

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

**U.O. ARCHITETTURA AMBIENTE E TERRITORIO
S.O. AMBIENTE**

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

**POTENZIAMENTO LINEA BATTIPAGLIA - POTENZA - METAPONTO
VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNARDA**

INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA

STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE

Relazione generale

SCALA:

-

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

I A 9 5 1 3 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 definitiva	A. Colonna	Ottobre 2021	C. Giannobile A. Corvaja	Ottobre 2021	I. D'Amore	Ottobre 2021	C. Ercolani Dicembre 2021
B	Emissione definitiva	C. Giannobile 	Dicembre 2021	A. Corvaja 	Dicembre 2021	I. D'Amore 	Dicembre 2021	 PER EMISSIONE ITALFERR S.p.A. Dott.ssa Carolina Ercolani S.O.: Ambiente

File: IA9513R22RGIM0004001B

n. Elab.:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

Sommario

1	PREMESSA.....	4
2	STUDIO ACUSTICO.....	5
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	6
2.1.1	<i>Legge quadro 447/95</i>	6
2.1.2	<i>DPR 459/98</i>	8
2.1.3	<i>DPR 142/04</i>	9
2.1.4	DECRETO PER LA PREDISPOSIZIONE DEGLI INTERVENTI ANTIRUMORE DA PARTE DEI GESTORI DELLE INFRASTRUTTURE (DM 29/11/2000).....	11
2.1.5	CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO.....	12
2.2	LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCORSUALITÀ.....	13
2.3	IL CENSIMENTO DEI RICETTORI.....	16
2.4	TECNICHE PREVISIONALI ADOTTATE.....	18
2.5	DATI DI INPUT DEL MODELLO PREVISIONALE	18
2.5.1	<i>MODELLO DI ESERCIZIO</i>	19
2.5.2	<i>EMISSIONI DEI ROTABILI.....</i>	20
2.6	INDAGINI FONOMETRICHE E CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM.....	20
2.7	LIVELLI ACUSTICI DEL RUMORE FERROVIARIO ALLO STATO ATTUALE ...	22
2.8	LIVELLI ACUSTICI DEL RUMORE FERROVIARIO ALLO STATO DI PROGETTO – POST OPERAM	23
2.9	LIVELLI ACUSTICI DEL RUMORE FERROVIARIO ALLO STATO DI PROGETTO MITIGATO - POST OPERAM MITIGATO.	23
2.10	METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO.....	24
2.10.1	<i>INTERVENTI ALTERNATIVI DI MITIGAZIONE DEL RUMORE FERROVIARIO</i>	<i>24</i>

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

2.10.2	REQUISITI ACUSTICI	25
2.10.3	DESCRIZIONE DELLE BARRIERE ANTIRUMORE	27
2.10.4	GLI INTERVENTI SUGLI EDIFICI	30
2.11	GLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI	31
3	STUDIO VIBRAZIONALE	35
3.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	35
3.2	AREA DI STUDIO	39
3.2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	39
3.2.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	39
3.3	INDAGINI VIBRAZIONALI	40
3.3.1	RILIEVI DI VIBRAZIONI IN SITU	40
3.3.2	ANALISI DEI RILIEVI	42
3.4	STUDIO DELL'IMPATTO DA VIBRAZIONI	46
3.4.1	LE VIBRAZIONI INDOTTE IN FASE DI ESERCIZIO	46
3.4.2	CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE DI VIBRAZIONI	46
3.4.3	LA PROPAGAZIONE DELLE VIBRAZIONI NEL TERRENO	49
3.4.4	LA PROPAGAZIONE DELLE VIBRAZIONI NELLE STRUTTURE EDILIZIE	53
3.5	LA VALUTAZIONE DELLE VIBRAZIONI INDOTTE IN FASE DI ESERCIZIO	59
3.5.1	PREVISIONE DELL'IMPATTO IN FASE DI ESERCIZIO	59
3.5.2	TRAFFICO DI ESERCIZIO	60
3.5.3	LIVELLI VIBRAZIONALI INDOTTI	60
3.5.4	INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI AREE CRITICHE	62

Allegato 1 - Report Indagini Acustiche

Allegato 2 - Report Indagini Vibrazioni

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

1 **PREMESSA**

La presente relazione contiene i risultati dello studio acustico e vibrazionale, relativo al rumore e alle vibrazioni prodotte dall'esercizio di due tratte della linea ferroviaria Potenza – Metaponto, realizzato nell'ambito del PFTE degli interventi di velocizzazione della tratta Grassano – Bernalda.

Lo studio acustico si riferisce alla tratta della suddetta linea compresa tra il km 218+460 e il km 230+720 oggetto di interventi di velocizzazione con sviluppo del nuovo tracciato in variante all'attuale.

Il tracciato oggetto di questo studio interessa il territorio dei Comuni di Salandra e Ferrandina, entrambi appartenenti alla provincia di Matera.

Lo studio acustico è stato sviluppato dall'Ing. Claudio Giannobile, Tecnico Competente in Acustica ai sensi della L.447/95 e D.Lgs. 42/17 iscritto all'albo ENTECA n. 7391.

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

2 STUDIO ACUSTICO

Lo studio acustico ha permesso di definire gli interventi di mitigazione acustica necessari al rispetto dei limiti di legge.

Lo studio acustico è composto dai seguenti elaborati, oltre alla presente Relazione Acustica e vibrazionale:

- Planimetria dei ricettori e dei punti di misura (IA9513R22P5IM0004001B÷4B)
- Schede di censimento dei ricettori (IA9513R22SHIM0004001B)
- Mappe acustiche periodo diurno– Stato attuale (IA9513R22N5IM0004001B÷4B)
- Mappe acustiche periodo notturno – Stato attuale (IA9513R22N5IM0004005B÷8B)
- Mappe acustiche periodo diurno– Post Operam (IA9513R22N5IM000409B÷12B)
- Mappe acustiche periodo notturno – Post Operam (IA9513R22N5IM0004013B÷16B)
- Planimetria degli interventi di mitigazione acustica (IA9513R22P5IM0004005B÷8B)
- Mappe acustiche periodo diurno– Post Operam mitigato (IA9513R22N5IM0004017B÷20B)
- Mappe acustiche periodo notturno – Post Operam mitigato (IA9513R22N5IM0004021B÷24B)
- Output della simulazione acustica – Livelli acustici in facciata (IA9513R22TTIM0004001B)

L'iter metodologico seguito può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate.

Definizione dei ricettori acustici

Nell'ambito dello studio è stato redatto un dettagliato censimento dei ricettori.

In conformità con quanto previsto dal DPR 459/98 l'attività di censimento ricettori ha riguardato una porzione di territorio di ampiezza pari alla fascia di pertinenza della Potenza-Metaponto (250 m per lato) ed è stato esteso per ulteriori 50 m oltre tale fascia.

L'ubicazione dei ricettori è riportata nell'elaborato “*Planimetria dei ricettori e dei punti di misura*” (IA9513R22P5IM0004001B÷04B).

Individuazione dei valori limite di immissione per il rumore ferroviario.

Si è applicato il DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario) tenendo conto, ai sensi del DMA 29/11/2000, della concorsualità del rumore prodotto dalle altre infrastrutture stradali.

Indagini Fonometriche

Sono state eseguite delle indagini fonometriche di tipo ferroviario su tutta la tratta Grassano Bernalda, con lo scopo di calibrare il modello acustico utilizzato per la definizione degli scenari di progetto. Tali indagini fonometriche sono state integrate con delle indagini di rumore ambientale.

I rapporti sulle indagini eseguite sono riportate in allegato alla presente relazione. L'ubicazione dei punti di misura è riportata nell'elaborato “*Planimetria dei ricettori e dei punti di misura*” (IA9513R22P5IM0004001B÷0B).

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

Livelli acustici del rumore ferroviario allo stato attuale

Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla stima dei livelli di rumore dovuti all'esercizio della linea ferroviaria attuale su tutti i ricettori individuati. I calcoli sono stati svolti utilizzando il metodo di calcolo Schall 03. I livelli di rumore ferroviario immessi dalla infrastruttura ferroviaria in facciata ai ricettori sono riportati nell'apposito elaborato "*Output della simulazione acustica – Livelli acustici in facciata*" (IA9513R22TTIM0004001B). Una restituzione grafica dei livelli di rumore ferroviario allo stato attuale è riportata mediante le "*Mappe acustiche periodo diurno– Stato attuale*" (IA9513R22N5IM0004001B÷08B) e le "*Mappe acustiche periodo notturno – Stato attuale*" (IA9513R22N5IM0004005B÷8B).

Livelli acustici del rumore ferroviario allo stato di Progetto – Post Operam

Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla stima dei livelli di rumore dovuti all'esercizio dei tratti ferroviari oggetto di progettazione su tutti i ricettori individuati. I calcoli sono stati svolti utilizzando il metodo di calcolo Schall 03. I risultati del modello di simulazione sono stati messi a confronto con i limiti acustici relativi ai tratti ferroviari oggetto di studio. I livelli di rumore ferroviario immessi dalla infrastruttura ferroviaria in facciata ai ricettori sono riportati nell'apposito elaborato "*Output della simulazione acustica – Livelli acustici in facciata*" (IA9513R22TTIM0004001B). Una restituzione grafica dei livelli di rumore ferroviario allo stato di progetto è riportata mediante le "*Mappe acustiche periodo diurno– Post Operam*" (IA9513R22N5IM0004009B÷12B) e le "*Mappe acustiche periodo notturno – Post Operam*" (IA9513R22N5IM0004013B÷16B).

Dimensionamento degli interventi di mitigazione e livelli acustici ferroviari allo stato mitigato.

Laddove necessario sono stati dimensionati degli interventi di mitigazione acustica con l'obiettivo di ricondurre i livelli di rumore ferroviario al di sotto dei limiti di legge. L'insieme di tali interventi è riportato nell'elaborato "*Planimetria degli interventi di mitigazione acustica*" (IA9513R22P5IM0004005B÷008B). I livelli di rumore ferroviario immessi dalla infrastruttura ferroviaria in facciata ai ricettori a seguito delle mitigazioni sono riportati nell'apposito elaborato "*Output della simulazione acustica – Livelli acustici in facciata*" (IA9513R22TTIM0004001B). Una restituzione grafica dei livelli di rumore ferroviario allo stato mitigato è riportata mediante le "*Mappe acustiche periodo diurno– Post Operam mitigato*" (IA9513R22N5IM0004017B÷20B) e le "*Mappe acustiche periodo notturno – Post Operam mitigato*" (IA9513R22N5IM0004021B÷24B).

2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1.1 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

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;

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 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, le aree in prossimità di strade di grande comunicazione, di linee ferroviarie, di aeroporti e porti e le aree con limitata presenza di piccole industrie;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

V - AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI

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

VI - AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI

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

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

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

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

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

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

2.1.2 DPR 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 esistenti, le loro varianti, le infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento di infrastrutture esistenti e le infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h, 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:

- 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;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

- 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;
- 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;

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:

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

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

2.1.3 DPR 142/04

In data 1 Giugno 2004 viene pubblicato il DPR 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 esistenti:

- 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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

- E - Strade urbane di quartiere
- F - Strade locali

In particolare per le infrastrutture appartenenti alle categorie A, B, Ca è individuata una fascia di pertinenza 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.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

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
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

Limiti acustici per le strade esistenti e assimilabili

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

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

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

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

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

2.1.4 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 1) i criteri di progettazione degli interventi stessi (Allegato 3 – Tabella 1),

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

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 all'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.

2.1.5 CONCURSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO

La verifica di concursualità, 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

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

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 dB(A). Tale approccio può essere applicato a ricettori presenti sia all'interno sia all'esterno della fascia dell'infrastruttura principale.

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

- Strada Statale n. 407 Basentana – Extraurbana principale Tipo B
- Strada Statale n. 7R – Extraurbana secondaria Tipo Cb

Le fasce di pertinenza delle infrastrutture sono riportate negli elaborati “*Planimetria dei ricettori e dei punti di misura*” (IA9513R22P5IM0004001B÷4B).

2.2 LIMITI ACUSTICI E APPLICAZIONE DELLE CONCORSUALITÀ

Per individuare i limiti che ciascun ricettore deve rispettare si considerato 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.

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.

Nel complessivo dei ricettori censiti, si riscontrano casi di fabbricati esposti al solo rumore ferroviario ed altri in cui si ha concorsualità anche con una infrastruttura stradale. Nel primo caso e cioè nel caso di ricettori esposti al solo rumore della linea ferroviaria in questione, si applicano i valori limite sintetizzati nella Tabella A.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

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 o Assimilabile	70,0	60,0	65,0	55,0
Terziario – Commerciale	70,0	-	65,0	-
Edifici Culto	70,0	-	65,0	-
Ospedale/Casa di Cura	50,0	40,0	50,0	40,0
Scuola	50,0	-	50,0	-
Aree Naturali protette	70,0	60,0	65,0	55,0
Industriale – Produttivo	-	-	-	-
Pertinenza Ferroviaria	-	-	-	-
Agricolo	-	-	-	-
Rudere	-	-	-	-

Tabella A – Valori di riferimento in assenza di sorgenti concorsuali

Nel caso di concorsualità fra ferrovia e una infrastruttura stradale, tenendo conto dell'Allegato 4 del DM 29/11/2000 e di quanto riportato al punto II del paragrafo 2.1.4 si applicano i limiti della tabella B seguente.

Infrastruttura ferroviaria di progetto	Infrastruttura concorsuale Fascia A		Infrastruttura concorsuale Fascia B	
	Limite diurno dB(A)	Limite notturno dB(A)	Limite diurno dB(A)	Limite notturno dB(A)
<i>Tipologia ricettore / Fascia di pertinenza acustica</i>				
Terziario / Fascia A	67	-	67	-
Terziario / Fascia B	67	-	62	-
Residenziale / Fascia A	67	57	67	57
Residenziale / Fascia B	67	57	62	52
Sensibile / Fascia A	47	37	47	37
Sensibile / Fascia B	47	37	47	37

Tabella B – Valori di soglia in presenza di sorgenti concorsuali

Nell'elaborato "Output della simulazione acustica – Livelli acustici in facciata" (IA9513R22TTIM0004001B) per ogni ricettore si riporta il valore limite adottato. Si riporta anche un codice identificativo relativo al limite di rumore applicabile secondo quanto definito precedentemente. Nella seguente tabella si riportano una legenda dei "codici identificativi dei limite" in funzione della destinazione d'uso del ricettore, della sua posizione rispetto all'infrastruttura ferroviaria e della presenza di infrastruttura concorsuale.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

Nome in legenda censimento destinazione d'uso	Cod. identificativo limite - Utilizzo	Descrizione
Residenziale o assimilabile	RA	Ricettore residenziale in fascia A
	RB	Ricettore residenziale in fascia B
	RAA	Ricettore residenziale in fascia A e concorsualità A
	RAB	Ricettore residenziale in fascia A e concorsualità B
	RBB	Ricettore residenziale in fascia B e concorsualità B
	RBA	Ricettore residenziale in fascia B e concorsualità A
	RFF	Ricettore residenziale fuori fascia pertinenza acustica ferroviaria
Terziario – Commerciale – Edificio di culto	TA	Ricettore commerciale in fascia A
	TB	Ricettore commerciale in fascia B
	TAA	Ricettore commerciale in fascia A e concorsualità A
	TAB	Ricettore commerciale in fascia A e concorsualità B
	TBB	Ricettore commerciale in fascia B e concorsualità B
	TBA	Ricettore commerciale in fascia B e concorsualità A
	TFF	Ricettore commerciale fuori fascia pertinenza acustica ferroviaria
ZSC/ZPS Habitat 5330	ZPSA	Ricettore in fascia A
	ZPSB	Ricettore in fascia B
	ZPSAB	Ricettore in fascia A e concorsualità B
Industriale – produttivo	I	Ricettore in fascia A, B e fuori fascia di pertinenza acustica ferroviaria
Pertinenza ferroviaria RFI	I	Ricettore in fascia A, B e fuori fascia di pertinenza acustica ferroviaria
Agricolo	A	Ricettore in fascia A, B e fuori fascia di pertinenza acustica ferroviaria
Rudere/diruto – box/magazzino/garage	D	Ricettore in fascia A, B e fuori fascia di pertinenza acustica ferroviaria
Scuola – edificio sensibile	S	Ricettore in fascia A, B e fuori fascia di pertinenza acustica ferroviaria

Legenda codice di identificativo limite adottato nell'elaborato "Output della simulazione acustica – Livelli acustici in facciata" (IA9513R22TTIM00040001A)

Secondo gli articoli 4 e 5 del DPR 459/98, i ricettori che ricadono al di fuori della fascia di pertinenza acustica ferroviaria devono rispettare i limiti della tabella C del DPCM 14/11/1997, ossia i limiti territoriali individuati dai Comuni nell'ambito del proprio territorio di competenza attraverso il Piano Comunale di Classificazione Acustica ai sensi della L.447/95 e della normativa regionale.

L'infrastruttura ferroviaria oggetto di studio attraversa il territorio dei comuni di Salandra e Ferrandina. Questi non sono dotati di una propria zonizzazione acustica comunale che individua le classi acustiche e quindi i relativi limiti di rumore. In assenza di tali strumenti di pianificazione comunale nell'area

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

dell'ambito di studio che si estende oltre la fascia B ferroviaria (tra i 250 m e i 300 m dall'asse del binario) si è fatto riferimento ai limiti indicati all'art. 6 del DPCM 1.3.1991 e riferiti a "tutto il territorio nazionale", ovvero 70 dB(A) nel periodo diurno e 60 dB(A) nel periodo notturno.

2.3 IL CENSIMENTO DEI RICETTORI

La sede ferroviaria sarà costituita da un binario che corre per lo più in rilevato o viadotto. Lungo il tratto di intervento le interferenze con il sistema abitativo interessano in modo lieve entrambi i lati della ferrovia.

Generalmente si è in presenza di edificato residenziale o di tipo industriale e agricolo.

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

In conformità con quanto previsto dal DPR 459/98 l'attività di censimento ricettori ha riguardato una porzione di territorio di ampiezza pari alla fascia di pertinenza della Potenza-Metaponto (250 m per lato) ed è stato esteso per ulteriori 50 m oltre tale fascia.

L'ubicazione dei ricettori è riportata nell'elaborato "*Planimetria dei ricettori e dei punti di misura*" (IA9513R22P5IM0004001B÷4B).

È stata preliminarmente effettuata una verifica della destinazione d'uso ed altezza di tutti i ricettori ricadenti all'interno della fascia di territorio di 300 m per lato dell'infrastruttura.

Nelle planimetrie di censimento summenzionate sono state evidenziate mediante apposito retino le informazioni di seguito descritte:

Tipologia dei ricettori

- Residenziale o Assimilabile
- Terziario – Commerciale
- Edifici Culto
- Ospedale/Casa di Cura
- Scuola
- Aree Naturali protette
- Industriale – Produttivo
- Pertinenza Ferroviaria
- Agricolo
- Rudere

Altezza dei ricettori

Il numero dei piani dei singoli edifici è riportato in una etichetta insieme al numero di codifica del ricettore.

L'attività di verifica ante Opera 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.

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

Le schede sono riportate nel documento “Schede di censimento dei ricettori”.

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

A) 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 destro rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
2. lato sinistro rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
3. lato destro rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
4. lato sinistro rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
5. lato destro rispetto la progressiva crescente di progetto (fuori fascia ferroviaria)
6. lato sinistro rispetto la progressiva crescente di progetto (fuori fascia ferroviaria)

ZZZ è il numero progressivo del ricettore

B) Dati localizzativi

- Regione
- Provincia
- Comune
- Progressiva km del tracciato
- Distanza dalla linea ferroviaria in progetto valutata rispetto all’asse di tracciamento

C) Documentazione fotografica

D) Dati caratteristici dell’edificio esaminato

- Numero dei piani
- Tipologia del ricettore (scuola, ospedale, residenza, etc.)
- Stato di conservazione
- Orientamento rispetto alla linea ferroviaria

E) Numero degli infissi

F) Caratterizzazione corpo ferroviario

A ridosso della linea ferroviaria oggetto di studio, limitatamente alla tratta in esame non è stata riscontrata la presenza di aree protette naturali ne zone di espansione residenziale.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

2.4 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 un 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.

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.

2.5 DATI DI INPUT DEL MODELLO PREVISIONALE

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

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

- morfologia del territorio
- geometria dell'infrastruttura
- caratteristiche dell'esercizio ferroviario;
- 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 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 utilizzato si nota che è stato utilizzato quello delle Deutsche Bundesbahn sviluppato nelle norme Shall 03.

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

2.5.1 MODELLO DI ESERCIZIO

Nelle tabelle seguenti sono riepilogati i transiti previsti allo scenario attuale e di progetto, divisi nei due periodi di riferimento (diurno: ore 6-22; notturno: ore 22-6), nonché velocità e caratteristiche del materiale rotabile:

	N° transiti Giorno	N° transiti Notte
Treni regionali	6	0
Treni IC	4	0
Treni AV	1	1
Treni Mercè	0	0

Modello di esercizio allo stato attuale

	N° transiti Giorno	N° transiti Notte	velocità max km/h
Treni regionali	38	4	130
Treni IC	8	0	200
Treni AV	4	2	200
Treni Mercè	6	4	90

Modello di esercizio di progetto

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

2.5.2 EMISSIONI DEI ROTABILI

Sono stati utilizzati i valori contenuti nel Documento “Piano degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore ai sensi del DM Ambiente 29/11/2000 – Relazione Tecnica”, redatto da RFI.

	Corrispondenza tabella RFI	SEL singolo treno @ 25 m @ 100 km/h dB(A)
Treni regionali	REG	92,3
Treni IC	IC	94,9
Treni AV	ETR500	90,6
Treni Merci	MERCI	102,5

Emissioni ferroviarie considerate

2.6 INDAGINI FONOMETRICHE E CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM

Lungo l'attuale linea ferroviaria sono state eseguite delle indagini fonometriche finalizzate sia alla caratterizzazione ante operam del territorio interessato dalla linea ferroviaria di progetto sia alla caratterizzazione del rumore ferroviario e alla sua incidenza rispetto alle altre sorgenti acustiche del territorio. I dati fonometrici in corrispondenza dei punti di controllo PS sono stati utilizzati inoltre per verificare l'attendibilità della modellazione acustica attraverso il confronto puntuale tra i valori misurati e quelli calcolati con il software SoundPlan.

Nei siti di misura ferroviari sono stati estrapolati il rumore di tipo ferroviario attualmente presente ma anche quello complessivo o ambientale relativo al complesso delle sorgenti sonore presenti.

Le indagini fonometriche ferroviarie sono state integrate con misure di rumore ambientale atte a testimoniare il clima acustico attualmente presente in altri siti tra cui le due zone SIC presenti in prossimità del tracciato.

I rapporti sulle indagini eseguite sono riportate in allegato alla presente relazione alla quale si rimanda integralmente. L'ubicazione dei punti di misura è riportata nell'elaborato “*Planimetria dei ricettori e dei punti di misura*” (IA9513R22P5IM0004001B÷4B). Di seguito si riporta una sintesi dei dati fonometrici rilevati.

PR	Dist. [m]	Altezza sul p.f. [m]	LAE,TR [dBA]	LAeq,TR [dBA]	Treni	PS	Dist. [m]	Altezza sul p.c. [m]	LAE,TR [dBA]	LAeq,TR [dBA]	LAeq,A [dBA]	LAeq,R [dBA]	Treni
PR1	7,5	1,20	107,8	60,2	11	PS1	19	5	100,2	52,6	65,3	65,1	11
									83,4	38,8	55,7	55,6	1
			96,6	52,0	1	PS2	70	4	96,3	48,7	56,1	55,2	11
									81,5	36,9	48,8	48,5	1

Rumore ferroviario e ambientale: caratterizzazione ante operam (misure in situ) sezione di misura 1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

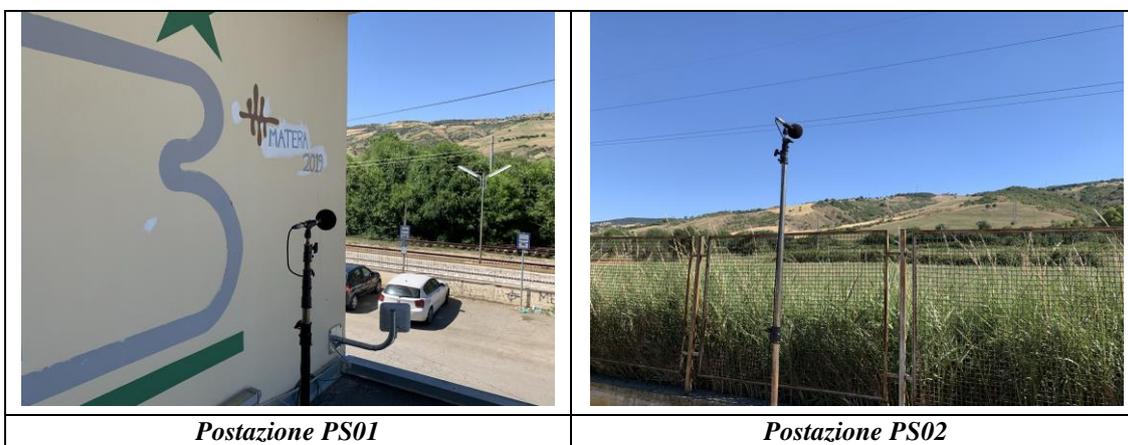
PR	Dist. [m]	Altezza sul p.f. [m]	LAE,TR [dBA]	LAeq,TR [dBA]	Treni	PS	Dist. [m]	Altezza sul p.c. [m]	LAE,TR [dBA]	LAeq,TR [dBA]	LAeq,A [dBA]	LAeq,R [dBA]	Treni
PR2	7,5	1,20	106,6	59,0	11	PS3	70	4	95,1	47,5	61,0	60,8	11
									81,8	37,2	55,0	54,9	1
			91,7	47,1	1	PS4	115	4	89,3	41,7	56,3	56,1	11
									78,5	33,9	52,8	52,7	1

Rumore ferroviario e ambientale: caratterizzazione ante operam (misure in situ) sezione di misura 2

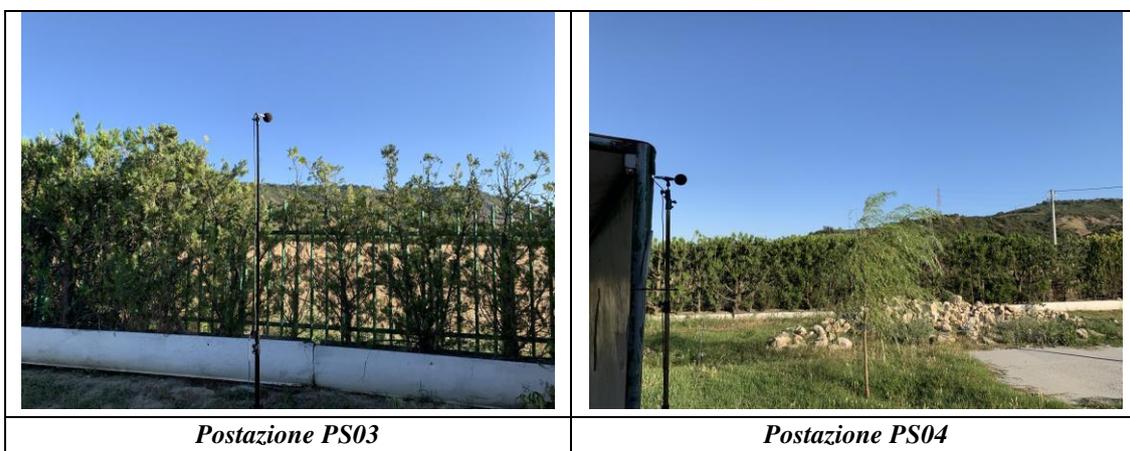
PA	LAeq,A [dBA]	PA	LAeq,A [dBA]	PA	LAeq,A [dBA]
PA 01	50,2	PA 02	55,5	PA 03	54,1
	45,3		50,4		47,0

Rumore ambientale: caratterizzazione ante operam (misure in situ)

Come detto i valori di Leq(A) misurati in corrispondenza dei punti PS sono stati utilizzati per verificare l'attendibilità della modellazione acustica sviluppata con il software Soundplan considerando l'attuale assetto infrastrutturale della linea ferroviaria e il traffico rilevato durante il periodo di indagine fonometrica. I punti PS01 e PS02 sono localizzati in corrispondenza del tratto compreso tra le stazioni di Grassano e Ferrandina oggetto di intervento di velocizzazione nell'ambito del presente progetto. Altresì i punti PS03 e PS04 sono localizzati invece lungo l'attuale linea ferroviaria oltre la stazione di Ferrandina e quindi fuori dall'ambito di studio.



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B



Per la validazione della modellazione acustica sono stati considerati i valori di $Leq(A)$ associati alla sorgente ferroviaria misurati nei punti sia nel periodo diurno che notturno. Tra le quattro postazioni di misura non è stata considerata la postazione PS01 in quanto nel caso specifico la particolare posizione del fonometro ha indotto una difficile riproducibilità geometrica della postazione di misura nel modello di simulazione. La validazione è stata quindi effettuata esclusivamente per le postazioni PS02, PS03 e PS04. Si denota un generale accordo tra i valori misurati e quelli calcolati.

	Livelli calcolati scenario AO		Livelli misurati scenario AO		Differenze	
	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)	Leq D dB(A)	Leq N dB(A)
PS02	47,5	37,3	48,7	36,9	-1,2	0,4
PS03	48,6	38,5	47,5	37,2	1,1	1,3
PS04	45,4	35,3	41,7	33,9	3,7	1,4

2.7 LIVELLI ACUSTICI DEL RUMORE FERROVIARIO ALLO STATO ATTUALE

Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla stima dei livelli di rumore dovuti all'esercizio dell'attuale linea ferroviaria su tutti i ricettori individuati. I calcoli sono stati svolti utilizzando il metodo di calcolo Schall 03.

Sulla tratta ferroviaria attualmente in esercizio è stato adottato il modello di esercizio allo stato attuale riportato nel paragrafo 2.5.1 con le emissioni rotabili riportate al paragrafo 2.5.2.

I livelli di rumore ferroviario immessi dalla infrastruttura ferroviaria in facciata ai ricettori sono riportati nell'elaborato "Output della simulazione acustica – Livelli acustici in facciata" (IA9513R22TTIM0004001B).

Una restituzione grafica dei livelli di rumore ferroviario allo stato attuale è riportata mediante le "Mappe acustiche periodo diurno– Stato attuale" (IA9513R22N5IM0004001B÷4B) e le "Mappe acustiche periodo notturno – Stato attuale" (IA9513R22N5IM0004005B÷8B).

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

2.8 LIVELLI ACUSTICI DEL RUMORE FERROVIARIO ALLO STATO DI PROGETTO – POST OPERAM

Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla stima dei livelli di rumore dovuti all'esercizio dei tratti ferroviari oggetto di progettazione su tutti i ricettori individuati. I calcoli sono stati svolti utilizzando il metodo di calcolo Schall 03, considerando il modello di esercizio di progetto riportato nel paragrafo 2.5.1 e le emissioni rotabili riportate al paragrafo 2.5.2.

Per ogni ricettore i livelli di rumore ferroviario immessi dalla infrastruttura ferroviaria in facciata agli stessi sono riportati nell'elaborato *“Output della simulazione acustica – Livelli acustici in facciata”* (IA9513R22TTIM0004001B). In tale allegato per ogni ricettore si riportano anche i valori limite applicabili secondo quanto definito al paragrafo 2.2.

Nell'elaborato si ha evidenza del confronto tra i livelli di rumore ferroviario e i limiti adottati riportando gli eventuali superamenti del limite attesi. Per i ricettori per i quali è atteso allo stato Post Operam un eccesso rispetto al limite di riferimento sono stati posti in essere opportuni interventi di mitigazione. Una restituzione grafica dei livelli di rumore ferroviario allo stato di progetto è riportata mediante le *“Mappe acustiche periodo diurno– Post Operam”* e le *“Mappe acustiche periodo notturno – Post Operam”*.

2.9 LIVELLI ACUSTICI DEL RUMORE FERROVIARIO ALLO STATO DI PROGETTO MITIGATO - POST OPERAM MITIGATO.

Laddove necessario sono stati dimensionati degli interventi di mitigazione acustica con l'obiettivo di ricondurre i livelli di rumore ferroviario al di sotto dei limiti di legge. L'insieme di tali interventi è riportato nell'elaborato *“Planimetria degli interventi di mitigazione acustica”* (IA9513R22P5IM0004005A÷08A). Sono state previste le barriere antirumore e gli interventi diretti sui ricettori per i quali, in accordo a quanto disposto dal DPR 459/98 stesso, non è stato possibile prevedere la presenza di una barriera acustica in virtù di una valutazione tecnica, economica o di carattere ambientale che ha evidenziato la soluzione indiretta come tecnicamente non conseguibile.

Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla stima dei livelli di rumore dovuti all'esercizio della linea ferroviaria secondo il progetto di velocizzazione oggetto di studio su tutti i ricettori individuati all'interno dell'ambito di studio. Sulla base dei dati puntuali calcolati nello scenario Post Operam, in tale fase sono state individuate le soluzioni di mitigazione acustica di tipo indiretto e gli effetti sul clima acustico indotti dalla presenza delle stesse.

I calcoli sono stati svolti utilizzando il metodo di calcolo Schall 03 e considerando il modello di esercizio di progetto riportato nel paragrafo 2.5.1 con le emissioni rotabili riportate al paragrafo 2.5.2.

Per ogni ricettore i livelli di rumore ferroviario immessi dalla infrastruttura ferroviaria in facciata agli stessi sono riportati nell'elaborato *“Output della simulazione acustica – Livelli acustici in facciata”* (IA9513R22TTIM0004001B). In tale elaborato per ogni ricettore si riportano anche i valori limite applicabili secondo quanto definito al paragrafo 2.2.

Una restituzione grafica dei livelli di rumore ferroviario allo stato mitigato è riportata mediante le *“Mappe acustiche periodo diurno– Post Operam mitigato”* (IA9513R22N5IM0004017B÷20B) e le *“Mappe acustiche periodo notturno – Post Operam mitigato”* (IA9513R22N5IM0004021B÷24B).

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

2.10 METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO

2.10.1 INTERVENTI ALTERNATIVI DI MITIGAZIONE DEL RUMORE FERROVIARIO

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

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

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

-



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



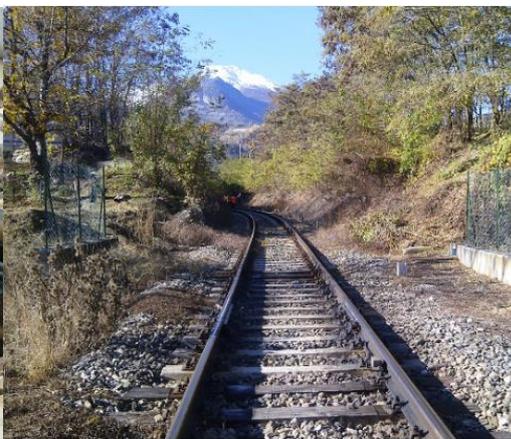
Ammortizzatori Van Uuden (Foto: Van Uuden, 2012)

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

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B



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



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

I risultati del Progetto “mitiga.rumore”:

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

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

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

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

La documentazione completa del Progetto “mitiga.rumore” è consultabile sul sito internet della Provincia di Bolzano al seguente indirizzo web: <http://ambiente.provincia.bz.it/rumore/interventi-mitigazione-rumore-ferroviario.asp>

2.10.2 REQUISITI ACUSTICI

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 ricevitore senza essere condizionata da ostacoli;
2. l'onda che giunge al ricevitore 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 ricevitore;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

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. L'abbattimento prodotto da una barriera si basa comunque principalmente sulle dimensioni geometriche. L'efficienza di una barriera è infatti strettamente legata alla differenza tra il cammino diffratto sul top dell'elemento e il cammino diretto (δ):

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

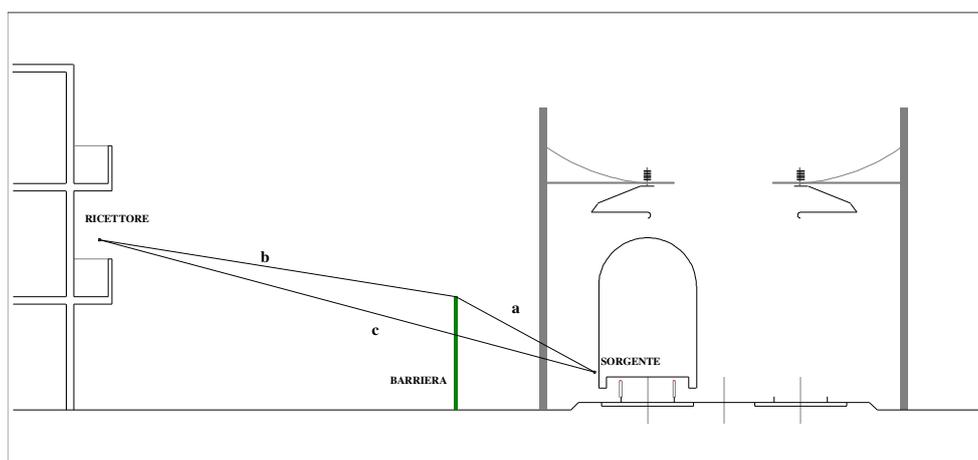


Figura 1 Propagazione onda sonora

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).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

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.

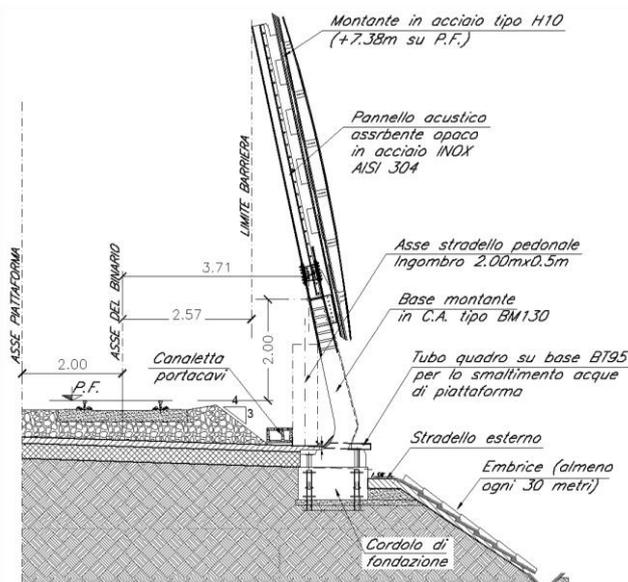
Per quanto concerne le proprietà fonoassorbenti, dovranno essere utilizzati materiali con prestazioni acustiche particolarmente elevate e cioè almeno rispondenti ai coefficienti α relativi alla Classe *Ia* del Disciplinare Tecnico per le Barriere Antirumore delle Ferrovie dello Stato. Detti coefficienti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

2.10.3 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.

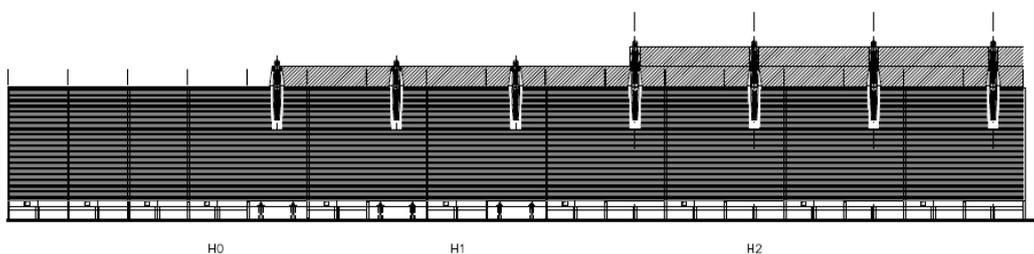
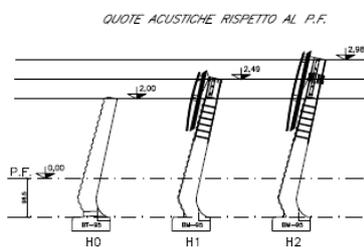


Sul basamento in cls è ancorata una struttura in acciaio che è costituita da un traliccio composto da un tubo in acciaio e due tondi calandrati a formare ciascuno un arco in un piano diagonale. La pannellatura leggera da realizzarsi sopra la parte in cls sarà interamente costituita da pannelli fonoassorbenti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

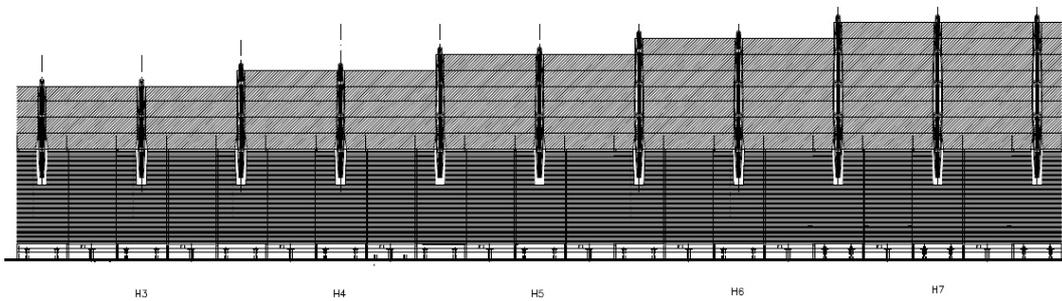
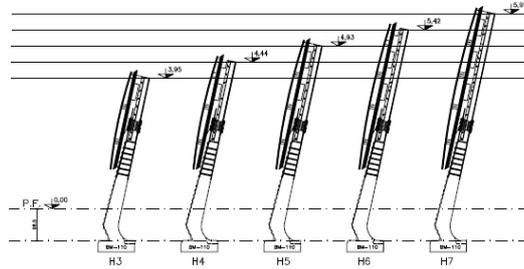
Al fine di ottenere il massimo rendimento acustico del sistema, il posizionamento dei pannelli fonoassorbenti lungo ogni tratto di intervento rispetta per quanto possibile le due misure seguenti:

- 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)

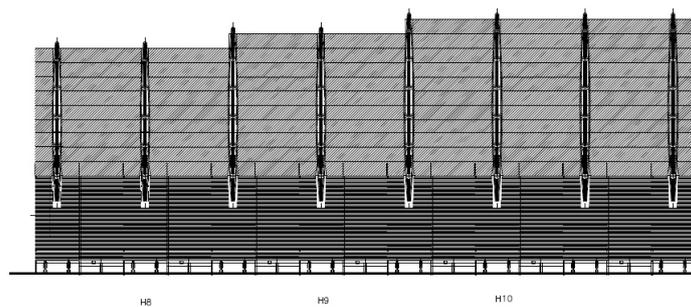
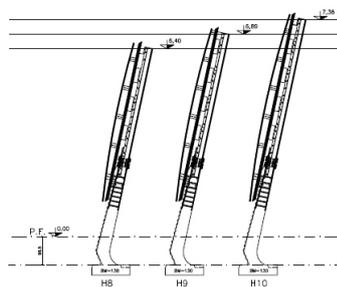
Nelle immagini seguenti sono riportate le sezioni ed i prospetti tipo dei diversi moduli previsti per le barriere antirumore su rilevato:



QUOTE ACUSTICHE
RISPETTO AL P.F.



QUOTE ACUSTICHE
RISPETTO AL P.F.



Sezioni-tipo dei moduli di barriera antirumore previsti nello Studio Acustico

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

2.10.4 GLI INTERVENTI SUGLI EDIFICI

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

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

a) Sostituzione dei vetri con mantenimento degli infissi esistenti

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

b) Sostituzione delle finestre

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

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

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

c) Realizzazione di doppie finestre

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

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

La classe R1 include le soluzioni 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

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.
-

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

Gli aspetti che più frequentemente vengono infatti considerati come negativi, sono quelli relativi alla ventilazione ed al surriscaldamento dei locali nel periodo estivo. Ne consegue che gli infissi fonoisolanti dovranno essere dotati anche di aeratori che potranno essere a ventilazione forzata o naturale.

2.11 GLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI

Il dimensionamento degli interventi di protezione acustica è stato finalizzato all'abbattimento dei livelli acustici prodotti dall'esercizio ferroviario.

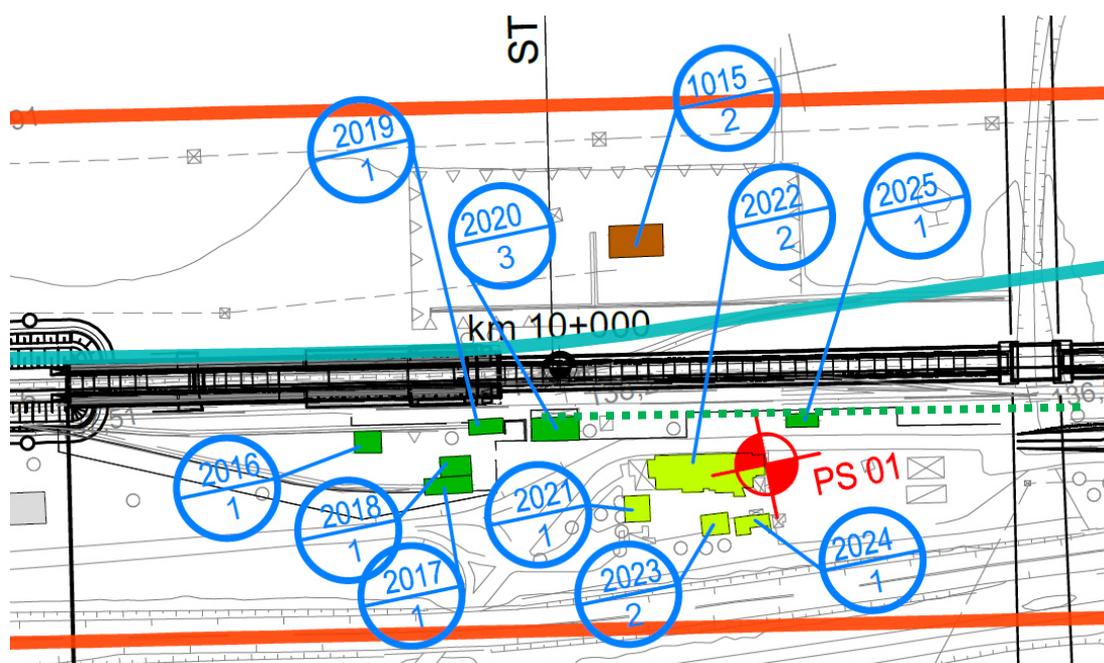
La scelta progettuale è stata quella di privilegiare l'intervento sull'infrastruttura adottando barriere antirumore a ridosso della linea ferroviaria. Questi hanno permesso di mitigare il clima acustico in facciata degli edifici presso i quali sono stati riscontrati superamenti dai limiti di norma nello scenario Post Operam.

Gli interventi di mitigazione diretta sugli edifici sono stati previsti esclusivamente nei casi di ricettore isolato, ovvero per quegli edifici distanti più di 200 metri da ogni altro ricettore oggetto di mitigazione sullo stesso lato della sede ferroviaria, così come definiti dal Manuale di Progettazione RFI, per i quali la soluzione indiretta rientra tra le azioni tecnicamente non conseguibile in accordo a quanto previsto dal DPR 459/98 stesso. Le soluzioni mitigative di tipo diretto permettono comunque di garantire il pieno rispetto dei limiti acustici interni come da DPR 459/98.

Per quanto concerne i ricettori 2022, 2023 e 2024 in prossimità della stazione di Salandra il superamento dei livelli acustici in facciata riscontrato allo scenario Post Operam è stato mitigato

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

trasformando il parapetto della stazione posto ai margini dello scatolare della linea ferroviaria in elemento opaco, con adeguate caratteristiche di fonoisolamento, avente una altezza sul piano del ferro di 1,8 m (cfr. figura seguente, elemento verde tratteggiato). Tale soluzione permette sia di mitigare completamente i suddetti ricettori sia di evitare l'installazione di una apposita barriera acustica. Tale soluzione sarà oggetto di uno specifico approfondimento nelle successive fasi progettuali.



Estensione e localizzazione del parapetto presso la stazione di Salandra considerato nelle simulazioni acustiche Post Operam mitigato come elemento opaco quale soluzione mitigativa per i ricettori 2022, 2023 e 2024

Come si evince dai dati riportati negli Output del modello di calcolo, a fronte del dimensionamento proposto degli interventi di mitigazione acustica lungo linea (Barriere antirumore) è possibile abbattere considerevolmente i livelli sonori prodotti con la realizzazione del progetto in esame.

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 realizzazione di 2.731 m di barriere antirumore.

Gli interventi sono rappresentati graficamente negli elaborati "Planimetria degli interventi di mitigazione acustica" (IA9513R22P5IM0004005B÷08B) ed indicati con estensione e tipologia nella tabella seguente.

E' da evidenziare che l'altezza dei manufatti è indicata anche con il nome utilizzato per il tipologico standard RFI.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

Identificativo barriera	Lato	Tipologico Standard RFI	Altezza da p.f. (m)	Lunghezza (m)	Tratta	PK iniziale	PK finale
BAN 04	N	H0	2,0	366	1	15+702	16+068
BAN 05	N	H0	2,0	398	1	16+302	16+700
BAS 04	S	H0	2,0	573	1	18+210	18+783
BAS 05	S	H0	2,0	350	1	19+550	19+900

Elenco barriere antirumore – Tratta Grassano – Ferrandina scalo nord

Gli estremi delle schermature acustiche indicate nella tabella, rappresentate graficamente ed indicati nelle “*Planimetria degli interventi di mitigazione acustica*” (IA9513R22P5IM0004005B÷08B), 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. Per i dettagli del posizionamento su linea delle Barriere Antirumore si rimanda agli elaborati progettuali delle Opere Civili.

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

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato per lo scenario Post Operam Mitigato, sono state prodotte le “*Mappe Acustiche – Post Operam mitigato*” relative ad un’altezza da piano campagna pari a 4 metri.

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono riportate nell’elaborato “*Output della simulazione acustica – Livelli acustici in facciata*” (IA9513R22TTIM0004001B). All’interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

Come già detto, tuttavia, considerata la non conseguibilità tecnica di barriere antirumore lungo alcune tratte della linea oggetto di studio per le motivazioni suddette, si riscontrano superamenti dei limiti in facciata anche nello scenario Post Operam mitigato. Tali ricettori sono come detto oggetto di mitigazione di tipo diretto al fine di rispettare i limiti acustici interni previsti dal DPR 459/98. Per la verifica della necessità o meno di sostituzione degli infissi attualmente in uso si è provveduto ad eseguire una stima dei livelli notturni in ambiente interno con gli infissi presenti ipotizzando un abbattimento acustico degli stessi pari a $R_w=20$ dB. Mediante tale stima si è potuto effettuare una verifica del rispetto o meno dei livelli limite in ambiente interno con gli infissi presenti.

Si rimanda all’elaborato “*Output della simulazione acustica – Livelli acustici in facciata*” (IA9513R22TTIM0004001B) per l’analisi di dettaglio di ogni singolo ricettore.

Nella tabella seguente sono riportati i ricettori per i quali è stato stimato un superamento dei limiti esterni in facciata nonostante l’inserimento delle Barriere Antirumore (punti di calcolo su facciata più esposta).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

Ricettore	Utilizzo	Piano	Facciata	Valori limite		Rumore Ferroviario STATO POST OPERAM MITIGATO				Livelli interni		
				Ld,lim dB(A)	Ln,lim dB(A)	Livelli in facciata				Hp: Rw= 20 dB		
						Ld dB(A)	Ld dB(A)	Ld,diff dB(A)	Ln,diff dB(A)	Ld int dB(A) (*)	Ln,lim int dB(A)	Limiti interni rispettati
1022	RAA	piano terra	SW	67	57	65,9	62,9	---	5,9	42,9	40	no
1022	RAA	piano 1	SW	67	57	67,3	64,4	0,3	7,4	44,4	40	no
1023	RAA	piano terra	SW	67	57	67,1	64,1	0,1	7,1	44,1	40	no
1023	RAA	piano 1	SW	67	57	67,7	64,7	0,7	7,7	44,7	40	no
1026	RAB	piano terra	S	67	57	61,6	58,7	---	1,7	38,7	40	sì
1026	RAB	piano 1	S	67	57	62,3	59,3	---	2,3	39,3	40	sì
2035	RAA	piano terra	N	67	57	61,6	58,7	---	1,7	38,7	40	sì
3015	RBB	piano terra	S	62	52	60,2	57,2	---	5,2	37,2	40	sì
3015	RBB	piano 1	S	62	52	60,7	57,7	---	5,7	37,7	40	sì
4012	RBB	piano terra	N	62	52	55,9	52,9	---	0,9	32,9	40	sì
4012	RBB	piano 1	N	62	52	57,1	54,2	---	2,2	34,2	40	sì
4038	RBB	piano terra	NE	62	52	57,1	54,1	---	2,1	34,1	40	sì
4038	RBB	piano 1	NE	62	52	57,2	54,3	---	2,3	34,3	40	sì
4040	RBB	piano terra	NE	62	52	56,4	53,4	---	1,4	33,4	40	sì
4040	RBB	piano 1	NE	62	52	56,6	53,7	---	1,7	33,7	40	sì
4042	RBB	piano terra	NE	62	52	55,6	52,6	---	0,6	32,6	40	sì
4042	RBB	piano 1	NE	62	52	55,8	52,8	---	0,8	32,8	40	sì

(*) valori attesi con infissi esistenti nell'ipotesi di $R_w=20$ dB(A)

Elenco ricettori nei quali si è adottato intervento diretto

Per i ricettori indicati in tabella, oggetto quindi di intervento diretto e individuabili nelle "Planimetria degli interventi di mitigazione acustica" (IA9513R22P5IM0004005B÷8B), dovrà essere verificato - successivamente alla completa messa in opera delle opere di mitigazione lungo linea e con l'entrata in vigore del Modello di Esercizio preso alla base dello Studio Acustico - il rispetto dei limiti interni.

In detti elaborati planimetrici sono inoltre indicate tutte le facciate (o partizioni di esse), anche quelle meno esposte, che presentano superamenti dai limiti, discriminando tra quelle che necessitano di sostituzione degli infissi e installazione di aeratore in facciata e estrattore interno (ricettori 1022 e 1023 - ambienti con limiti interni non garantiti) e quelle invece per le quali è sufficiente l'installazione di aeratore ed estrattore (ricettori 1026, 2035, 3015, 4012, 4038, 4040 e 4042 - ambienti nei quali è garantito il rispetto dei limiti interni di legge con gli infissi ad oggi esistenti).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

3 STUDIO VIBRAZIONALE

3.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 / Parte 2 "Evaluation of human exposure to whole body vibration / "Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)". La norma assume particolare rilevanza pratica poiché ad essa fanno riferimento le norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale relativi alla componente ambientale "Vibrazioni", contenute nel D.P.C.M. 28/12/1988. Ad essa, seppur con alcune non trascurabili differenze, fa riferimento la norma UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

Si riporta di seguito la principale normativa tecnica esistente in riferimento all'aspetto ambientale vibrazioni.

ISO2631 "Valutazione sull'esposizione del corpo umano alle vibrazioni"

La ISO 2631-2 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1÷80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione a_{rms} definito come:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

dove $a(t)$ è l'accelerazione in funzione del tempo, T è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione. La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava) che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X, Y e alla combinazione dei tre assi.

L'Annex A della ISO 2631-2 (che non rappresenta peraltro parte integrale della norma) fornisce informazioni sui criteri di valutazione della risposta soggettiva alle vibrazioni; in pratica sono riportati i fattori di moltiplicazione da applicare alle curve base delle accelerazioni e delle velocità al variare del periodo di riferimento (giorno e notte), del tipo di vibrazione (vibrazioni continue o intermittenti, vibrazioni transitorie) e del tipo di insediamento (ospedali, laboratori di precisione, residenze, uffici, industrie). Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante. Nel caso di edifici residenziali in cui non è facilmente definibile un asse specifico di vibrazione, in quanto lo stesso edificio può essere usato da persone in piedi o coricate in diverse ore del giorno, la norma presenta una curva limite che tiene conto delle condizioni più sfavorevoli combinate in tre assi.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo"

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione r.m.s. ponderato in frequenza, il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (*giorno*, dalle 7:00 alle 22:00, e *notte*, dalle 22:00 alle 7:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. Generalmente, tra le due norme, la UNI 9614:1990 si configura come più restrittiva.

I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati nella tabella seguente:

Luogo	Accelerazione [m/s ²]	L [dB]
Aree critiche	$3.3 \cdot 10^{-3}$	71
Abitazioni (notte)	$5.0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazioni (giorno)	$7.2 \cdot 10^{-3}$	77
Uffici	$14.4 \cdot 10^{-3}$	83
Fabbriche	$28.8 \cdot 10^{-3}$	89

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

Considerato che gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda del loro effetto sul soggetto esposto. Tali filtri rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo. I simboli dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza e del corrispondente livello sono rispettivamente, a_w e L_w . Quest'ultimo, espresso in dB, è definito come $L_w = 20 \log_{10} (a_w / 10^{-6} \text{ m/s}^2)$. Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo l'asse z prevede una attenuazione di 3 dB per ottava tra 4 e 1 Hz, una attenuazione nulla tra 4 e 8 Hz ed una attenuazione di 6 dB per ottava tra 8 e 80 Hz. Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo gli assi x e y prevede un'attenuazione nulla tra 1 e 2 Hz e una attenuazione di 6 dB per ottava tra 2 e 80 Hz. La banda di frequenza 1-80 Hz deve essere limitata da un filtro passabanda con una pendenza asintotica di 12 dB per ottava. Nel caso la postura del soggetto esposto non sia nota o vari nel tempo, va impiegato il filtro definito nel prospetto I della norma, ottenuto considerando per ogni banda il valore minimo tra i due filtri suddetti. In alternativa, i rilievi su ogni asse vanno effettuati utilizzando in successione i filtri sopraindicati; ai fini della valutazione del disturbo verrà considerato il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza più elevato. Nell'Appendice della norma UNI 9614:1990, che non costituisce parte integrante della norma, si indica che la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante deve essere svolta confrontando i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, o i corrispondenti livelli più elevati riscontrati sui tre assi, con una serie di valori limite riportati nei prospetti II e III. Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto. Nel caso di vibrazioni di tipo impulsivo è necessario misurare il livello di picco dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza; tale livello deve essere successivamente diminuito di 3 dB al fine di stimare il corrispondente livello efficace. I limiti possono essere adottati se

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

il numero di eventi impulsivi giornalieri non è superiore a 3. Nel caso si manifestino più di 3 eventi impulsivi giornalieri i limiti fissati per le abitazioni, gli uffici e le fabbriche vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata, moltiplicandoli per un fattore correttivo F. Nessuna riduzione può essere applicata per le aree critiche. Nel caso di impulsi di durata inferiore a 1 s si deve porre $F = 1.7 \cdot N - 0.5$. Per impulsi di durata maggiore si deve porre $F = 1.7 \cdot N - 0.5 \cdot t - k$, con $k = 1.22$ per pavimenti in calcestruzzo e $k = 0.32$ per pavimenti in legno. Qualora i limiti così calcolati risultassero inferiori ai limiti previsti per le vibrazioni di livello stazionario, dovranno essere adottati questi ultimi valori.

UNI 9916:2014 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici"

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici", norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui viene richiamata, sebbene non faccia parte integrante della norma, la DIN 4150, parte 3. La norma UNI 9916 fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Altro scopo della norma è di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime.

Gli edifici sono classificati secondo tre tipologie:

- costruzioni residenziali e costruzioni strutturalmente simili;
- costruzioni industriali e costruzioni strutturalmente simili;
- costruzioni che, per la loro sensibilità particolare alle vibrazioni, non rientrano nella classificazione delle prime due categorie o sono di grande valore intrinseco (per esempio edifici monumentali soggetti a tutela).

La Norma fornisce infine una classificazione degli effetti di danno a carico delle strutture secondo due livelli:

- *Danno di architettonico (o di soglia)*: effetto residuo delle vibrazioni che determina alterazione estetica o funzionale dell'edificio senza comprometterne la stabilità strutturale o la sicurezza degli occupanti. Il danno architettonico si presenta in molti casi con la formazione o l'accrescimento di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o sulle superfici intonacate o nei giunti di malta delle costruzioni in mattoni
- *Danno maggiore*: Effetto che si presenta con la formazione di fessure più marcate, distacco e caduta di gesso o pezzi di intonaco fino al danneggiamento di elementi strutturali (per esempio fessure nei pilastri e nelle travature, apertura di giunti).

L'Appendice D della UNI 9916 contiene i criteri di accettabilità dei livelli della velocità massima con riferimento alla DIN 4150.

Per velocità massima è da intendersi la velocità massima di picco (peak component particle velocity).

Per le vibrazioni di breve durata (quelle per cui sono da escludere problemi di fatica e amplificazioni dovute a risonanza nella struttura interessata), i limiti sono riportati nel seguente prospetto:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

Valori di riferimento per la velocità di vibrazione (p.c.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni a breve durata sulle costruzioni						
Classe	Tipo di Edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in mm/s				
		Fondazioni			Piano Alto	Solai Componente Verticale
		Da 1Hz a 10Hz	Da 10Hz a 50Hz	Da 50Hz a 100Hz	Per tutte le frequenze	Per tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzione strutturalmente simili	20	Varia linearmente da 20 ($f = 1\text{Hz}$) a 40 ($f=50\text{Hz}$)	Varia linearmente da 40 ($f = 1\text{Hz}$) a 50 ($f=50\text{Hz}$)	40	20
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5	Varia linearmente da 5 ($f = 1\text{Hz}$) a 15 ($f=50\text{Hz}$)	Varia linearmente da 5 ($f = 1\text{Hz}$) a 20 ($f=50\text{Hz}$)	15	20
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	3	Varia linearmente da 3 ($f = 1\text{Hz}$) a 8 ($f=50\text{Hz}$)	Varia linearmente da 8 ($f = 1\text{Hz}$) a 10 ($f=50\text{Hz}$)	8	3/4

Per frequenze oltre in 100Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100Hz

Per le vibrazioni permanenti invece i valori di riferimento sono riportati nel seguente prospetto:

Valori di riferimento per le componenti orizzontali della velocità di vibrazione (p.c.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni durature sulle costruzioni		
Classe	Tipo di Edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in mm/s Per tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzione strutturalmente simili	10
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	25

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

3.2 AREA DI STUDIO

3.2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La zona territoriale interessata dalle vibrazioni prodotte dai convogli ferroviari è quella a ridosso delle della tratta della linea ferroviaria Potenza – Metaponto oggetto di PFTE degli interventi di velocizzazione tra le stazioni di Grassano e Ferrandina Scalo.

L'ambito di studio è caratterizzato prevalentemente da un tessuto agricolo con presenza sporadica di edifici residenziali, commerciali e agricoli lungo tutto l'intervento in progetto. Per l'individuazione degli edifici potenzialmente interferiti dal disturbo di vibrazioni si fa riferimento al censimento ricettori sviluppato per lo studio acustico "*Planimetria dei ricettori e dei punti di misura*" (IA9513R22P5IM0004001B÷4B), seppur ai fini della propagazione delle vibrazioni l'area di potenziale interferenza si limita ad una distanza massima di circa 50 m dal binario.

3.2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Ai fini del presente studio ci si è dedicati unicamente a quelle aree per le quali è prevedibile un potenziale impatto da vibrazioni, e dunque ci si è limitati ad analizzare i tratti della linea per i quali sono presenti potenziali ricettori entro una distanza di 50 m dal tracciato ferroviario.

Da un'analisi della carta geologica scala 1:100000 si evidenzia una sostanziale uniformità delle formazioni geologiche interessate dal progetto. Si tratta in generale di depositi alluvionali a ridosso del fiume Basento.

La descrizione stratigrafica del suolo ai fini di uno studio di impatto da vibrazioni deve necessariamente ricondursi ad una classificazione delle tipologie di suolo estremamente più sintetica rispetto alle definizioni derivanti dallo studio geognostico utile ai fini della progettazione strutturale delle opere.

In particolare, l'interesse del presente studio è nella rilevazione di tre grandi categorie di suolo, per le quali si rileva un comportamento propagativo differente con parametri individuati dalla letteratura.

In base alla classificazione di Ungar e Bender le stratigrafie del terreno possono essere associate con le seguenti proprietà utili ai fini del presente studio.

Tipologia suolo	Velocità di propagazione delle onde longitudinali [m/s]	Fattore di smorzamento	Densità [kg/m ²]
Roccia	3500	0,01	2650
Sabbia, limo, ghiaia, loess	600	0,1	1600
Argilla, suolo argilloso	1500	0,1 – 0,2	1700

La classificazione ai fini vibrazionali è indicata nella seguente tabella.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

Simbologia stratigrafica	Descrizione	Velocità di propagazione delle onde longitudinali [m/s]	Fattore di smorzamento	Densità [kg/m ²]
Aa	Terreno prevalentemente sabbioso, con eventuale presenza di limo, ghiaia, loess	600	0,1	1600
FMA	Roccia	3500	0,01	2650
FR	“	“	“	“

3.3 INDAGINI VIBRAZIONALI

3.3.1 RILIEVI DI VIBRAZIONI IN SITU

Nell'ambito del presente progetto è stata eseguita una campagna di rilievi vibrometrici sul campo, i cui risultati sperimentali sono stati utilizzati per la determinazione della propagazione delle onde vibrazionali di origine ferroviaria nel terreno.

Nello specifico sono state eseguite misure in corrispondenza di una sezione lungo l'attuale linea attraverso l'installazione di tre terne accelerometriche T1, T2 e T3 poste a distanze crescenti dall'asse del binario in modo da valutare sia l'emissione vibrazionale dei convogli ferroviari che le modalità di propagazione delle vibrazioni nel terreno. Il sito di indagine è localizzato in prossimità della stazione di Pisticci, posta fuori dall'ambito di studio, ma su una tratta della linea che si sviluppa in rilevato/raso e che ha permesso di determinare l'entità dei livelli vibrazionali di origine ferroviaria lungo la direzione di propagazione perpendicolare alla linea ferroviaria.



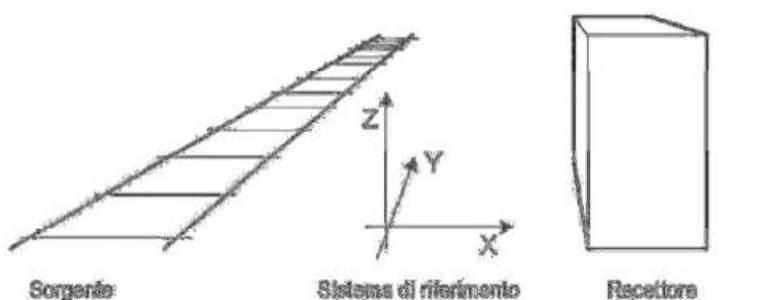
Localizzazione delle indagini vibrazionali lungo l'attuale linea ferroviaria

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

Le misure sono state eseguite secondo le modalità indicate dalla norma UNI 9614:1990, come indicato dal Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili cod. RFIDTCSIAMMAIFS001D del 31.12.2020. Lungo la via di propagazione sono stati posizionati tre vibrometri in corrispondenza del punto denominato VIB_PISTICCI, ciascuno dotato di tre accelerometri (uno per ciascun asse di riferimento) così posizionati:

- Terna 1: distante 7 metri dall'asse binario
- Terna 2: distante 14 metri dall'asse binario
- Terna 3: distante 21 metri dall'asse binario

Gli accelerometri sono stati sistemati in modo da individuare tre componenti ortogonali di accelerazione orientate secondo un sistema di riferimenti allineato con la sorgente di vibrazioni. Nello specifico si identificano l'asse trasversale X, l'asse longitudinale Y e l'asse verticale Z (cfr. scheda di figura seguente).

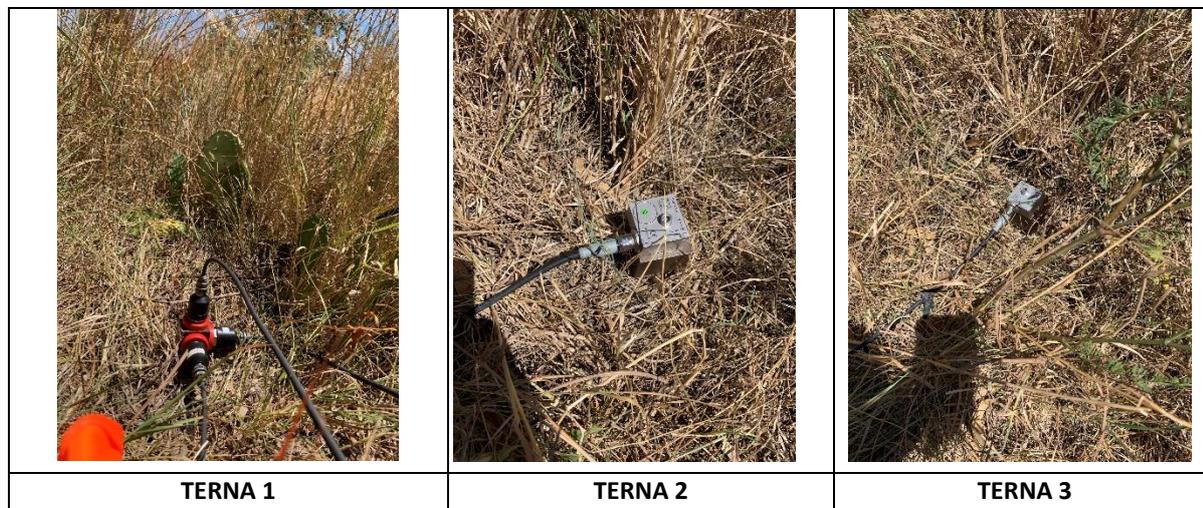


Orientamento delle componenti vibrazionali rispetto alle sorgenti



Installazione delle terne accelerometriche

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B



Installazione degli accelerometri

I report di misura sono riportati nell'Allegato 2 – “Report indagini vibrazioni” della presente relazione. Tali rilievi hanno permesso di determinare:

- L'entità e la variabilità dei transiti ferroviari in un numero statisticamente significativo alla sorgente;
- Le caratteristiche di emissione delle vibrazioni di origine ferroviaria;
- Le modalità di propagazione delle vibrazioni con una validazione sperimentale attraverso la funzione di trasferimento.

3.3.2 ANALISI DEI RILIEVI

3.3.2.1 Entità vibrazionale e relativa variabilità dei transiti ferroviari

I transiti ferroviari sono caratterizzati da una notevole variabilità dei livelli di accelerazione vibrazionale emessa dovuta alle diverse caratteristiche tipologiche dei convogli e alle condizioni di percorrenza lungo la linea. Nel periodo di misura sono stati campionati i livelli di accelerazione relativi a:

- N° 3 treni Regionali con una velocità di percorrenza costante in corrispondenza della sezione di indagine di circa 60 km/h;
- N° 2 treni IC con una velocità di percorrenza costante in corrispondenza della sezione di indagine di circa 70 km/h;

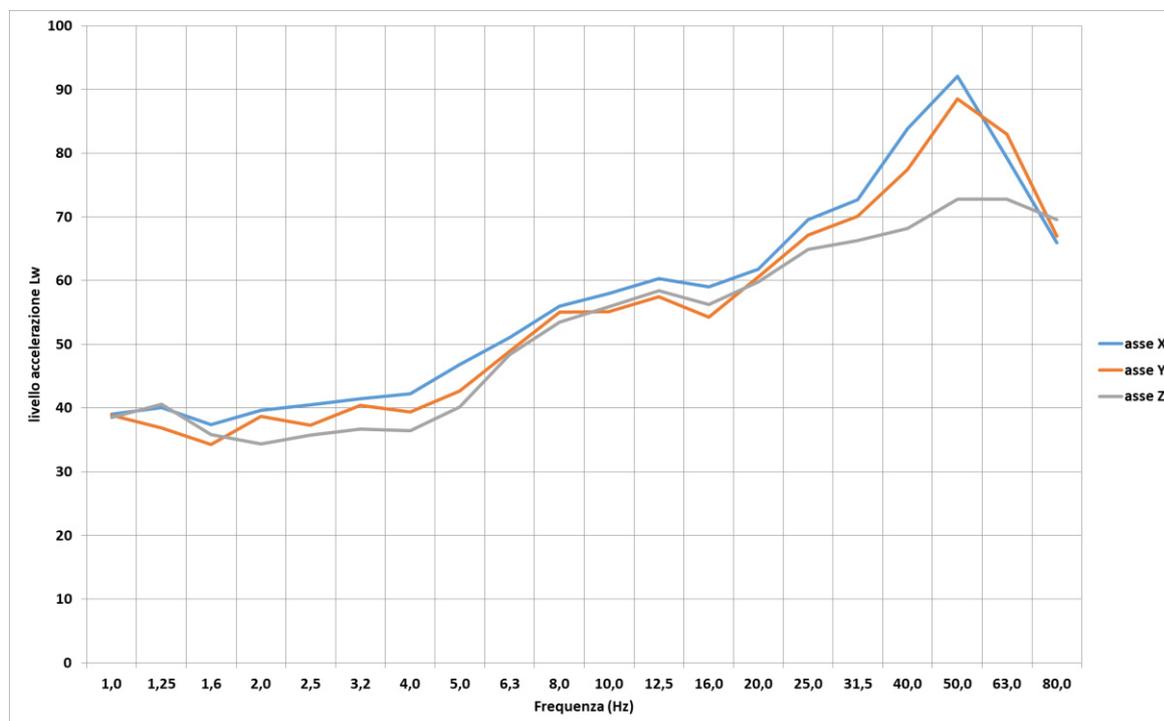
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

3.3.2.2 Caratteristiche di emissione delle vibrazioni di origine ferroviaria

Le vibrazioni rilevate nella postazione 1 posta a 7 m dall'asse del binario esterno sono di entità rilevante vista la vicinanza del punto di misura alla ferrovia.

Nel grafico seguente si riportano gli spettri rilevati a circa 7 m dall'asse del binario esterno distinti per asse X, Y e Z e riferiti al parco ferroviario circolato. Questi sono stati utilizzati come riferimento per il calcolo previsionale a partire dalla sorgente.

Le caratteristiche summenzionate concorrono a determinare le caratteristiche spettrali di emissione e l'entità dell'emissione stessa, ma nel caso di interesse si è potuto determinare con buona affidabilità che l'emissione vibrazionale è caratterizzata da energia concentrata fra 10 e 80 Hz.



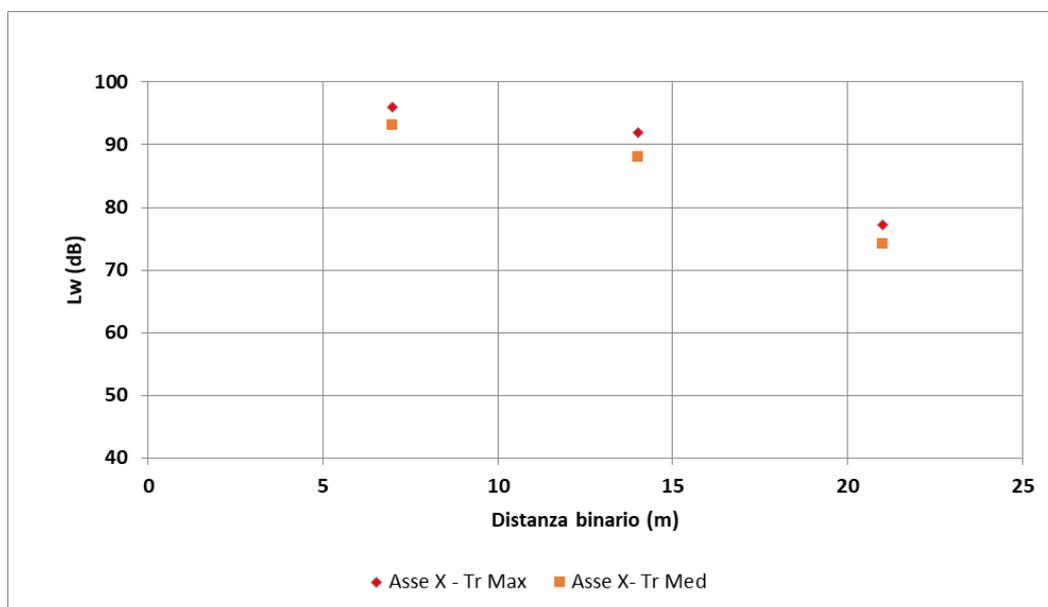
Spettro medio ponderato dei transiti rilevati presso la postazione T1 in prossimità del binario

Nella tabella seguente si riportano i valori dei livelli di accelerazione Lw lungo gli assi X, Y e Z, riferiti sia alla condizione critica, ovvero al singolo transito che ha indotto i valori massimi di accelerazione, sia alla condizione media ricorrente sulla base dei valori osservati nell'intero periodo di misura.

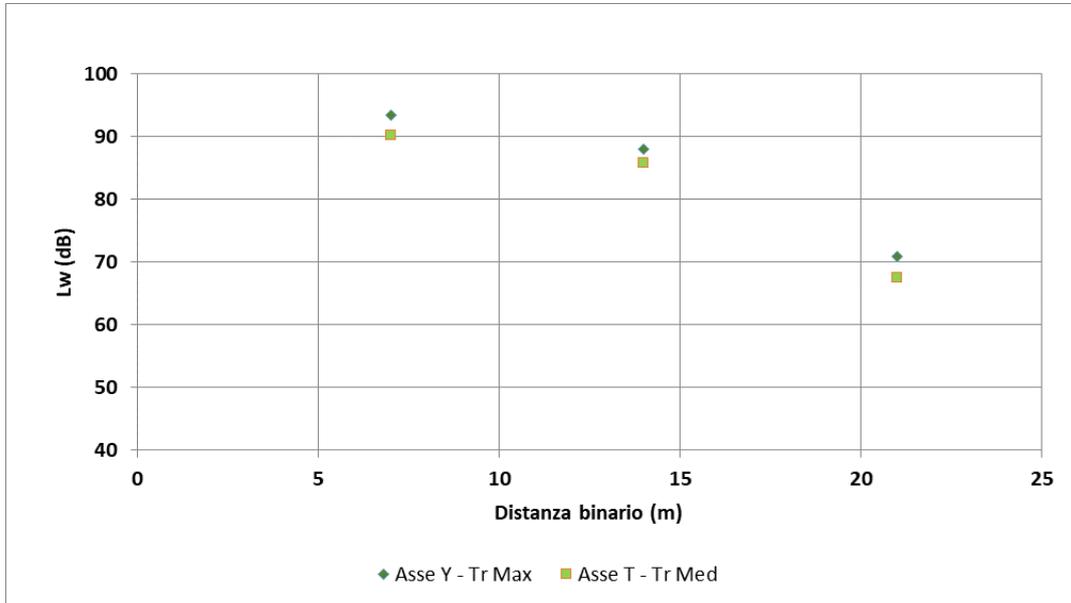
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

Postazione	Dist. [m]	Vel. media [km/h]	Durata media [s]	Lw,eq max [dB]			Lw,eq media [dB]		
				X	Y	Z	X	Y	Z
T1	7	64	10	96,0	93,3	80,8	93,1	90,1	78,3
T2	14	64	10	91,9	88,0	74,0	88,1	85,7	72,0
T3	21	64	10	77,1	70,9	68,4	74,2	67,4	66,3

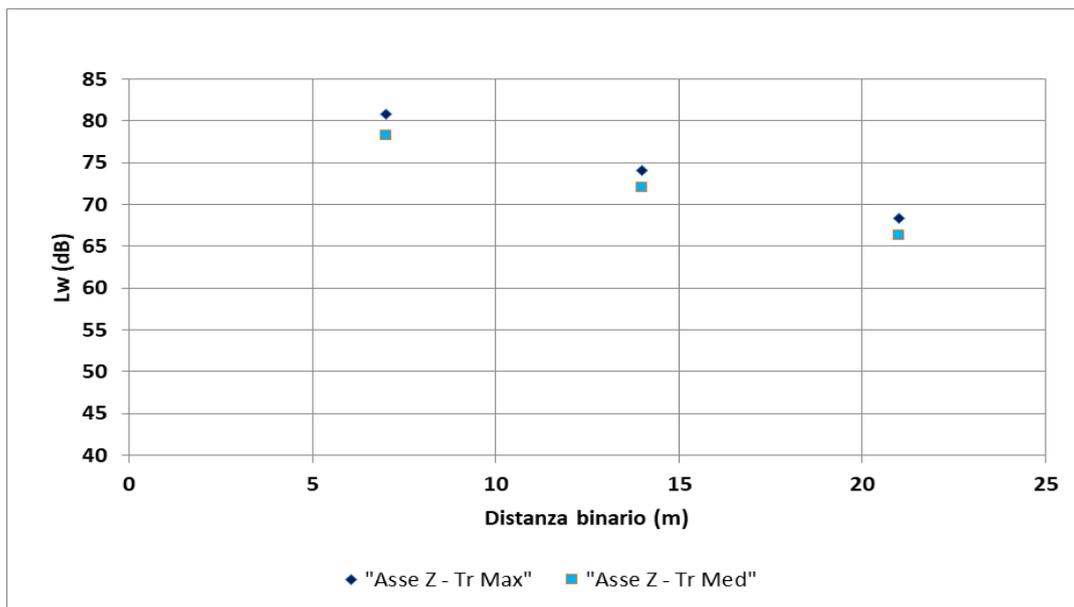
Livelli di accelerazione Lw,eq in dB riferiti ad un singolo transito di un convoglio nella condizione di massima e media emissione rilevati in corrispondenza dei punti T1, T2 e T3 a 7, 14 e 21 m



Livelli di accelerazione lungo l'asse X rappresentativi delle condizioni di massima e media emissione di un singolo transito ferroviario a 7, 14 e 21 m dall'asse del binario



Livelli di accelerazione lungo l'asse Y rappresentativi delle condizioni di massima e media emissione di un singolo transito ferroviario a 7, 14 e 21 m dall'asse del binario



Livelli di accelerazione lungo l'asse Z rappresentativi delle condizioni di massima e media emissione di un singolo transito ferroviario a 7, 14 e 21 m dall'asse del binario

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

3.4 STUDIO DELL'IMPATTO DA VIBRAZIONI

3.4.1 LE VIBRAZIONI INDOTTE IN FASE DI ESERCIZIO

L'esercizio di una linea ferroviaria è fonte di sollecitazioni dinamiche nel terreno circostante. I treni che si muovono su un percorso ferrato eccitano i binari e il relativo sottofondo su cui essi poggiano.

Le cause di tali vibrazioni sono da ricondursi all'interazione del sistema veicolo/armamento/struttura di sostegno e dipendono da diversi fattori quali la tipologia di convoglio, le velocità di esercizio le caratteristiche dell'armamento, la tipologia di terreni e non ultimo le caratteristiche strutturali dei fabbricati.

In generale gli aspetti che intervengono nel condizionare l'importanza del disturbo vibrazionale negli edifici si possono riassumere nei seguenti punti:

- *Interazione ruota- rotaia*
- *Velocità del treno*
- *Comportamento corpo ferroviario: tipo e dimensioni della linea (tunnel, trincea, superficie, rilevato, viadotto); spessore delle pareti della infrastruttura in tunnel o in trincea*
- *Trasmissione nel terreno: natura e caratteristiche del suolo; leggi di attenuazione nel suolo*
- *Trasmissione agli edifici: distanza plano-altimetrica tra linea e fondazioni edificio; caratteristiche del sistema fondazionale degli edifici; caratteristiche strutturali degli edifici.*

Nei successivi sotto paragrafi vengono esaminati nel dettaglio i più importanti aspetti che influenzano il disturbo vibrazionale e le modalità con cui sono stati considerati nell'elaborazione del modello previsionale.

Le vibrazioni così generate si propagano nel terreno circostante, sia terreno o roccia, sotto forma di vibrazioni per via solida. Le modalità di propagazione dipendono dalla composizione del terreno, che può influenzare pesantemente l'ampiezza e la stessa velocità di propagazione. Quando l'onda vibrazionale incontra un edificio, la vibrazione può essere percepita sia sotto forma di vibrazione (vibrazioni trasmesse al corpo) sia sottoforma di rumore re-irradiato (di bassa frequenza).

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

3.4.2 CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE DI VIBRAZIONI

3.4.2.1 Interazione ruota-rotaia

La sorgente di vibrazioni ferroviaria consiste nel movimento del treno lungo le rotaie e dalle conseguenti forze che nascono nell'interazione fra ruota, rotaia e struttura di appoggio della rotaia. I treni, in fase di riposo, esercitano una forza statica data dal peso trasmesso dalle ruote alle rotaie e distribuito dalla rotaia stessa, dalle traversine, dal supporto (ballast,,,) e dal terreno: si tratta del carico

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

statico. Quando il treno si mette in movimento questa forza si sposta insieme al treno stesso, ma a causa delle imperfezioni e irregolarità superficiali di ruota, rotaia nonché delle variazioni nel tipo di supporto della rotaia il carico statico eserciterà una forza dinamica, che si trasforma in vibrazioni generate nel punto di contatto ruota-rotaia e trasmesse nel terreno circostante. I parametri che influenzano il livello e le caratteristiche delle vibrazioni indotte dal passaggio del treno sono:

- Vibrazioni indotte dalla risposta della struttura del binario:
 - Carico statico assiale (peso del treno e spaziatura interassiale);
 - Geometria e composizione del treno (tipo, lunghezza,..);
 - Velocità del treno.
- Interfaccia ruota-rotaia
 - Imperfezioni della ruota (eccentricità, sbilanciamento, zone piatte, asperità);
 - Andatura instabile dei veicoli ferroviari;
 - Accelerazione e decelerazione del treno.
- Imperfezioni della rotaia
 - Qualità della rotaia (corrugamenti, corrosione, asperità, giunti,...),
 - Curve e chicane (forze centrifughe).
- Variazioni nella struttura di supporto
 - Geometria e rigidità della struttura di supporto (traversine, ballast e terreno),
 - Presenza di ghiaccio.

Un aumento del carico assiale aumenta ovviamente il carico dinamico generato dal passaggio del treno. Il raddoppio del carico assiale può aumentare i livelli di vibrazione da 2 a 4 dB (Kurzweil, 1979). La composizione dei treni ha inoltre un impatto notevole sulla generazione di vibrazioni, così come la velocità stessa del treno può portare a notevoli incrementi di vibrazione: secondo Kurzweil (1979) un raddoppio della velocità può comportare un aumento di vibrazione da 4 a 6 dB (cfr. paragrafo successivo).

Le imperfezioni superficiali della ruota e della rotaia sono la causa principale delle vibrazioni. Nel primo caso le tipiche irregolarità superficiali sono le zone lisce (piatte) della ruota per effetto della frenatura. Le irregolarità della rotaia possono essere costituite invece da giunti fra spezzoni di rotaia (rotaie non saldate), corrugamenti, asperità o altro ancora. Secondo Kurzweil questi difetti possono aumentare i livelli di vibrazione da 10 a 20 dB.

Oltre a quelle menzionate, altre cause di vibrazione possono essere ricondotte alla presenza di curve, alle accelerazioni e/o decelerazioni del treno, alla guida instabile dei veicoli, etc.

Le variazioni nella struttura di supporto delle rotaie dipendono dalla geometria, rigidità e spaziatura fra le traversine. Il contatto tra la traversina e il ballast incide sulla emissione vibrazionale: una traversina che può perdere il contatto con il ballast sottostante oppure essere supportata meglio dallo stesso genera una discontinuità di resistenza (minore o maggiore a seconda del caso) al passaggio del treno e quindi una differente propagazione della vibrazione nel terreno. E' piuttosto comune individuare un picco corrispondente alla frequenza della spaziatura delle traversine e in funzione della velocità del treno. Anche la rigidità e l'eterogeneità del ballast possono influenzare le forze generate dal transito del treno. Come descritto sopra, il carico generato dai treni è dovuto ad un carico statico, dovuto al peso del treno, e ad un carico dinamico, generato dalle imperfezioni della rotaia, ruote,

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

struttura di appoggio. I carichi dinamici variano il carico (e quindi la forza) complessiva trasmessa nella misura percentuale relativa al carico statico descritta nella seguente tabella.

Tipo di carico	Carico	Contributo
Statico	Peso del treno	100%
Dinamico	Contributo quasi-statico nelle curve	10-40%
“	Contributo dovuto ad asperità delle rotaie	50 – 300%
“	Contributo dovuto ad asperità delle ruote	50 – 300 %
“	Contributo dovuto ad accelerazioni e frenature	5 – 20 %

3.4.2.2 Velocità dei treni

La velocità del treno ha un effetto significativo sul disturbo vibrazionale negli edifici, anche se spesso inferiore a quanto potrebbe essere atteso sulla base di considerazioni soggettive.

I livelli di vibrazione variano con legge logaritmica in base dieci in funzione delle variazioni nella velocità del treno, ossia:

$$L = L_0 + 10 \div 20 \cdot \log\left(\frac{V}{V_0}\right)$$

dove:

- L e L_0 : sono i livelli di vibrazioni in decibel
- V e V_0 : sono le rispettive velocità di transito dei treni

Dalla relazione sopra riportata si evince che al raddoppiare della velocità di transito si produce un incremento variabile tra i 3 e i 6 dB nei livelli di vibrazione e ciò in maniera indipendente dalla frequenza.

3.4.2.3 Corpo ferroviario

La vibrazione prodotta dai veicoli ferroviari attraverso la rotaia e la traversina su cui poggia raggiunge la struttura di appoggio sottostante, che può essere costituita da ballast (pietrisco di granulometria definita) o da strutture più o meno complesse in grado di attenuare le vibrazioni (dove si ritiene necessario allo scopo di ridurre l'impatto verso ricettori sensibili). A seconda della tipologia di corpo ferroviario la propagazione delle vibrazioni differisce notevolmente.

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

Nel caso di tracciati caratterizzati dalla presenza di tratti in rilevato le vibrazioni al terreno la vibrazione si propaga dalla struttura di supporto delle rotaie al terreno sottoforma di onde elastiche. Queste sono generalmente comprese tra i 20 e gli 80 Hz, con livelli di accelerazione dell'ordine di 60-70 dB¹, per distanze da 15 a 30 metri dalla linea ferroviaria con velocità di esercizio sino a 100 Km/h. Altresì il tipico spettro di frequenza generato dal transito di treni in gallerie è compreso fra 4 Hz e alcune centinaia di Hz. Vi possono essere picchi di frequenza compresi fra 80 e 100 dB.

3.4.3 LA PROPAGAZIONE DELLE VIBRAZIONI NEL TERRENO

La propagazione delle vibrazioni nel terreno è un fenomeno molto complesso da determinare in quanto strettamente dipendente dalle caratteristiche specifiche del sito di studio sulla base delle caratteristiche morfologiche, tipologiche del terreno, etc.

Seppur esistono in letteratura numerosi modelli che permettono il calcolo della propagazione delle vibrazioni ferroviarie, modelli che vanno da equazioni di tipo empirico a modelli BEM/FEM, nel caso in oggetto si è ritenuto opportuno rifarsi a dati sperimentali specifici all'ambito di studio.

In linea generale la propagazione delle onde vibrazionali nel terreno è funzione di due principali fenomeni di attenuazione.

L'attenuazione geometrica per una linea di emissione di lunghezza infinita (lunghezza del treno maggiore della distanza sorgente-ricettore) si esprime come:

$$A_g = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{(d+d_0)}{d} \right)^n$$

dove:

- $d+d_0$: distanza dall'asse della linea ferroviaria
- d_0 : distanza di riferimento
- $n=0,5$ per galleria, $n=1$ per tracciato di superficie

La varietà delle conformazioni morfologiche del terreno comporta le maggiori incertezze di valutazione della propagazione delle vibrazioni. I fattori che possono influire nella determinazione dell'attenuazione nel terreno sono molteplici. I più determinanti sono costituiti dalla natura del mezzo, dal suo grado di costipazione, dall'attrito statico fra i granuli e quindi dalla granulometria, dalla fratturazione del mezzo, dalla presenza di acqua, e da altri fattori la cui differente combinazione può determinare gradi di attenuazione differenti in mezzi litologicamente simili.

Agli effetti dell'analisi del terreno alle azioni dinamiche risulta quindi determinante la suddivisione tra rocce lapidee (tipo A nella norma UNI 9916) e rocce sciolte (da tipo B a tipo F nella norma UNI 9916).

In generale le rocce lapidee trasmettono tutta la gamma di frequenze, e principalmente le più alte, mentre le rocce sciolte lasciano passare solo le basse frequenze, che comunque corrispondono a quelle

¹ 0 dB \cong 1 $\mu\text{m/s}^2$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

di risposta degli edifici. Inoltre, mentre le rocce lapidee difficilmente possono subire variazioni di struttura sotto sollecitazioni dinamiche, le rocce sciolte, risultano di gran lunga più sensibili. La loro risposta alla azione di disturbo è diversa a seconda che l'intensità del disturbo sia lieve o al contrario forte: in altre parole il comportamento dei materiali sciolti è fortemente non lineare. Nel primo caso non si ha una vera variazione della struttura mentre nel secondo caso la vibrazione produce per tutte le rocce sciolte un assestamento e quindi una riduzione di porosità. Ciò avviene in misura maggiore per le rocce incoerenti poiché i granuli sottoposti a vibrazione perdono resistenza di attrito e quindi vengono favoriti fenomeni di scorrimento con assestamenti.

L'analisi delle caratteristiche geolitologiche degli strati superficiali del terreno è finalizzata al riconoscimento dei parametri correlabili alla propagazione delle vibrazioni nel terreno. I valori tipici di densità, velocità di propagazione e fattore di perdita, noti esclusivamente per alcune classi geologiche e in presenza di un ammasso omogeneo, sono riassunti nella sottostante tabella.

Tipo di terreno	Densità [t/m³]	Velocità di propagazione [m/s]	Fattore di perdita η
Roccia compatta	2.65	3500	0.01
Sabbia, limo, ghiaia, loess	1.6	600	0.1
Argilla, terreni argillosi	1.7	1500	0.2÷0.5

L'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno è stata calcolata con la formula:

$$A_t = 4,34 \cdot \Omega \cdot \eta \cdot x/c \text{ con } c = (E/d)^{1/2}$$

dove:

- x: distanza dall'asse della linea ferroviaria
- Ω: frequenza [rad*s⁻¹]
- η: coeffic. di assorbimento del terreno (fattore di perdita)
- c: velocità di propagazione dell'onda longitudinale nel terreno
- E: modulo elastico
- d: densità del terreno

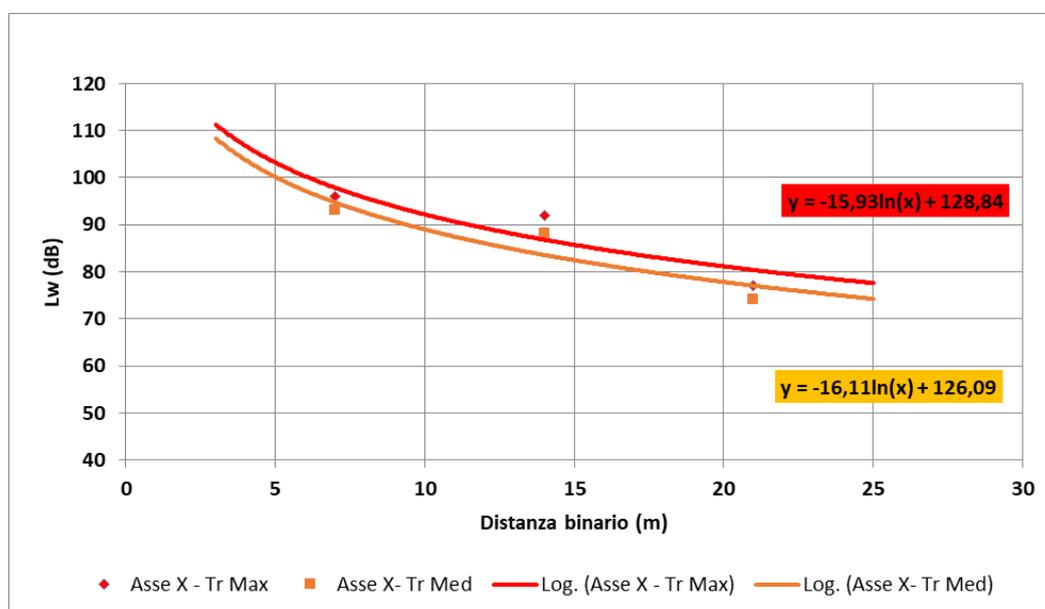
L'attenuazione dovuta alle discontinuità del terreno è stata considerata in modo semplificato ammettendo che l'onda di compressione si sposti dal suolo "a" al suolo "c" e che incida perpendicolarmente alla superficie di separazione dei due mezzi:

$$A_i = 20 \cdot \log[(1 + d_c \cdot c_c / d_a \cdot c_a) / 2]$$

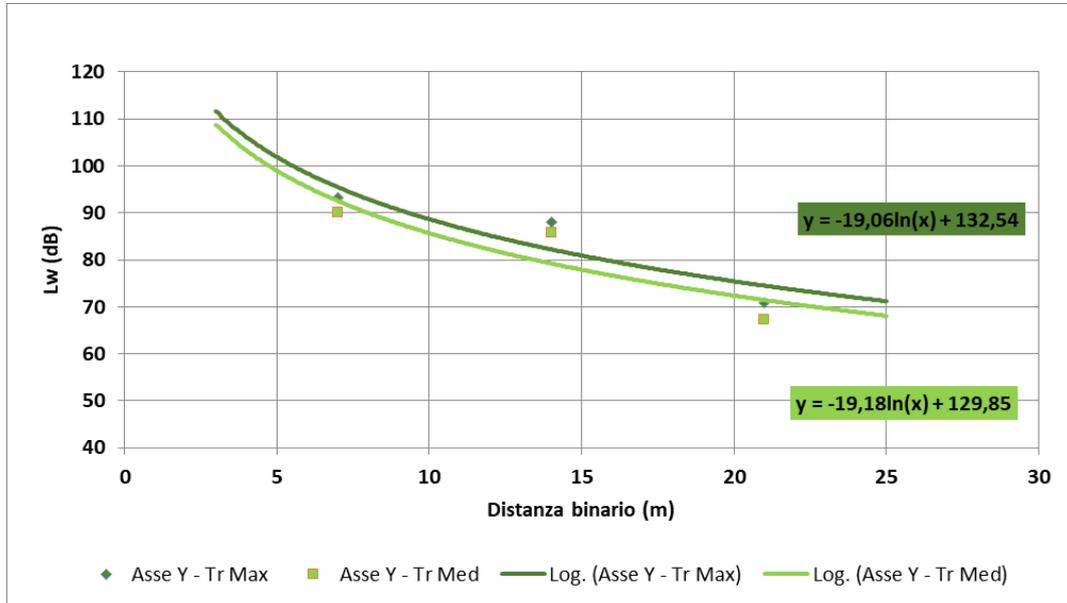
dove:

- d_c, d_a = densità dei suoli "c" e "a"
- c_c, c_a = velocità di propagazione nei suoli "c" e "a"

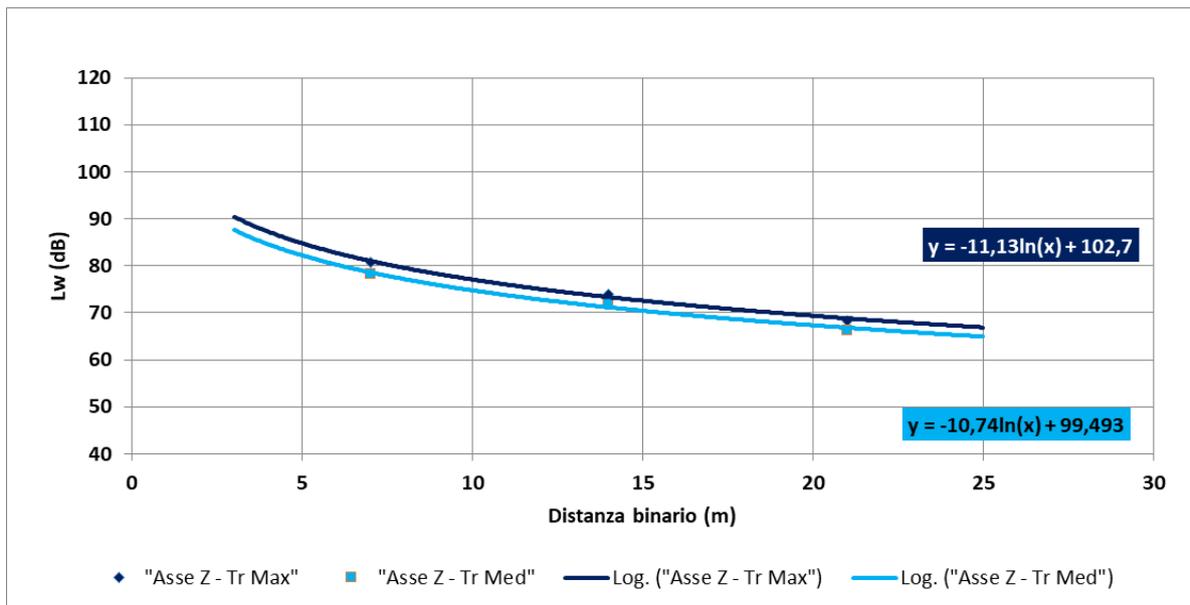
In considerazione dei molteplici fattori che possono condizionare il trasferimento delle vibrazioni nel suolo, per la costruzione del modello sono stati utilizzati i dati sperimentali rilevati dalla campagna di rilievi già citata. Si nota che, conoscendo la mutua distanza tra le postazioni, dai dati sperimentali è possibile estrapolare le funzioni di attenuazione, tramite regressione, le quali descrivono la propagazione nel terreno dell'onda vibrazionale in funzione della distanza. Nei grafici seguenti sono riportati i valori sperimentali sui quali è applicata la regressione logaritmica al fine di definire la funzione di trasferimento.



Individuazione della legge di propagazione delle vibrazioni nel terreno sulla base dei dati sperimentali lungo l'asse X per un singolo transito ferroviario nella condizione di massima e media emissione



Individuazione della legge di propagazione delle vibrazioni nel terreno sulla base dei dati sperimentali lungo l'asse Y per un singolo transito ferroviario nella condizione di massima e media emissione



Individuazione della legge di propagazione delle vibrazioni nel terreno sulla base dei dati sperimentali lungo l'asse Z per un singolo transito ferroviario nella condizione di massima e media emissione

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

3.4.4 LA PROPAGAZIONE DELLE VIBRAZIONI NELLE STRUTTURE EDILIZIE

3.4.4.1 Risposta degli edifici alle vibrazioni

Il modello semplificato di propagazione illustrato in precedenza si riferisce ai soli fenomeni che avvengono nel terreno, supposto omogeneo ed isotropo (perlomeno all'interno di ogni strato). Quando invece le vibrazioni nel terreno raggiungono un edificio esse si propagano attraverso le sue fondazioni e successivamente alle altre parti dell'edificio (pareti, pavimenti, soffitti), trasferendo ad esse l'energia vibratoria. Queste possono essere percepite come vibrazioni trasmesse al corpo delle persone o come rumore re-irradiato di bassa frequenza. Le vibrazioni possono a loro volta mettere in movimento alcune parti o oggetti delle abitazioni (mobili, vetri, suppellettili) e questi possono generare rumore o causare danni a strumenti sensibili. In alcuni casi le vibrazioni particolarmente elevate e ripetute nel tempo possono procurare un danno strutturale agli edifici, ma ben raramente questi effetti si verificano con infrastrutture dei trasporti.

In presenza di edifici dalla struttura complessa, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione di vario genere, accade che i livelli di accelerazione riscontrabili all'interno degli edifici stessi possono presentare sia attenuazioni, sia amplificazioni rispetto ai livelli sul terreno. In particolare, diversi sistemi di fondazione producono una attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante; tale aspetto è legato al fatto che l'interfaccia terreno-struttura non è perfettamente solidale, e pertanto genera fenomeni dissipativi. Detto fenomeno è condizionato dalla tipologia delle fondazioni (a platea, su plinti isolati, su travi rovesce, su pali, etc.). Nel caso di fondazioni a platea la grande area di contatto con il terreno determina una perdita di accoppiamento praticamente di 0 dB alle basse frequenze, sino alla frequenza di risonanza della fondazione.

Per le altre tipologie di fondazioni possono essere utilizzate curve empiriche che consentono la stima dei livelli di vibrazione della fondazione in funzione dei livelli di vibrazione del terreno.

Va inoltre preso in esame il fenomeno della risonanza strutturale di elementi dei fabbricati, in particolare dei solai: allorché la frequenza di eccitazione coincide con la frequenza naturale di oscillazione libera della struttura, la stessa manifesta un rilevante aumento dei livelli di vibrazione rispetto a quelli presenti alla base della stessa.

La propagazione delle vibrazioni dalle fondazioni di un edificio all'ambiente ricevente all'interno dell'edificio è un problema estremamente complesso, che richiede peraltro la conoscenza esatta della struttura dell'edificio, e può dunque essere studiato solo in fase di progettazione di un nuovo edificio e richiede solitamente metodi numerici agli elementi finiti. Nel presente studio ci si deve necessariamente basare su considerazioni molto meno dettagliate, che tuttavia hanno solide basi sperimentali ed esperienziali.

La propagazione delle vibrazioni attraverso un edificio e la radiazione sonora conseguente viene stimata utilizzando formulazioni empiriche o modelli teorici. Le formulazioni più note si basano sugli studi di Kurzweil e Melke, e sono anche disponibili in testi quali *Handbook of Urban Rail Noise and Vibration Control*. L'approccio consiste nel trattare la vibrazione proveniente dal terreno con una serie di fattori correttivi dipendenti dalla particolare configurazione dell'edificio.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

Fattore correttivo	Motivazione	Modalità di correzione
Accoppiamento terreno-fondazioni	Fattore correttivo che rappresenta la riduzione di vibrazione nell'interfaccia suolo-fondazioni.	I fattori correttivi da utilizzare consigliati dallo studio della Federal Transit Administration sono riportati nei diagrammi seguenti. La correzione risulta nulla al piano delle fondazioni. Possono essere utilizzati valori misurati in luogo delle correzioni generiche.
Trasmissione attraverso l'edificio	L'ampiezza di vibrazione subisce una attenuazione propagandosi lungo l'edificio.	Il comportamento tipico assume che vi sia una attenuazione da 1 a 2 dB per ciascun piano.
Risonanze strutturali dei solai	L'ampiezza di vibrazione viene amplificata dalle risonanze strutturali di solai/soffitti.	Per strutture con telaio in legno la frequenza fondamentale di risonanza dei solai è solitamente nel range 15-20-Hz. Strutture in cemento armato hanno frequenze di risonanza nella gamma 20-30-Hz. L'amplificazione nel range di risonanza implica una amplificazione di almeno 6 dB.

3.4.4.2 Accoppiamento terreno – fondazioni edificio

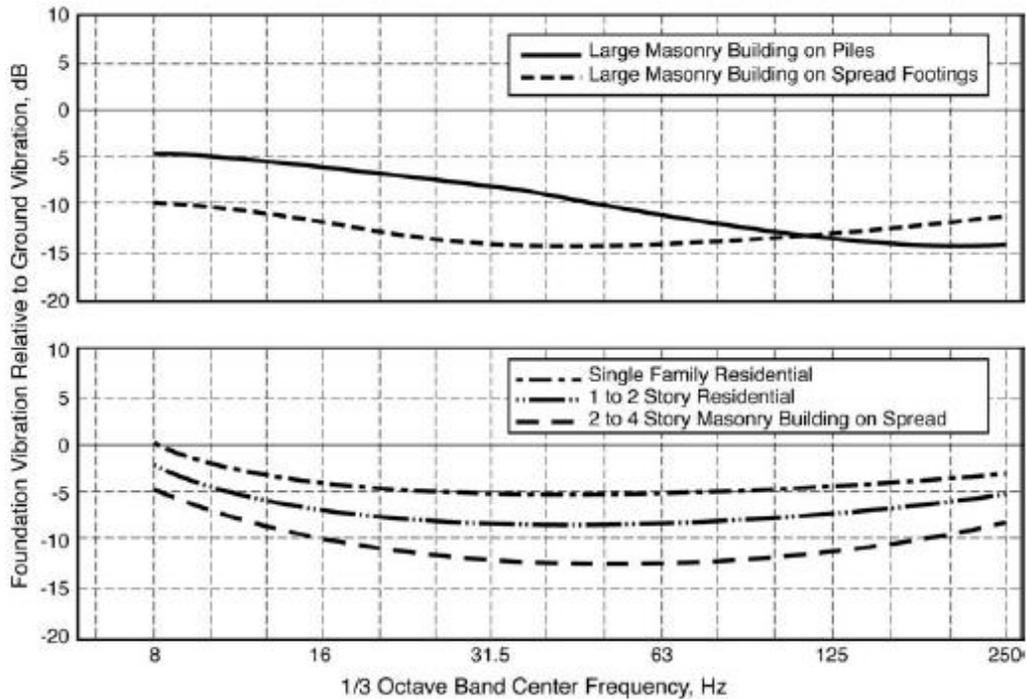
La quantità di vibrazioni che si trasmette agli edifici dipende dall'accoppiamento fra il terreno e le fondazioni. Solitamente vi è un'attenuazione delle vibrazioni in questo passaggio.

Per fondazioni a platea, a contatto con il terreno sottostante e sottoposte dunque alle stesse vibrazioni non vi è solitamente alcuna attenuazione (0 dB) per le frequenze fino alla frequenza di risonanza della struttura della platea. (Remington et al., 1987).

L'accoppiamento per edifici con strutture leggere è anch'esso stimato essere pari a 0 dB da Kurzweil, 1979. Per altri tipi di fondazioni (pali...) l'accoppiamento varia fra 2 e 15 dB in funzione della frequenza e della fondazione (Remington, 1987; Kurzweil, 1979). Per edifici fondati direttamente su strati rocciosi l'accoppiamento è 0 (Kurzweil, 1979). La riduzione delle vibrazioni fra terreno ed edificio è maggiore per oscillazioni verticali poiché l'edificio risulta strutturalmente più debole in senso orizzontale.

Nel presente lavoro i comportamenti strutturali verranno stimati sulla base dei seguenti diagrammi.

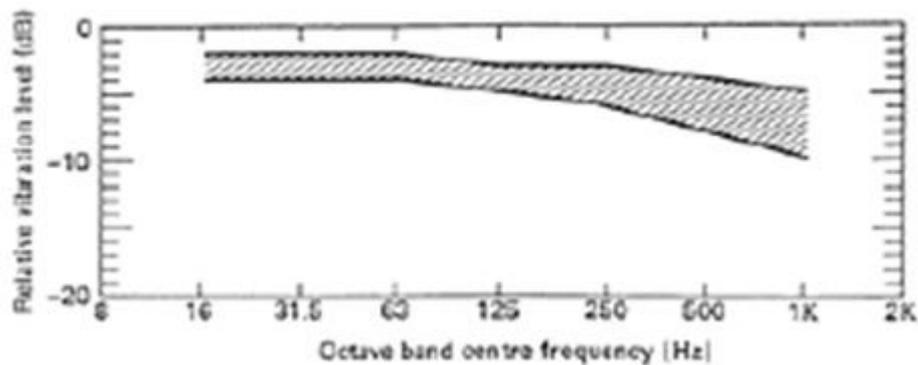
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B



Risposta delle fondazioni per diverse tipologie di edifici (Fonte: FTA, USA)

3.4.4.3 Trasmissione attraverso l'edificio

Passando da un piano a quello sovrastante si verifica una progressiva riduzione dei livelli di vibrazione trasmessi. La figura seguente mostra il campo di variabilità tipico di tale attenuazione interpiano.



Attenuazione delle vibrazioni nel passaggio da un piano al successivo

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

Ungar and Bender (1975) proposero di valutare l'attenuazione delle vibrazioni attraverso l'edificio con la seguente relazione:

$$L_p = L_g - 3n \quad [\text{dB}]$$

dove:

- L_g è la vibrazione alle fondazioni;
- n è il numero di piani dell'edificio (o meglio il numero di piani interposti fra le fondazioni e il piano per il quale interessa calcolare la vibrazione).

Dunque viene calcolata una riduzione di 3 dB per ogni piano.

3.4.4.4 Risonanze strutturali dei solai

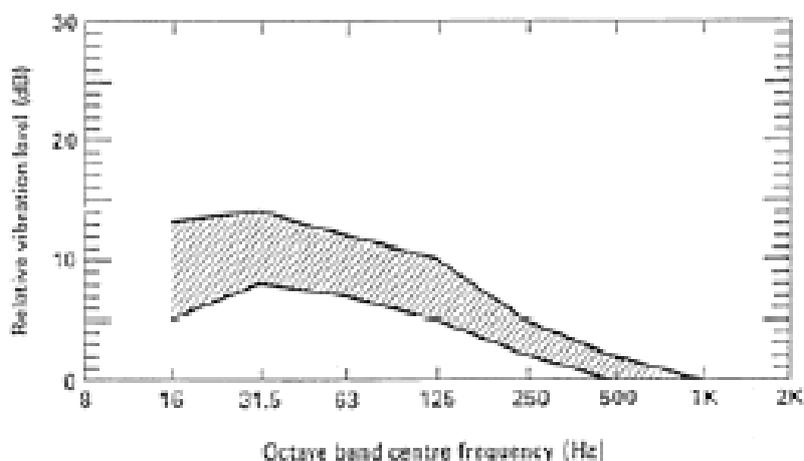
Pareti, solai e soffitti di un edificio talvolta amplificano le vibrazioni. Edifici con strutture leggere in genere non amplificano particolarmente, anche se si possono verificare amplificazioni ai piani superiori (Kurzweil, 1979). L'amplificazione può variare tra un fattore 0.5 (riduzione) e 2 (amplificazione) nella gamma di frequenza 25 - 30 Hz, anche se si sono osservate amplificazioni fino a un fattore 5 (Leventhall, 1987). Questo fenomeno è causato dal fatto che parti diverse di un edificio possono avere caratteristiche diverse di rigidità, massa e smorzamento, con conseguenti diverse frequenze naturali di oscillazione. Di seguito vengono indicate alcune frequenze naturali tipiche.

Elemento edilizio	Frequenza naturale [Hz]
Pali	5-50
Pavimenti e solette	10-30
Finestre	10-100
Soffitti intonacati	10-20

Dawn and Stanworth (1979) hanno dimostrato che vi possono essere notevoli differenze nei livelli di vibrazione e nelle frequenze fra due pavimenti di un edificio. In genere, l'amplificazione è nella gamma 5 - 15 dB per le frequenze 16 - 80 Hz (Remington, 1987). E' comune che pavimento amplifichi nella gamma 10 - 30 Hz poichè a quelle frequenze le risonanze della struttura coincidono con i picchi di vibrazione prodotti dal transito del treno.

Nella figura successiva viene evidenziato il possibile campo di amplificazione delle vibrazioni dovuto alla risonanza dei solai, che come si nota oscilla fra 5 e 12 dB nel campo di frequenze rilevanti dal punto di vista ferroviario.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B



Amplificazione prodotta dai solai

Ne deriva quindi come l'effetto complessivo di questi fenomeni possa in generale portare ad una variazione dei livelli di vibrazione, misurati al centro dei solai, da 0 a +12dB rispetto ai livelli sul terreno.

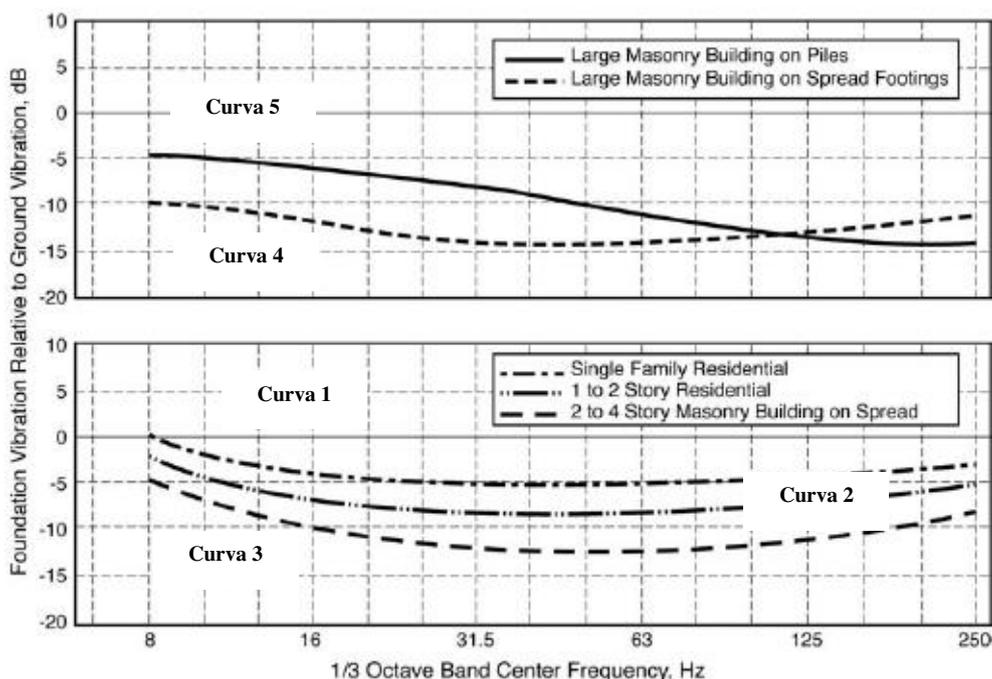
3.4.4.5 Individuazione delle vibrazioni trasmesse a ciascun edificio e stima della risposta

Una stima dell'effetto locale di riduzione/amplificazione di ciascun edificio è possibile parametrizzando gli effetti combinati sopra descritti. In base alle caratteristiche delle fondazioni dell'edificio si definisce un fattore di attenuazione per le fondazioni secondo il seguente schema.

Tipologia fondazioni	Tipologia edificio	Fattore correttivo [dB]
Fondazioni a platea	Villetta monofamiliare	curva 1
“	Palazzina 1-2 piani	curva 2
“	Palazzina 2-4 piani	curva 3
“	Edificio di grandi dimensioni (industriale, commerciale, palazzo multipiano)	curva 4
Fondazioni su pali	Edificio di grandi dimensioni (industriale, commerciale, palazzo multipiano)	curva 5

La correzione in frequenza è desunta dal seguente diagramma.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B



Fattori correttivi dovuti alla tipologia di fondazione

Le tipologie edilizie prevalenti in adiacenza al tracciato sono rappresentate da edifici storici in muratura, con fondazioni direttamente immerse nel terreno. In queste condizioni, sulla base di quanto sin ora detto, la differenza tra il livello di vibrazione del terreno e quello dell'edificio si stima cautelativamente essere di circa +5 dB.

Tali fattori costituiscono un ulteriore elemento cautelativo nella valutazione del disturbo da vibrazioni e tengono conto dell'effetto combinato delle componenti positive, quali la perdita di accoppiamento suolo-fondazioni e l'attenuazione da piano a piano e delle componenti negative di attenuazione, quali la risonanza alle frequenze proprie dei solai.

L'approccio cautelativo con cui viene affrontato il tema è confermato anche da indagini effettuate sulle linee ferroviarie italiane.

3.4.4.6 Rumore trasmesso per via solida dalle strutture

Il rumore solido all'interno degli edifici è il risultato delle onde acustiche irradiate dalle superfici della stanza, includendo le pareti, i pavimenti, i soffitti e tutti gli altri elementi normalmente presenti quali finestre, porte, ecc. La relazione tra le ampiezze di vibrazione delle superfici della stanza ed i livelli di pressione sonora all'interno della stanza stessa è funzione del valore medio del coefficiente di assorbimento acustico che caratterizza le superfici, dalla dimensione e forma della stanza e della distribuzione del campo di vibrazione sulle superfici vibranti.

Studi basati su considerazioni teoriche hanno consentito di formulare la seguente relazione che lega i livelli di pressione sonora con i livelli di vibrazione in accelerazione rilevabili in corrispondenza dell'orizzontamento della stanza:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

$$L_p = L_a - 20 \cdot \log(f) + 16$$

dove:

- L_p è il livello di pressione sonora in dB (0 dB = 20 μ Pa);
- L_a è il livello di vibrazione di accelerazione all'orizzontamento in dB (0 dB = 1 μ g);
- F è la frequenza per bande a terzi di ottava in Hz.

L'applicazione del modello di propagazione del rumore solido per i ricettori analizzati nel presente studio non evidenziano situazioni di criticità preventivabili. Lo stato degli infissi di ciascun edificio, classificato "buono" in fase di censimento ricettori, potrebbe ridurre notevolmente l'insorgere di condizioni di attenzione per gli stessi ricettori potenzialmente interessati da livelli di vibrazioni disturbanti, qualora i vetri entrino in risonanza, vibrino ed emettano all'interno del locale un rumore avente le medesime frequenze.

3.5 LA VALUTAZIONE DELLE VIBRAZIONI INDOTTE IN FASE DI ESERCIZIO

3.5.1 PREVISIONE DELL'IMPATTO IN FASE DI ESERCIZIO

L'individuazione delle criticità che si potranno verificare con la realizzazione del progetto ha reso indispensabile determinare preventivamente i criteri di valutazione della sensibilità del territorio: a tale scopo è stato utilizzato come riferimento il censimento dei ricettori eseguito nell'ambito dello studio acustico. Per quanto riguarda l'individuazione di criticità, in via cautelativa, si è fatto riferimento ai limiti indicati dalla norma ISO 2631/UNI 9614:1990 per le vibrazioni di livello costante, in particolare per la condizione di postura del corpo non nota, per la quale si indicano soglie uguali per tutti i tre assi di riferimento (x, y, z) di 77 dB per il giorno e 74 dB per la notte, per ambiti residenziali. Ciò, pertanto, senza tener conto dei valori di riferimento suggeriti dalla medesima norma nel caso di vibrazioni prodotte da veicoli ferroviari (89,5 dB per asse Z - 86,7 dB per asse x-y). Applicando i modelli di calcoli precedentemente descritti, le funzioni di trasferimento sperimentali e attraversamenti litologici tipici dell'area in esame, i dati di caratterizzazione dei singoli transiti ferroviari e tipologie edilizie sia in c.a. sia in muratura (con luci di solaio di 4 m), si è giunti al calcolo della distanza dalla sorgente a cui il livello di accelerazione ponderato risulti inferiore ai valori indicati dalla norma UNI 9614:1990 per i ricettori residenziali sia nel periodo diurno che notturno lungo tutti gli assi. In assenza, però, di dati precisi per ciascun edificio analizzato (terreno, fondazioni, strutture), le valutazioni previsionali possono risentire di variazioni anche apprezzabili: a tal fine, nelle valutazioni conclusive si terrà conto in via cautelativa di un margine di tolleranza tale da rappresentare anche la variabilità dei parametri di input.

Il valore complessivo di accelerazione che tiene conto anche del modello di esercizio all'orizzonte temporale di progetto, è confrontato con i limiti indicati dalle norme tecniche per il periodo diurno e il periodo notturno, così come previsto dal "Manuale di Progettazione delle Opere Civili di RFI" (cod. RFIDTCSIAMMAIFS001D del 31.12.2020).

Come indicato nel manuale citato, i valori di riferimento suggeriti dalla norma UNI 9614:1990 precedentemente descritti (punto A.4 della Appendice) nel caso di vibrazioni prodotte da veicoli

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

ferroviari, sono invece da confrontare con i livelli dei singoli transiti, distinti per tipologia di convoglio, adottando come intervallo di tempo rappresentativo la durata dell'evento, in caso di tracciato in sotterraneo. Si fa presente che tuttavia il tracciato di progetto in questo caso si sviluppa interamente allo scoperto.

3.5.2 TRAFFICO DI ESERCIZIO

Il numero di transiti considerati per la valutazione previsionale del disturbo da vibrazioni si basa sul modello di esercizio futuro individuato nell'ambito del progetto e riferito alla linea di progetto.

Si evidenzia infatti, che per tale studio non si è fatto riferimento alla sovrapposizione degli effetti dovuti alla coesistenza con le linee concorsuali, in quanto lo studio è finalizzato alla valutazione del solo disturbo indotto dalla linea in progetto e all'individuazione delle eventuali specifiche soluzioni mitigative.

Ai fini dell'applicazione del modello previsionale sono stati considerati i modelli di esercizio riportati al paragrafo 2.5.1.

3.5.3 LIVELLI VIBRAZIONALI INDOTTI

Le accelerazioni complessivamente prodotte dall'esercizio della linea ferroviaria di progetto sono fornite dall'applicazione dell'emissione delle singole tipologie di treno e verso di percorrenza al traffico di esercizio previsto, in riferimento alle postazioni di indagine effettuate e tenendo conto del tempo di esposizione medio.

Le indagini sperimentali sono state eseguite lungo l'attuale linea ferroviaria Potenza-Metaponto in un periodo temporale di misura caratterizzato dal transito di soli treni passeggeri. Il numero ridotto di transiti e di campionamenti dei livelli vibrazionali di origine ferroviaria non ha permesso una accurata caratterizzazione emissiva dei convogli in funzione della tipologia. Ne consegue quindi come durante il periodo di misura non sia stato possibile caratterizzare il transito di tutte le tipologie di convogli ferroviari presenti nel modello di esercizio delle tratte in progetto. I valori massimi e medi emissivi dei livelli di accelerazione misurati dal campionamento eseguito sono stati assunti quindi come livelli di riferimento e associati alla tipologia di convogli regionali (REG). A questi, per poter considerare anche la presenza di convogli ferroviari di tipo merci e passeggeri di lunga percorrenza (ES/IC), sono stati applicati dei fattori di correzione emissiva determinati sulla scorta di indagini sperimentali eseguite in condizioni similari lungo altre linee ferroviarie e caratterizzate da un modello di esercizio simile a quello previsto per la linea oggetto di studio. Da tale analisi è stato desunto come in linea generale i treni merci siano tali da indurre livelli vibrazionali superiori rispetto a quelli regionali di circa +5,4 dB, altresì i treni passeggeri di lunga percorrenza di circa +4,2 dB. Per poter quindi considerare la presenza di tali tipologie di treni nelle analisi previsionali si è tenuto conto di un fattore di correzione per le emissioni dei treni merci e ES/IC rispettivamente pari a +5,4 dB e + 4,2dB rispetto ai livelli associati alla tipologia regionale.

Nelle tabelle seguenti si evincono per i tre assi di riferimento X, Y e Z e nelle tre postazioni T1, T2 e T3 di riferimento il valore complessivo di esposizione nel periodo diurno e nel periodo notturno calcolato sulla base del modello di esercizio atteso e delle velocità di percorrenza. Inoltre, è stato considerato un fattore di correzione per tener conto della differenza tra il livello vibrazionale nel

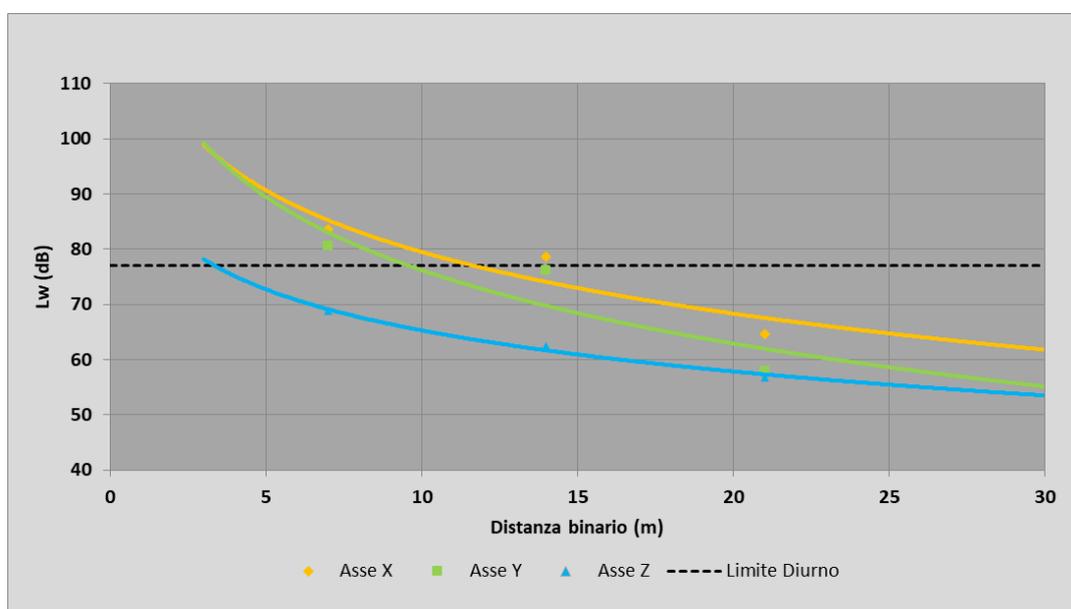
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

terreno e quello all'interno dell'edificio che, nel caso specifico per le motivazioni dette nel capitolo precedente si stima essere cautelativamente di +5 dB.

Per la determinazione dei livelli di emissione complessivi si è fatto riferimento all'intero modello di esercizio previsto nell'arco delle 24 ore, distinguendo il numero di transiti nel periodo diurno e notturno, e considerando i valori emissivi medi di un convoglio regionale desunti dall'analisi dei dati sperimentali rilevati dalle indagini sul campo. Tali valori sono stati corretti in funzione delle velocità di percorrenza previste sulla linea e delle tipologie di treno. Il contributo energetico associato all'intero modello di esercizio è stato poi rapportato all'intero periodo diurno e notturno. Anche in questo caso le analisi hanno tenuto conto della propagazione all'interno degli edifici considerando un fattore cautelativo di amplificazione di +5dB per tener conto della propagazione nell'accoppiamento terreno-fondazioni.

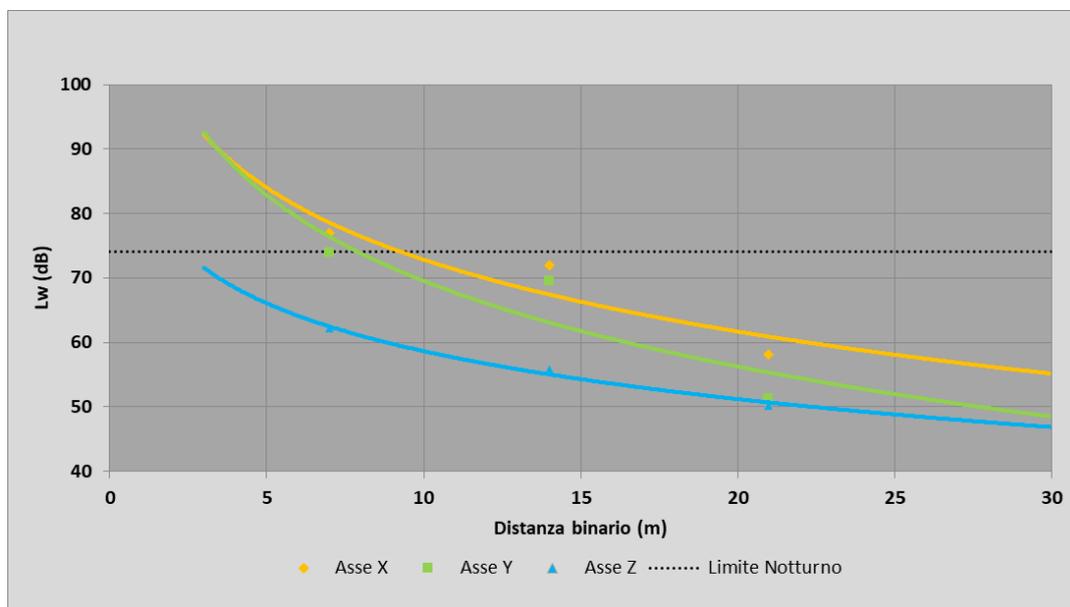
Posizione	Dist. da binario	Lw,eq [dB] Diurno			Lw,eq [dB] Notturno		
		Asse X	Asse Y	Asse Z	Asse X	Asse Y	Asse Z
T1	7 m	83,6	80,7	68,8	76,9	74,0	62,1
T2	14 m	78,6	76,2	62,5	71,9	69,5	55,8
T3	21 m	64,7	57,9	56,8	58,0	51,2	50,1

Livelli di accelerazione Lw,eq in dB all'interno degli edifici nel periodo diurno e notturno lungo gli assi X, Y e Z complessivamente attesi secondo il programma di esercizio previsto considerando i valori emissivi medi per la tratta di progetto.



Confronto dei livelli di emissione complessiva all'interno degli edifici con i limiti UNI 9614:1990 in funzione della distanza dal binario secondo il modello di esercizio previsto – Periodo diurno.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B



Confronto dei livelli di emissione complessiva all'interno degli edifici con i limiti UNI 9614:1990 in funzione della distanza dal binario secondo il modello di esercizio previsto - Periodo notturno.

Considerando quindi i livelli di emissione complessivi, dall'applicazione del modello previsionale sulla tratta in studio, si evince:

- Il livello limite diurno di 77 dB per le abitazioni nel periodo diurno viene raggiunto internamente agli edifici ad una distanza di circa 15 metri dall'asse binario;
- Il livello limite notturno di 74 dB per le abitazioni nel periodo notturno viene raggiunto internamente agli edifici ad una distanza di circa 10 metri dall'asse binario.

3.5.4 INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI AREE CRITICHE

La determinazione dei livelli equivalenti delle accelerazioni calcolate secondo il modello di esercizio futuro della linea ferroviaria oggetto di studio e riferiti al periodo diurno e notturno secondo quanto previsto dalla UNI 9614:1990, ha permesso di individuare le aree potenzialmente critiche sulla scorta del confronto con i valori indicati dalla norma UNI come riferimento per la valutazione del disturbo.

Dall'applicazione dell'algoritmo di calcolo si evince come l'area di potenziale disturbo all'interno degli edifici sia rappresentata da una fascia di ampiezza pari a 15 m all'interno della quale si riscontra il superamento dei livelli limite diurni per gli edifici residenziali.

Dalla analisi della planimetria del censimento ricettori dello studio acustico si evince che la totalità dei ricettori è ubicato all'esterno della fascia critica per cui è attesa una generale condizione di rispetto dei valori limite. Non si evincono quindi per il caso in studio la presenza di aree critiche, ovvero aree contermini l'infrastruttura ferroviaria di progetto caratterizzate dalla presenza di edifici residenziali soggetti a livelli di accelerazione superiori a quella soglia di disturbo indicati dalla norma UNI.

	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B	FOGLIO 63 di 63

E' opportuno inoltre sottolineare infine come le analisi sviluppate tengano conto di condizioni al contorno più severe di quelle che si verificheranno con la realizzazione dell'opera ferroviaria in quanto la nuova linea sarà costituita da un armamento nuovo e pertanto più levigato rispetto a quello esistente sul quale sono stati eseguiti i rilievi.

ALLEGATO 1

REPORT INDAGINI ACUSTICHE

Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE DEI PUNTI DI MISURA	4
2.1	Sezione di misura del rumore ferroviario 1	4
2.2	Sezione di misura del rumore ferroviario 2.....	7
2.3	Siti per misure di rumore ambientale.....	10
3	RISULTATI DELLE MISURE FONOMETRICHE	13
3.1	SINTESI DEI DATI RILEVATI	14
3.2	OUTPUT GRAFICO DEI RILIEVI	16
3.2.1	Sezione di misura del rumore ferroviario 1.....	16
3.2.2	Sezione di misura del rumore ferroviario 2.....	20
3.2.3	Misure rumore ambientale.....	23
4	DETTAGLIO DEI TRANSITI FERROVIARI.....	26
4.1	Sezione di misura del rumore ferroviario 1	26
4.1.1	DETTAGLIO TRANSITI PR01	26
4.1.2	DETTAGLIO TRANSITI PS01	27
4.1.3	DETTAGLIO TRANSITI PS02	28
4.2	Sezione di misura del rumore ferroviario 2.....	29
4.2.1	DETTAGLIO TRANSITI PR02	29
4.2.2	DETTAGLIO TRANSITI PS03	30
4.2.3	DETTAGLIO TRANSITI PS04	31
5	CERTIFICATI DI MISURA.....	32
5.1	Sezione di misura del rumore ferroviario 1	32
5.2	Sezione di misura del rumore ferroviario 2	38
5.3	Misure rumore ambientale.....	44

1 PREMESSA

La metodica di misura adottata per il rumore ferroviario si fonda sul rilievo contemporaneo in punti detti di Riferimento PR e in punti Significativi PS.

I Punti PR sono situati, in situazioni di campo libero, in prossimità della linea ferroviaria (tipicamente, ove possibile, alla distanza di 7,5 m dall'asse del binario esterno e ad una altezza di 1,20 m sul piano del ferro) e vengono utilizzati per la caratterizzazione della sorgente di rumore ferroviario.

I Punti PS sono invece posizionati in corrispondenza dei ricettori esposti al rumore ferroviario situati in corrispondenza di progressive chilometriche prossime a quella di ubicazione del PR.

Per il caso in studio, sono state considerate due sezioni di misura, composte ciascuna da 1 PR e 2 PS per un totale di 6 postazioni microfoniche.

Sezione di misura 1

Postazione PR-01

- Distanza dal primo binario 7,5 metri
- Altezza sul piano ferro 1,2 metri

Postazione PS-01

- Distanza dal binario 19 metri
- Altezza sul piano campagna 5 metri

Postazione PS-02

- Distanza dal binario 70 metri
- Altezza sul piano campagna 4 metri

Sezione di misura 2

Postazione PR-02

- Distanza dal primo binario 7,5 metri
- Altezza sul piano ferro 1,2 metri

Postazione PS-03

- Distanza dal binario 70 metri
- Altezza sul piano campagna 4 metri

Postazione PS-04

- Distanza dal binario 115 metri
- Altezza sul piano campagna 4 metri

Dette misure hanno avuto una durata di 24 ore con misura in continuo dei livelli di rumore. Si è proceduto all'estrazione dei SEL relativi ai transiti ferroviari e alla determinazione dei livelli equivalenti diurni e notturni di rumore ferroviario.

Nelle postazioni PS oltre al rumore ferroviario viene determinato anche il rumore ambientale dovuto al complesso delle sorgenti in essere sul sito.

Sono state inoltre eseguite tre ulteriori indagini fonometriche con lo scopo di misurare il rumore ambientale. Dette indagini sono denominate PA01, PA02 e PA03. Nei siti PA01 e PA02 si è eseguita una misurazione di continuo del rumore ambientale per 24 ore e successiva determinazione dei livelli equivalenti diurni e notturni. Nella postazione PA03 si è eseguito un campionamento di tipo SPOT nell'arco

della giornata con successiva stima dei livelli equivalenti diurni e notturni.

Le misure sono state eseguite i giorni 6-7-8 luglio 2021.

2 DESCRIZIONE DEI PUNTI DI MISURA

2.1 Sezione di misura del rumore ferroviario 1

I punti di misura sono stati posizionati nell'ambito territoriale di Salandra, in provincia di Matera, così come indicato nello stralcio planimetrico seguente.



Posizionamento dei punti di misura sezione 1

Il punto PR1 è stato posizionato in campo libero, all'interno del sedime ferroviario, a 7,5 metri dal binario e a un'altezza sul piano del ferro di 1,20 metri.

Il punto di misura PS1 è stato collocato in Strada Provinciale Salandra – Grottole nel balcone al primo piano di un edificio privato di due piani f.t. ad un'altezza di circa 5,0 metri sul piano campagna e ad una distanza di circa 19,0 metri dall'asse del binario che, in questo tratto, corre in rilevato.

Il punto di misura PS2 è stato collocato in Strada Provinciale Salandra – Grottole nel giardino di un edificio privato di due piani f.t. ad un'altezza di circa 4,0 metri sul piano campagna e ad una distanza di circa 70,0 metri dall'asse del binario che, in questo tratto, corre in rilevato.



PR1



PS01



PS02

2.2 Sezione di misura del rumore ferroviario 2

I punti di misura sono stati posizionati nell'ambito territoriale di Pisticci così come indicato nello stralcio planimetrico seguente.



Posizionamento dei punti di misura sezione 2

Il punto PR2 è stato posizionato in campo libero, all'interno del sedime ferroviario, a 7,5 metri dal binario e a un'altezza sul piano del ferro di 1,20 metri.

Il punto di misura PS3 è stato collocato nel giardino di un edificio privato di un piano f.t. ad un'altezza di circa 4,0 metri sul piano campagna e ad una distanza di circa 70,0 metri dall'asse del binario che, in questo tratto, corre in rilevato.

Il punto di misura PS4 è stato collocato nel giardino di un edificio privato di un piano f.t. ad un'altezza di circa 4,0 metri sul piano campagna e ad una distanza di circa 115,0 metri dall'asse del binario che, in questo tratto, corre in rilevato.



PR2



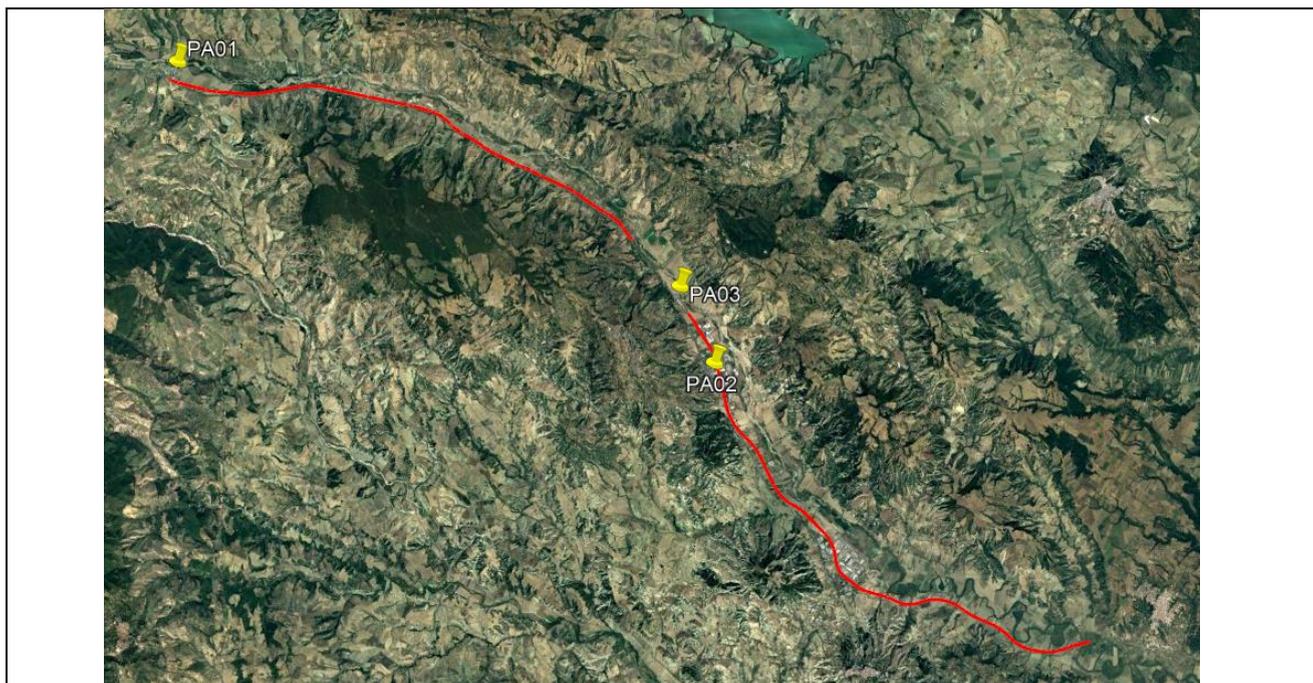
PS03



PS04

2.3 Siti per misure di rumore ambientale

I punti di misura del rumore ambientale sono stati posizionati nell'ambito territoriale così come indicato nello stralcio planimetrico seguente.



Posizionamento dei punti di misura del rumore ambientale

Il punto di misura del rumore ambientale PA01 è stato collocato a Grassano nel giardino di un edificio privato di due piani f.t. ad un'altezza di circa 4,0 metri sul piano campagna. Il sito di misura è ricompreso all'interno della SIC/ZPS IT9220255 Valle Basento - Ferrandina Scalo.

Il punto di misura del rumore ambientale PA02 è stato collocato in via SS407 Basentana, Km 68 nel balcone posto al primo piano edificio privato di tre piani f.t. ad un'altezza di circa 5,0 metri sul piano campagna.

Il punto di misura del rumore ambientale PA03 è stato collocato a Ferrandina Scalo ad un'altezza di circa 2,0 metri sul piano campagna. Il sito di misura è ricompreso all'interno della SIC/ZPS IT9220260 Valle Basento Grassano Scalo - Grottole.



PA01



PA02



PA03

3 RISULTATI DELLE MISURE FONOMETRICHE

Nella sezione di misura 1 durante le 24 ore di riferimento del traffico sono transitati 12 convogli ferroviari, di cui 11 durante il periodo diurno e 1 durante il periodo notturno, 6 convogli in direzione Metaponto e 6 in direzione Potenza.

Di questi convogli, sono state caratterizzate le categorie di treni: Eurostar, Regionali e Intercity. Durante il periodo diurno sono transitati:

- 1 Eurostar
- 6 Regionali
- 4 IC

Durante il periodo notturno sono transitati:

- 1 Eurostar

Nella sezione di misura 2 durante le 24 ore di riferimento del traffico sono transitati 12 convogli ferroviari, di cui 11 durante il periodo diurno e 1 durante il periodo notturno, 6 convogli direzione Metaponto e 6 convogli direzione Potenza.

Di questi convogli, sono state caratterizzate le categorie di treni: Eurostar, Regionali e Intercity. Durante il periodo diurno sono stati registrati:

- 1 Eurostar
- 6 Regionali
- 4 IC

Durante il periodo notturno sono stati registrati:

- 1 Eurostar

3.1 SINTESI DEI DATI RILEVATI

RUMORE: CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM (MISURE IN SITU) SEZIONE DI MISURA 1

PR	Dist. [m]	Altezza sul p.f. [m]	LAE,TR [dBA]	LAeq,TR [dBA]	Treni	PS	Dist. [m]	Altezza sul p.c. [m]	LAE,TR [dBA]	LAeq,TR [dBA]	LAeq,A [dBA]	LAeq,R [dBA]	Treni
PR1	7,5	1,20	107.8	60.2	11	PS1	19	5	100.2	52.6	65.3	65.1	11
									83.4	38.8	55.7	55.6	1
			96.6	52.0	1	PS2	70	4	96.3	48.7	56.1	55.2	11
									81.5	36.9	48.8	48.5	1

RUMORE: CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM (MISURE IN SITU) SEZIONE DI MISURA 2

PR	Dist. [m]	Altezza sul p.f. [m]	LAE,TR [dBA]	LAeq,TR [dBA]	Treni	PS	Dist. [m]	Altezza sul p.c. [m]	LAE,TR [dBA]	LAeq,TR [dBA]	LAeq,A [dBA]	LAeq,R [dBA]	Treni
PR2	7,5	1,20	106.6	59.0	11	PS3	70	4	95.1	47.5	61.0	60.8	11
									81.8	37.2	55.0	54.9	1
			91.7	47.1	1	PS4	115	4	89.3	41.7	56.3	56.1	11
									78.5	33.9	52.8	52.7	1

RUMORE: CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM (MISURE IN SITU) MISURE RUMORE AMBIENTALE

PA	LAeq,A [dBA]	PA	LAeq,A [dBA]	PA	Misura	Data	Ora	LAeq,A dB(A)	Periodo riferimento	LAeq,A dB(A)
PA 01	50.2	PA 02	55.5	PA 03	1° MISURA	08/07/2021	08:30	56,1	Diurno	54,1
	45.3		50.4		2° MISURA	08/07/2021	12:25	54,5	Diurno	
					3° MISURA	08/07/2021	18:07	49,0	Diurno	
					4° MISURA	08/07/2021	22:02	47,0	Notturmo	47,0

LEGENDA		
LAE,TR Rumore Ferroviario	Parametro SEL [dB(A)]	Periodo Diurno: 06.00 - 22.00
LAeq,TR Rumore Ferroviario	Parametro Livello Equivalente [dB(A)]	
LAeq,A Rumore Ambientale	Parametro Livello Equivalente [dB(A)]	Periodo Notturmo: 22.00 - 06.00
LAeq,R Rumore Residuo	Parametro Livello Equivalente [dB(A)]	



LINEA POTENZA - METAPONTO
VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA
INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

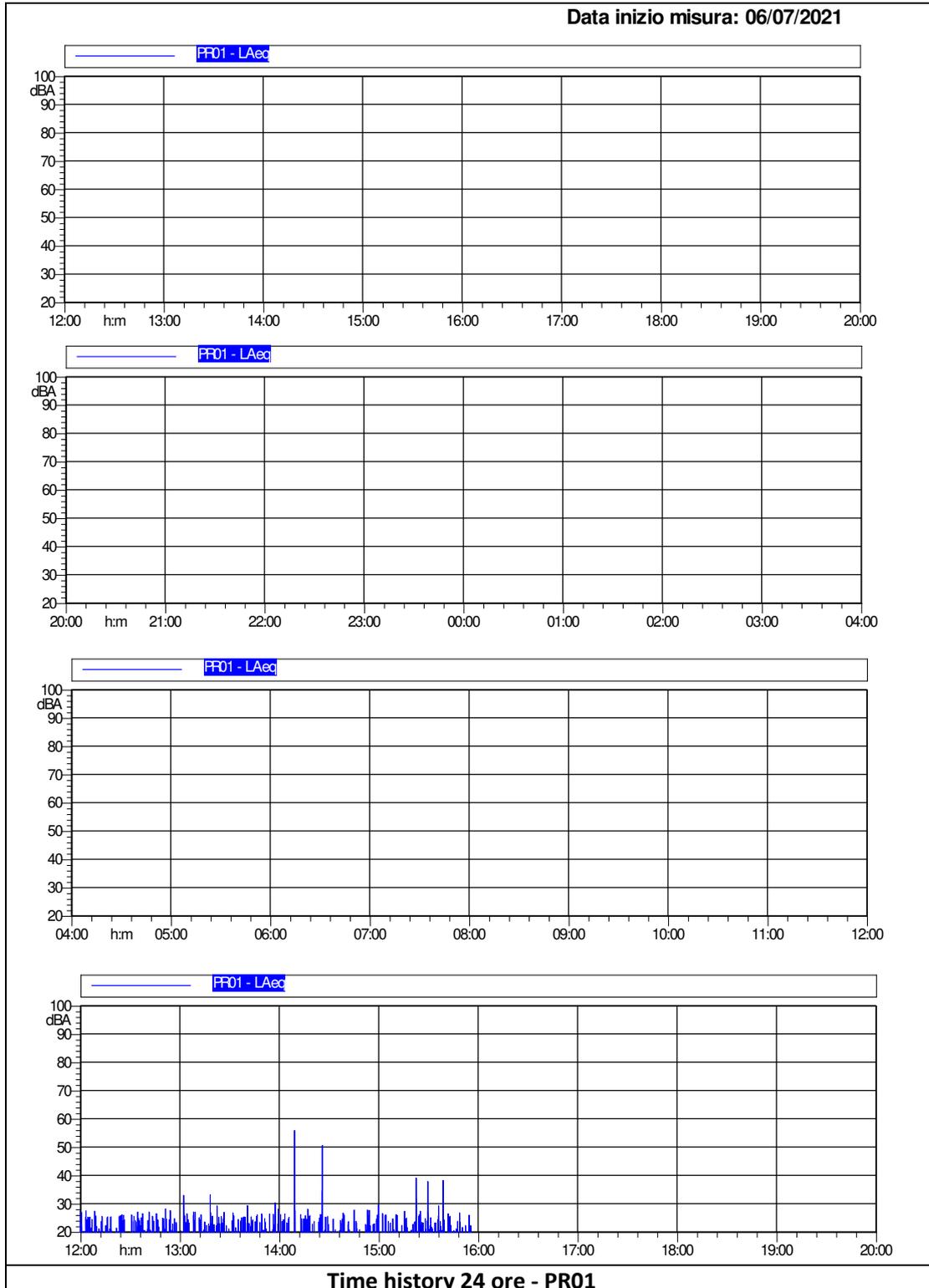
STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE
Relazione generale
Allegato 1 Report Indagini Acustiche

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 22 RG	IM 00 04 001	B	16 di 49

3.2 OUTPUT GRAFICO DEI RILIEVI

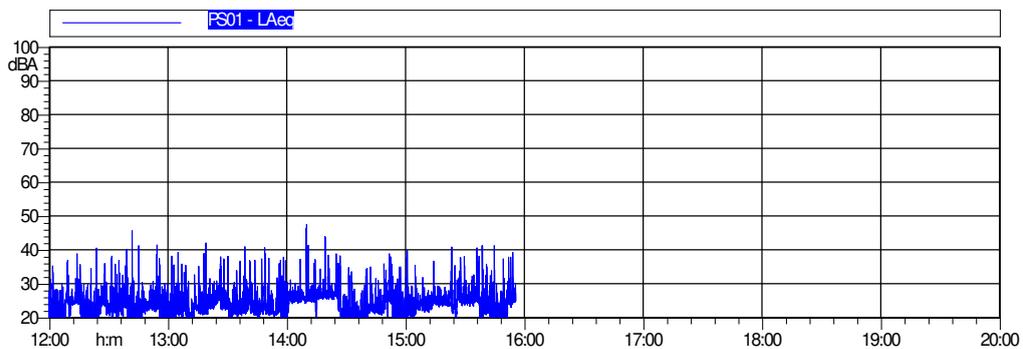
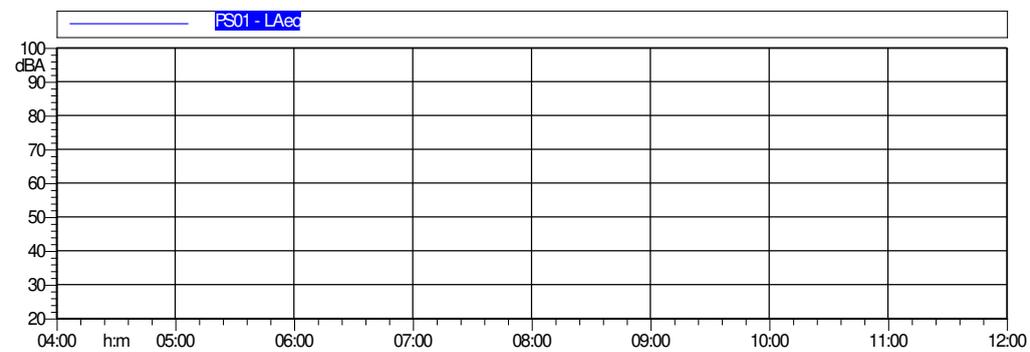
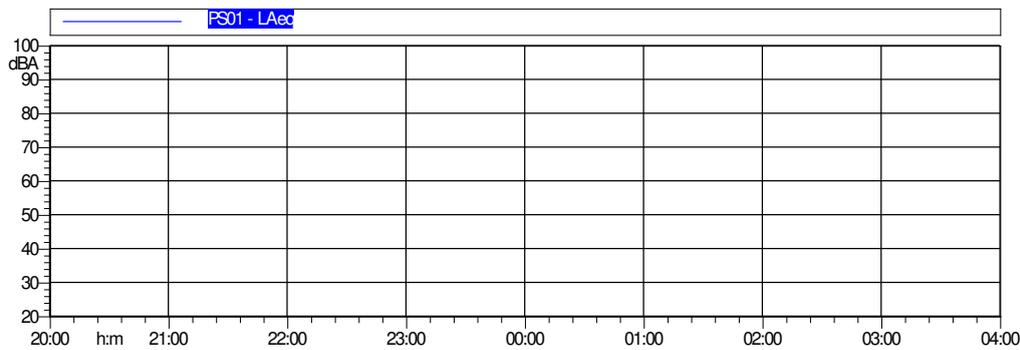
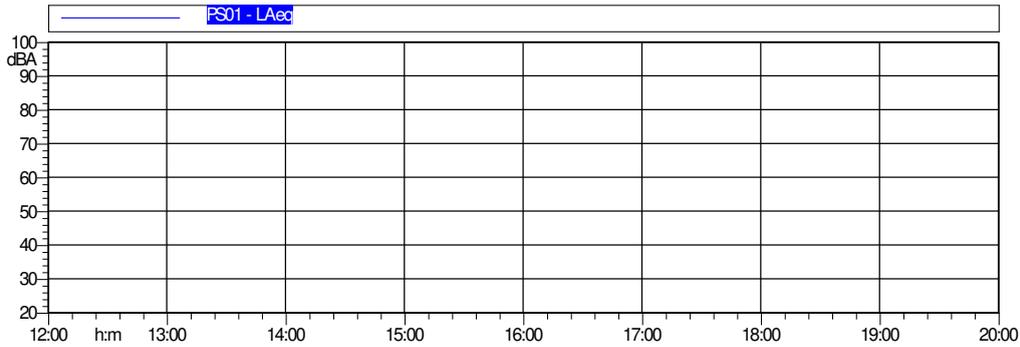
3.2.1 Sezione di misura del rumore ferroviario 1

3.2.1.1 PR01



3.2.1.2 PS01

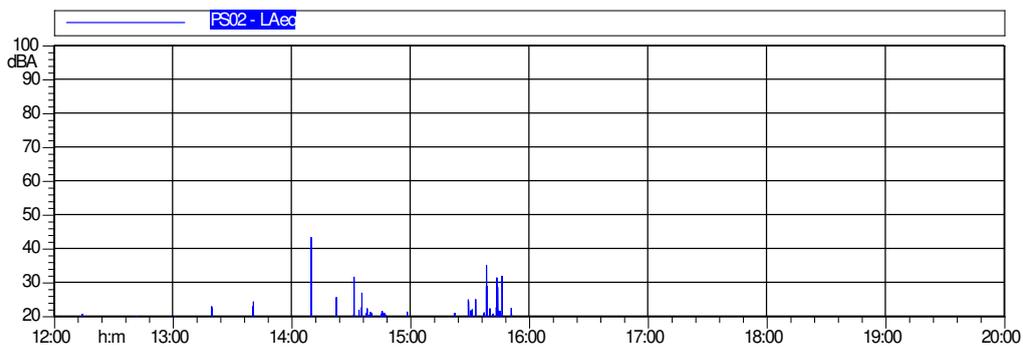
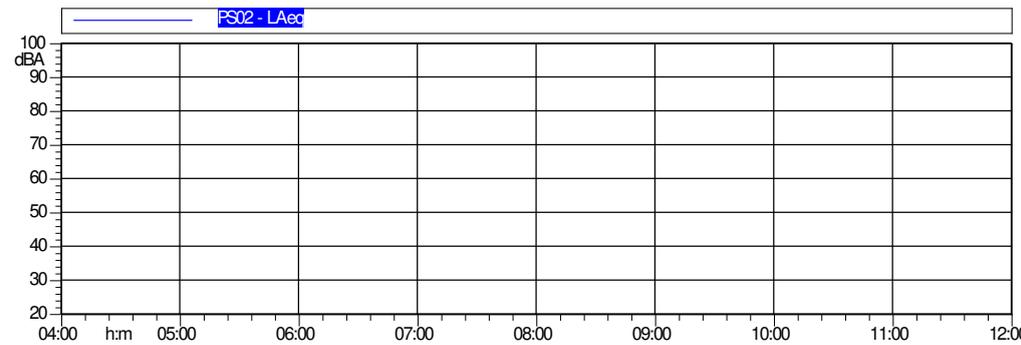
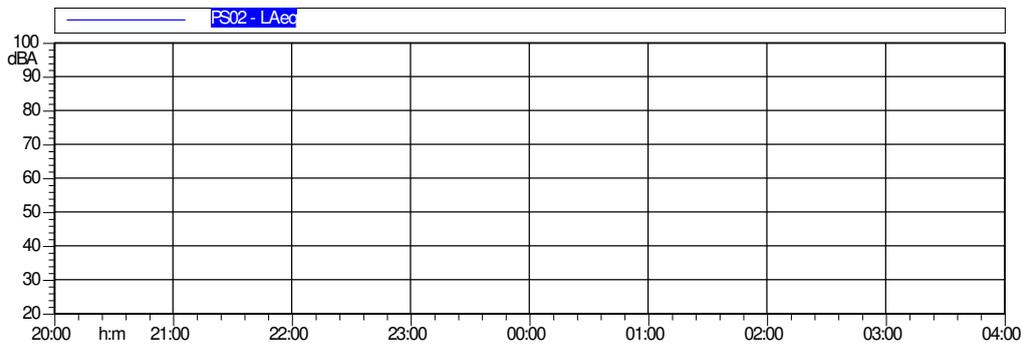
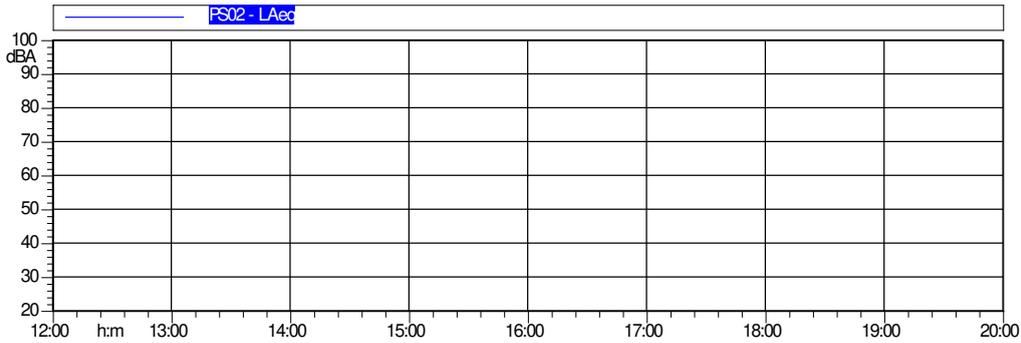
Data inizio misura: 06/07/2021



Time history 24 ore - PS01

3.2.1.3 PS02

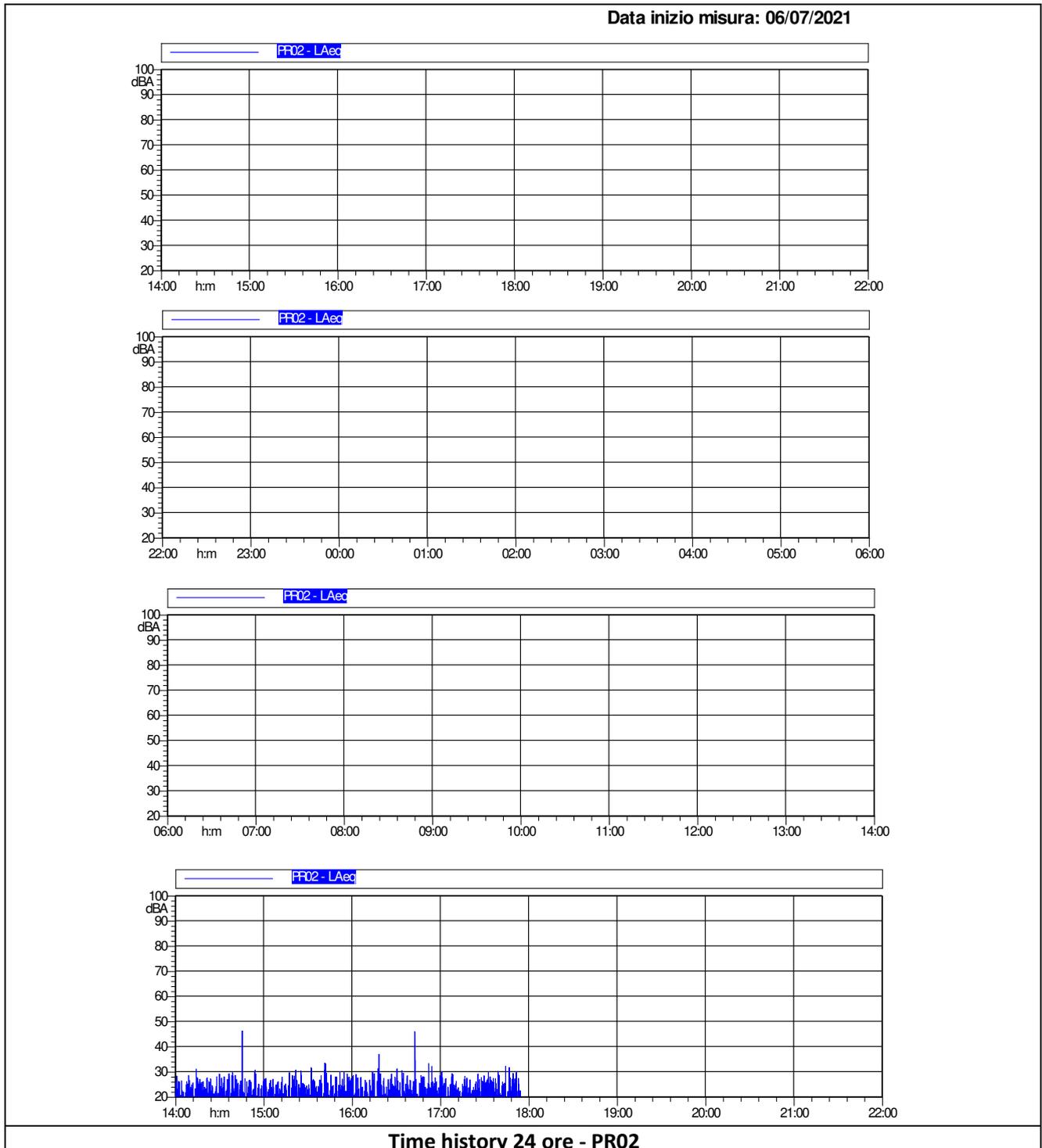
Data inizio misura: 06/07/2021



Time history 24 ore - PS02

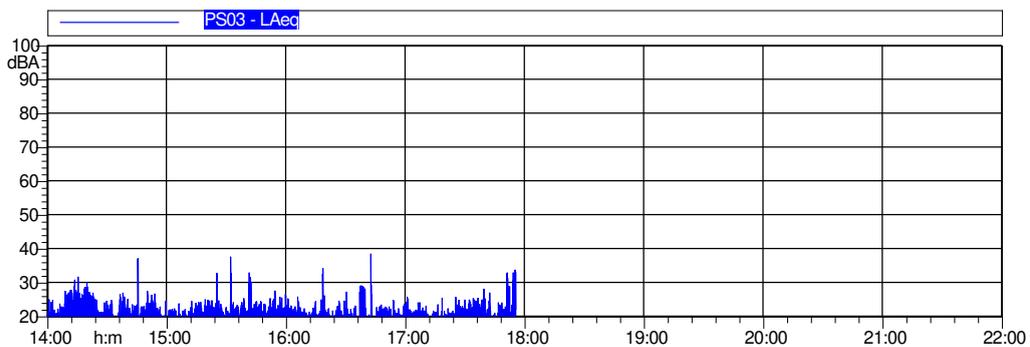
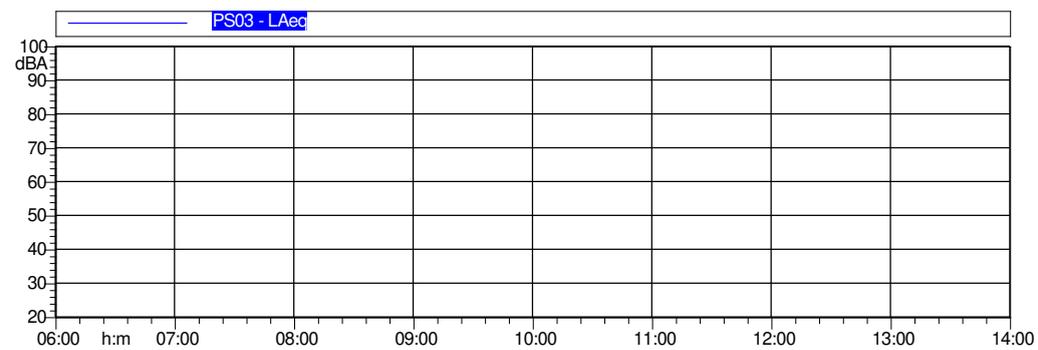
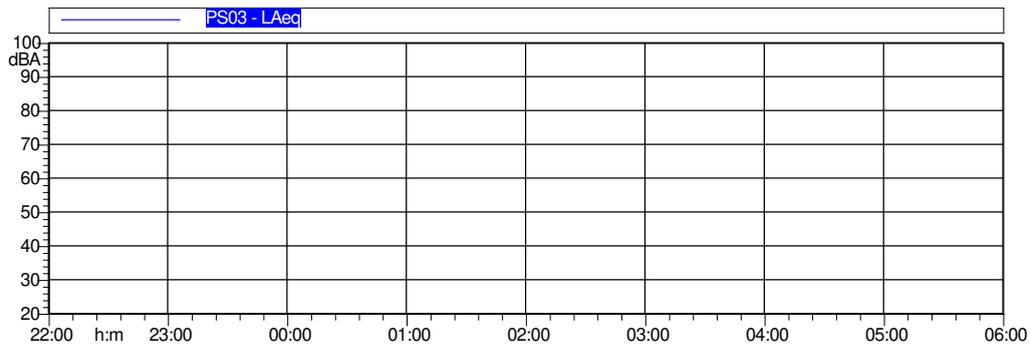
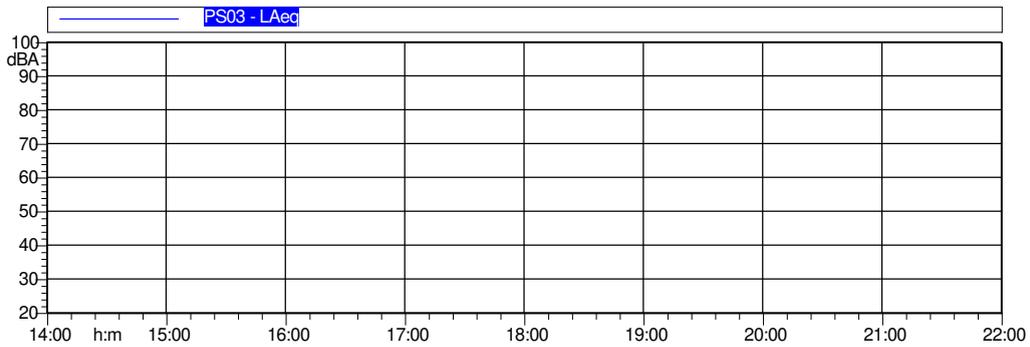
3.2.2 Sezione di misura del rumore ferroviario 2

3.2.2.1 PR02



3.2.2.2 PS03

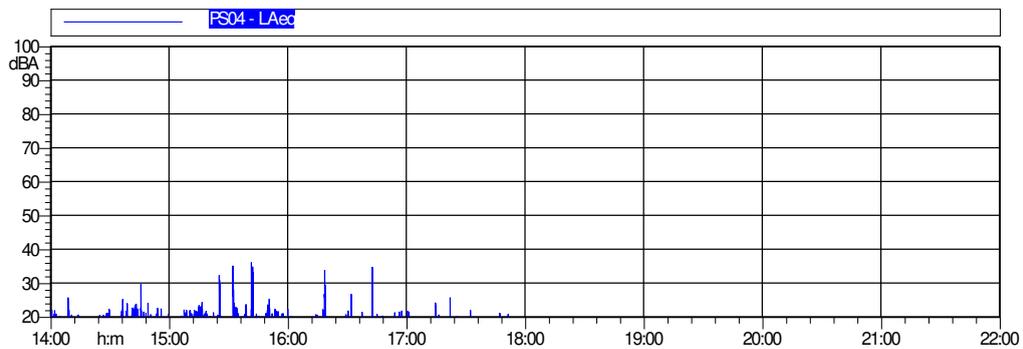
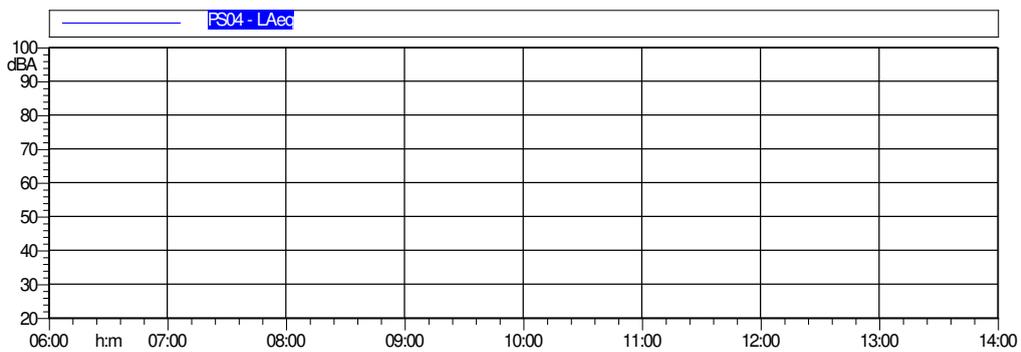
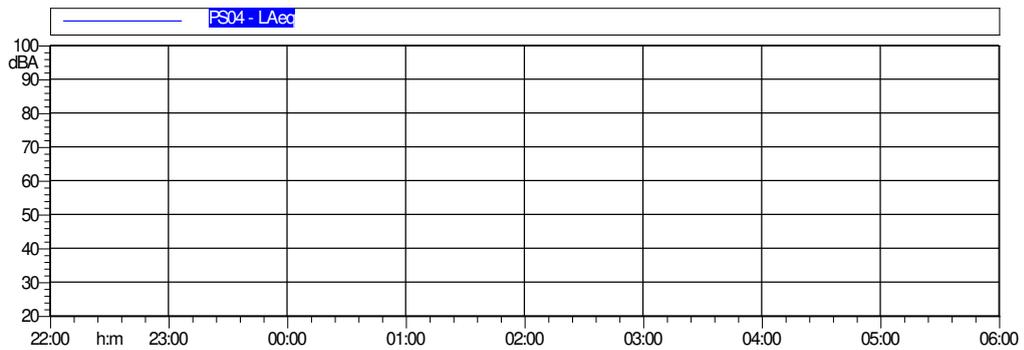
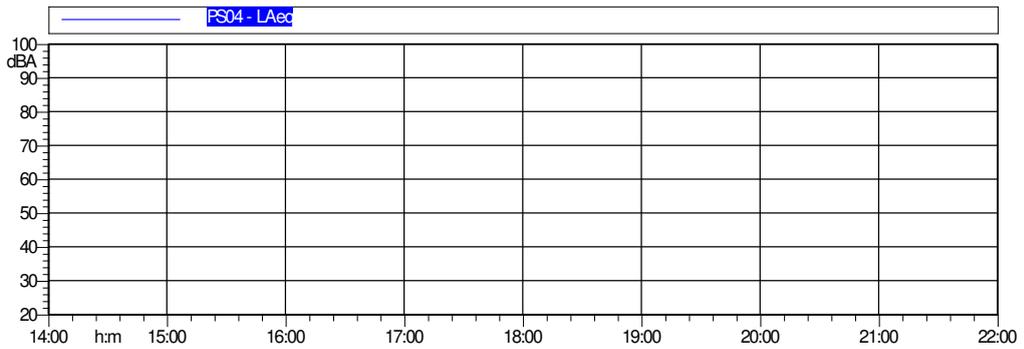
Data inizio misura: 06/07/2021



Time history 24 ore - PS03

3.2.2.3 PS04

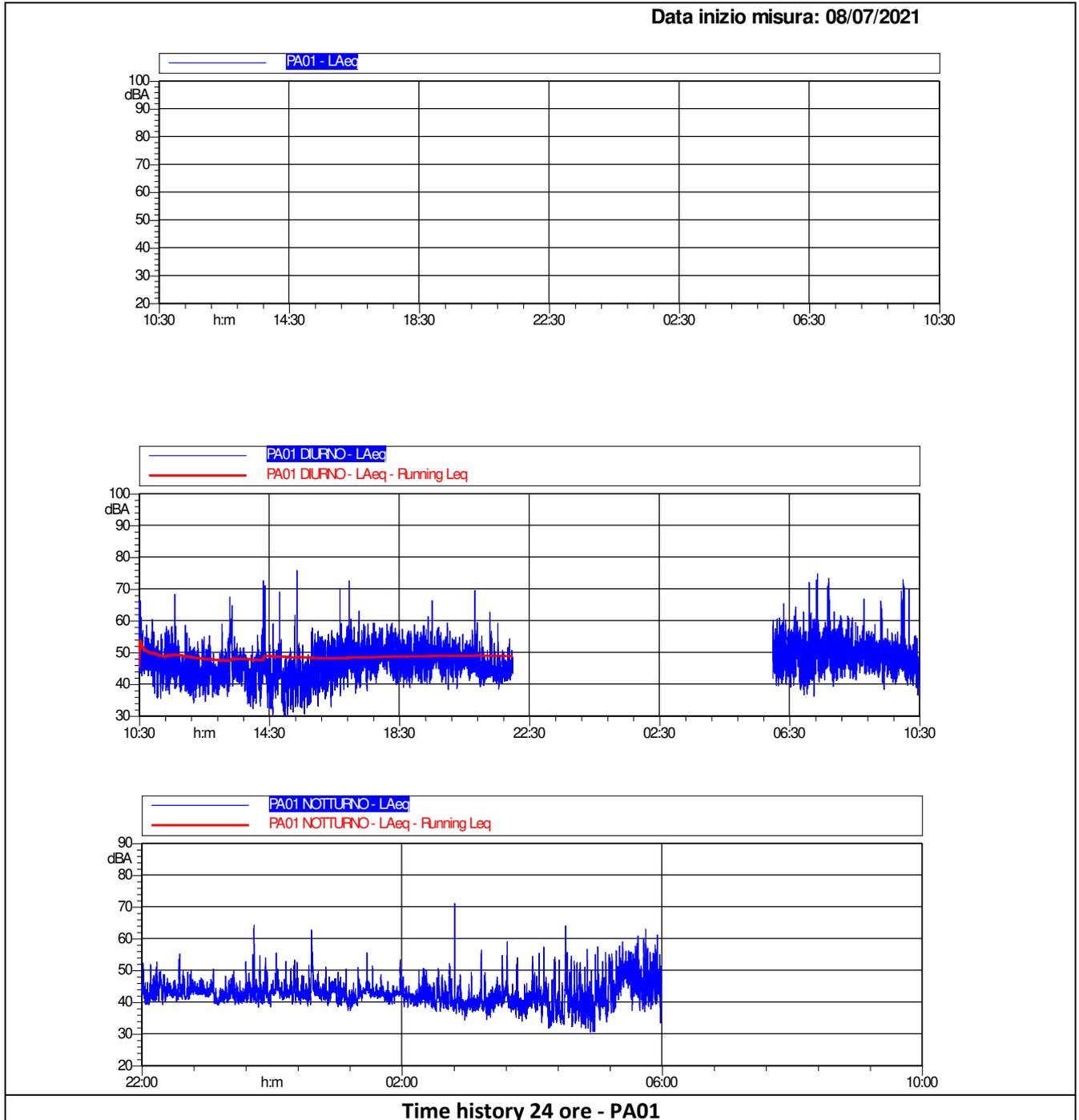
Data inizio misura: 06/07/2021



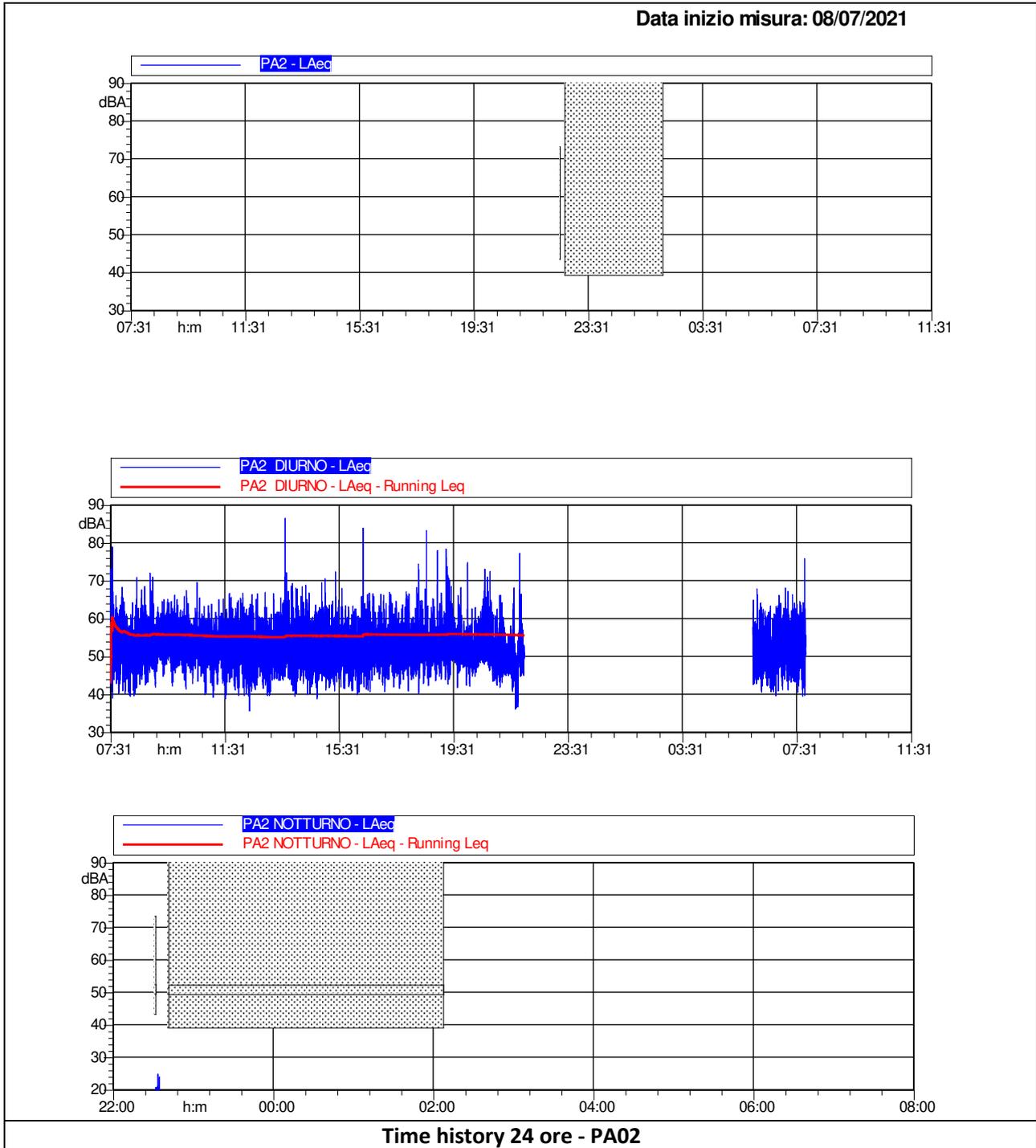
Time history 24 ore - PS04

3.2.3 Misure rumore ambientale

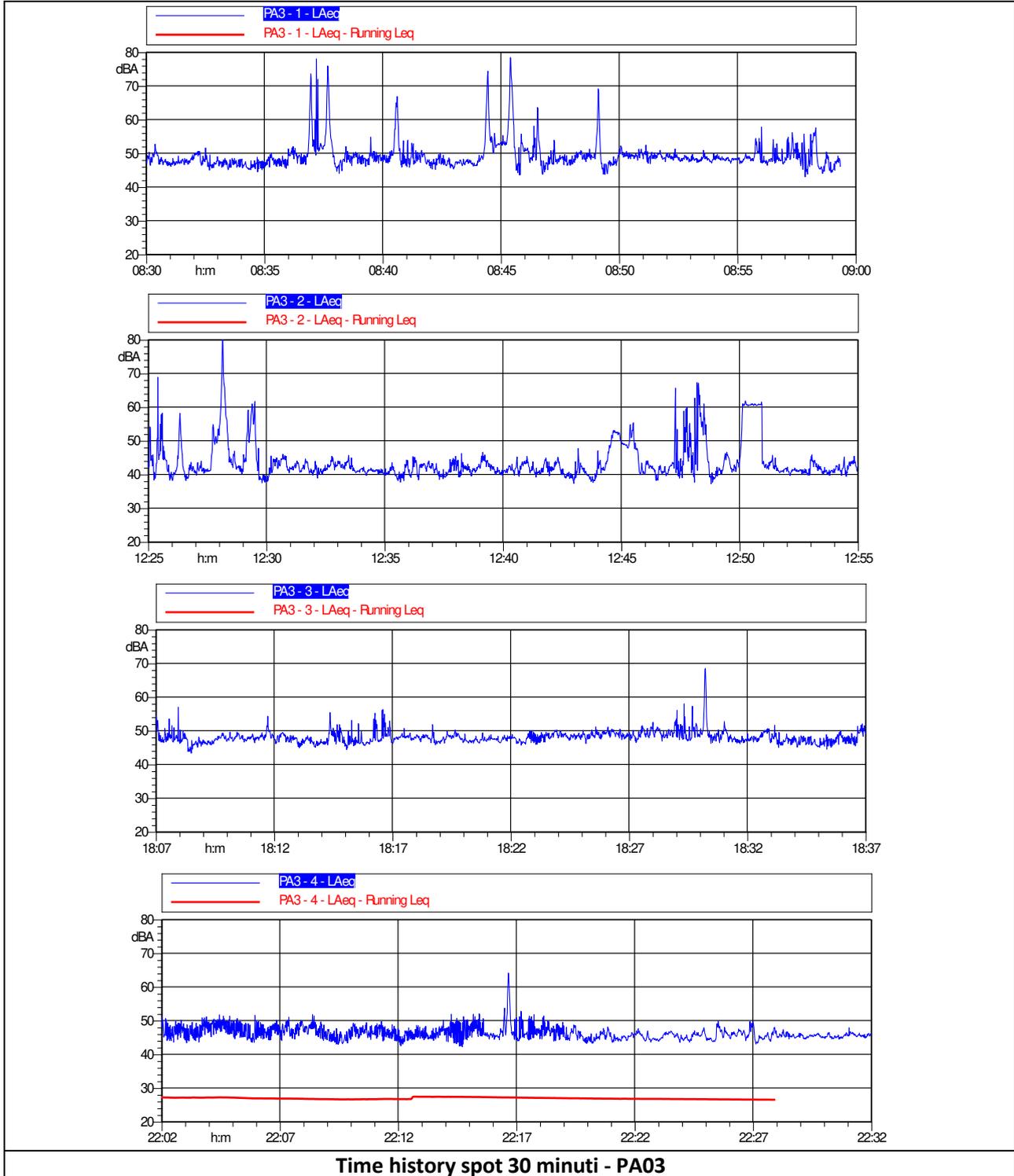
3.2.3.1 PA01



3.2.3.2 PA02



3.2.3.3 PA03



4 DETTAGLIO DEI TRANSITI FERROVIARI

4.1 Sezione di misura del rumore ferroviario 1

4.1.1 DETTAGLIO TRANSITI PR01

N° Evento	Data	Categoria Treno	Binario	Direzione	Motrici [n°]	Composizione		Velocità [km/h]	Ora	Te [s]	Leq (-10) [dBA]	SEL (-10) [dBA]	L Max [dBA]	Spettro Sel (-10) [dB]								Note
						Vagoni [n°]	Lunghezza [m]							63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz	
1	06/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	4	122	49	19:30:48	4	88,8	94,9	89,6	88,8	90,6	93,7	90,3	90,7	88,3	82,2	73,6	
2	06/07/2021	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	19:44:43	6	85,6	93,4	88,3	87,0	92,7	92,6	88,2	87,8	85,4	80,4	72,1	
3	06/07/2021	IC	1	METAPONTO	1	8	226	63	20:55:49	7	92,5	100,9	96,3	91,3	94,6	96,5	94,9	97,2	94,7	87,7	82,3	
4	06/07/2021	ES*	1	METAPONTO	2	6	192	69	23:04:51	6	88,8	96,6	89,2	91,4	93,4	98,2	92,9	92,1	88,1	80,8	77,2	
5	07/07/2021	ES*	1	POTENZA	2	6	192	69	06:31:49	6	88,9	96,6	89,6	90,6	92,4	97,2	93,0	92,2	88,8	81,6	79,3	
6	07/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	3	96	86	08:52:27	4	88,2	94,2	89,9	90,5	91,5	94,2	89,1	89,3	87,9	82,2	74,1	
7	07/07/2021	IC	1	POTENZA	1	8	226	99	09:07:50	6	92,3	100,1	98,1	91,7	93,4	95,4	93,0	96,6	93,3	87,6	78,9	
8	07/07/2021	REG	1	POTENZA	1	4	122	88	11:21:51	5	89,2	96,2	92,0	91,0	90,7	92,6	90,5	91,6	90,9	84,1	75,1	
9	07/07/2021	IC	1	METAPONTO	1	8	226	68	12:04:43	5	92,6	99,6	97,5	90,6	91,0	93,1	93,1	96,2	93,2	85,5	82,2	
10	07/07/2021	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	12:20:24	6	81,6	89,4	83,3	85,9	92,3	88,9	85,4	84,5	81,2	76,7	67,6	
11	07/07/2021	IC	1	POTENZA	1	8	226	81	15:13:26	7	91,1	99,6	95,2	91,3	90,0	91,4	92,5	96,2	93,9	85,4	79,1	
12	07/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	3	96	43	15:30:17	3	88,9	93,7	89,9	89,2	87,3	90,4	88,5	89,3	87,6	81,1	74,2	

NO ID Transito ferroviario non correttamente identificato.

NCR Traffico ferroviario non correttamente rilevato.

4.1.2 DETTAGLIO TRANSITI PS01

N° Evento	Data	Categoria Treno	Binario	Direzione	Composizione			Velocità [km/h]	Ora	Te [s]	Leq (-10) [dBA]	SEL (-10) [dBA]	L Max [dBA]	Note
					Motrici [n°]	Vagoni [n°]	Lunghezza [m]							
1	06/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	4	122	49	19:30:14	2,00	91,60	94,60	93,70	
2	06/07/2021	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	19:46:13	7,00	76,90	85,30	80,60	
3	06/07/2021	IC	1	METAPONTO	1	8	226	63	20:55:20	8,00	78,20	87,20	81,60	
4	06/07/2021	ES*	1	METAPONTO	2	6	192	69	23:04:20	7,00	75,00	83,40	76,20	
5	07/07/2021	ES*	1	POTENZA	2	6	192	69	06:32:35	7,00	75,70	84,20	76,80	
6	07/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	3	96	86	08:51:35	2,00	78,50	81,50	79,10	
7	07/07/2021	IC	1	POTENZA	1	8	226	99	09:08:36	7,00	83,00	91,50	87,00	
8	07/07/2021	REG	1	POTENZA	1	4	122	88	11:22:37	4,00	81,50	87,60	83,80	
9	07/07/2021	IC	1	METAPONTO	1	8	226	68	12:04:11	6,00	85,50	93,30	89,80	
10	07/07/2021	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	12:21:12	3,00	81,30	86,10	86,00	
11	07/07/2021	IC	1	POTENZA	1	8	226	81	15:14:12	8,00	82,90	91,90	86,90	
12	07/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	3	96	43	15:29:15	8,00	74,00	83,10	78,20	

NO ID Transito ferroviario non correttamente identificato.

NCR Traffico ferroviario non correttamente rilevato.

4.1.3 DETTAGLIO TRANSITI PS02

N° Evento	Data	Categoria Treno	Binario	Direzione	Composizione			Velocità [km/h]	Ora	Te [s]	Leq (-10) [dBA]	SEL (-10) [dBA]	L Max [dBA]	Note
					Motrici [n°]	Vagoni [n°]	Lunghezza [m]							
1	06/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	4	122	49	19:29:50	9,00	74,60	84,20	77,50	
2	06/07/2021	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	19:48:20	16,00	64,60	76,70	67,30	
3	06/07/2021	IC	1	METAPONTO	1	8	226	63	20:54:54	10,00	77,00	87,00	79,40	
4	06/07/2021	ES*	1	METAPONTO	2	6	192	69	23:03:54	9,00	72,00	81,50	73,90	
5	07/07/2021	ES*	1	POTENZA	2	6	192	69	06:32:39	11,00	71,90	82,40	74,40	
6	07/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	3	96	86	08:49:09	18,00	65,60	78,20	69,40	
7	07/07/2021	IC	1	POTENZA	1	8	226	99	09:08:40	10,00	79,70	89,70	83,90	
8	07/07/2021	REG	1	POTENZA	1	4	122	88	11:22:42	7,00	76,80	85,30	79,20	
9	07/07/2021	IC	1	METAPONTO	1	8	226	68	12:03:44	10,00	80,20	90,20	83,80	
10	07/07/2021	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	12:24:00	16,00	65,20	77,20	69,00	
11	07/07/2021	IC	1	POTENZA	1	8	226	81	15:14:17	9,00	79,70	89,30	82,60	
12	07/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	3	96	43	15:27:05	19,00	62,00	74,80	64,80	

NO ID Transito ferroviario non correttamente identificato.

NCR Traffico ferroviario non correttamente rilevato.

4.2 Sezione di misura del rumore ferroviario 2

4.2.1 DETTAGLIO TRANSITI PR02

N° Evento	Data	Categoria Treno	Binario	Direzione	Motrici [n°]	Composizione		Velocità [km/h]	Ora	Te [s]	Leq (-10) [dBA]	SEL (-10) [dBA]	L Max [dBA]	Spettro Sel (-10) [dB]								Note
						Vagoni [n°]	Lunghezza [m]							63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz	
1	06/07/2021	REG	1	POTENZA	1	3	96	86	19:20:30	4	83,8	89,8	85,6	85,0	80,1	78,9	83,8	85,9	84,2	78,4	71,0	
2	06/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	4	122	88	19:51:43	5	83,5	90,5	85,5	84,6	79,3	80,1	83,7	86,6	85,1	79,6	71,8	
3	06/07/2021	IC	1	METAPONTO	1	8	226	63	21:15:02	6	90,8	98,6	93,5	85,3	82,7	84,0	89,7	95,6	92,8	85,1	79,1	
4	06/07/2021	ES*	1	METAPONTO	2	6	192	99	23:25:20	7	83,2	91,7	85,6	86,3	80,5	81,6	84,0	86,7	80,7	78,5	87,1	
5	07/07/2021	ES*	1	POTENZA	2	6	192	99	06:11:31	7	84,7	93,2	86,3	85,6	81,5	80,1	82,4	85,1	81,2	80,8	91,1	
6	07/07/2021	IC	1	POTENZA	1	8	226	68	08:47:12	2	94,9	97,9	97,5	84,7	80,5	82,7	89,1	94,7	90,3	87,1	85,3	
7	07/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	3	96	86	09:13:40	4	83,3	89,3	85,2	85,4	81,0	79,9	84,2	85,0	83,2	77,6	75,7	
8	07/07/2021	REG	1	POTENZA	1	4	122	55	10:58:58	4	94,1	100,1	99,1	84,9	82,5	82,0	86,2	99,5	92,6	84,4	74,1	
9	07/07/2021	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	11:53:58	6	85,6	93,3	90,5	83,3	79,4	78,1	84,3	92,4	85,4	77,8	73,9	
10	07/07/2021	IC	1	METAPONTO	1	8	226	74	12:24:05	5	90,9	97,9	96,0	84,2	81,9	84,1	90,6	95,3	90,8	83,8	76,4	
11	07/07/2021	IC	1	POTENZA	1	8	226	63	14:54:03	5	91,7	98,7	95,8	83,3	80,6	81,3	90,2	95,2	92,7	87,4	83,4	
12	07/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	3	96	69	15:49:51	5	83,5	90,5	85,4	86,0	81,2	80,1	84,6	86,8	84,1	78,7	78,3	

NO ID Transito ferroviario non correttamente identificato.

NCR Traffico ferroviario non correttamente rilevato.

4.2.2 DETTAGLIO TRANSITI PS03

N° Evento	Data	Categoria Treno	Binario	Direzione	Composizione			Velocità [km/h]	Ora	Te [s]	Leq (-10) [dBA]	SEL (-10) [dBA]	L Max [dBA]	Note
					Motrici [n°]	Vagoni [n°]	Lunghezza [m]							
1	06/07/2021	REG	1	POTENZA	1	3	96	86	19:20:23	5	74,3	81,3	76,1	
2	06/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	4	122	88	19:51:51	7	73,8	82,2	76,4	
3	06/07/2021	IC	1	METAPONTO	1	8	226	63	21:15:09	9	78,6	88,1	81,9	
4	06/07/2021	ES*	1	METAPONTO	2	6	192	99	23:25:28	9	72,2	81,8	74,2	
5	07/07/2021	ES*	1	POTENZA	2	6	192	99	06:11:26	9	71,8	81,3	73,8	
6	07/07/2021	IC	1	POTENZA	1	8	226	68	08:47:06	8	80,4	89,5	84,3	
7	07/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	3	96	86	09:13:47	6	72,9	80,7	75,4	
8	07/07/2021	REG	1	POTENZA	1	4	122	55	10:58:56	6	69,2	77	71,2	
9	07/07/2021	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	11:53:54	7	67,7	76,2	70,5	
10	07/07/2021	IC	1	METAPONTO	1	8	226	74	12:24:14	7	79,3	87,8	82,7	
11	07/07/2021	IC	1	POTENZA	1	8	226	63	14:53:56	9	75,7	85,3	78,6	
12	07/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	3	96	69	15:49:59	5	74,1	81,1	76,4	

NO ID Transito ferroviario non correttamente identificato.

NCR Traffico ferroviario non correttamente rilevato.

4.2.3 DETTAGLIO TRANSITI PS04

N° Evento	Data	Categoria Treno	Binario	Direzione	Composizione			Velocità [km/h]	Ora	Te [s]	Leq (-10) [dBA]	SEL (-10) [dBA]	L Max [dBA]	Note
					Motrici [n°]	Vagoni [n°]	Lunghezza [m]							
1	06/07/2021	REG	1	POTENZA	1	3	96	86	19:20:23	8	67,2	76,2	69,2	
2	06/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	4	122	88	19:51:53	9	66,8	76,3	69,2	
3	06/07/2021	IC	1	METAPONTO	1	8	226	63	21:15:10	11	73,7	84,1	76,5	
4	06/07/2021	ES*	1	METAPONTO	2	6	192	99	23:25:30	12	67,7	78,5	70,5	
5	07/07/2021	ES*	1	POTENZA	2	6	192	99	06:11:26	11	67	77,4	69,5	
6	07/07/2021	IC	1	POTENZA	1	8	226	68	08:47:08	10	71,7	81,7	75,6	
7	07/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	3	96	86	09:13:52	9	62,6	72,1	65,5	
8	07/07/2021	REG	1	POTENZA	1	4	122	55	10:58:54	12	60,6	71,4	64	
9	07/07/2021	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	11:53:54	11	59,9	70,3	63,1	
10	07/07/2021	IC	1	METAPONTO	1	8	226	74	12:24:16	12	69,8	80,6	73,2	
11	07/07/2021	IC	1	POTENZA	1	8	226	63	14:53:56	10	70,9	80,9	73,4	
12	07/07/2021	REG	1	METAPONTO	1	3	96	69	15:50:02	9	66	75,5	69	

5 CERTIFICATI DI MISURA

5.1 Sezione di misura del rumore ferroviario 1

Oggetto delle misure	Misura del rumore ferroviario in ambiente esterno				Preparato da	
Punto di misura	PR01				Valerio Mencaccini TCAA	
Ubicazione e Indirizzo	Regione:	Basilicata	Provincia:	Matera	del. Min. Ambiente ENTECA 7503	
	Comune:	Salandra				
Data/Ora Misura	Data inizio:	6/07/21	Ora inizio:	17:00	Durata:	24 h
Posizione microfono	Distanza da asse binario:		7.5 m	Altezza su piano ferro:		1,2 m

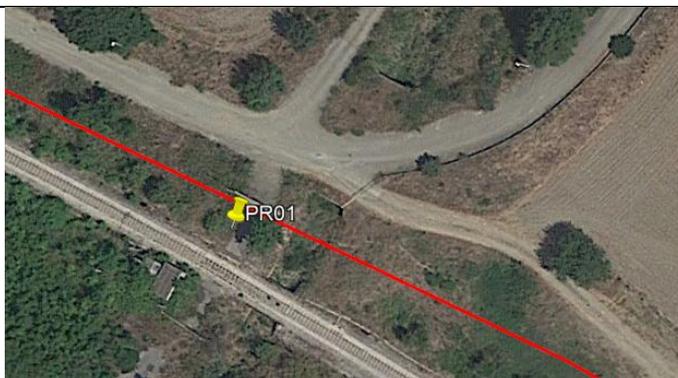


Foto 1



Foto 2

SINTESI ELABORAZIONE ACUSTICA				SINTESI CARATTERIZZAZIONE METEO		
Periodo	N° Treni	LAE, TR	LAeq,TR	Parametri	Max	Min
Diurno	11	107.8	60.2	Temperatura [°C]	34	24
Notturmo	1	96.6	52.0	Umidità [%]	88	33
Note				Vento [m/s]	0.8	0.5
				Pioggia [mm]	-	-
				Direzione vento prevalente	270	



Ubicazione punto di misura



Laboratorio Ambiente Italia
Laboratorio di Acustica
Via dei Bonzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263 06 2023263
www.laisas.com info@laisas.com

CENTRO DI TARATURA LAT 227
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/2660
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11
Page 1 of 11

- Data di Emissione: 2021/04/26
date of issue

- cliente NABLA QUADRO Srl
customer Via della Riserva Di Livia, 29
00188 - Roma (RM)

- destinatario Idem
addressee

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

- Si riferisce a:

Referring to

- oggetto Fonometro
item

- costruttore NTI Audio
manufacturer

- modello XL2
model

- matricola A2A-04224-D2
serial number

- data delle misure 2021/04/26
date of measurements

- registro di laboratorio CT 154/21
laboratory reference

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



Stefano Affioti

Oggetto delle misure	Misura del rumore ferroviario in ambiente esterno				Preparato da	
Punto di misura	PS01				Valerio Mencaccini TCAA	
Ubicazione e Indirizzo	Regione:	Basilicata	Provincia:	Matera	del. Min. Ambiente	
	Comune:	Salandra				ENTECA 7503
Data/Ora Misura	Data inizio:	6/07/21		Ora inizio:	17:00	
Posizione microfono	Distanza da	19m	Altezza su	2 m	Durata:	24 h



Foto 1



Foto 2

SINTESI ELABORAZIONE ACUSTICA				SINTESI CARATTERIZZAZIONE METEO		
Periodo	N° Treni	LAE, TR	LAEq,TR	Parametri	Max	Min
Diurno	11	100.2	52.6	Temperatura [°C]	34	24
Notturmo	1	83.4	38.8	Umidità [%]	88	33
Note				Vento [m/s]	0.8	0.5
				Pioggia [mm]	-	-
				Direzione vento prevalente	270	



Ubicazione punto di misura



Laboratorio Ambiente Italia
Laboratorio di Acustica
Via dei Bonzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263
www.laisas.com

06 2023263
info@laisas.com

CENTRO DI TARATURA LAT 227
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/2659
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11
Page 1 of 11

- Data di Emissione: **2021/04/26**
date of issue

- cliente **NABLA QUADRO Srl**
customer
Via della Riserva Di Livia, 29
00188 - Roma (RM)

- destinatario **Idem**
addressee

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

- Si riferisce a:
Referring to

- oggetto **Fonometro**
item

- costruttore **NTI Audio**
manufacturer

- modello **XL2**
model

- matricola **A2A-04287-D2**
serial number

- data delle misure **2021/04/26**
date of measurements

- registro di laboratorio **CT 153/21**
laboratory reference

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



Stefano Saffioti

Oggetto delle misure	Misura del rumore ferroviario in ambiente esterno				Preparato da	
Punto di misura	PS02				Valerio Mencaccini TCAA	
Ubicazione e Indirizzo	Regione:	Basilicata	Provincia:	Matera	del. Min. Ambiente	
	Comune:	Salandra			ENTECA 7503	
Data/Ora Misura	Data inizio:	6/07/21		Ora inizio:	17:00	
Posizione microfono	Distanza da	70 m	Altezza su	4 m	Durata:	24 h



Foto 1



Foto 2

SINTESI ELABORAZIONE ACUSTICA				SINTESI CARATTERIZZAZIONE METEO		
Periodo	N° Treni	LAE, TR	LAeq,TR	Parametri	Max	Min
Diurno	11	96.3	48.7	Temperatura [°C]	34	24
Notturmo	1	81.5	36.9	Umidità [%]	88	33
Note				Vento [m/s]	0.8	0.5
				Pioggia [mm]	-	-
				Direzione vento prevalente	270	



Ubicazione punto di misura



Laboratorio Ambiente Italia
Laboratorio di Acustica
Via dei Bonzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263 06 2023263
www.laisas.com info@laisas.com

CENTRO DI TARATURA LAT 227
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/2658
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11
Page 1 of 11

- Data di Emissione: **2021/04/26**
date of issue

- cliente **NABLA QUADRO Srl**
customer
**Via della Riserva Di Livia, 29
00188 - Roma (RM)**

- destinatario **Idem**
addressee

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

- Si riferisce a:

Referring to

- oggetto **Fonometro**
item

- costruttore **NTI Audio**
manufacturer

- modello **XL2**
model

- matricola **A2A-04265-D2**
serial number

- data delle misure **2021/04/26**
date of measurements

- registro di laboratorio **CT 152/21**
laboratory reference

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).

This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)


Stefano Saffioti

CERTIFICATO TARATURA FONOMETRO

Oggetto delle misure

Misura del rumore ferroviario in ambiente esterno

Preparato da

Punto di misura	PR02				Valerio Mencaccini TCAA	
Ubicazione e Indirizzo	Regione:	Basilicata	Provincia:	Matera	del. Min. Ambiente ENTECA 7503	
	Comune:	Pisticci				
Data/Ora Misura	Data inizio:	6/07/21	Ora inizio:	19:00	Durata:	24 h
Posizione microfono	Distanza da asse binario:	7.5m	Altezza su piano ferro:		1.2 m	

5.2 Sezione di misura del rumore ferroviario 2



SINTESI ELABORAZIONE ACUSTICA				SINTESI CARATTERIZZAZIONE METEO		
Periodo	N° Treni	LAE, TR	LAeq,TR	Parametri	max	min
Diurno	11	106.6	59.0	Temperatura [°C]	34	24
Notturmo	1	91.7	47.1	Umidità [%]	88	33
Note				Vento [m/s]	0.8	0.5
				Pioggia [mm]	-	-
				Direzione vento prevalente	270	





Laboratorio Ambiente Italia
Laboratorio di Acustica
Via dei Bonzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263 06 2023263
www.laisas.com info@laisas.com

CENTRO DI TARATURA LAT 227
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/2662
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11
Page 1 of 11

- Data di Emissione: **2021/04/27**
date of issue

- cliente **NABLA QUADRO S r.l**
customer
Via della Riserva Di Livia, 29
00188 - Roma (RM)

- destinatario **Idem**
addressee

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta la capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

- Si riferisce a:
Referring to

- oggetto **Fonometro**
item

- costruttore **NTI Audio**
manufacturer

- modello **XL2**
model

- matricola **A2A-04191-D2**
serial number

- data delle misure **2021/04/27**
date of measurements

- registro di laboratorio **CT 156/21**
laboratory reference

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione Tecnica
(Approving Office)



Stefano Saffari

Oggetto delle misure	Misura del rumore ferroviario in ambiente esterno				Preparato da	
Punto di misura	PS03				Valerio Mencaccini TCAA	
Ubicazione e Indirizzo	Regione:	Basilicata	Provincia:	Matera	del. Min. Ambiente	
	Comune:	Pisticci			ENTECA 7503	
Data/Ora Misura	Data inizio:	6/07/21	Ora inizio:	19:00	Durata:	24 h
Posizione microfono	Distanza da asse binario:	70	Altezza su piano ferro:	4 m		



Foto 1



Foto 2

SINTESI ELABORAZIONE ACUSTICA				SINTESI CARATTERIZZAZIONE METEO		
Periodo	N° Treni	LAE, TR	LAeq,TR	Parametri	Max	Min
Diurno	11	95.1	47.5	Temperatura [°C]	34	24
Notturmo	1	81.8	37.2	Umidità [%]	88	33
Note				Vento [m/s]	0.8	0.5
Note				Pioggia [mm]	-	-
				Direzione vento prevalente	270	



Ubicazione punto di misura



Laboratorio Ambiente Italia
Laboratorio di Acustica
Via dei Bonzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263 06 2023263
www.laisas.com info@laisas.com

CENTRO DI TARATURA LAT 227
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/2253
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11
Page 1 of 11

- Data di Emissione: **2020/05/28**
date of Issue

- cliente: **NABLA QUADRO Srl**
customer
Via della Riserva Di Livia, 29
00188 - Roma (RM)

- destinatario: **Idem**
addressee

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

- Si riferisce a:
Referring to

- oggetto: **Fonometro**
item

- costruttore: **LARSON DAVIS**
manufacturer

- modello: **L&D 831**
model

- matricola: **2284**
serial number

- data delle misure: **2020/05/28**
date of measurements

- registro di laboratorio: **CT 148/20**
laboratory reference

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



Stefano Saffioti

Oggetto delle misure	Misura del rumore ferroviario in ambiente esterno				Preparato da	
Punto di misura	PS04				Valerio Mencaccini TCAA	
Ubicazione e Indirizzo	Regione:	Basilicata	Provincia:	Matera	del. Min. Ambiente	
	Comune:	Pisticci			ENTECA 7503	
Data/Ora Misura	Data inizio:	6/07/21	Ora inizio:	19.00	Durata:	24 h
Posizione microfono	Distanza da asse binario:	115 m	Altezza su piano ferro:	4 m		



Foto 1



Foto 2

SINTESI ELABORAZIONE ACUSTICA				SINTESI CARATTERIZZAZIONE METEO		
Periodo	N° Treni	LAE, TR	LAeq,TR	Parametri	Max	Min
Diurno	11	89.3	41.7	Temperatura [°C]	34	24
Notturmo	1	78.5	33.9	Umidità [%]	88	33
Note				Vento [m/s]	0.8	0.5
				Pioggia [mm]	-	-
				Direzione vento prevalente	270	



Ubicazione punto di misura



Laboratorio Ambiente Italia
Laboratorio di Acustica
Via dei Bonzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263 06 2023263
www.laisas.com info@laisas.com

CENTRO DI TARATURA LAT 227
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/2661
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11
Page 1 of 11

- Data di Emissione: **2021/04/26**
date of issue

- cliente **NABLA QUADRO Srl**
customer
Via della Riserva Di Livia, 29
00188 - Roma (RM)

- destinatario **Idem**
addressee

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

- Si riferisce a:
Referring to

- oggetto **Fonometro**
item

- costruttore **NTI Audio**
manufacturer

- modello **XL2**
model

- matricola **A2A-04340-D2**
serial number

- data delle misure **2021/04/26**
date of measurements

- registro di laboratorio **CT 155/21**
laboratory reference

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).

This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)



Stefano Artoli

5.3 Misure rumore ambientale

Oggetto delle misure	Misura del rumore ambientale in ambiente esterno				Preparato da	
Punto di misura	PA01				Valerio Mencaccini TCAA del. Min. Ambiente ENTECA 7503	
Ubicazione e Indirizzo	Regione:	Basilicata	Provincia:	Matera		
	Comune:	Grossano				
Data/Ora Misura	Data inizio:	8/07/21	Ora inizio:	10:30	Durata:	24 h
Posizione microfono	Distanza da asse binario:			Altezza su piano ferro:	4 m	

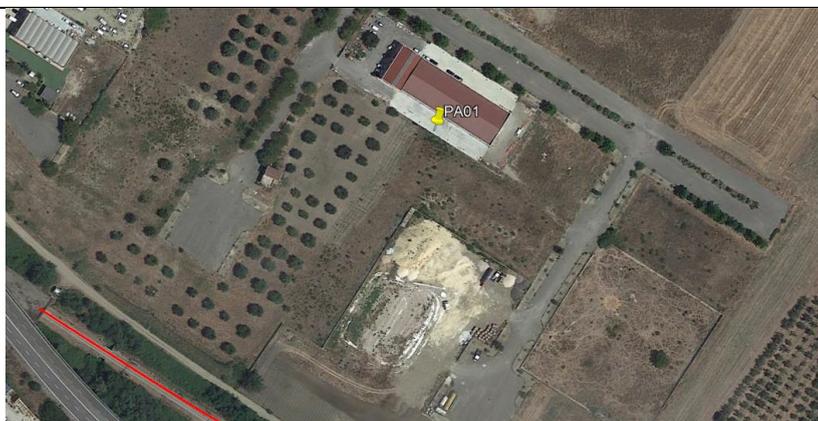


Foto 1



Foto 2

SINTESI ELABORAZIONE ACUSTICA				SINTESI CARATTERIZZAZIONE METEO		
Periodo			LAeq,A	Parametri	Max	Min
Diurno			50.2	Temperatura [°C]	38	27
Notturmo			45.3	Umidità [%]	69	21
Note				Vento [m/s]	0.8	0.5
				Pioggia [mm]	-	-
				Direzione vento prevalente	270	



Ubicazione punto di misura



Laboratorio Ambiente Italia
Laboratorio di Acustica
Via dei Bonagnani, 22 00133 ROMA

06 2023263 06 2023263
www.laisas.com info@laisas.com

CENTRO DI TARATURA LAT 227
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/2663
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11
Page 1 of 11

- Data di Emissione: **2021/04/27**
date of issue

- cliente **NABLA QUADRO Srl**
customer
Via della Riserva Di Livia, 29
00188 - Roma (RM)

- destinatario **Idem**
addressee

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

- Si riferisce a:

Referring to

- oggetto **Fonometro**
item

- costruttore **NTI Audio**
manufacturer

- modello **XL2**
model

- matricola **A2A-04227-D2**
serial number

- data delle misure **2021/04/27**
date of measurements

- registro di laboratorio **CT 157/21**
laboratory reference

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).

This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

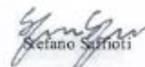
I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)


Stefano Saffioti

Oggetto delle misure	Misura del rumore ambientale in ambiente esterno				Preparato da	
Punto di misura	PA02				Valerio Mencaccini TCAA	
Ubicazione e Indirizzo	Regione:	Basilicata	Provincia:	Matera	del. Min. Ambiente	
	Comune:	Ferrandina			ENTECA 7503	
Data/Ora Misura	Data inizio:	8/07/21	Ora inizio:	07:30	Durata:	24 h
Posizione microfono	Distanza da asse binario:	350 m	Altezza su piano ferro:	4 m		



Foto 1



Foto 2

SINTESI ELABORAZIONE ACUSTICA				SINTESI CARATTERIZZAZIONE METEO		
Periodo			LAeq,TR	Parametri	Max	Min
Diurno			55.5	Temperatura [°C]	38	27
Notturmo			50.4	Umidità [%]	69	21
Note				Vento [m/s]	0.8	0.5
				Pioggia [mm]	-	-
				Direzione vento prevalente	270	



Ubicazione punto di misura



Laboratorio Ambiente Italia
Laboratorio di Acustica
Via dei Bozzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263 06 2023263
www.laisaz.com info@laisaz.com

CENTRO DI TARATURA LAT 227
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/2253
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11
Page 1 of 11

- Data di Emissione: **2020/05/28**
date of Issue

- cliente **NABLA QUADRO Srl**
customer
Via della Riserva Di Livia, 29
00188 - Roma (RM)

- destinatario **Idem**
addressee

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

- Si riferisce a:

Referring to

- oggetto **Fonometro**
item

- costruttore **LARSON DAVIS**
manufacturer

- modello **L&D 831**
model

- matricola **2284**
serial number

- data delle misure **2020/05/28**
date of measurements

- registro di laboratorio **CT 148/20**
laboratory reference

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)


Stefano Affiotti

Oggetto delle misure	Misura del rumore ambientale in ambiente esterno				Preparato da	
Punto di misura	PA03				Valerio Mencaccini TCAA	
Ubicazione e Indirizzo	Regione:	Basilicata	Provincia:	Matera	del. Min. Ambiente	
	Comune:	Ferrandina				ENTECA 7503
Data/Ora Misura	Data inizio:	8/07/21	Ora inizio:	07:30	Durata:	24 h/spot
Posizione microfono	Distanza da asse binario:	80 m	Altezza su piano ferro:	4 m		



Foto 1



Foto 2

SINTESI ELABORAZIONE ACUSTICA			SINTESI CARATTERIZZAZIONE METEO		
Periodo		LAeq,TR	Parametri	Max	Min
Diurno		54.1	Temperatura [°C]	38	27
Notturmo		47.0	Umidità [%]	69	21
Note			Vento [m/s]	0.8	0.5
			Pioggia [mm]	-	-
			Direzione vento prevalente	270	



Ubicazione punto di misura



Laboratorio Ambiente Italia
Laboratorio di Acustica
Via dei Bonzagna, 22 00133 ROMA

06 2023263 06 2023263
www.laisaz.com info@laisaz.com

CENTRO DI TARATURA LAT 227
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory



LAT 227

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 227/2253
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11
Page 1 of 11

- Data di Emissione: **2020/05/28**
date of issue

- cliente **NABLA QUADRO Srl**
customer
Via della Riserva Di Livia, 29
00188 - Roma (RM)

- destinatario **Idem**
addressee

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT 227 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

- Si riferisce a:
Referring to

- oggetto **Fonometro**
item

- costruttore **LARSON DAVIS**
manufacturer

- modello **L&D 831**
model

- matricola **2284**
serial number

- data delle misure **2020/05/28**
date of measurements

- registro di laboratorio **CT 148/20**
laboratory reference

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT 227 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)


Stefano Saffioti

	<p>LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>					
<p>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni</p>	<p>COMMESSA IA95</p>	<p>LOTTO 13</p>	<p>CODIFICA R 22 RG</p>	<p>DOCUMENTO IM 00 04 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 1 di 15</p>

ALLEGATO 2

REPORT INDAGINI VIBRAZIONI

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>												
<p>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA95</td> <td>13</td> <td>R 22 RG</td> <td>IM 00 04 001</td> <td>B</td> <td>2 di 15</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA95	13	R 22 RG	IM 00 04 001	B	2 di 15
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA95	13	R 22 RG	IM 00 04 001	B	2 di 15								

Sommario

1	Premessa	3
2	Normativa di riferimento	3
3	Parametri oggetto delle misure	3
4	Misure.....	4
5	Risultati.....	8

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B

1 Premessa

Il presente documento costituisce il report di misura delle indagini vibrazionali condotte nell'ambito del PFTE degli interventi di velocizzazione della tratta Grassano - Bernalda.

2 Normativa di riferimento

L'inquinamento da vibrazioni viene regolamentato da normative tecniche inerenti al disturbo sull'uomo e agli effetti sugli edifici, dal momento che non esiste a tutt'oggi una legislazione specifica in merito a livello nazionale. Tali norme introducono le grandezze e i parametri che devono essere valutati e definiscono le caratteristiche dei sistemi di rilevazione e della strumentazione da impiegare per le misure.

Il problema del disturbo causato dalle vibrazioni sull'uomo viene trattato, in particolare, dalla norma ISO 2631 e dalla UNI 9614 che risultano sostanzialmente in accordo. Gli standard di protezione sull'uomo previsti dalle suddette normative garantiscono ampiamente rispetto alla possibile insorgenza di danni agli edifici e, pertanto, l'azione sugli edifici deve essere valutata nel caso di beni monumentali o storici per i quali possono essere assunti limiti più restrittivi.

3 Parametri oggetto delle misure

La grandezza principale per la valutazione del disturbo da vibrazioni è individuata nel valore efficace (RMS - Root-Mean-Square) dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza a_w , definito dalla relazione:

$$a_w = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{0,5}$$

dove:

- t è il tempo;
- $a_w(t)$ è l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza;
- T è la durata del periodo di riferimento.

Una rappresentazione equivalente è data dal livello di accelerazione L , definito dalla relazione:

$$L = 20 \text{ LOG} \left(\frac{a_w}{a_0} \right)$$

dove a_0 è il valore dell'accelerazione di riferimento, pari a 10^{-6} m/s^2 . Nel caso si utilizzino sistemi di acquisizione senza filtri di ponderazione, il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza può essere calcolato in fase di elaborazione dall'accelerogramma misurato in terzi d'ottava nell'intervallo 1-80 Hz.

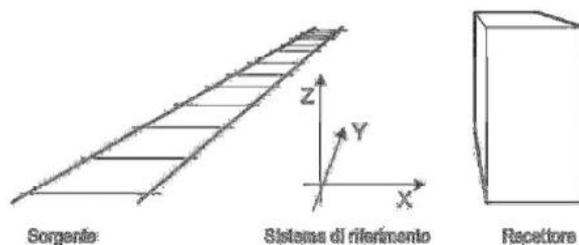
	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. B	FOGLIO 4 di 15

4 Misure

Ai fini del presente lavoro sono state condotte delle misurazioni dei livelli vibrazionali lungo la linea ferroviaria esistente.

La metodica di misura si fonda sul rilievo contemporaneo delle vibrazioni indotte dai convogli ferroviari in tre punti situati sul terreno a distanza crescente dai binari.

Le vibrazioni vengono rilevate in termini di accelerazione del moto. In ogni punto le vibrazioni vengono misurate lungo tre assi mutuamente ortogonali (terna) denominati X, Y e Z orientati secondo la linea ferroviaria come indicato nella figura seguente.



Orientamento delle componenti vibrazionali rispetto alla ferrovia

Le misurazioni sono state eseguite con analizzatori di segnale collegati a terne accelerometriche, ognuna delle quali è composta da tre accelerometri disposti secondo gli assi spaziali x, y, z. Gli accelerometri sono collegati all'acquisitore multicanale tramite cavi coassiali schermati in modo da avere l'acquisizione simultanea delle accelerazioni sui tre assi x, y, z.

Le postazioni di misura caratterizzano i tipi di transito ferroviario distinguendo, tipologie di convogli, velocità di percorrenza, ecc.

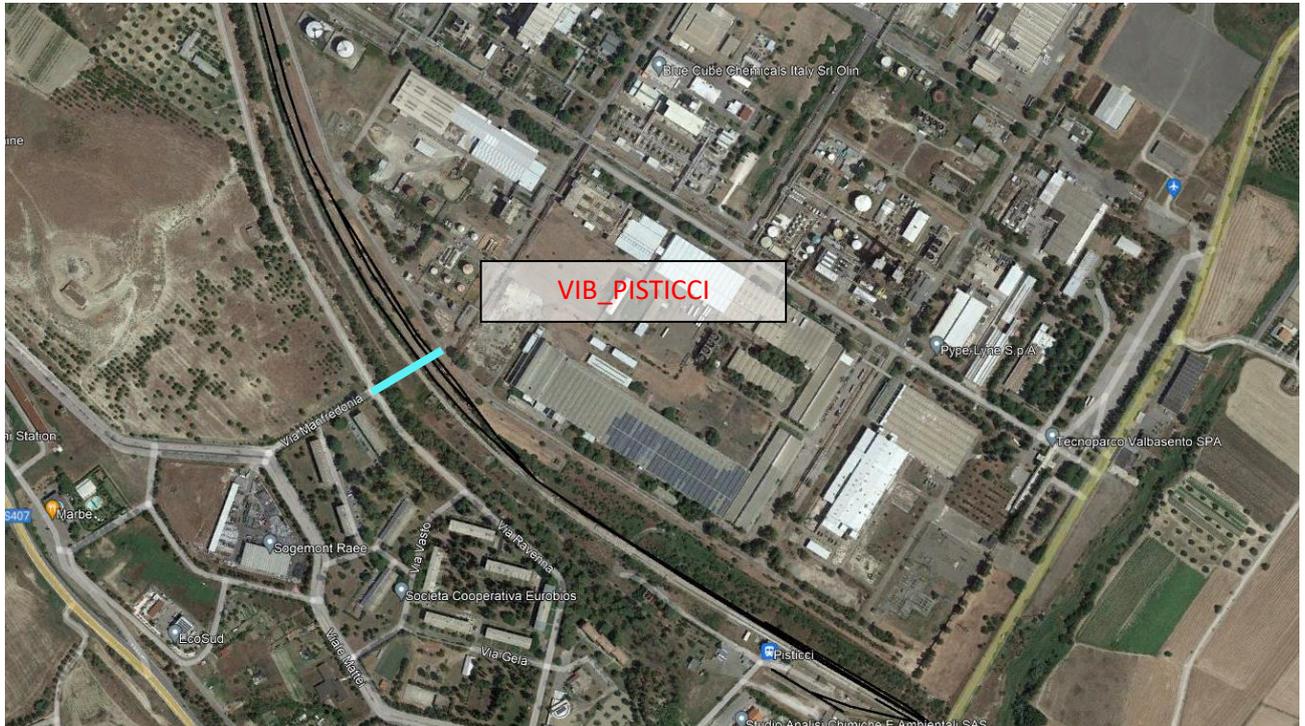
L'indagine è stata condotta in una sezione caratterizzata dalla linea ferroviaria in rilevato.

STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE

Relazione generale

Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 22 RG	IM 00 04 001	B	5 di 15



Sezione di misura VIBRAZIONI di PISTICCI

I punti di misura sono stati posizionati in un terreno ricompreso tra il margine della linea ferroviaria e via Ravenna, nel Comune di Pisticci (MT) così come indicato nello stralcio planimetrico precedente.

Le tre terne accelerometriche sono state così posizionate in un terreno adiacente alla linea ferroviaria:

- Terna 1: distante 7 metri dall'asse binario
- Terna 2: distante 14 metri dall'asse binario
- Terna 3: distante 21 metri dall'asse binario

Le indagini sono state eseguite nella seguente finestra temporale diurna:

- 7/7/2021 dalle ore 10:00 alle ore 16:00

All'interno della finestra di misura sono transitati n°3 convogli REG e n°2 convogli IC.

STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE
Relazione generale
 Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 22 RG	IM 00 04 001	B	6 di 15

DATI GENERALI DELLA MISURA

Area Operativa	PISTICCI		
Punto di misura	via Ravenna Pisticci (MT)		
Monitoraggio	<input checked="" type="checkbox"/> Ante operam	<input type="checkbox"/> Corso d'opera	<input type="checkbox"/> Post operam
Sezione misura	VIB_Pisticci		
Caratterizzazione tipologica delle sorgenti di monitoraggio			
<input type="checkbox"/> Traffico veicolare	<input checked="" type="checkbox"/> Ferroviario - VIF	<input type="checkbox"/> Cantiere - VIL	<input type="checkbox"/> Altro *

(*)

Caratteristiche del Monitoraggio

 Il monitoraggio è stato eseguito in contemporanea su tre terne accelerometriche.
 Nell'area in cui si trova il ricettore è presente oltre alla linea ferroviaria una viabilità locale

Normativa di riferimento

Le misure per la valutazione del disturbo provocato dalle vibrazioni alle persone negli ambienti abitativi sono eseguite in conformità alle norme UNI 9614

Strumentazione adottata

Le misurazioni sono state eseguite con un analizzatore della Sinus – Modello Soundbook , Svantek SV 106



STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE

Relazione generale
Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 22 RG	IM 00 04 001	B	7 di 15



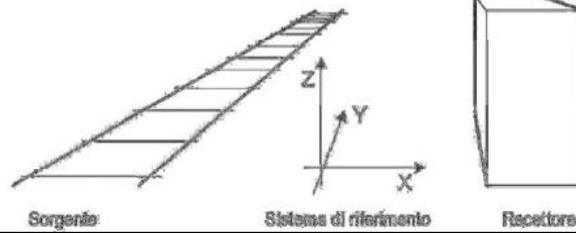
TERNA 1



TERNA 2



TERNA 3



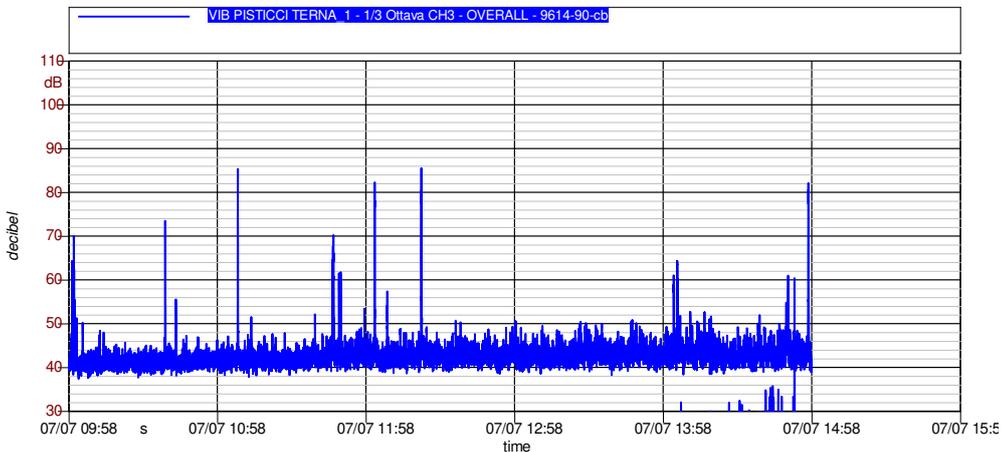
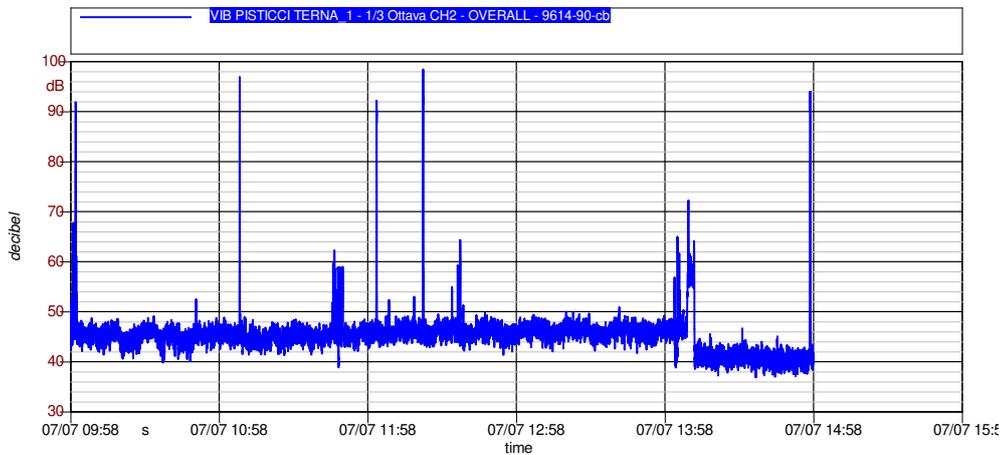
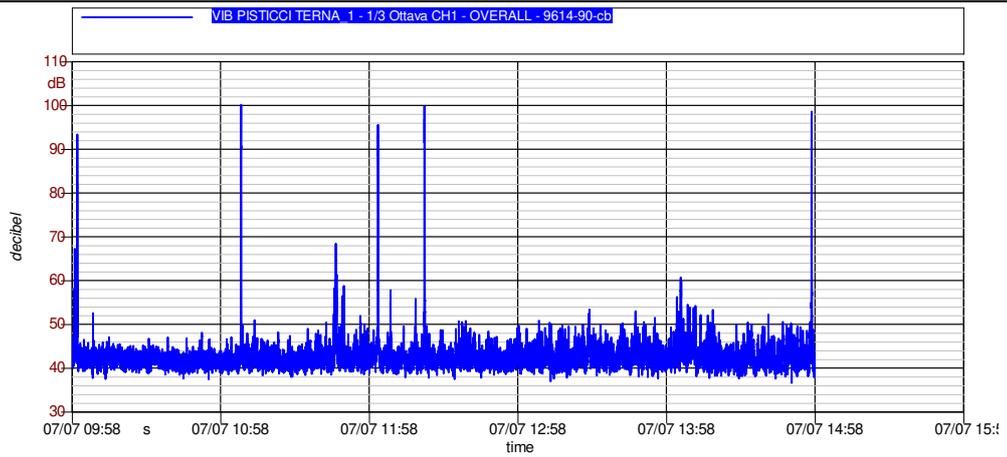
STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE

Relazione generale
Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 22 RG	IM 00 04 001	B	8 di 15

5 Risultati

UNI 9614 ACCELERAZIONI R.M.S. – VIB_PISTICCI-TERNA 1 CH1-X, CH2-Y, CH3-Z

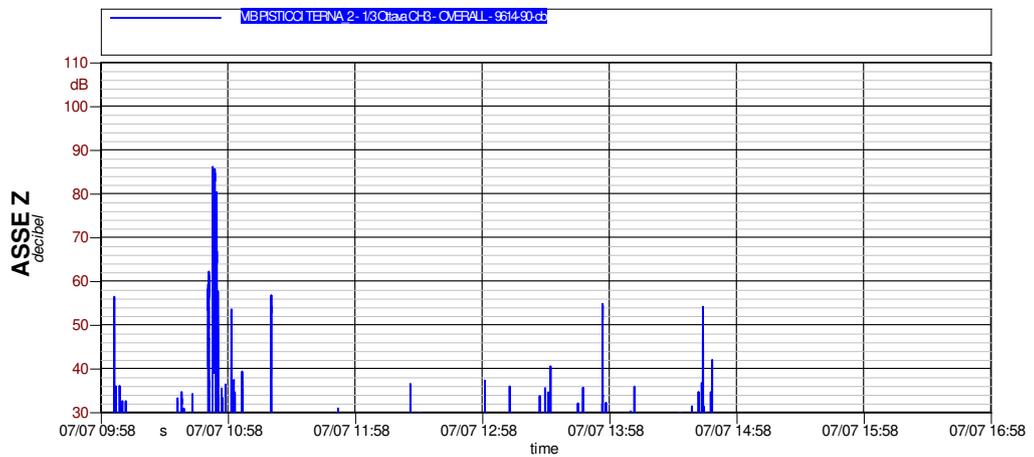
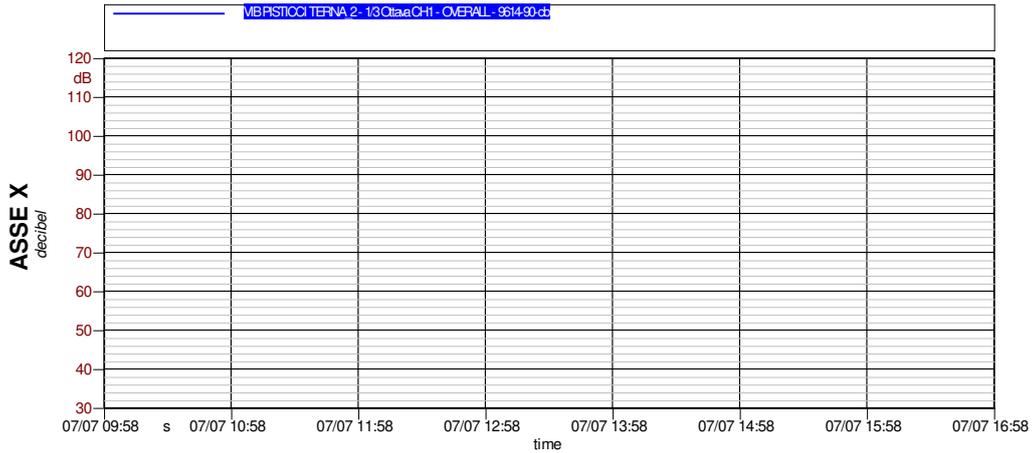


STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE

Relazione generale
Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 22 RG	IM 00 04 001	B	9 di 15

UNI 9614 ACCELERAZIONI R.M.S. – VIB_PISTICCI-TERNA 2 CH1-X, CH2-Y, CH3-Z

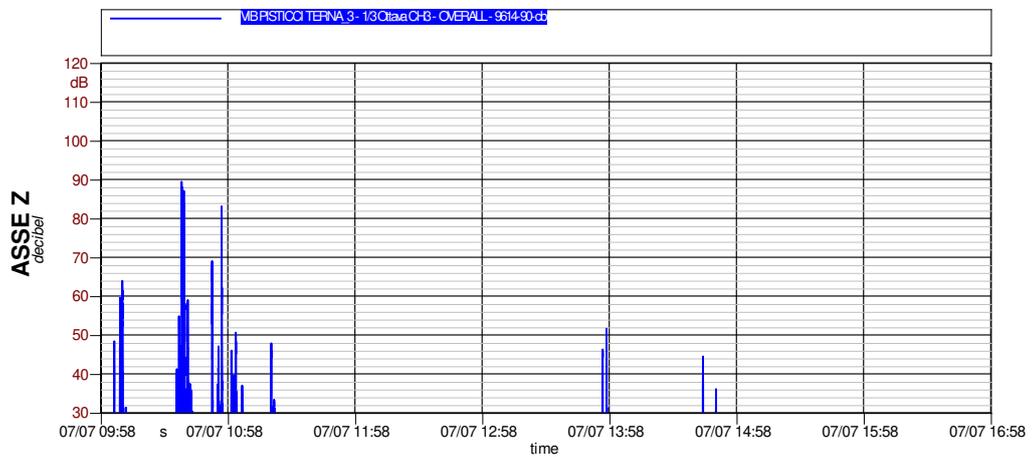
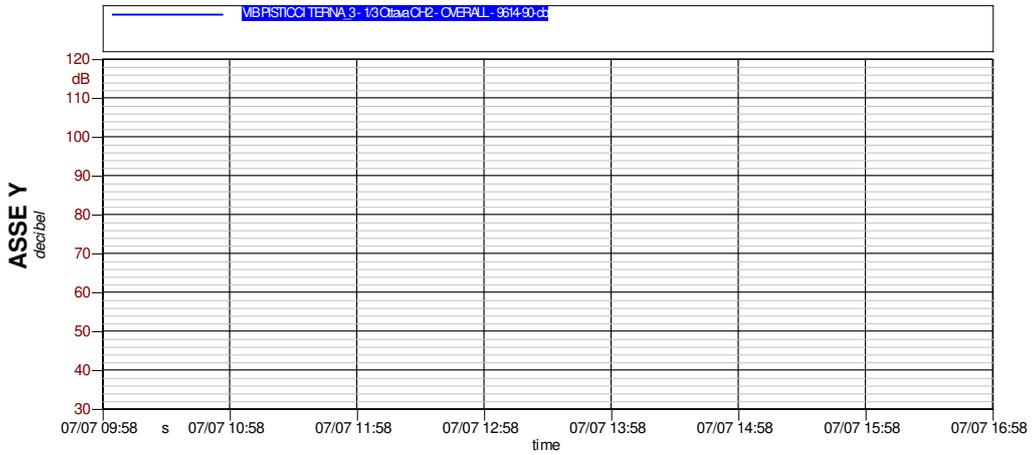
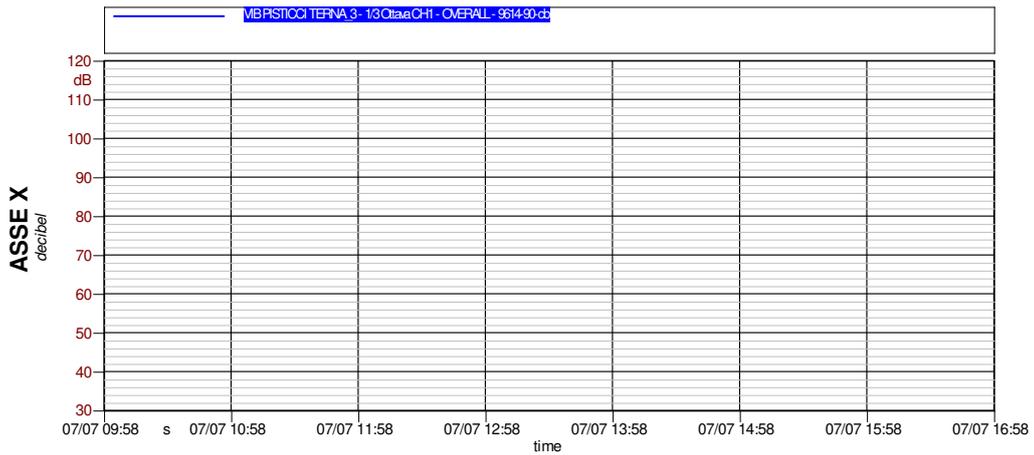


STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE

Relazione generale
Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA95	13	R 22 RG	IM 00 04 001	B	10 di 15

UNI 9614 ACCELERAZIONI R.M.S. – VIB_PISTICCI-TERNA 3 CH1-X, CH2-Y, CH3-Z



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. A

DETTAGLIO DELLE ACCELERAZIONI RILEVATE ALLA TERNA 1 (DISTANZA 7 M DA ASSE BINARIO) PER I SINGOLI TRANSITI FERROVIARI																															
TRANSITO											VALORI IN dB IN BANDE DI FREQUENZA DI 1/3 DI OTTAVA CON PESATURA SECONDO ASSI COMBINATI – VALORI RIFERITI ALLA TERNA 1 ASSE X																				
Evento	Data	Ora	TIPO	Binario	Direzione	N° Motrici	N°vagoni	Lunghezza (m)	Velocità (km/h)	Durata (s)	1 [Hz]	1.25 [Hz]	1.6 [Hz]	2 [Hz]	2.5 [Hz]	3.15 [Hz]	4 [Hz]	5 [Hz]	6.3 [Hz]	8 [Hz]	10 [Hz]	12.5 [Hz]	16 [Hz]	20 [Hz]	25 [Hz]	31.5 [Hz]	40 [Hz]	50 [Hz]	63 [Hz]	80 [Hz]	TOT
1	07/07/2021	11:07:16	REG	1	POTENZA	1	4	122	55	7,0	38,9	36,2	36,2	36,2	44,7	42,5	40,4	41,7	51,4	55,4	58,1	55,7	59,3	61,8	67,1	72,9	84,5	92,5	82,5	69,6	93,6
2	07/07/2021	12:02:35	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	9,0	31,7	37,3	36,3	36,3	35,1	35,4	40,7	45,0	44,5	42,1	49,1	57,1	58,6	64,5	70,8	73,0	79,0	89,9	79,0	66,1	90,7
3	07/07/2021	12:21:13	IC	1	METAPONTO	1	8	226	74	10,0	41,4	44,9	40,3	42,9	43,6	45,2	43,7	51,1	57,6	68,4	66,3	66,7	60,9	61,6	70,2	72,3	84,9	94,1	81,6	67,2	94,9
4	07/07/2021	14:57:33	IC	1	POTENZA	1	8	226	63	11,0	44,3	47,3	41,4	42,0	43,4	47,9	44,5	48,6	54,6	64,5	64,1	65,3	58,0	62,4	68,5	72,0	89,3	94,8	76,6	62,7	96,0
5	07/07/2021	15:44:56	REG	1	METAPONTO	1	3	96	69	11,0	38,8	34,8	32,7	40,6	35,6	36,0	42,1	47,6	47,2	49,6	52,3	56,7	58,5	58,8	71,2	73,2	81,3	89,3	76,7	64,3	90,3

DETTAGLIO DELLE ACCELERAZIONI RILEVATE ALLA TERNA 1 (DISTANZA 7 M DA ASSE BINARIO) PER I SINGOLI TRANSITI FERROVIARI																															
TRANSITO											VALORI IN dB IN BANDE DI FREQUENZA DI 1/3 DI OTTAVA CON PESATURA SECONDO ASSI COMBINATI – VALORI RIFERITI ALLA TERNA 1 ASSE Y																				
Evento	Data	Ora	TIPO	Binario	Direzione	N° Motrici	N°vagoni	Lunghezza (m)	Velocità (km/h)	Durata (s)	1 [Hz]	1.25 [Hz]	1.6 [Hz]	2 [Hz]	2.5 [Hz]	3.15 [Hz]	4 [Hz]	5 [Hz]	6.3 [Hz]	8 [Hz]	10 [Hz]	12.5 [Hz]	16 [Hz]	20 [Hz]	25 [Hz]	31.5 [Hz]	40 [Hz]	50 [Hz]	63 [Hz]	80 [Hz]	TOT
1	07/07/2021	11:07:16	REG	1	POTENZA	1	4	122	55	7,0	42,4	37,3	33,8	39,0	42,5	41,3	36,6	40,4	50,8	52,6	58,5	50,8	54,8	60,4	63,9	68,6	80,0	88,6	85,7	70,2	90,8
2	07/07/2021	12:02:35	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	9,0	40,8	35,5	35,7	37,2	34,0	35,9	41,0	42,2	46,7	46,5	47,3	54,6	55,0	60,4	67,1	70,3	72,8	85,3	83,1	67,0	87,7
3	07/07/2021	12:21:13	IC	1	METAPONTO	1	8	226	74	10,0	38,1	37,8	36,8	42,3	40,0	45,3	38,6	44,7	49,1	66,0	61,6	64,5	53,6	61,6	69,2	69,9	77,7	92,3	85,7	67,9	93,3
4	07/07/2021	14:57:33	IC	1	POTENZA	1	8	226	63	11,0	41,1	44,0	33,1	38,9	38,7	46,6	43,5	45,3	49,3	61,2	60,8	61,7	54,7	61,4	67,1	71,5	82,2	89,4	80,0	63,7	90,7
5	07/07/2021	15:44:56	REG	1	METAPONTO	1	3	96	69	11,0	32,1	29,8	32,0	36,1	31,1	33,1	37,1	40,8	48,3	48,7	47,5	56,0	53,3	59,3	68,5	70,0	74,7	86,8	80,7	66,0	88,1

DETTAGLIO DELLE ACCELERAZIONI RILEVATE ALLA TERNA 1 (DISTANZA 7 M DA ASSE BINARIO) PER I SINGOLI TRANSITI FERROVIARI																															
TRANSITO											VALORI IN dB IN BANDE DI FREQUENZA DI 1/3 DI OTTAVA CON PESATURA SECONDO ASSI COMBINATI – VALORI RIFERITI ALLA TERNA 1 ASSE Z																				
Evento	Data	Ora	TIPO	Binario	Direzione	N° Motrici	N°vagoni	Lunghezza (m)	Velocità (km/h)	Durata (s)	1 [Hz]	1.25 [Hz]	1.6 [Hz]	2 [Hz]	2.5 [Hz]	3.15 [Hz]	4 [Hz]	5 [Hz]	6.3 [Hz]	8 [Hz]	10 [Hz]	12.5 [Hz]	16 [Hz]	20 [Hz]	25 [Hz]	31.5 [Hz]	40 [Hz]	50 [Hz]	63 [Hz]	80 [Hz]	TOT
1	07/07/2021	11:07:16	REG	1	POTENZA	1	4	122	55	7,0	36,9	37,4	35,8	30,7	35,6	37,2	35,0	37,2	49,9	53,0	57,5	55,3	57,2	58,6	62,1	65,3	71,3	72,5	74,8	72,7	79,4
2	07/07/2021	12:02:35	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	9,0	33,5	39,0	31,7	31,8	32,9	28,9	39,0	39,5	45,2	42,3	47,0	54,2	57,5	62,3	66,3	66,4	65,0	69,9	70,6	68,8	76,4
3	07/07/2021	12:21:13	IC	1	METAPONTO	1	8	226	74	10,0	39,8	43,4	36,8	37,0	36,8	40,0	35,4	39,3	51,2	65,7	63,3	63,7	57,2	59,8	66,0	66,4	70,6	76,0	75,8	70,8	80,8
4	07/07/2021	14:57:33	IC	1	POTENZA	1	8	226	63	11,0	47,3	48,5	44,6	41,4	41,8	44,8	37,3	40,8	48,5	57,8	62,7	62,7	54,8	60,5	63,4	66,0	68,0	73,9	71,2	67,1	77,9
5	07/07/2021	15:44:56	REG	1	METAPONTO	1	3	96	69	11,0	35,2	34,8	30,1	30,8	31,6	32,5	35,5	44,0	47,3	48,8	49,0	56,1	54,7	57,7	66,7	67,2	66,0	71,6	71,4	68,4	77,0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. A

DETTAGLIO DELLE ACCELERAZIONI RILEVATE ALLA TERNA 2 (DISTANZA 14 M DA ASSE BINARIO) PER I SINGOLI TRANSITI FERROVIARI																															
TRANSITO											VALORI IN dB IN BANDE DI FREQUENZA DI 1/3 DI OTTAVA CON PESATURA SECONDO ASSI COMBINATI – VALORI RIFERITI ALLA TERNA 2 ASSE X																				
Evento	Data	Ora	TIPO	Binario	Direzione	N° Motrici	N°vagoni	Lunghezza (m)	Velocità (km/h)	Durata (s)	1 [Hz]	1.25 [Hz]	1.6 [Hz]	2 [Hz]	2.5 [Hz]	3.15 [Hz]	4 [Hz]	5 [Hz]	6.3 [Hz]	8 [Hz]	10 [Hz]	12.5 [Hz]	16 [Hz]	20 [Hz]	25 [Hz]	31.5 [Hz]	40 [Hz]	50 [Hz]	63 [Hz]	80 [Hz]	TOT
1	07/07/2021	11:07:16	REG	1	POTENZA	1	4	122	55	7,0	28,0	31,2	29,3	28,4	33,7	33,3	34,8	38,1	46,4	53,7	57,0	56,4	59,0	61,9	67,2	72,1	79,4	85,5	83,8	66,1	79,4
2	07/07/2021	12:02:35	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	9,0	23,3	33,7	31,7	32,0	32,4	25,4	36,9	40,6	42,7	39,6	48,8	57,3	60,6	63,1	68,5	73,9	75,5	86,6	77,0	60,4	87,6
3	07/07/2021	12:21:13	IC	1	METAPONTO	1	8	226	74	10,0	32,8	38,2	35,0	34,0	29,6	34,0	42,6	49,1	52,3	67,6	66,1	67,1	58,9	63,6	72,0	76,2	79,1	91,1	80,3	63,1	91,9
4	07/07/2021	14:57:33	IC	1	POTENZA	1	8	226	63	11,0	30,9	31,2	29,3	31,0	29,9	36,9	39,1	45,8	51,5	63,5	64,2	64,8	59,0	63,4	68,6	75,7	81,4	90,2	78,5	60,1	91,1
5	07/07/2021	15:44:56	REG	1	METAPONTO	1	3	96	69	11,0	33,1	28,8	28,3	29,1	32,1	27,7	35,3	46,4	47,8	47,9	48,9	55,8	59,0	61,1	69,6	73,5	76,4	89,5	79,4	61,8	90,2

DETTAGLIO DELLE ACCELERAZIONI RILEVATE ALLA TERNA 2 (DISTANZA 14 M DA ASSE BINARIO) PER I SINGOLI TRANSITI FERROVIARI																															
TRANSITO											VALORI IN dB IN BANDE DI FREQUENZA DI 1/3 DI OTTAVA CON PESATURA SECONDO ASSI COMBINATI – VALORI RIFERITI ALLA TERNA 2 ASSE Y																				
Evento	Data	Ora	TIPO	Binario	Direzione	N° Motrici	N°vagoni	Lunghezza (m)	Velocità (km/h)	Durata (s)	1 [Hz]	1.25 [Hz]	1.6 [Hz]	2 [Hz]	2.5 [Hz]	3.15 [Hz]	4 [Hz]	5 [Hz]	6.3 [Hz]	8 [Hz]	10 [Hz]	12.5 [Hz]	16 [Hz]	20 [Hz]	25 [Hz]	31.5 [Hz]	40 [Hz]	50 [Hz]	63 [Hz]	80 [Hz]	TOT
1	07/07/2021	11:07:16	REG	1	POTENZA	1	4	122	55	7,0	35,4	32,5	39,8	41,4	42,5	34,2	38,4	38,0	48,6	53,2	59,6	51,8	54,5	61,2	66,2	70,1	80,5	81,9	79,9	65,4	85,9
2	07/07/2021	12:02:35	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	9,0	34,1	29,6	28,6	32,2	31,1	30,0	37,9	37,2	42,6	46,0	45,5	50,7	51,6	60,3	67,5	74,0	77,8	80,8	70,3	55,4	83,5
3	07/07/2021	12:21:13	IC	1	METAPONTO	1	8	226	74	10,0	35,0	32,3	34,7	34,1	30,8	30,6	41,6	42,4	51,4	65,3	65,2	61,0	57,0	60,5	68,6	79,6	81,1	85,6	73,6	57,8	88,0
4	07/07/2021	14:57:33	IC	1	POTENZA	1	8	226	63	11,0	32,7	32,3	30,5	25,8	25,7	34,7	37,2	42,2	49,3	61,7	62,2	62,6	56,3	61,1	66,4	76,9	80,3	83,6	71,5	54,3	86,1
5	07/07/2021	15:44:56	REG	1	METAPONTO	1	3	96	69	11,0	27,7	28,5	25,1	24,4	27,0	26,5	33,4	35,7	46,4	47,4	47,5	51,3	52,8	58,5	68,8	73,7	78,9	82,8	72,1	56,1	85,0

DETTAGLIO DELLE ACCELERAZIONI RILEVATE ALLA TERNA 2 (DISTANZA 14 M DA ASSE BINARIO) PER I SINGOLI TRANSITI FERROVIARI																															
TRANSITO											VALORI IN dB IN BANDE DI FREQUENZA DI 1/3 DI OTTAVA CON PESATURA SECONDO ASSI COMBINATI – VALORI RIFERITI ALLA TERNA 2 ASSE Z																				
Evento	Data	Ora	TIPO	Binario	Direzione	N° Motrici	N°vagoni	Lunghezza (m)	Velocità (km/h)	Durata (s)	1 [Hz]	1.25 [Hz]	1.6 [Hz]	2 [Hz]	2.5 [Hz]	3.15 [Hz]	4 [Hz]	5 [Hz]	6.3 [Hz]	8 [Hz]	10 [Hz]	12.5 [Hz]	16 [Hz]	20 [Hz]	25 [Hz]	31.5 [Hz]	40 [Hz]	50 [Hz]	63 [Hz]	80 [Hz]	TOT
1	07/07/2021	11:07:16	REG	1	POTENZA	1	4	122	55	7,0	28,4	27,8	31,6	28,5	28,5	28,3	26,5	33,1	46,6	51,3	55,8	51,8	56,3	59,3	61,5	62,1	67,3	64,9	62,8	61,1	72,2
2	07/07/2021	12:02:35	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	9,0	32,8	29,6	32,2	32,9	32,0	29,6	30,9	33,8	42,5	41,6	45,8	53,4	56,6	60,7	65,0	61,9	62,2	61,0	61,1	56,6	70,5
3	07/07/2021	12:21:13	IC	1	METAPONTO	1	8	226	74	10,0	31,1	29,8	31,0	30,6	29,7	27,6	29,1	32,6	45,2	61,0	62,3	64,7	54,6	57,5	65,4	65,0	66,3	65,6	65,3	59,1	74,0
4	07/07/2021	14:57:33	IC	1	POTENZA	1	8	226	63	11,0	31,3	30,6	28,0	27,1	24,4	27,7	27,6	36,4	46,2	57,2	62,4	58,0	53,8	59,5	62,1	64,5	63,6	64,9	60,7	57,3	71,9
5	07/07/2021	15:44:56	REG	1	METAPONTO	1	3	96	69	11,0	32,0	28,2	28,1	28,5	26,1	27,5	32,0	42,1	43,8	46,3	46,8	54,8	53,7	56,3	64,9	64,2	62,8	64,0	61,5	57,7	71,2

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. A

DETTAGLIO DELLE ACCELERAZIONI RILEVATE ALLA TERNA 3 (DISTANZA 21 M DA ASSE BINARIO) PER I SINGOLI TRANSITI FERROVIARI																															
TRANSITO											VALORI IN dB IN BANDE DI FREQUENZA DI 1/3 DI OTTAVA CON PESATURA SECONDO ASSI COMBINATI – VALORI RIFERITI ALLA TERNA 3 ASSE X																				
Evento	Data	Ora	TIPO	Binario	Direzione	N° Motrici	N°vagoni	Lunghezza (m)	Velocità (km/h)	Durata (s)	1 [Hz]	1.25 [Hz]	1.6 [Hz]	2 [Hz]	2.5 [Hz]	3.15 [Hz]	4 [Hz]	5 [Hz]	6.3 [Hz]	8 [Hz]	10 [Hz]	12.5 [Hz]	16 [Hz]	20 [Hz]	25 [Hz]	31.5 [Hz]	40 [Hz]	50 [Hz]	63 [Hz]	80 [Hz]	TOT
1	07/07/2021	11:07:16	REG	1	POTENZA	1	4	122	55	7,0	27,0	27,5	28,1	25,9	33,5	32,1	34,9	38,0	46,4	49,6	52,9	50,5	53,5	56,8	56,9	56,3	63,3	62,1	67,5	76,1	77,1
2	07/07/2021	12:02:35	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	9,0	46,7	46,8	47,2	46,3	41,8	41,7	42,3	44,2	44,2	39,4	46,1	51,5	54,3	57,1	60,4	57,3	56,8	60,4	63,1	71,3	73,0
3	07/07/2021	12:21:13	IC	1	METAPONTO	1	8	226	74	10,0	33,8	30,9	31,9	28,6	25,4	36,9	41,1	46,7	49,3	62,1	59,4	61,1	52,5	58,2	62,3	59,7	59,1	64,3	69,0	71,1	75,0
4	07/07/2021	14:57:33	IC	1	POTENZA	1	8	226	63	11,0	32,6	33,4	34,1	29,8	27,6	34,8	34,7	45,1	51,0	60,6	62,2	60,1	53,8	60,7	61,5	59,2	57,1	63,2	63,7	70,7	73,9
5	07/07/2021	15:44:56	REG	1	METAPONTO	1	3	96	69	11,0	33,3	30,4	27,1	25,8	30,2	25,1	34,3	46,2	46,1	44,8	45,6	51,2	53,7	52,4	61,0	58,8	57,6	60,4	62,3	69,7	71,9

DETTAGLIO DELLE ACCELERAZIONI RILEVATE ALLA TERNA 3 (DISTANZA 21 M DA ASSE BINARIO) PER I SINGOLI TRANSITI FERROVIARI																															
TRANSITO											VALORI IN dB IN BANDE DI FREQUENZA DI 1/3 DI OTTAVA CON PESATURA SECONDO ASSI COMBINATI – VALORI RIFERITI ALLA TERNA 3 ASSE Y																				
Evento	Data	Ora	TIPO	Binario	Direzione	N° Motrici	N°vagoni	Lunghezza (m)	Velocità (km/h)	Durata (s)	1 [Hz]	1.25 [Hz]	1.6 [Hz]	2 [Hz]	2.5 [Hz]	3.15 [Hz]	4 [Hz]	5 [Hz]	6.3 [Hz]	8 [Hz]	10 [Hz]	12.5 [Hz]	16 [Hz]	20 [Hz]	25 [Hz]	31.5 [Hz]	40 [Hz]	50 [Hz]	63 [Hz]	80 [Hz]	TOT
1	07/07/2021	11:07:16	REG	1	POTENZA	1	4	122	55	7,0	26,7	29,1	26,6	30,2	29,9	29,5	31,6	35,1	45,9	52,2	52,1	47,2	48,3	52,6	55,6	55,1	59,3	59,0	58,2	64,9	68,3
2	07/07/2021	12:02:35	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	9,0	47,0	46,8	47,2	46,3	41,8	41,6	44,2	40,7	42,7	41,9	43,0	48,2	47,1	52,5	57,0	53,9	54,4	55,5	55,1	60,4	65,3
3	07/07/2021	12:21:13	IC	1	METAPONTO	1	8	226	74	10,0	26,1	31,9	25,2	29,8	26,1	30,4	40,1	41,1	49,8	64,8	63,7	58,7	50,6	55,2	58,2	57,7	60,6	60,6	59,4	60,8	70,9
4	07/07/2021	14:57:33	IC	1	POTENZA	1	8	226	63	11,0	30,6	31,3	28,7	31,3	25,6	32,9	36,7	41,7	48,5	60,6	59,5	58,0	50,6	54,7	56,0	56,3	60,0	60,2	56,8	55,7	68,4
5	07/07/2021	15:44:56	REG	1	METAPONTO	1	3	96	69	11,0	25,9	24,6	27,0	28,8	26,4	22,5	34,1	37,9	46,0	46,8	42,3	49,2	47,6	50,9	55,0	54,6	55,6	57,0	53,9	56,2	64,0

DETTAGLIO DELLE ACCELERAZIONI RILEVATE ALLA TERNA 3 (DISTANZA 21 M DA ASSE BINARIO) PER I SINGOLI TRANSITI FERROVIARI																															
TRANSITO											VALORI IN dB IN BANDE DI FREQUENZA DI 1/3 DI OTTAVA CON PESATURA SECONDO ASSI COMBINATI – VALORI RIFERITI ALLA TERNA 3 ASSE Z																				
Evento	Data	Ora	TIPO	Binario	Direzione	N° Motrici	N°vagoni	Lunghezza (m)	Velocità (km/h)	Durata (s)	1 [Hz]	1.25 [Hz]	1.6 [Hz]	2 [Hz]	2.5 [Hz]	3.15 [Hz]	4 [Hz]	5 [Hz]	6.3 [Hz]	8 [Hz]	10 [Hz]	12.5 [Hz]	16 [Hz]	20 [Hz]	25 [Hz]	31.5 [Hz]	40 [Hz]	50 [Hz]	63 [Hz]	80 [Hz]	TOT
1	07/07/2021	11:07:16	REG	1	POTENZA	1	4	122	55	7,0	31,1	27,6	29,5	24,3	24,3	26,4	26,9	31,5	45,0	49,2	53,5	48,5	53,2	53,3	56,1	54,0	59,6	56,0	57,0	62,8	67,2
2	07/07/2021	12:02:35	REG	1	POTENZA	1	3	96	58	9,0	47,6	46,8	48,5	46,3	42,0	41,6	41,2	42,2	42,2	40,9	44,8	48,7	51,2	57,4	56,5	54,5	54,3	52,2	52,8	57,9	64,9
3	07/07/2021	12:21:13	IC	1	METAPONTO	1	8	226	74	10,0	24,7	26,4	25,9	25,0	24,2	22,4	26,0	30,4	44,1	58,1	61,4	59,9	50,0	55,0	58,2	57,1	56,0	56,4	58,9	57,8	68,4
4	07/07/2021	14:57:33	IC	1	POTENZA	1	8	226	63	11,0	26,2	27,6	27,0	24,1	26,2	29,5	28,3	33,6	45,4	57,9	60,4	53,5	51,1	55,9	56,6	57,0	54,4	55,2	53,5	57,3	66,8
5	07/07/2021	15:44:56	REG	1	METAPONTO	1	3	96	69	11,0	27,7	28,7	26,0	24,3	25,8	24,7	29,8	41,1	40,6	43,0	45,3	48,7	51,0	53,0	57,5	56,4	55,4	53,4	52,2	56,2	64,2

	<p>LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>					
<p>STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni</p>	<p>COMMESSA</p> <p>IA95</p>	<p>LOTTO</p> <p>13</p>	<p>CODIFICA</p> <p>R 22 RG</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>IM 00 04 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>14 di 15</p>

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA POTENZA - METAPONTO VELOCIZZAZIONE TRATTO GRASSANO - BERNALDA INTERVENTI TRA GRASSANO E FERRANDINA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE Relazione generale Allegato 2 Report Indagini Vibrazioni	COMMESSA IA95	LOTTO 13	CODIFICA R 22 RG	DOCUMENTO IM 00 04 001	REV. A

**TABELLA RIEPILOGATIVA DEI LIVELLI GLOBALI DI ACCELERAZIONE PONDERATA IN FREQUENZA
PER I SINGOLI TRANSITI**

LIVELLO EQUIVALENTE DELL'ACCELERAZIONE PONDERATA IN FREQUENZA (ASSI COMBINATI) PER I SINGOLI TRANSITI (dB)														
TRANSITO						TERNA 1			TERNA 2			TERNA 3		
Evento	Data	Ora	Binario	Direzione	Tipo	ASSE X	ASSE Y	ASSE Z	ASSE X	ASSE Y	ASSE Z	ASSE X	ASSE Y	ASSE Z
1	07/07/2021	11:07:16	1	POTENZA	REG	93,6	90,8	79,4	79,4	85,9	72,2	77,1	68,3	67,2
2	07/07/2021	12:02:35	1	POTENZA	REG	90,7	87,7	76,4	87,6	83,5	70,5	73,0	65,3	64,9
3	07/07/2021	12:21:13	1	METAPONTO	IC	94,9	93,3	80,8	91,9	88,0	74,0	75,0	70,9	68,4
4	07/07/2021	14:57:33	1	POTENZA	IC	96,0	90,7	77,9	91,1	86,1	71,9	73,9	68,4	66,8
5	07/07/2021	15:44:56	1	METAPONTO	REG	90,3	88,1	77,0	90,2	85,0	71,2	71,9	64,0	64,2