001, distante circa 250 metri dall'infrastruttura ferroviaria in oggetto, in una tratta in corrispondenza di un imbocco di galleria.

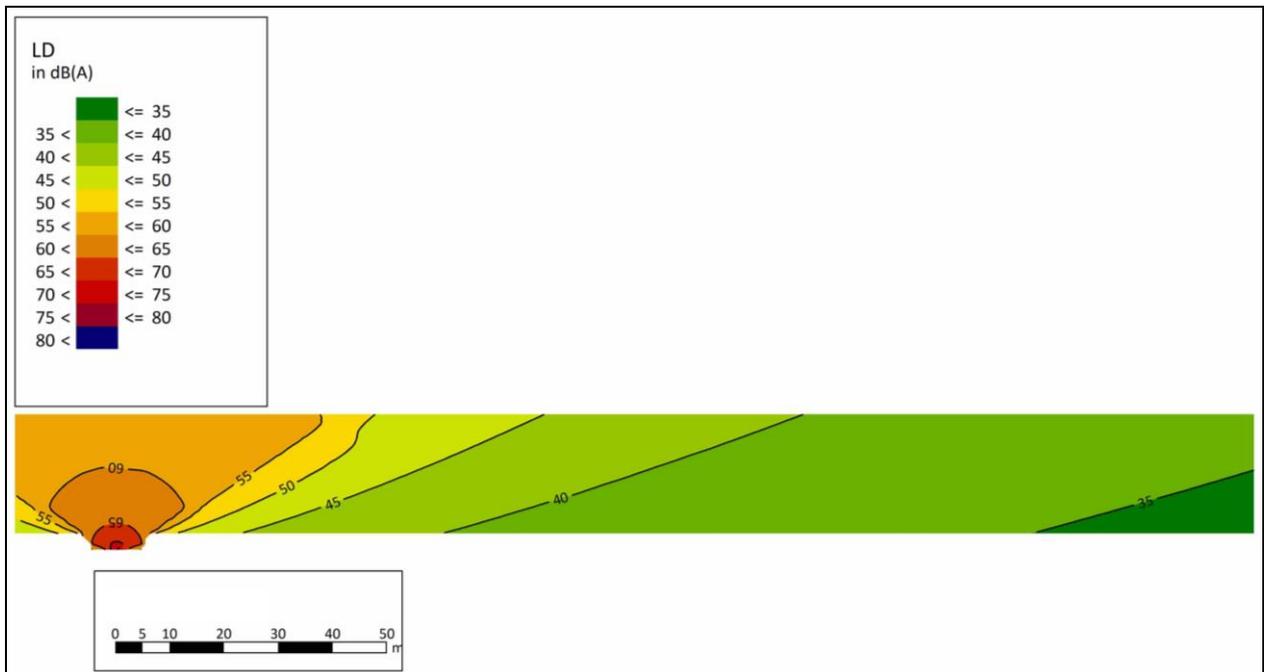
Mappa 1 – Mappa verticale di rumore periodo diurno, rilevato



Mappa 2 – Mappa verticale di rumore periodo notturno, rilevato

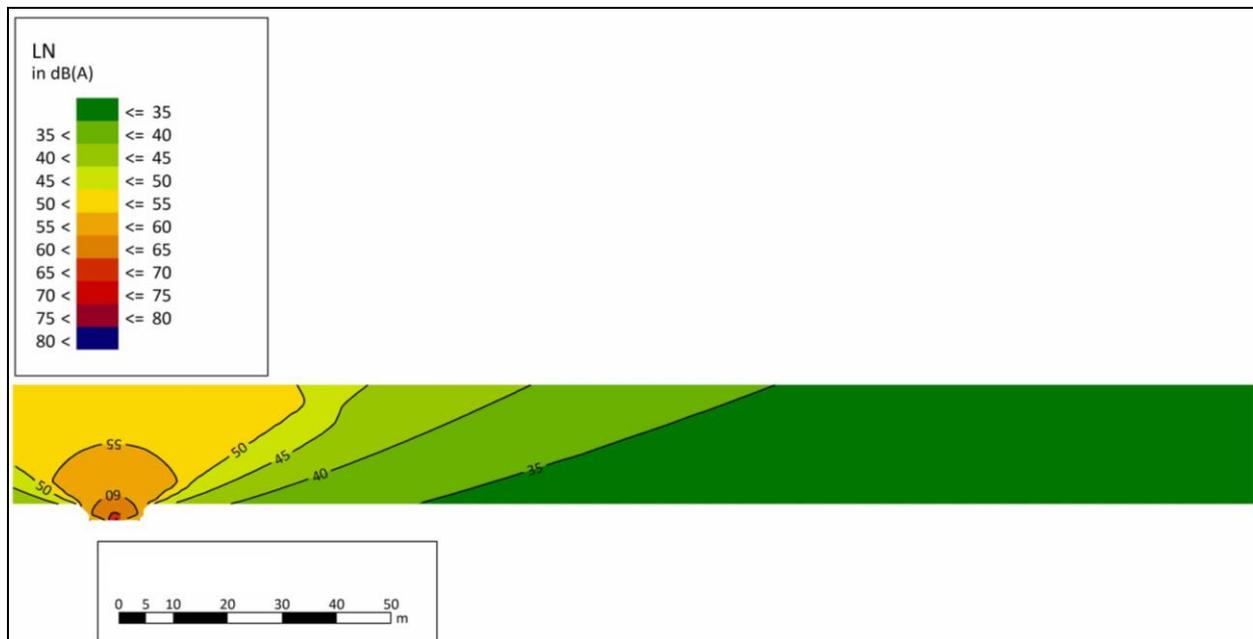


Mappa 3 – Mappa verticale di rumore periodo diurno, trincea



	VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO - SASSARI - OLBIA VARIANTE DI BAULADU PROGETTO DEFINITIVO				
	STUDIO ACUSTICO Relazione Generale	PROGETTO RR0H	LOTTO 01	DOCUMENTO D22 RG IM0006 001	REV A

Mappa 4 – Mappa verticale di rumore periodo notturno, trincea



Per quanto detto, risultando ovunque ampiamente garantiti i limiti di norma e riscontrata l'assenza pressoché totale di ricettori residenziali e/o sensibili, ne consegue che non risulta necessario alcun intervento antirumore.

A valle dell'analisi geologica dei terreni attraversati (perlopiù basaltici e lavici, con sporadica presenza di sabbie e ghiaie), della tipologia di tracciato ferroviario e considerate le condizioni al contorno (assenza di ricettori) si esclude altresì un impatto da vibrazioni. Il fenomeno vibratorio difatti, già a ridosso della sorgente (dell'ordine di pochi metri) si attenua permettendo il rispetto delle norme di riferimento (UNI 6914, UNI 9916).