

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ARCHITETTURA, AMBIENTE E TERRITORIO

PROGETTO PRELIMINARE

**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA**

STUDIO VIBRAZIONALE

Relazione generale

SCALA:



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

I N O W 0 0 R 2 2 R G I M 0 0 0 4 0 0 2 B

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato | Data |
|------|---------------------|----------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| A | Emissione Esecutiva | F.Rocchi | Giugno 2019 | E. Zola A. Corvaja | Giugno 2019 | A. Campanella | Giugno 2019 | D. Ludovici | |
| B | Emissione Esecutiva | F.Rocchi | Febbraio 2020 | E. Zola A. Corvaja | Febbraio 2020 | A. Campanella | Febbraio 2020 | D. Ludovici | Febbraio 2020 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

File: IN0W00R22RGIM0004002B.doc

n. Elab.:

CUP: F81H9100000008

| | | | | | |
|--|---|------------------|-------------|--------------------------------|----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

INDICE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | Premessa | 2 |
| 2 | Riferimenti legislativi | 3 |
| 2.1 | ISO 2631 "Valutazione sull'esposizione del corpo umano alle vibrazioni" | 3 |
| 2.2 | UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo" | 4 |
| 2.3 | UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" | 5 |
| 3 | Valutazione degli impatti in fase di esercizio della linea ferroviaria | 9 |
| 3.1 | Modello previsionale | 9 |
| 3.2 | Caratterizzazione della sorgente | 10 |
| 3.3 | La propagazione delle onde vibrazionali | 23 |
| 4 | Individuazione delle criticità e previsione dell'impatto in fase di esercizio | 37 |
| 4.1 | Considerazioni generali | 37 |
| 4.2 | Traffico di esercizio | 38 |
| 4.3 | Livello di emissione complessivo Sezione1 | 40 |
| 4.3.1. | Sezione1 - Lato Nord | 40 |
| 4.3.2. | Sezione1 - Lato Sud | 50 |
| 4.4 | Livello di emissione complessivo Sezione 2 | 59 |
| 4.4.1. | Sezione2 - Lato Nord | 59 |
| 4.4.2. | Sezione 2 - Lato Sud | 69 |
| 5. | Conclusioni | 82 |

| | | | | | |
|---|---|--------------------------------|---------------------------|--|------------------------|
|  | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

1 PREMESSA

Il presente documento contiene i risultati dello studio relativo all'impatto vibrazionale prodotto dalla realizzazione del quadruplicamento ferroviario del Lotto funzionale "Quadruplicamento Est in uscita da Brescia (tratta Milano-Verona), nell'ambito della Linea A.V./A.C. Torino-Venezia.

L'inizio dell'intervento di progetto è fissato al km 94+680 della Linea Storica esistente (Linea a doppio binario).

Il tracciato di progetto si sviluppa per circa 10,7 km all'interno di un territorio fortemente antropomorfizzato ed attraversa i Comuni di Brescia, Rezzato e Mazzano per terminare alla prog. pk 105+384.

Il lavoro tiene conto delle indicazioni delle norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, e si basa anche sui risultati della campagna di rilievi vibrometrici appositamente eseguita nell'ambito della Progettazione in oggetto e a cui si fa riferimento per i dettagli del caso.

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

Il valore complessivo di accelerazione 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 (07-22) e il periodo notturno (22-07), così come previsto dal "*Manuale di Progettazione delle Opere Civili di RFI*" (cod. RFI DTC SI MA IFS 001 D del 20.12.2019).

| | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|--------------------------------|----------|
|  | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI

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 "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:

2.1 ISO 2631 "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,

| | | | | | |
|--|---|------------------|-------------|--------------------------------|----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

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.

2.2 UNI 9614 "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 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 |

Tabella 1 – Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614)

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 $L_w = 20 \log_{10} (a_w / 10^{-6} \text{ ms}^{-2})$. 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

| | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

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, 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 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.

2.3 UNI 9916 "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

| | | | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|--|------------------------|
|  | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime. La norma considera per semplicità gamme di frequenza variabili da 0.1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.) nonché ad eccitazioni causate dall'uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). In alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio, tuttavia le eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio. L'Appendice A della UNI 9916 contiene una guida semplificata per la classificazione degli edifici secondo la loro probabile reazione alle vibrazioni meccaniche trasmesse attraverso il terreno. Nell'ambito di questa classificazione, un sistema dinamico è costituito dal terreno e dallo strato di base (magrone) sul quale si trovano le fondazioni oltre che la struttura medesima dell'edificio.

Le strutture comprese nella classificazione riguardano:

- tutti gli edifici residenziali e gli edifici utilizzati per le attività professionali (case, uffici, ospedali, case di cura, ecc.);
- gli edifici pubblici (municipi, chiese, ecc.);
- edifici vecchi ed antichi con un valore architettonico, archeologico e storico;
- le strutture industriali più leggere spesso concepite secondo le modalità costruttive in uso per gli edifici abitativi.

La classificazione degli edifici (Prospetto III) è basata sulla loro resistenza strutturale alle vibrazioni oltre che sulla tolleranza degli effetti vibratorii sugli edifici in ragione del loro valore architettonico, archeologico e storico. I fattori dai quali dipende la reazione di una struttura agli effetti delle vibrazioni sono:

- la categoria della struttura
- le fondazioni
- la natura del terreno

La categoria di struttura (Prospetto II) è classificata in una scala da 1 a 8 (a numero crescente di categoria corrisponde una minore resistenza alle vibrazioni) in base ad una ripartizione in due gruppi di edifici, edifici vecchi e antichi o strutture costruite con criteri tradizionali (Gruppo 1) e edifici e strutture moderne (Gruppo 2). L'associazione della categoria viene fatta risalire alle caratteristiche tipologiche e costruttive della costruzione e al numero di piani.

Le fondazioni sono classificate in tre classi. La Classe A comprende fondazioni su pali legati in calcestruzzo armato e acciaio, platee rigide in calcestruzzo armato, pali di legno legati tra loro e muri di sostegno a gravità; la Classe B comprende pali non legati in calcestruzzo armato, fondazioni continue, pali e platee in legno; la Classe C infine comprende i muri di sostegno

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

leggeri, le fondazioni massicce in pietra e la condizione di assenza di fondazioni, con muri appoggiati direttamente sul terreno.

Il terreno viene classificato in sei classi: rocce non fessurate o rocce molto solide, leggermente fessurate o sabbie cementate (Tipo a); terreni compattati a stratificazione orizzontale (Tipo b); terreni poco compattati a stratificazione orizzontale (Tipo c); piani inclinati, con superficie di scorrimento potenziale (Tipo d); terreni granulari, sabbie, ghiaie (senza coesione) e argille coesive sature (Tipo e) e materiale di riporto (Tipo f).

L'Appendice B della UNI 9916 contiene i criteri di accettabilità dei livelli delle vibrazioni con riferimento alla DIN 4150 e al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 24 gennaio 1986 "Norme tecniche relative alle costruzioni in zona sismica." La parte 3 della DIN 4150 indica le velocità massime ammissibili per vibrazioni transitorie:

- sull'edificio (nel suo complesso)
- sui pavimenti: $v < 20$ mm/s in direzione verticale nel punto di massima vibrazione e le velocità massime ammissibili per vibrazioni stazionarie:
- sull'edificio (nel suo complesso): $v < 5$ mm/s in direzione orizzontale sull'ultimo piano
- sui pavimenti: $v < 10$ mm/s in direzione verticale nel punto di massima vibrazione.

Per velocità massima è da intendersi la velocità massima di picco. Essa è ricavabile dalla velocità massima r.m.s. attraverso la moltiplicazione di quest'ultima con il fattore di cresta F. Tale parametro esprime il rapporto tra il valore di picco e il valore efficace. Per onde sinusoidali si assume $F = 1.41$; in altri casi si possono assumere valori maggiori. Nei casi più critici (ed es. esplosioni di mina) F può raggiungere il valore 6. La ISO 4866 fornisce infine una classificazione degli effetti di danno a carico delle strutture secondo tre livelli:

- *Danno di soglia*: formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici in gesso o sulle superfici di muri a secco; inoltre formazioni di fessure filiformi nei giunti di malta delle costruzioni in muratura di mattoni. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata, con frequenze maggiori di 4 Hz e velocità di vibrazione di 4÷50 mm/s, e per vibrazioni continue, con velocità 2÷5 mm/s.
- *Danno minore*: formazione di fessure più aperte, distacco e caduta di gesso o di pezzi di intonaco dai muri; formazione di fessure in murature di mattoni. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata con frequenze superiori a 4 Hz nel campo di velocità vibrazionale compreso tra 20÷100 mm/s oppure per vibrazioni continue associate a velocità di 3÷10 mm/s.
- *Danno maggiore*: danneggiamento di elementi strutturali; fessure nei pilastri; aperture di giunti; serie di fessure nei blocchi di muratura. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola

| | | | | | |
|---|---|--------------------|---------------------------------------|-----------------|--------------------------|
|  | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B | FOGLIO 8 di 86 |

durata con frequenze superiori a 4 Hz e velocità vibrazionale compresa tra 20÷200 mm/s oppure per vibrazioni continue associate a velocità di 5÷20 mm/s.

| | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|--------------------------------|----------|
|  | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO DELLA LINEA FERROVIARIA

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

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

Nel caso specifico il territorio interessato dal progetto è di tipo rurale, caratterizzato da un'alternanza di aree agricole/incolti, residenze sparse e strutture del produttivo industriale e artigianale. La tipologia edilizia è costituita per le residenze da fabbricati generalmente di 1-2-3 piani in parte con struttura in muratura e in parte con struttura in c.a.

I terreni affioranti interessati dal tracciato di progetto sono principalmente sciolti e presentano un comportamento abbastanza omogeneo in relazione al trasferimento di onde vibratorie.

Per quanto riguarda le sorgenti vibrazionali attualmente presenti si evidenziano una serie di infrastrutture stradali di vario tipo, sia a singola, sia a doppia carreggiata, che in alcuni casi corrono parallelamente alla tratta ferroviaria e in altri casi ne attraversano il tracciato.

3.1 Modello previsionale

Il quadro previsionale è stato sviluppato mediante l'adozione di un modello di propagazione teorico supportato da dati sperimentali. Nel caso specifico, a seguito di indagini specifiche del territorio in esame, sono stati utilizzati i dati desunti dai rilievi vibrazionali eseguite per valutare la catena di trasmissione delle vibrazioni.

Per valutare le potenziali situazioni di impatto vibrazionale è necessario conoscere i tre elementi di seguito elencati:

- emissione della sorgente;

| | | | | | |
|---|--|------------------|-------------|--------------------------------|----------|
|  | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

- propagazione nei terreni;
- risposta dei fabbricati.

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

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

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

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

3.2 Caratterizzazione della sorgente

Per quanto concerne la sorgente costituita dal complesso treno-armamento è indispensabile la conoscenza dei seguenti elementi base:

a) Materiale rotabile:

- tipologia dei veicoli;
- carico per ruota;
- lunghezza del veicolo;
- interperno; passo del carrello;
- caratteristiche di aggressività;
- condizioni di alterazione dell'interfaccia ruota-rotaia
- rigidità e capacità dissipativa della sospensione primaria del carrello del veicolo
- caratteristiche dei sistemi di attacco della rotaia

b) Armamento

- massa della rotaia
- rigidità
- smorzamenti
- masse
- coefficienti di difettosità

I dati utilizzati per la caratterizzazione della sorgente si riferiscono ad una campagna di rilevamenti eseguita lungo l'attuale linea in esercizio (linea storica) in due sezioni di misura (Sez.1-Sez.2).

| | | | | | |
|---|---|--------------------------------|---------------------------|--|------------------------|
|  | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

Nella Sez.1 la strumentazione è stata posizionata in corrispondenza di una sezione di corpo ferroviario in rilevato, lungo la via di propagazione, ed in prossimità di un fabbricato, per complessivi tre punti di misura in una unica sezione. I rilievi hanno interessato tutte le tipologie di treni in transito, secondo il quadro sinottico sotto riportato.

| SEZ 1 - Numero di treni rilevato su VIB 01 | | |
|---|-----------------------|-------------------------|
| Tipologia treni | Periodo Diurno | Periodo Notturno |
| EN/EC | 8 | 0 |
| ES | 52 | 2 |
| REGIONALI | 30 | 7 |
| ITALO | 14 | 3 |
| MERCI | 30 | 14 |
| INV | 2 | 3 |
| LIS | 4 | 0 |
| TOTALE | 140 | 29 |

Tabella 2 – Treni transitanti sulla linea Milano -Verona

Le tre terne accelerometriche sono state così posizionate:

| Identificazione Terna | Posizionamento |
|------------------------------|--|
| VIB 01 | Sul corpo ferroviario posizionato sul ballast a circa 2,5 metri dal binario più esterno. |
| VIB 02 | Giardino privato dell'abitazione in Via Berardo Maggi a circa 7 metri dal binario più esterno. |
| VIB 03 | In prossimità dell'abitazione in Via Berardo Maggi a circa 15 metri dal binario più esterno. |

Tabella 3 – Identificazione delle terne accelerometriche e posizionamento

| | | | | | |
|---|--|--------------------------|---------------------|--|------------------|
|  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE</p> | | | | |
| | <p>STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale</p> | <p>PROGETTO IN0W</p> | <p>LOTTO 00</p> | <p>DOCUMENTO R22 RG IM0004 002</p> | <p>REV B</p> |

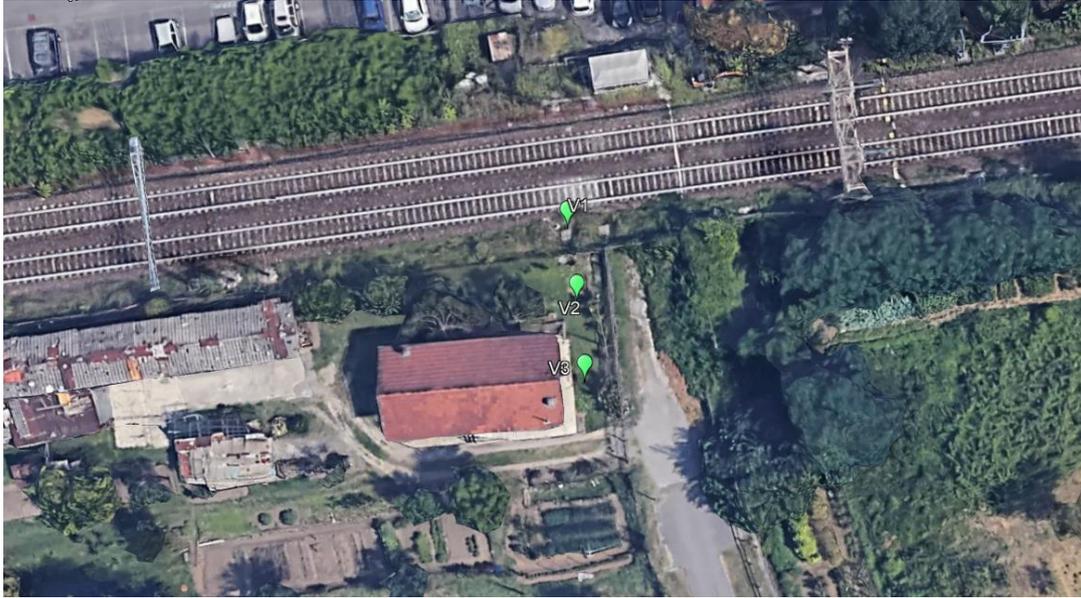


Figura 1 - Ortofoto area di indagine e postazioni di misura

| | |
|--|--|
| VIB 01 | |
|  | |
| VIB 02 | VIB 03 |
|  |  |

Figura 2 - Report fotografico postazioni di misura (Asse x: ortogonale alla linea; Asse Y: parallelo alla linea; Asse Z verticale)

| | | | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|--|------------------------|
|  | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

A valle dell'analisi dei risultati dei rilievi sperimentali dei transiti, riportato nell'elaborato Studio Vibrazionale – Report dei rilievi vibrometrici doc. IN0W00R22RHIM0004003A, per un totale di 169 eventi, si caratterizzano i valori di accelerazione emessi dalla tipologia di convoglio relativa ai treni categoria EN/EC, treni categoria ES, treni categoria Regionali, treni categoria Italo, treni categoria merci, treni categoria INV, treni categoria LIS.

I risultati ottenuti presso la terna VIB 03 indicano possibile presenza (non pronosticabile) di manufatti nel terreno sottostante (es. condutture in cls) e pertanto sono stati esclusi dalle analisi per la propagazione del fenomeno vibratorio in campo aperto.

Facendo quindi riferimento agli assi x, y e z delle terne VIB 01 e VIB 02 indicati ed orientati nelle normative citate, per tutti i passaggi dei convogli rilevati si registra una diminuzione dei valori medi ponderati.

Di seguito, si riporta una tabella di sintesi con indicati i valori medi delle accelerazioni dei livelli equivalenti espressi in decibel relative alle categorie di treni sopracitate nel periodo di osservazione.

| Tipologie di Treno | VIB 01 | | | VIB 02 | | |
|--------------------|--------|-------|-------|--------|------|------|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| EC/EN | 97,3 | 94,6 | 91,8 | 81,7 | 84,0 | 79,8 |
| ES | 95,8 | 94,8 | 90,6 | 80,2 | 83,0 | 77,5 |
| ITALO | 94,9 | 93,4 | 89,4 | 79,4 | 82,3 | 76,7 |
| REG | 98,3 | 97,7 | 94,0 | 83,0 | 85,7 | 80,8 |
| MERCI | 96,7 | 96,3 | 92,9 | 82,8 | 85,1 | 80,2 |
| INV | 95,3 | 93,7 | 87,5 | 79,1 | 82,5 | 75,9 |
| LIS | 97,0 | 99,8 | 93,4 | 82,2 | 85,5 | 79,1 |
| TOTALE | 105,1 | 104,8 | 100,3 | 89,9 | 92,7 | 87,4 |

Tabella 4 - Livello equivalente medio (Lw,eq in decibel) delle accelerazioni per tipologia di treno

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

Considerando le intere ventiquattro ore di misura:

| EN/EC | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|-------------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo (*) | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 70,3 | 67,6 | 64,8 | \ | \ | \ |
| VIB 02 | 7,0 | 54,7 | 57,0 | 52,8 | \ | \ | \ |

(*) Allo stato attuale non risultano transitanti treni di tipologia EN/EC

Tabella 5 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – EN/EC

| ES | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 79,2 | 78,2 | 74,0 | 66,8 | 65,8 | 61,6 |
| VIB 02 | 7,0 | 63,6 | 66,4 | 60,9 | 51,2 | 54,0 | 48,5 |

Tabella 6 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – ES

| REGIONALI | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 76,8 | 76,2 | 72,5 | 73,0 | 72,4 | 68,7 |
| VIB 02 | 7,0 | 61,5 | 64,2 | 59,3 | 57,7 | 60,4 | 55,5 |

Tabella 7 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z –

REGIONALI

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| ITALO | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 70,5 | 69,0 | 65,0 | 65,7 | 64,2 | 60,2 |
| VIB 02 | 7,0 | 55,0 | 57,9 | 52,3 | 50,2 | 53,1 | 47,5 |

Tabella 8 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – ITALO

| MERCİ | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 78,9 | 78,5 | 75,1 | 78,8 | 78,4 | 75,0 |
| VIB 02 | 7,0 | 65,0 | 67,3 | 62,4 | 64,9 | 67,2 | 62,3 |

Tabella 9 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z –
MERCİ

| INV | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 63,0 | 61,4 | 55,2 | 68,3 | 66,7 | 60,5 |
| VIB 02 | 7,0 | 46,8 | 50,2 | 43,6 | 52,1 | 55,5 | 48,9 |

Tabella 10 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – INV

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| LIS | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|-------------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno (*) | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 61,1 | 63,9 | 57,5 | \ | \ | \ |
| VIB 02 | 7,0 | 46,3 | 49,6 | 43,2 | \ | \ | \ |

(*) Allo stato attuale non risultano transitanti treni di tipologia LIS

Tabella 11 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – LIS

Di seguito la tabella riepilogativa di tutti le tipologie dei convogli.

| TOTALE EC/EN+ES+ REGIONALI + ITALO+MERC+INV+LIS | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 83,6 | 82,8 | 79,1 | 80,2 | 79,7 | 76,2 |
| VIB 02 | 7,0 | 68,7 | 71,3 | 66,2 | 65,9 | 68,3 | 63,4 |

Tabella 12 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – EC/EN+ES+ REGIONALI + ITALO+MERC+INV+LIS

| | | | | | |
|---|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

Nella Sezione 2 la strumentazione è stata posizionata in corrispondenza di una sezione di corpo ferroviario a raso, lungo la via di propagazione, per complessivi tre punti di misura in una unica sezione. I rilievi hanno interessato tutte le tipologie di treni in transito, secondo il quadro sinottico sotto riportato.

| SEZ 2 - Numero di treni rilevato su VIB 01 | | |
|---|-----------------------|-------------------------|
| Tipologia treni | Periodo Diurno | Periodo Notturno |
| EN/EC | 7 | 1 |
| ES | 49 | 3 |
| REGIONALI | 30 | 7 |
| ITALO | 16 | 2 |
| MERCI | 23 | 19 |
| INV | 3 | 3 |
| LIS | 1 | 0 |
| TOTALE | 129 | 35 |

Tabella 13 – Treni transitanti sulla linea Milano-Verona

Le tre terne accelerometriche sono state così posizionate:

| Identificazione Terna | Posizionamento |
|------------------------------|--|
| VIB 01 | Sul corpo ferroviario posizionato sul ballast a circa 2,5 metri dal binario più esterno. |
| VIB 02 | Giardino privato abitazione di Via Gioiello a circa 7,5 metri dal binario più esterno |
| VIB 03 | Giardino privato abitazione di Via Gioiello a circa 15,0 metri dal binario più esterno |

Tabella 14 – Identificazione delle terne accelerometriche e posizionamento

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |



Figura 3 - Ortofoto area di indagine e postazioni di misura

| | |
|--|--|
| VIB 01 | |
|  | |
| VIB 02 | VIB 03 |
|  |  |

Figura 4 - Report fotografico postazioni di misura (Asse x: ortogonale alla linea; Asse Y: parallelo alla linea; Asse Z verticale)

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

A valle dell'analisi dei risultati dei rilievi sperimentali dei transiti, riportato nell'elaborato Studio Vibrazionale – Report dei rilievi vibrometrici, doc. IN0W00R22RHIM0004003A, per un totale di 169 eventi, si caratterizzano i valori di accelerazione emessi dalla tipologia di convoglio relativa ai treni categoria EN/EC, treni categoria ES, treni categoria Regionali, treni categoria Italo, treni categoria INV, treni categoria LIS.

Facendo riferimento agli assi x, y e z indicati ed orientati nelle normative citate, per tutti i passaggi dei convogli rilevati presso la terna vibrometrica VIB 01, cioè a ridosso del binario a circa 2,5 metri si osservano valori medi pari a 93,4 dB per l'asse x, 100,1 dB per l'asse y e 89,1 per l'asse z (valori ponderati secondo la Norma UNI 9614). Presso la terna VIB 02 a circa 7,5 metri, si registra una progressiva diminuzione dei valori medi ponderati per tutti e tre gli assi. Presso la terna VIB 03 (15 metri) i livelli di accelerazione media diminuiscono significativamente si registra un valore medio ponderato relativo all'asse x pari a circa 87,8 dB, relativo all'asse y pari a circa 93,5 dB e all'asse z pari a circa 80,3 dB.

Di seguito, si riporta una tabella di sintesi con indicati i valori medi delle accelerazioni dei livelli equivalenti espressi in decibel relative alle categorie di treni sopracitate nel periodo di osservazione.

| Tipologie di Treno | VIB 01 | | | VIB 02 | | | VIB 03 | | |
|--------------------|--------|-------|------|--------|------|------|--------|------|------|
| | X | Y | Z | X | Y | Z | X | Y | Z |
| EC/EN | 85,0 | 92,7 | 81,7 | 84,5 | 86,1 | 80,7 | 80,2 | 85,3 | 71,5 |
| ES | 87,0 | 93,6 | 82,3 | 85,5 | 86,8 | 81,8 | 81,6 | 88,6 | 73,7 |
| ITALO | 87,3 | 93,4 | 82,1 | 84,4 | 86,1 | 81,1 | 79,6 | 86,2 | 72,5 |
| REG | 87,0 | 92,9 | 82,3 | 86,7 | 87,4 | 82,9 | 81,5 | 84,8 | 73,1 |
| MERCI | 79,6 | 85,6 | 77,5 | 80,9 | 81,6 | 76,5 | 77,7 | 83,8 | 70,6 |
| INV | 83,8 | 91,7 | 79,7 | 85,6 | 86,2 | 80,3 | 77,5 | 82,4 | 71,6 |
| LIS | 71,3 | 76,3 | 69,7 | 82,2 | 79,4 | 76,9 | 66,9 | 73,5 | 66,7 |
| TOTALE | 93,4 | 100,1 | 89,1 | 93,1 | 94,0 | 89,0 | 87,8 | 93,5 | 80,3 |

Tabella 15 - Livello equivalente medio (Lw,eq in decibel) delle accelerazioni per tipologia di treno

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

Considerando le intere ventiquattro ore di misura:

| EN/EC | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 54,9 | 62,6 | 51,6 | 46,9 | 54,6 | 43,6 |
| VIB 02 | 7,5 | 54,4 | 56,0 | 50,6 | 46,4 | 48,0 | 42,6 |
| VIB 03 | 15,0 | 50,1 | 55,2 | 41,4 | 42,1 | 47,2 | 33,4 |

Tabella 16 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – EC/EN

| ES | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 66,1 | 72,7 | 61,4 | 54,2 | 60,8 | 49,5 |
| VIB 02 | 7,5 | 64,6 | 65,9 | 60,9 | 52,7 | 54,0 | 49,0 |
| VIB 03 | 15,0 | 60,7 | 67,7 | 52,8 | 48,8 | 55,8 | 40,9 |

Tabella 17 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – ES

| REGIONALI | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 62,5 | 68,4 | 57,8 | 58,2 | 64,1 | 53,5 |
| VIB 02 | 7,5 | 62,2 | 62,9 | 58,4 | 57,9 | 58,6 | 54,1 |
| VIB 03 | 15,0 | 57,0 | 60,3 | 48,6 | 52,7 | 56,0 | 44,3 |

Tabella 18 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – REGIONALI

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| ITALO | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 60,6 | 66,7 | 55,4 | 52,2 | 58,3 | 47,0 |
| VIB 02 | 7,5 | 57,7 | 59,4 | 54,4 | 49,3 | 51,0 | 46,0 |
| VIB 03 | 15,0 | 52,9 | 59,5 | 45,8 | 44,5 | 51,1 | 37,4 |

Tabella 19 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – ITALO

| MERCURI | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 58,3 | 64,3 | 56,2 | 59,9 | 65,9 | 57,8 |
| VIB 02 | 7,5 | 59,6 | 60,3 | 55,2 | 61,2 | 61,9 | 56,8 |
| VIB 03 | 15,0 | 56,4 | 62,5 | 49,3 | 58,0 | 64,1 | 50,9 |

Tabella 20 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – MERCI

| INV | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 51,4 | 59,3 | 47,3 | 52,3 | 60,2 | 48,2 |
| VIB 02 | 7,5 | 53,2 | 53,8 | 47,9 | 54,1 | 54,7 | 48,8 |
| VIB 03 | 15,0 | 45,1 | 50,0 | 39,2 | 46,0 | 50,9 | 40,1 |

Tabella 21 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – INV

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| LIS | | | | | | | |
|------------|----------|-------------------|------|------|-------------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo (*) | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 27,0 | 32,0 | 25,4 | \ | \ | \ |
| VIB 02 | 7,5 | 37,9 | 35,1 | 32,6 | \ | \ | \ |
| VIB 03 | 15,0 | 22,6 | 29,2 | 22,4 | \ | \ | \ |

(*) Allo stato attuale non risultano transitanti treni di tipologia LIS

Tabella 22 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – LIS

Di seguito la tabella riepilogativa di tutti le tipologie dei convogli.

| TOTALE EC/EN+ES+ REGIONALI + ITALO+MERC+INV+LIS | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|-------------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo (*) | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 69,0 | 75,4 | 64,6 | 63,2 | 69,4 | 59,9 |
| VIB 02 | 7,5 | 68,0 | 69,1 | 64,2 | 63,5 | 64,3 | 59,4 |
| VIB 03 | 15,0 | 63,8 | 70,0 | 56,0 | 59,7 | 65,5 | 52,3 |

Tabella 23 - Livello equivalente delle accelerazioni indotte dal transito dei treni in dB lungo gli assi di riferimento: x, y e z – EC/EN+ES+ REGIONALI + ITALO+MERC+INV+LIS

| | | | | | |
|--|--|------------------|-------------|--------------------------------|----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

3.3 La propagazione delle onde vibrazionali

L'attenuazione geometrica

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 distanza dall'asse della linea ferroviaria;
- d₀ distanza di riferimento;
- n=0,5 per galleria;
- n=1 per tracciato di superficie;

La propagazione delle onde nei terreni sciolti

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 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,

| | | | | | |
|--|---|------------------|-------------|--------------------------------|----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

I ricettori interessati dallo studio sorgono prevalentemente su terreni sciolti di varia natura e granulometria come riscontrabile dalla carta geologica presente negli elaborati di progetto.

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/m ³] | 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 |

Tabella 24 - Valori tipici di densità, velocità di propagazione e fattore di perdita per tipologia di terreno

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

$$A_t = 4,34 \cdot \Omega \cdot \eta \cdot x/c$$

dove:

x: distanza dall'asse della linea ferroviaria

Ω: frequenza [rad*s⁻¹]

η: cefi, di assorbimento del terreno (fattore di perdita)

$$c = (E/d)^{1/2}$$

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"

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

In considerazione della tipologia dei terreni interessati, per la costruzione del modello sperimentale sono stati utilizzati i dati 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 che descrivono la propagazione nel terreno dell'onda vibrazionale in funzione della distanza.

Per la Sezione 1 in considerazione dei terreni interessati dal tracciato di progetto, si è proceduto sia a valutazioni teoriche sulla propagazione, sia all'utilizzazione di una curva sperimentale di regressione per la trasmissione delle vibrazioni nel terreno lungo i tre assi, come riportato nell'immagine seguente (livello medio di accelerazione, ponderato per "postura non nota", in corrispondenza dei tre punti di misura).

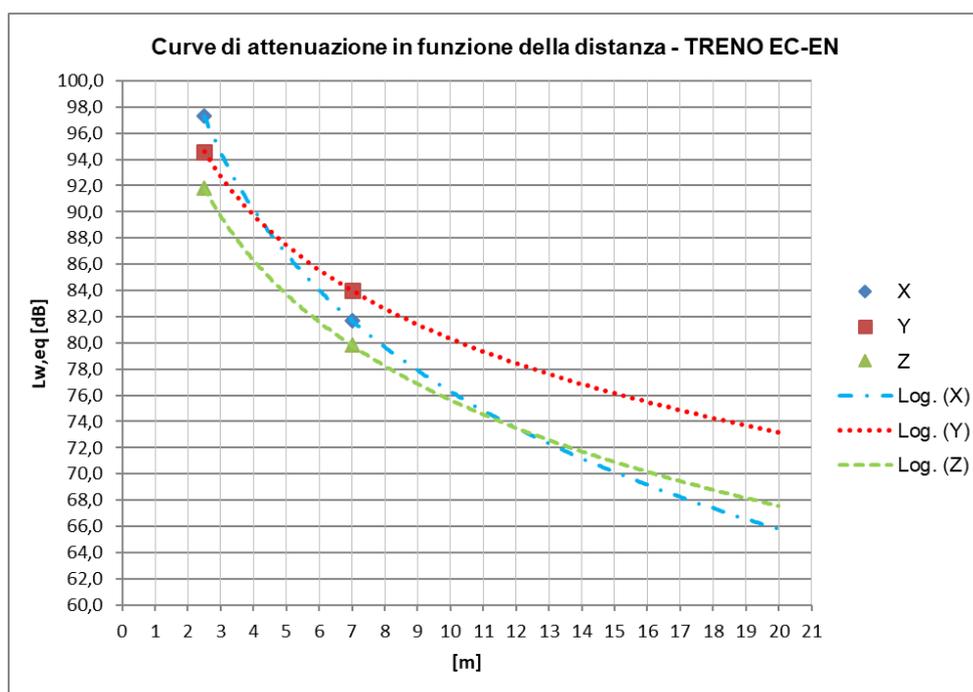


Figura 5 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x, y e z, in corrispondenza delle VIB 01 e 02- TIPOLOGIA TRENO EC-EN

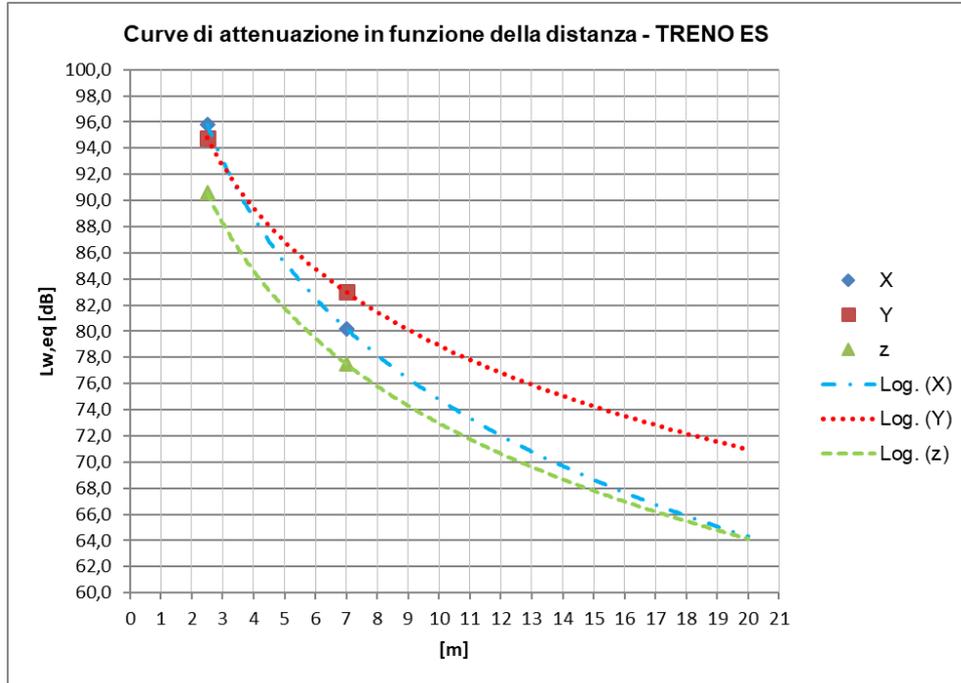


Figura 6 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01,e 02- TIPOLOGIA TRENO ES

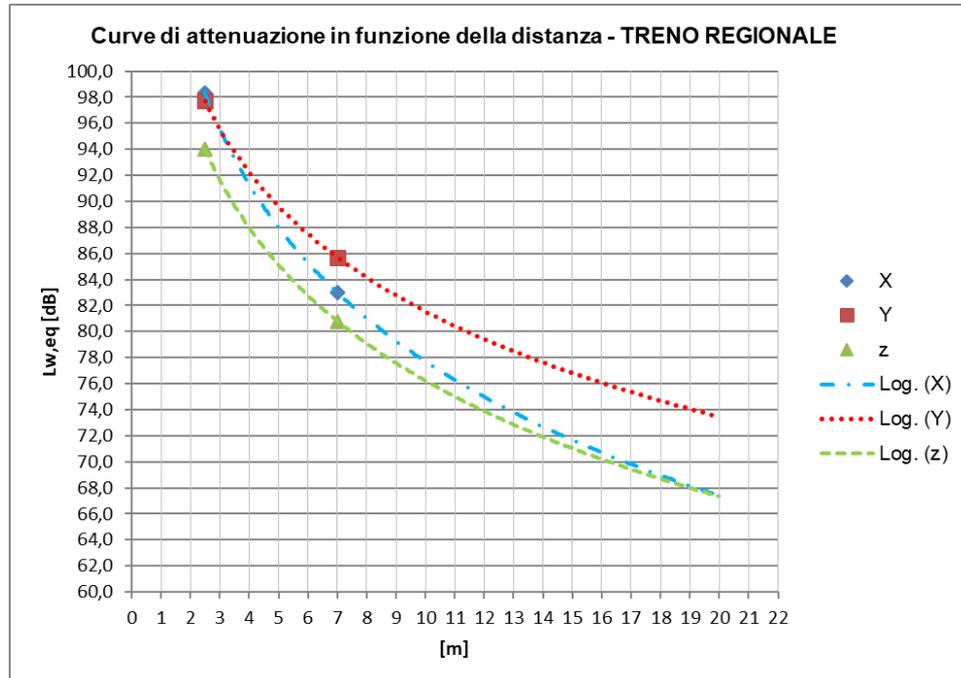


Figura 7 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01,e 02- TIPOLOGIA TRENO REGIONALE

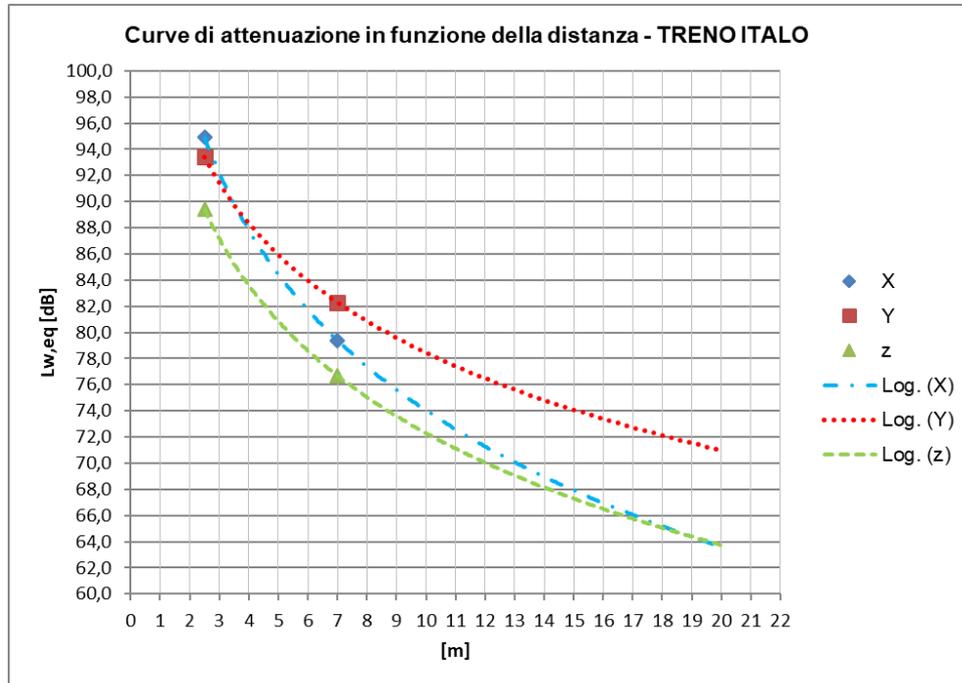


Figura 8 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01 e 02- TIPOLOGIA TRENO ITALO

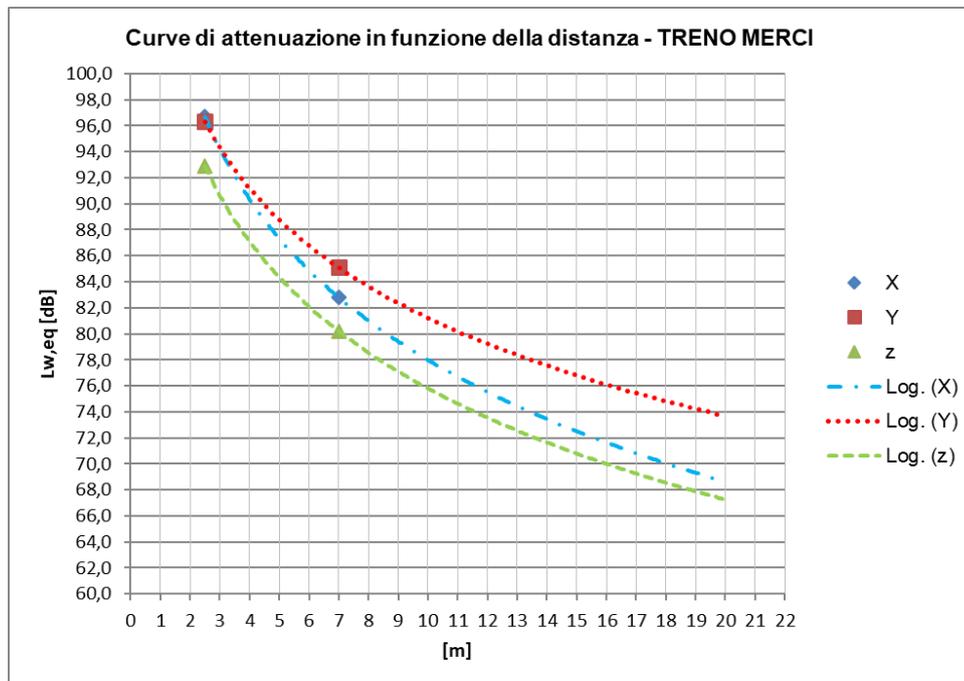


Figura 9 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01 e 02- TIPOLOGIA TRENO MERCI

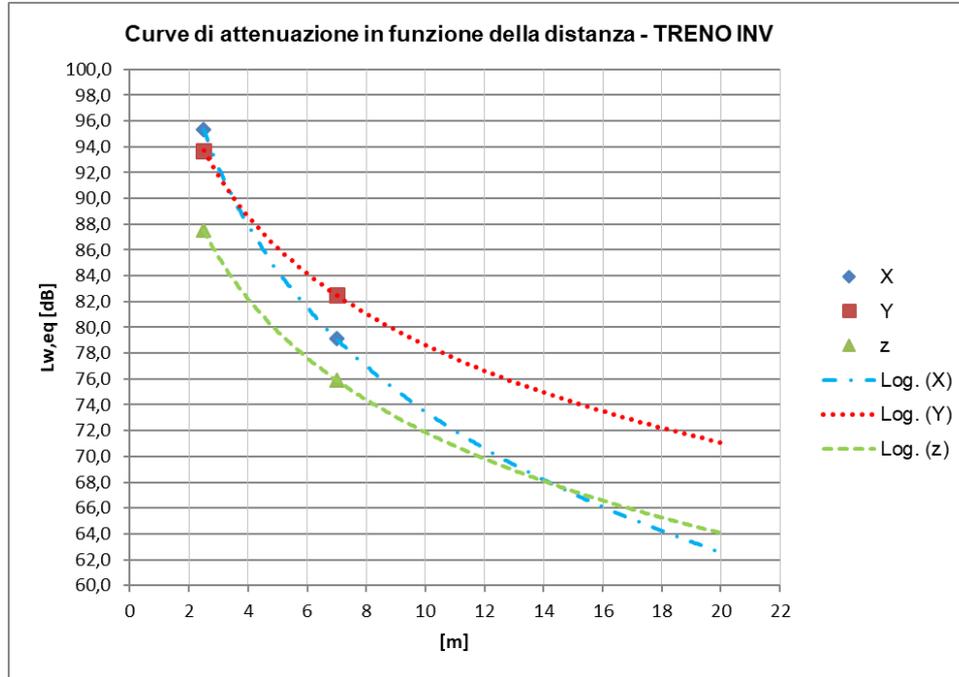


Figura 10 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01 e 02- TIPOLOGIA TRENO INV

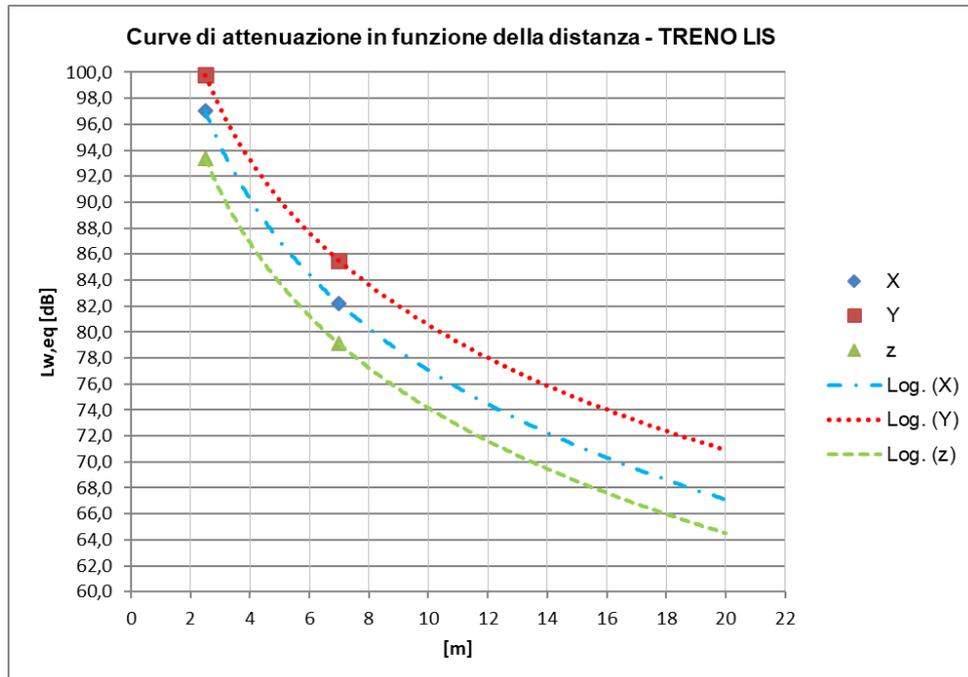


Figura 11 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01 e 02- TIPOLOGIA TRENO LIS

| | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

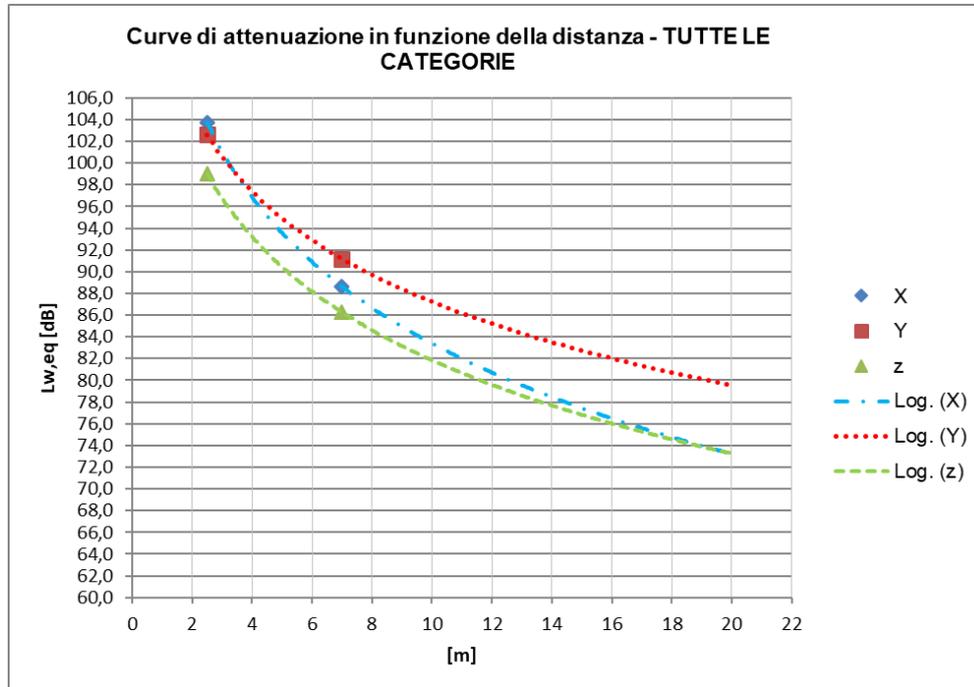


Figura 12 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01 e 02- EC/EN+ES+ REGIONALI + ITALO+MERC+INV+LIS

Per la Sezione 2 in considerazione dei terreni interessati dal tracciato di progetto, si è proceduto sia a valutazioni teoriche sulla propagazione, sia all'utilizzazione di una curva sperimentale di regressione per la trasmissione delle vibrazioni nel terreno lungo i tre assi, come riportato nell'immagine seguente (livello medio di accelerazione, ponderato per "postura non nota", in corrispondenza dei tre punti di misura).

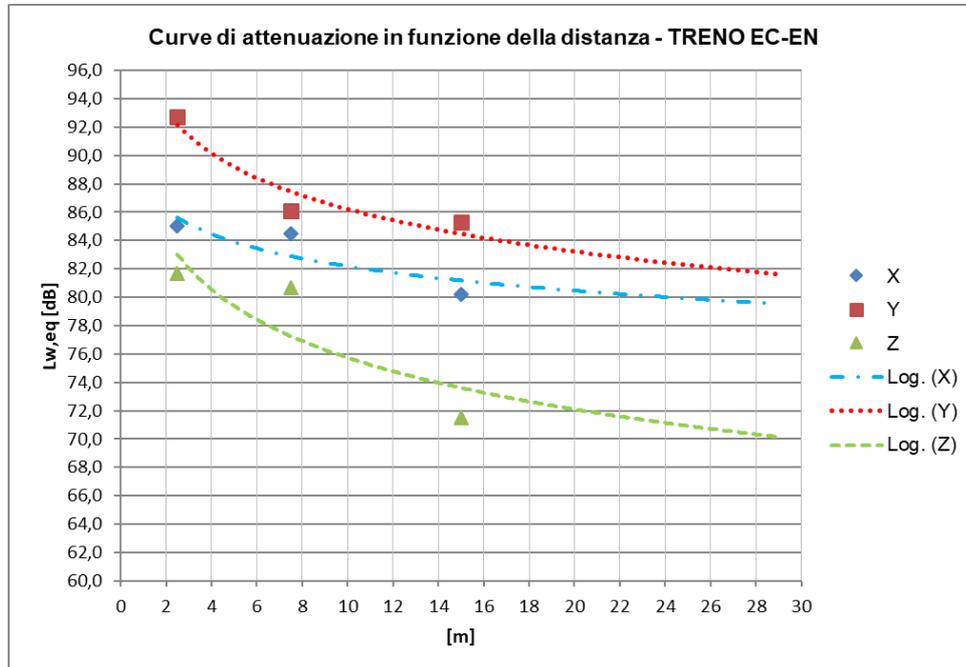


Figura 13 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01,02 e 03 – TIPOLOGIA TRENO EC-EN

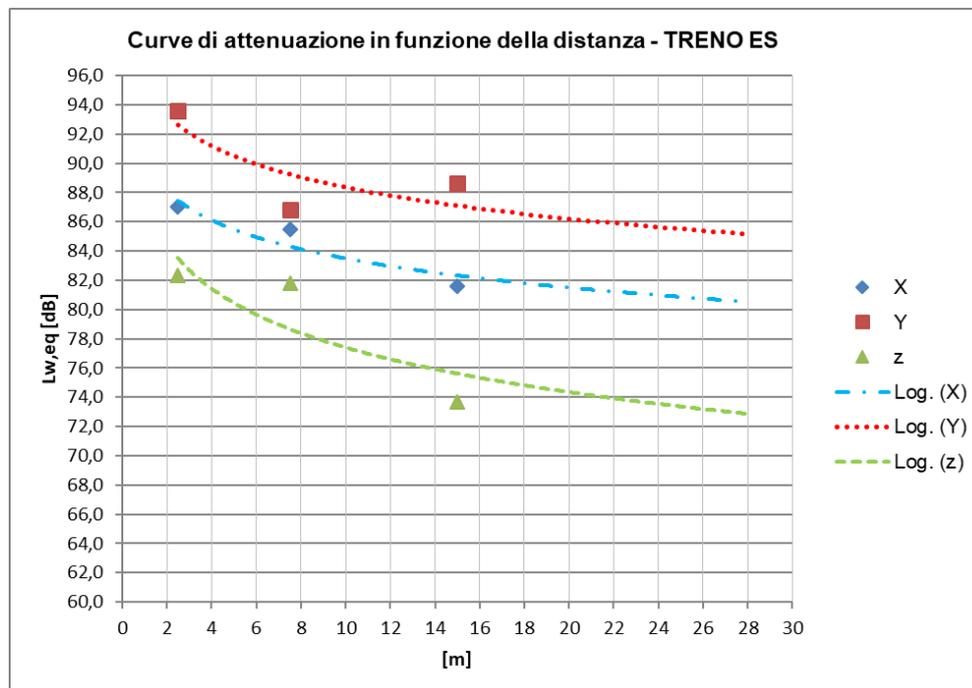


Figura 14 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01,02 e 03 – TIPOLOGIA TRENO ES

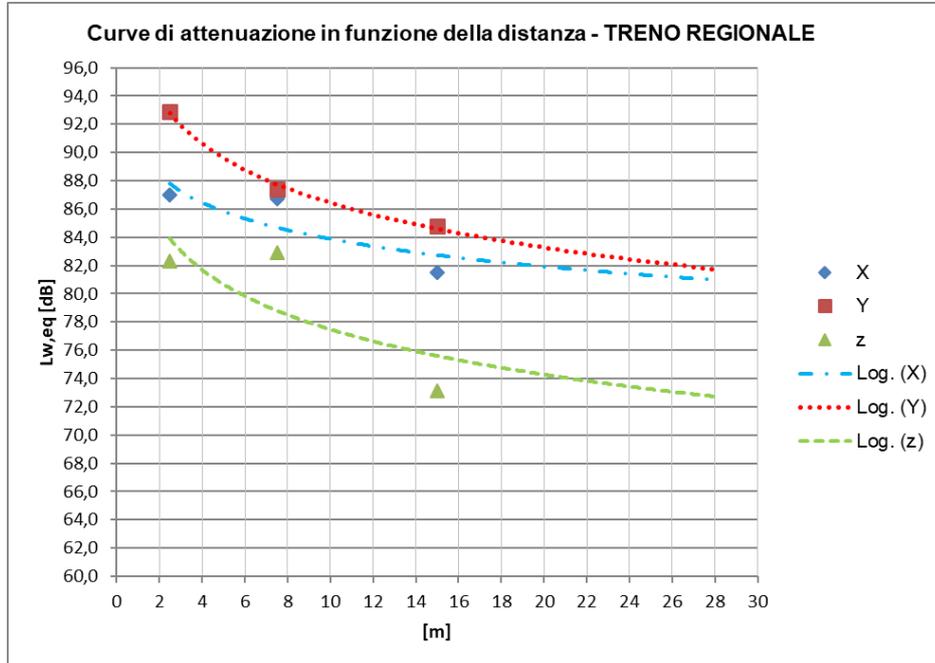


Figura 15 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01,02 e 03 – TIPOLOGIA TRENO REGIONALE

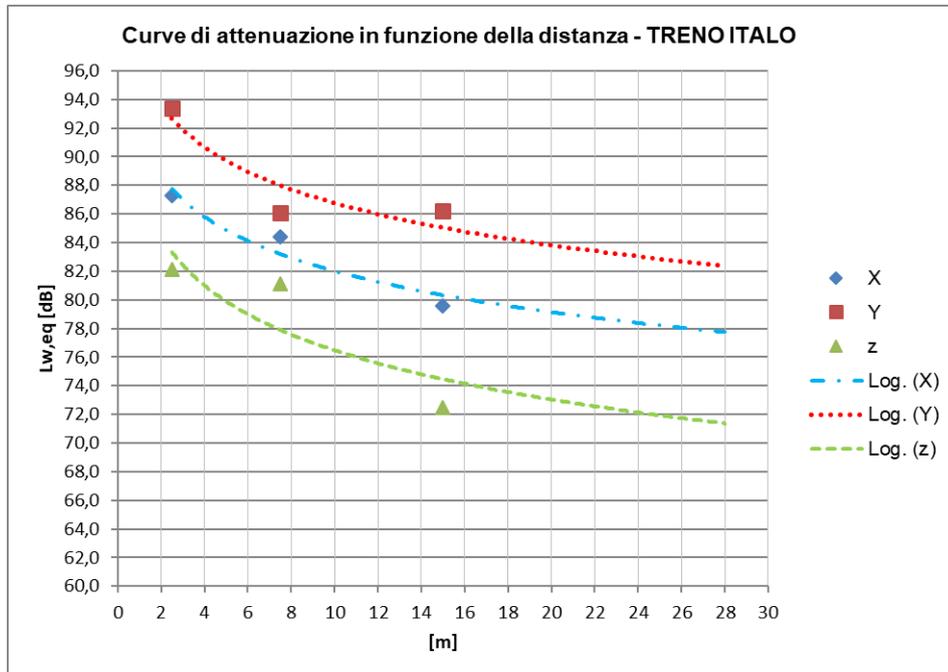


Figura 16 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01,02 e 03 – TIPOLOGIA TRENO ITALO

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

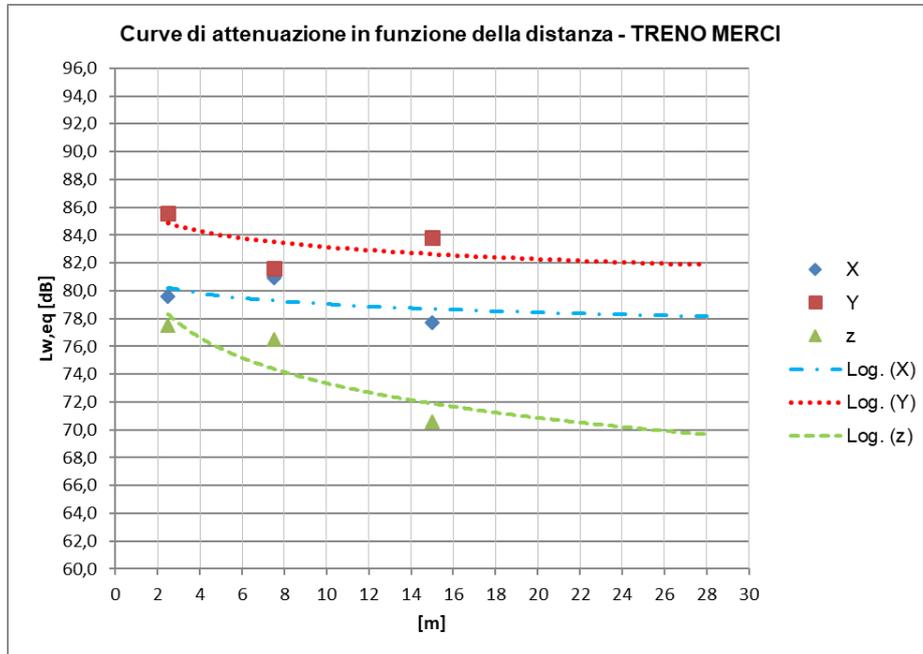


Figura 17 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01,02 e 03 – TIPOLOGIA TRENO MERCI

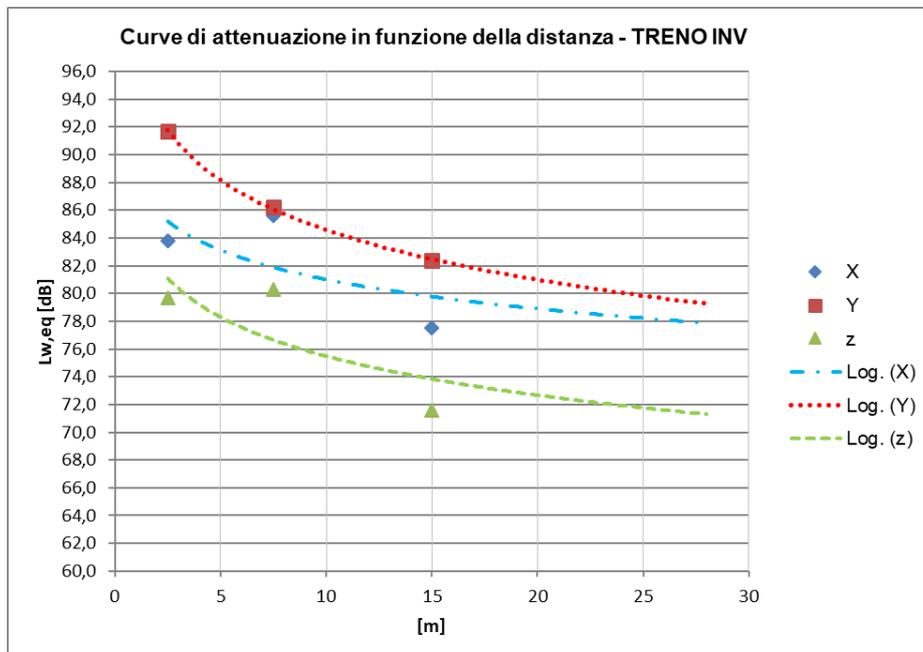


Figura 18 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01,02 e 03 – TIPOLOGIA TRENO INV

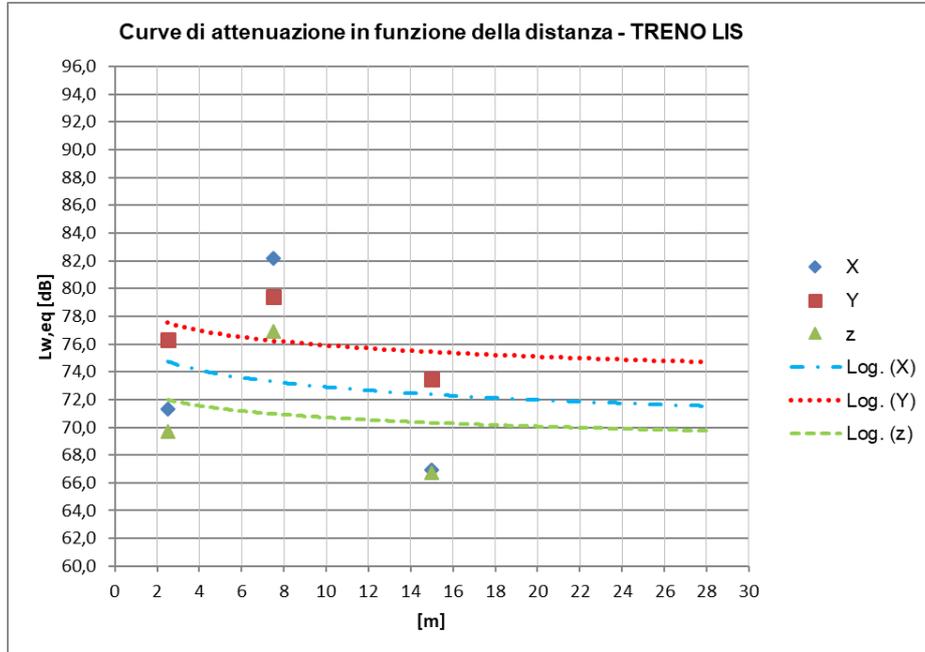


Figura 19 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01,02 e 03 – TIPOLOGIA TRENO LIS

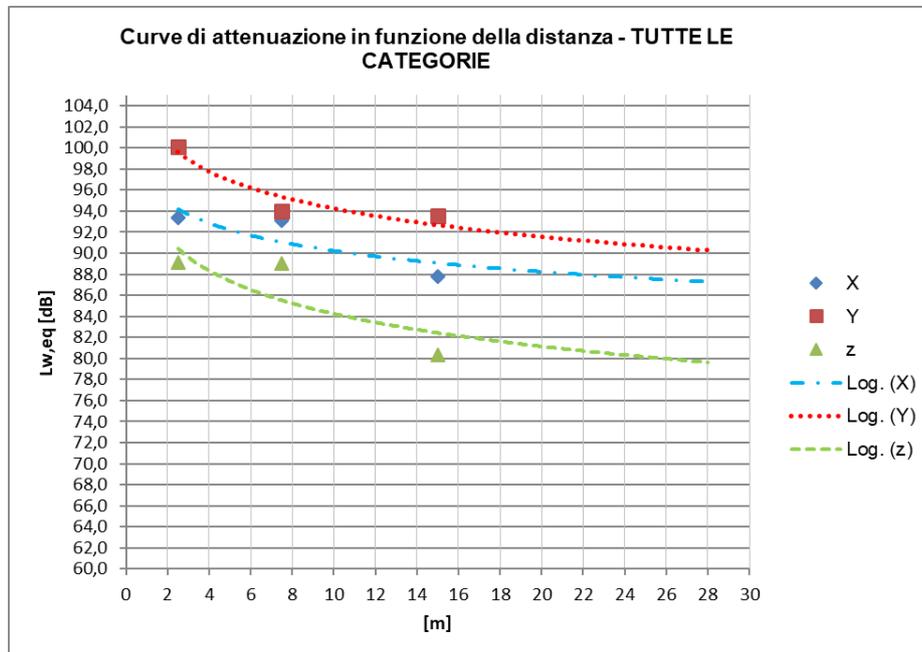


Figura 20 - Curva di attenuazione del $L_{w,eq}$ in funzione della distanza dal binario, ricavata dai rilievi sperimentali sull'attuale linea in esercizio lungo gli assi x,y e z, in corrispondenza delle VIB 01,02 e 03 – EC/EN+ES+ REGIONALI + ITALO+MERCIO+INV+LIS

| | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

La propagazione delle onde nelle strutture edilizie

La propagazione delle vibrazioni negli edifici antistanti le linee ferroviarie e la risposta di pareti e solai dipende dalle caratteristiche costruttive dell'edificio, Al fine delle valutazioni è importante separare due aspetti fondamentali del fenomeno:

- l'interazione suolo-fondazioni
- la propagazione nel corpo dell'edificio

Il primo aspetto è legato al fatto che la mancanza di solidarietà all'interfaccia terreno-struttura dà luogo a fenomeni dissipativi, configurandosi come un fenomeno favorevole, Detto fenomeno è perciò condizionato dalla tipologia delle fondazioni (fondazioni a platea, fondazioni su plinti isolati, pali di fondazioni, ecc.). Nel caso di fondazioni a platea la grande area di contatto con il terreno determina una perdita di accoppiamento praticamente nulla alle basse frequenze fino 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.

La propagazione nel corpo dell'edificio è determinante sia per il disturbo agli abitanti sia per la resistenza delle strutture in quanto i pavimenti, pareti e soffitti degli edifici sono soggetti a significative amplificazioni delle vibrazioni rispetto a quelle trasmesse dalle fondazioni. In molti casi la risonanza delle strutture orizzontali può causare un'amplificazione delle vibrazioni nel campo di frequenze comprese tra 10 e 30 Hz. I problemi maggiori si verificano quando la frequenza di risonanza dei solai coincide con la frequenza di picco dello spettro di vibrazione del terreno. Negli edifici multipiano un valore di attenuazione delle vibrazioni da piano a piano è approssimativamente pari a 3 dB, I risultati di misure sperimentali (Ishii e Tachibana) in un edificio a 10 piani fuori terra con struttura in calcestruzzo armato e acciaio mostrano un'attenuazione di circa 1 dB alle basse frequenze in corrispondenza dei piani alti e maggiore di 3 dB ai primi piani.

La norma DIN 4150 riferisce che, nel caso di vibrazioni orizzontali le frequenze proprie dei piani di un edificio seguono all'incirca la legge $f = 10/n$, essendo n il numero del piano, Per la componente verticale si hanno circa $f = 10$ Hz per pavimenti poco rigidi e $f = 30$ Hz per pavimenti molto rigidi. Gli incrementi per risonanza possono essere dell'ordine di 3÷8 volte, con rari casi di incrementi fino a 15 volte. Risultati analoghi sono stati ottenuti nel corso di misure eseguite dalle Ferrovie Svizzere: generalmente si ha un'attenuazione nelle componenti orizzontali x e y ($f = 0\div 80$ Hz) tra suolo e piano terra degli edifici ma si verifica un'amplificazione della componente verticale z tra suolo e piano terra e suolo-primo piano. Mediamente l'amplificazione sul pavimento

| | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|--------------------------------|----------|
|  | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

è di 5 dB per frequenze di risonanza di circa 20 Hz, ma può arrivare anche a 20 dB nel caso del pavimento del piano terra con frequenza di risonanza di circa 40 Hz.

La differenza tra il livello di vibrazione del terreno e quello delle strutture di fondazione è detta attenuazione per perdita di accoppiamento (coupling loss). Sono disponibili valori sperimentali medi della perdita di accoppiamento in funzione della frequenza per fondazioni su pali nel terreno o su plinti di edifici in muratura, con o senza intelaiatura. Per fondazioni a platea generale, dato che la vibrazione della stessa può essere considerata simile a quella che si verificherebbe nel terreno senza la presenza della platea, la perdita di accoppiamento è zero alle basse frequenze fino alla frequenza di risonanza della platea.

Le tipologie edilizie prevalenti in adiacenza al tracciato sono rappresentate da edifici storici in muratura, con fondazioni direttamente immorsate nel terreno, e edifici di recente edificazione con ossatura in cemento armato e fondazioni continue. L'edificazione appare omogenea e caratterizzata da abitazioni isolate o palazzine con struttura in c,a, e altezza media di 2-3 piani.

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 nulla per l'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.

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:

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

dove:

| | | | | | |
|---|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

L_p : livello di pressione sonora in dB (0 dB = 20 μ Pa)

L_a : livello di vibrazione di accelerazione all'orizzontamento in dB (0 dB = 1 μ g)

f: 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 evidenzia 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.

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

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

4.1 Considerazioni generali

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 acustici.

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

Applicando i modelli di calcoli precedentemente descritti e le funzioni di trasferimento sperimentali, si rileva che i valori di riferimento di cui alla norma UNI 9614 sono generalmente rispettati per tutti i ricettori posti in prossimità del nuovo tracciato ferroviario. Considerando tipologie edilizie sia in c.a. sia in muratura (con luci di solaio di 4 m) e attraversamenti litologici tipici dell'area in esame, si è giunti al calcolo della distanza dalla sorgente a cui il livello di accelerazione ponderato risulta inferiore ai valori di riferimento indicati dalla normativa UNI 9614 per i ricettori residenziali nel periodo diurno e 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.

| | | | | | |
|--|---|------------------|-------------|--------------------------------|----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

4.2 Traffico di esercizio

La tratta Milano- Verona, in quanto parte dell'itinerario Torino- Venezia, sarà interessata complessivamente da **320 treni/giorno** dei quali 222 nel periodo diurno e 98 nel periodo notturno suddivisi come segue secondo il modello di esercizio:

| LINEA STORICA | | | |
|---------------------|-----------------|-------------------|------------|
| Tipologia TRENO | Servizio DIURNO | Servizio NOTTURNO | TOTALE |
| | <i>n° treni</i> | <i>n° treni</i> | |
| MAT ORD (REGIONALI) | 120 | 6 | 126 |
| MAT ORD (MERCÌ) | 32 | 44 | 76 |
| Totale | 152 | 50 | 202 |

Tabella 25 – Traffico di esercizio tratto Milano-Verona- Linea Storica

| ALTA VELOCITA' | | | |
|--------------------|-----------------|-------------------|------------|
| Tipologia TRENO | Servizio DIURNO | Servizio NOTTURNO | TOTALE |
| | <i>n° treni</i> | <i>n° treni</i> | |
| ETR500 (ES) | 52 | 0 | 52 |
| ETR675 (ITALO) | 18 | 0 | 18 |
| MAT ORD (EC/EN/IC) | 0 | 8 | 8 |
| MAT ORD (MERCÌ) | 0 | 40 | 40 |
| Totale | 70 | 48 | 118 |

Tabella 26 – Traffico di esercizio tratto Milano-Verona- Linea Alta Velocità

| TOTALE (AV+LINEA STORICA) | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------|------------|
| Tipologia TRENO | Servizio DIURNO | Servizio NOTTURNO | TOTALE |
| | <i>n° treni</i> | <i>n° treni</i> | |
| ETR500 (ES) | 52 | 0 | 52 |
| ETR675 (ITALO) | 18 | 0 | 18 |
| MAT ORD (EC/EN/IC) | 0 | 8 | 8 |
| MAT ORD (REGIONALI) | 120 | 6 | 126 |
| MAT ORD (MERCÌ) | 32 | 84 | 116 |
| Totale | 222 | 98 | 320 |

Tabella 27 – Traffico di esercizio tratto Milano-Verona- Linea storica+ Alta velocità

| | | | | | |
|---|--|---------------------------|--|------------------------|----------------------------------|
|  | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B | FOGLIO 39 di 86 |

Si precisa che, considerato il Modello di Esercizio differente sulle due linee, sono state condotte analisi differenziate per entrambi i lati del Quadruplicamento (Lato Nord – Linea Esistente e Lato Sud – Linea AV), che tengono conto sia del MdE transitante su entrambe le Linee, sia della distanza che le separa (interasse 10 metri).

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

4.3 Livello di emissione complessivo Sezione1

Le accelerazioni complessivamente prodotte dall'esercizio della linea ferroviaria di progetto AV e della Linea storica esistente sono fornite dall'applicazione dell'emissione delle singole tipologie di treno e verso di percorrenza al traffico di esercizio previsto per entrambe le direttrici. In riferimento alle postazioni di indagine effettuate (sul lato sud del tracciato esistente), tenendo conto del tempo di esposizione medio per tipologia di treno, si evince, per i tre assi alle due terne, il valore complessivo di esposizione nel periodo diurno e nel periodo notturno calcolato sulla base del modello di esercizio atteso.

4.3.1. Sezione1 - Lato Nord

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia EC-EN sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| EN-EC-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 7,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 28 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI EN-EC

| EN-EC-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|------------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno(*) | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 12,5 | / | / | / | 46,0 | 51,0 | 46,0 |
| VIB 02 | 17,0 | / | / | / | 41,3 | 47,8 | 42,5 |

Tabella 29 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI EN-EC

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| EN-EC-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|---|---|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | 46,0 | 51,0 | 46,0 |
| VIB 02 | 7,0 | / | / | / | 41,3 | 47,8 | 42,5 |

Tabella 30 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI EN-EC

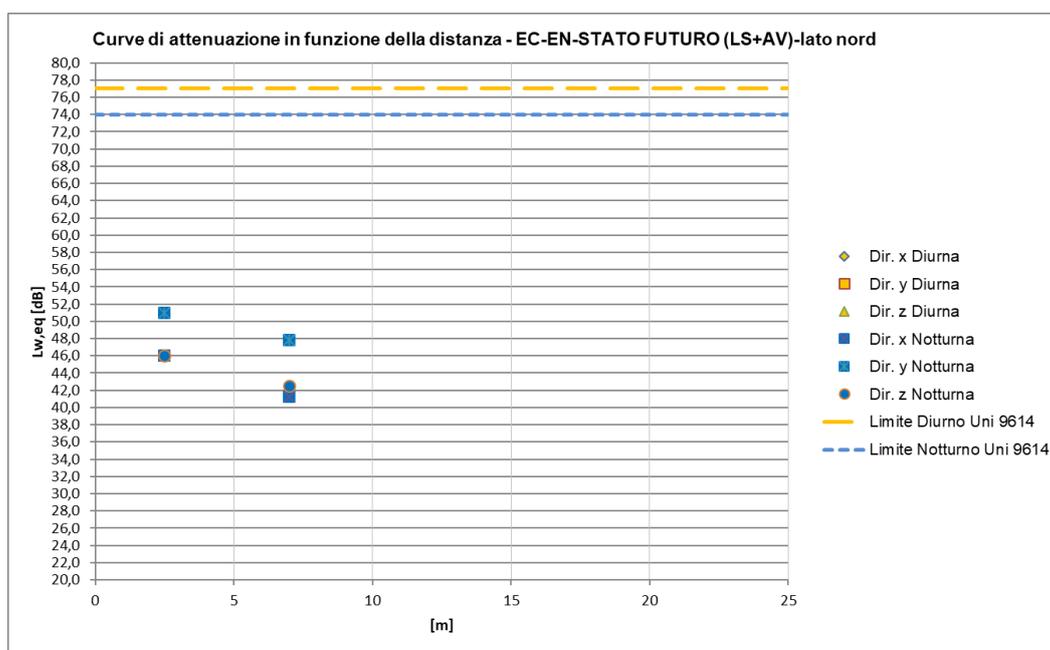


Figura 21 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– trenoEC-EN

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia ES sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| ES-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 7,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 31 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI ES

| ES-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 12,5 | 54,9 | 59,9 | 53,4 | / | / | / |
| VIB 02 | 17,0 | 50,1 | 56,3 | 49,4 | / | / | / |

Tabella 32 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI ES

| ES-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 54,9 | 59,9 | 53,4 | / | / | / |
| VIB 02 | 7,0 | 50,1 | 56,3 | 49,4 | / | / | / |

Tabella 33 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI ES

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

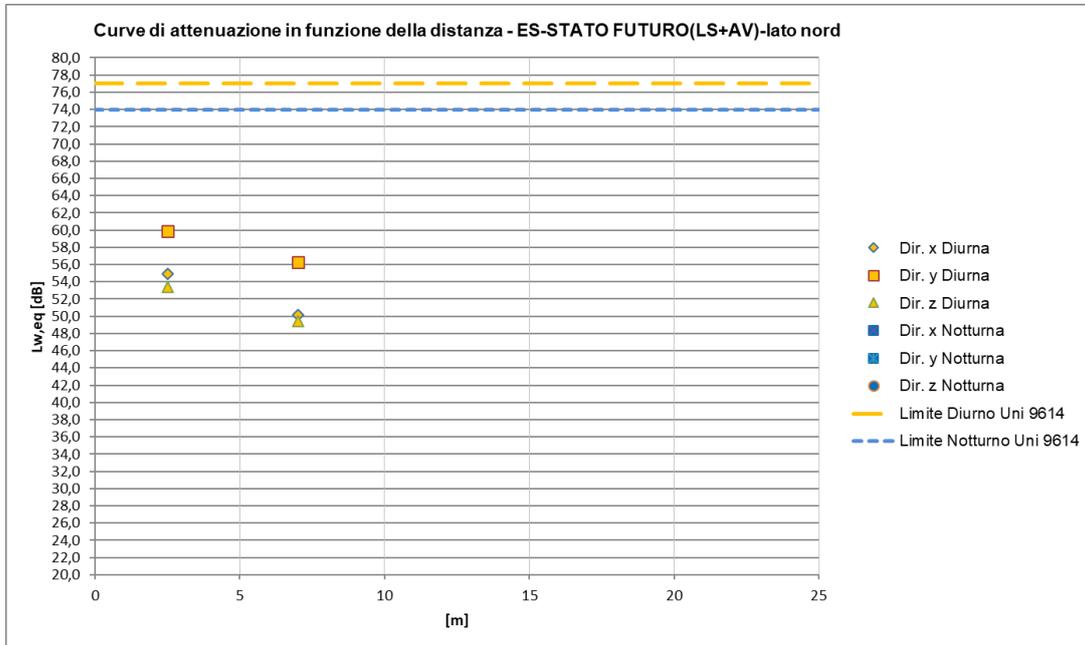


Figura 22 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno ES

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia REGIONALE sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| REGIONALE-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 82,8 | 82,2 | 78,5 | 72,3 | 71,7 | 68,0 |
| VIB 02 | 7,0 | 67,5 | 70,2 | 65,3 | 57,0 | 59,7 | 54,8 |

Tabella 34 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI REGIONALI

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| REGIONALI-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 12,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 17,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 35 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI REGIONALI

| REGIONALE-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 82,8 | 82,2 | 78,5 | 72,3 | 71,7 | 68,0 |
| VIB 02 | 7,0 | 67,5 | 70,2 | 65,3 | 57,0 | 59,7 | 54,8 |

Tabella 36 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI REGIONALI

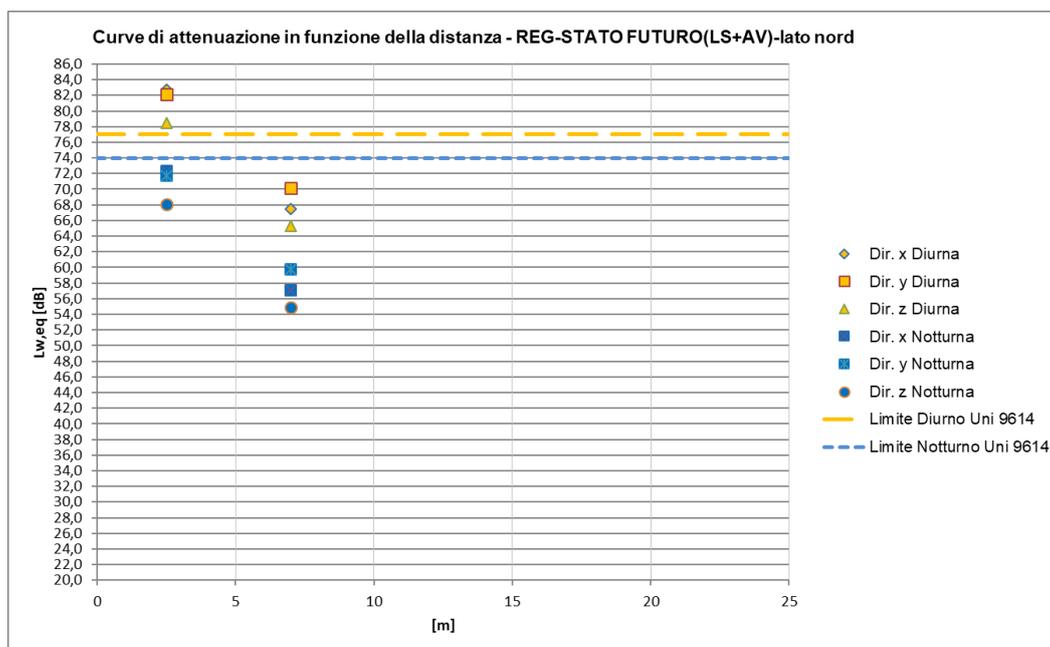


Figura 23 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno REGIONALE

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia ITALO sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| ITALO-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 7,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 37 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI ITALO

| ITALO-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 12,5 | 47,2 | 52,7 | 46,2 | / | / | / |
| VIB 02 | 17,0 | 42,7 | 49,5 | 42,5 | / | / | / |

Tabella 38 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI ITALO

| ITALO-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 47,2 | 52,7 | 46,2 | / | / | / |
| VIB 02 | 7,0 | 42,7 | 49,5 | 42,5 | / | / | / |

Tabella 39 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI ITALO

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

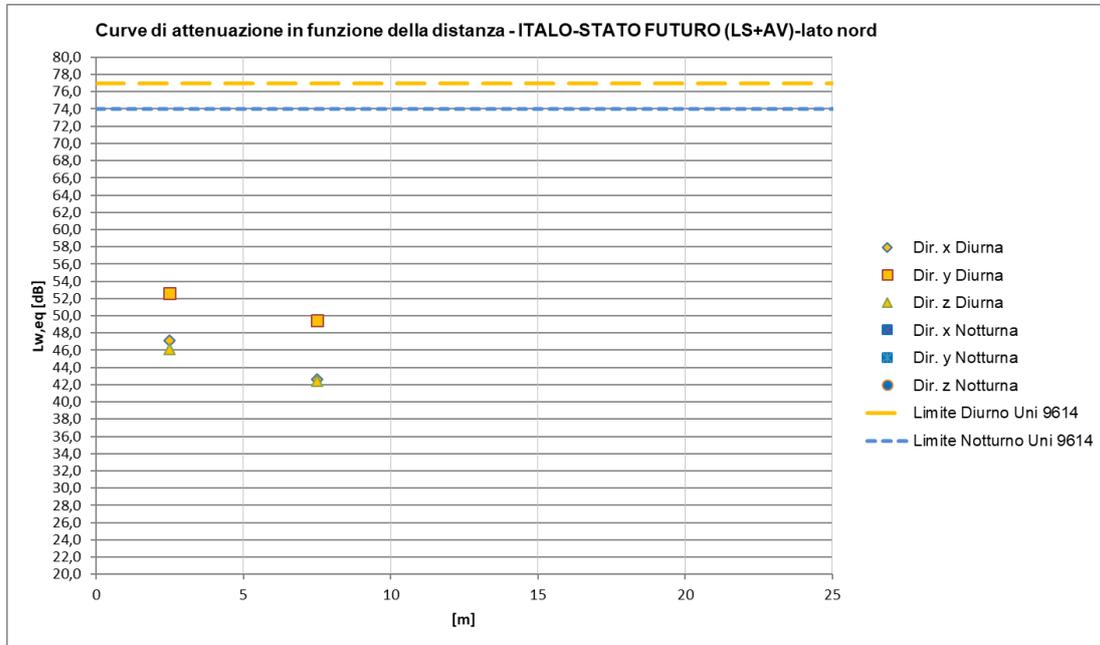


Figura 24 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno ITALO

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia MERCI sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| MERCI-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 79,2 | 78,8 | 75,4 | 83,7 | 83,3 | 79,9 |
| VIB 02 | 7,0 | 65,3 | 67,6 | 62,7 | 69,8 | 72,1 | 67,2 |

Tabella 40 – $L_{w,eq}$ diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI MERCI

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| MERCİ-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 12,5 | / | / | / | 61,4 | 65,4 | 59,6 |
| VIB 02 | 17,0 | / | / | / | 57,4 | 62,0 | 55,8 |

Tabella 41 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI MERCI

| MERCİ-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 79,2 | 78,8 | 75,4 | 83,8 | 83,4 | 80,0 |
| VIB 02 | 7,0 | 65,3 | 67,6 | 62,7 | 70,1 | 72,5 | 67,5 |

Tabella 42 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI MERCI

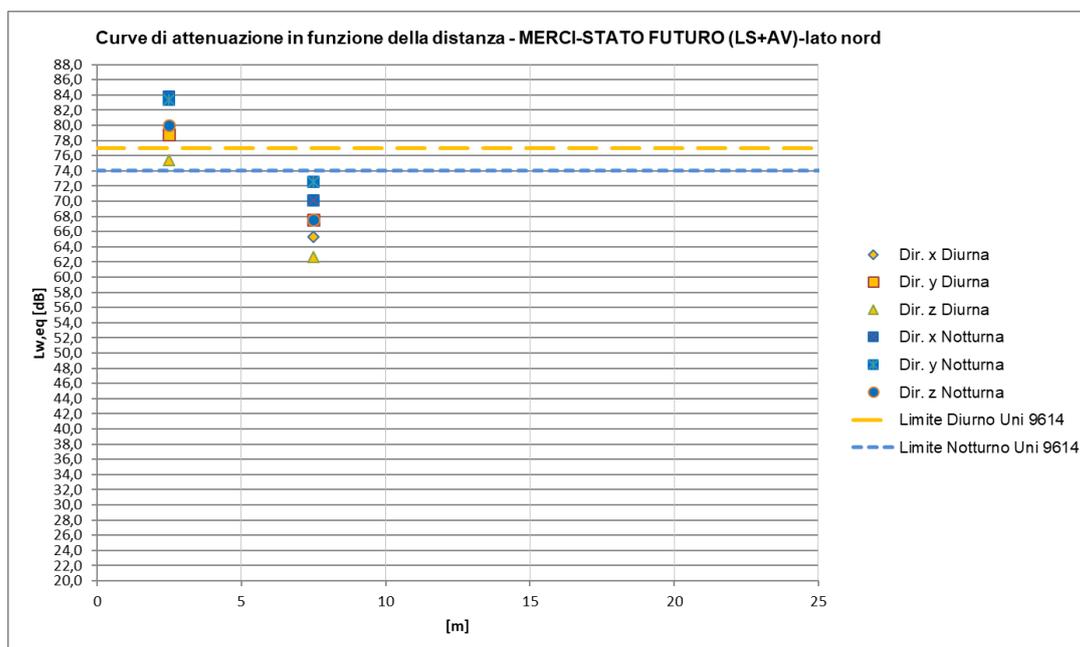


Figura 25 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno MERCI

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

I livelli di vibrazione indotti da TUTTE LE CATEGORIE DI TRENI sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| TUTTE LE CATEGORIE -Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 84,3 | 83,8 | 80,2 | 84,0 | 83,6 | 80,2 |
| VIB 02 | 7,0 | 69,5 | 72,1 | 67,2 | 70,1 | 72,4 | 67,5 |

Tabella 43 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI TUTTE LE CATEGORIE

| TUTTE LE CATEGORIE-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 12,5 | 55,6 | 60,7 | 54,2 | 61,5 | 65,6 | 59,8 |
| VIB 02 | 17,0 | 50,8 | 57,1 | 50,2 | 57,5 | 62,2 | 56,0 |

Tabella 44 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI TUTTE LE CATEGORIE

| TUTTE LE CATEGORIE-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 84,3 | 83,8 | 80,2 | 84,1 | 83,7 | 80,2 |
| VIB 02 | 7,0 | 69,6 | 72,2 | 67,3 | 70,3 | 72,8 | 67,8 |

Tabella 45 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI TUTTE LE CATEGORIE

STUDIO VIBRAZIONALE
Relazione Generale

| PROGETTO | LOTTO | DOCUMENTO | REV | FOGLIO |
|----------|-------|-------------------|-----|----------|
| IN0W | 00 | R22 RG IM0004 002 | B | 49 di 86 |

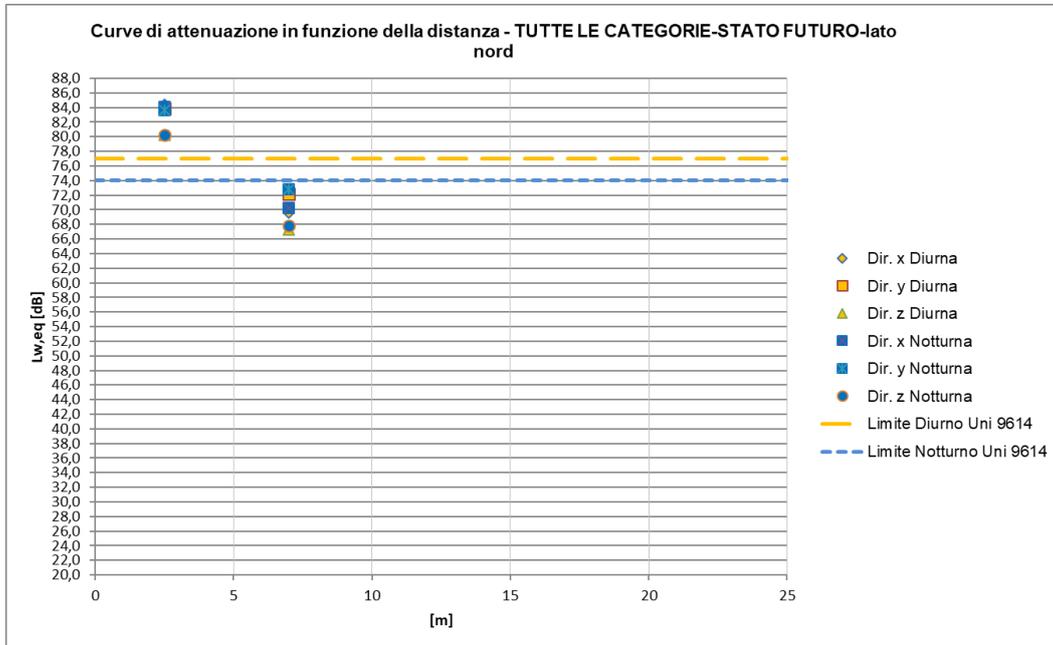


Figura 26 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici–treni TUTTE LE CATEGORIE – LATO NORD SEZIONE 1

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

4.3.2. Sezione1 - Lato Sud

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia EC-EN sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| EN-EC-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 12,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 17,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 46 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI EN-EC

| EN-EC-Linea Alta velocità(stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|---|---|------------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo(*) | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | 70,3 | 67,6 | 64,8 |
| VIB 02 | 7,0 | / | / | / | 54,7 | 57,0 | 51,8 |

Tabella 47 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI EN-EC

| EN-EC-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|---|---|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | 70,3 | 67,6 | 64,8 |
| VIB 02 | 7,0 | / | / | / | 54,7 | 57,0 | 51,8 |

Tabella 48 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI EN-EC

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

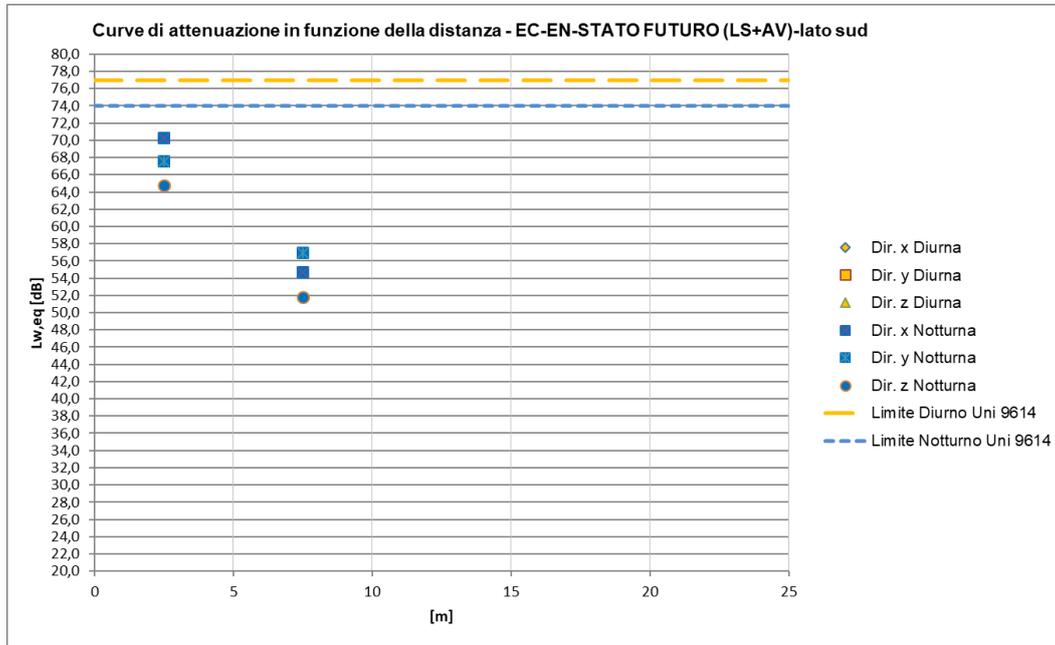


Figura 27 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno EC-EN

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia ES sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| ES-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 12,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 17,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 49 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI ES

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| ES-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 79,2 | 78,2 | 74,0 | / | / | / |
| VIB 02 | 7,0 | 63,6 | 66,4 | 60,9 | / | / | / |

Tabella 50 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI ES

| ES-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 79,2 | 78,2 | 74,0 | / | / | / |
| VIB 02 | 7,0 | 63,6 | 66,4 | 60,9 | / | / | / |

Tabella 51 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI ES

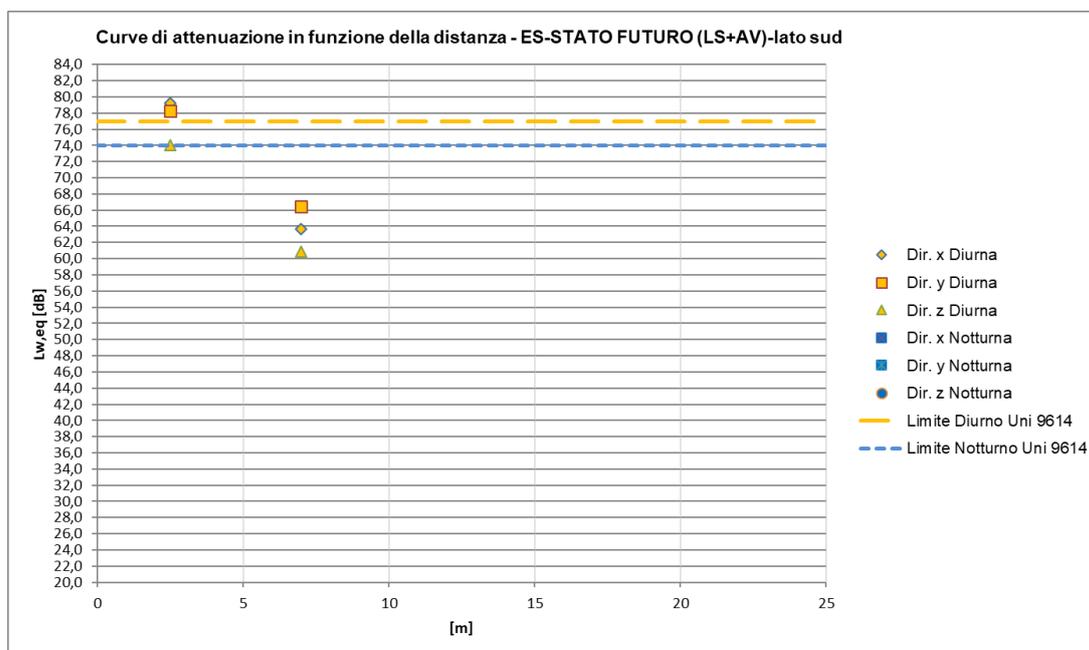


Figura 28 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno ES

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia REGIONALE sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| REGIONALE-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 12,5 | 58,9 | 63,4 | 58,0 | 48,4 | 52,9 | 47,5 |
| VIB 02 | 17,0 | 54,4 | 59,8 | 54,0 | 43,9 | 49,3 | 43,5 |

Tabella 52 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI REGIONALI

| REGIONALI-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 7,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 53 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI REGIONALI

| REGIONALE-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 58,9 | 63,4 | 58,0 | 48,4 | 52,9 | 47,5 |
| VIB 02 | 7,0 | 54,4 | 59,8 | 54,0 | 43,9 | 49,3 | 43,5 |

Tabella 54 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI REGIONALI

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

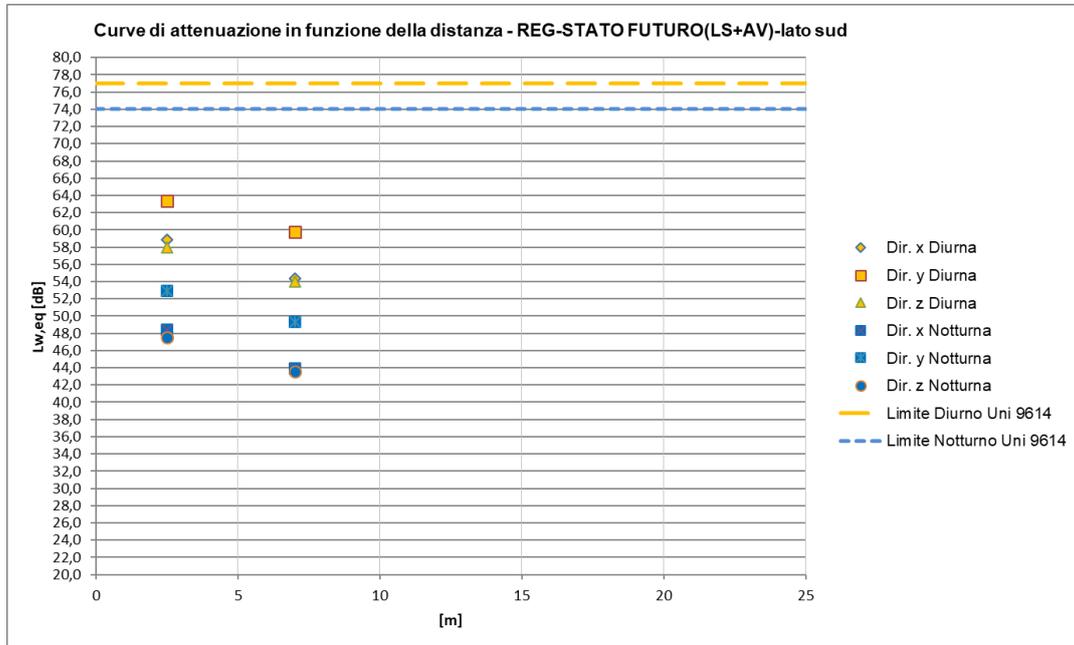


Figura 29 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambe le direttrici– treno REGIONALE

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia ITALO sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| ITALO-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 12,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 17,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 55 – $L_{w,eq}$ diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI ITALO

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| ITALO-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 71,6 | 70,1 | 66,1 | / | / | / |
| VIB 02 | 7,0 | 56,1 | 59,0 | 53,4 | / | / | / |

Tabella 56 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI ITALO

| ITALO-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 71,6 | 70,1 | 66,1 | / | / | / |
| VIB 02 | 7,0 | 56,1 | 59,0 | 53,4 | / | / | / |

Tabella 57 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI ITALO

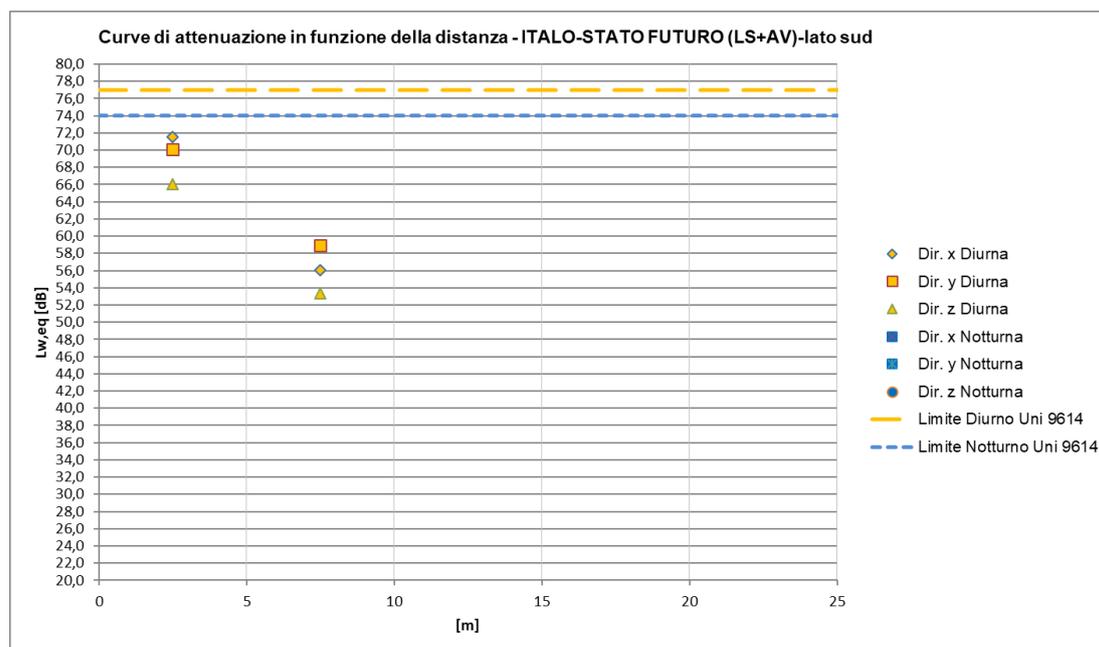


Figura 30 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno ITALO

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia MERCI sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| MERCİ-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 12,5 | 57,3 | 61,3 | 55,5 | 61,8 | 65,8 | 60,0 |
| VIB 02 | 17,0 | 53,3 | 57,9 | 51,7 | 57,8 | 62,4 | 56,2 |

Tabella 58 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI MERCI

| MERCİ-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | 83,3 | 82,9 | 79,5 |
| VIB 02 | 7,0 | / | / | / | 69,4 | 71,7 | 66,8 |

Tabella 59 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI MERCI

| MERCİ-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 57,3 | 61,3 | 55,5 | 83,4 | 83,0 | 79,6 |
| VIB 02 | 7,0 | 53,3 | 57,9 | 51,7 | 69,7 | 72,2 | 67,2 |

Tabella 60 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI MERCI

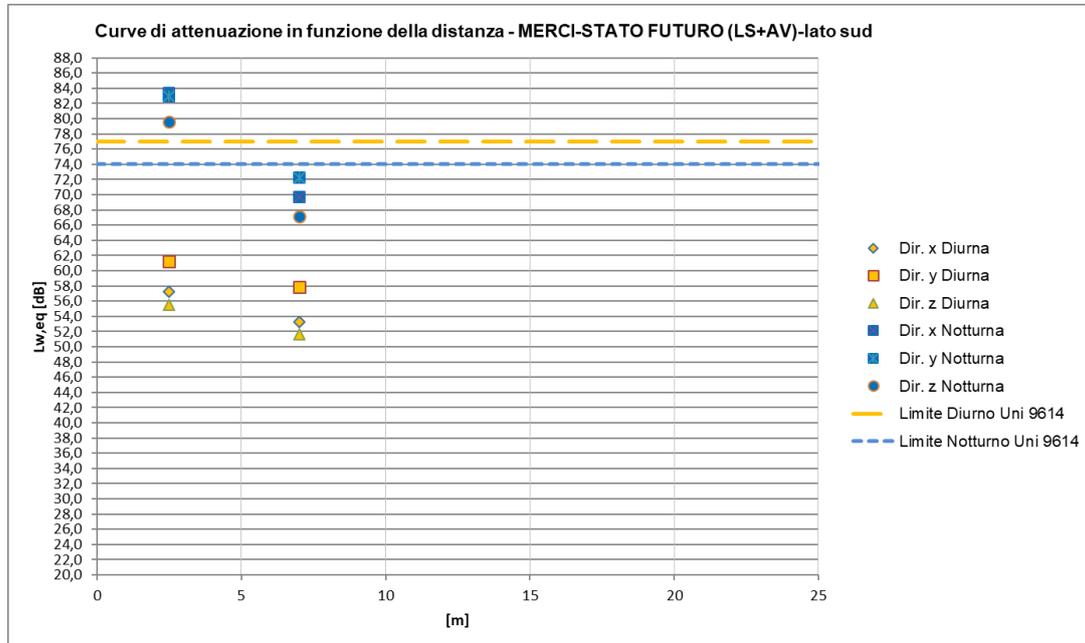


Figura 31 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno MERCI

I livelli di vibrazione indotti da TUTTE LE CATEGORIE DI TRENI sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| TUTTE LE CATEGORIE -Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------------------|------|------|---------------------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | L _{w,eq} [dB] Diurno | | | L _{w,eq} [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 12,5 | 61,2 | 65,5 | 59,9 | 62,0 | 66,1 | 60,3 |
| VIB 02 | 17,0 | 56,9 | 61,9 | 56,0 | 58,0 | 62,6 | 56,5 |

Tabella 61 – $L_{w,eq}$ diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI TUTTE LE CATEGORIE

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| TUTTE LE CATEGORIE-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 79,9 | 78,8 | 74,7 | 83,5 | 83,0 | 79,7 |
| VIB 02 | 7,0 | 64,3 | 67,1 | 61,6 | 69,6 | 71,9 | 67,0 |

Tabella 62 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
 Linea Alta Velocità – TRENI TUTTE LE CATEGORIE

| TUTTE LE CATEGORIE-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 80,0 | 79,0 | 74,8 | 83,6 | 83,1 | 79,7 |
| VIB 02 | 7,0 | 65,0 | 68,3 | 62,7 | 69,9 | 72,4 | 67,3 |

Tabella 63 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI TUTTE LE CATEGORIE

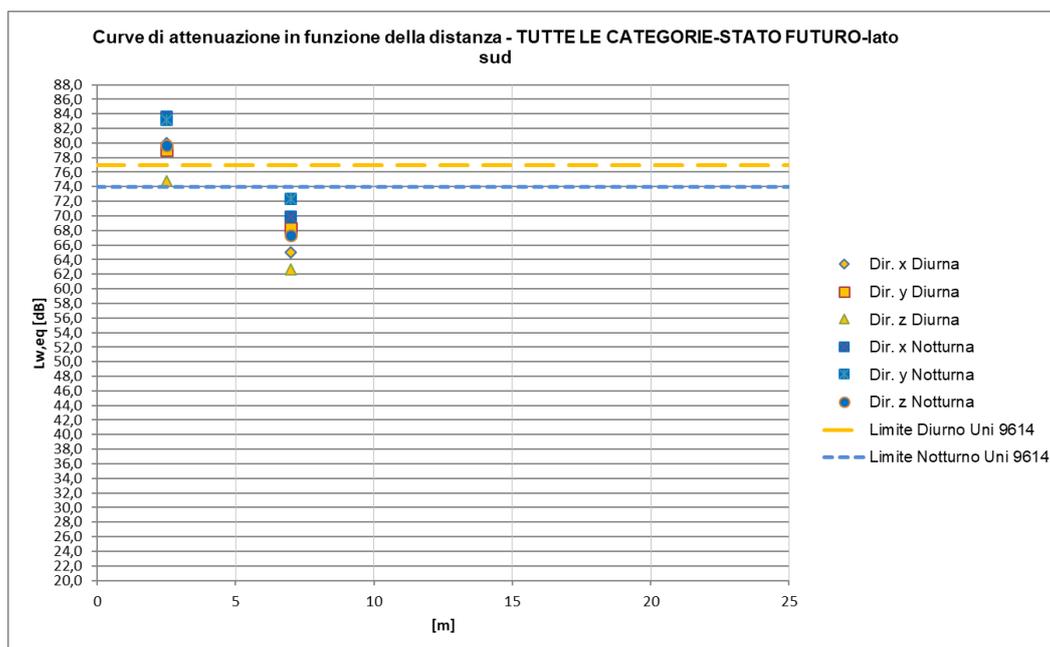


Figura 32 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno TUTTE LE CATEGORIE LATO SUD SEZIONE 1

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

4.4 Livello di emissione complessivo Sezione 2

Le accelerazioni complessivamente prodotte dall'esercizio della linea ferroviaria di progetto AV e della Linea storica esistente sono fornite dall'applicazione dell'emissione delle singole tipologie di treno e verso di percorrenza al traffico di esercizio previsto per entrambe le direttrici. In riferimento alle postazioni di indagine effettuate (sul lato sud del tracciato esistente), tenendo conto del tempo di esposizione medio per tipologia di treno, si evince, per i tre assi alle due terne, il valore complessivo di esposizione nel periodo diurno e nel periodo notturno calcolato sulla base del modello di esercizio atteso.

4.4.1. Sezione2 - Lato Nord

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia EC-EN sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| EN-EC-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 7,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 03 | 15,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 64 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI EN-EC

| EN-EC-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 14,5 | / | / | / | 52,1 | 55,4 | 44,8 |
| VIB 02 | 19,5 | / | / | / | 51,4 | 54,3 | 43,1 |
| VIB 03 | 27,0 | / | / | / | 50,7 | 52,9 | 41,4 |

Tabella 65 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI EN-EC

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| EN-EC-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|---|---|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | 52,1 | 55,4 | 44,8 |
| VIB 02 | 7,5 | / | / | / | 51,4 | 54,3 | 43,1 |
| VIB 03 | 15,0 | / | / | / | 50,7 | 52,9 | 41,4 |

Tabella 66 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI EN-EC

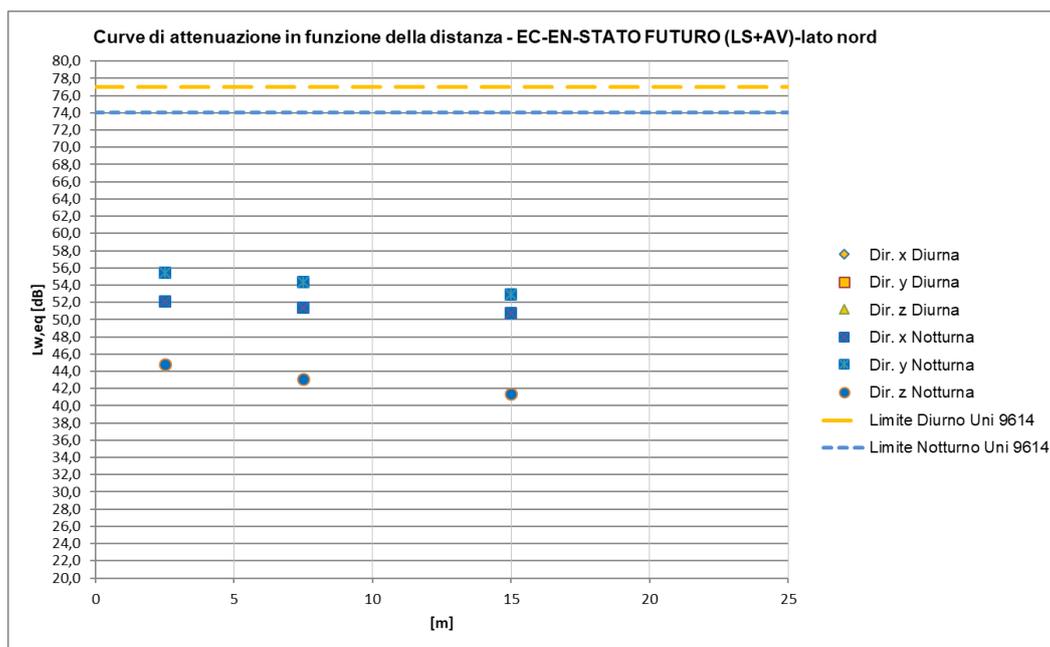


Figura 33 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno EC-EN

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia ES sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| ES-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 7,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 03 | 15,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 67 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI ES

| ES-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 14,5 | 61,8 | 66,5 | 55,1 | / | / | / |
| VIB 02 | 19,5 | 60,9 | 65,8 | 53,8 | / | / | / |
| VIB 03 | 27,0 | 60,0 | 64,5 | 52,3 | / | / | / |

Tabella 68 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI ES

| ES-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 61,8 | 66,5 | 55,1 | / | / | / |
| VIB 02 | 7,5 | 60,9 | 65,8 | 53,8 | / | / | / |
| VIB 03 | 15,0 | 60,0 | 64,5 | 52,3 | / | / | / |

Tabella 69 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI ES

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

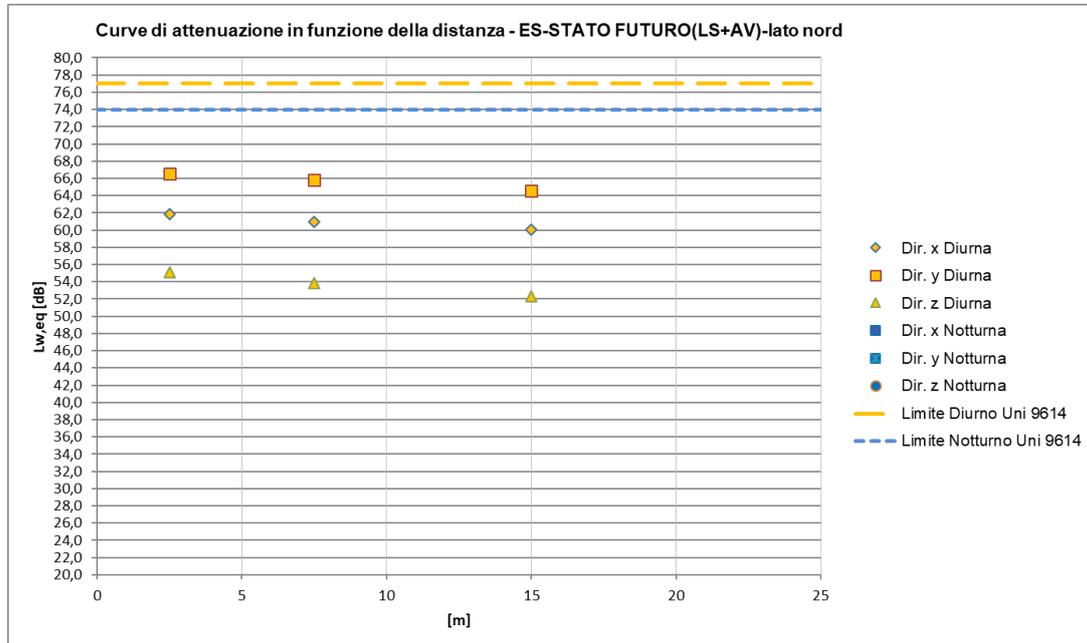


Figura 34 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno ES

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia REGIONALE sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| REGIONALE-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 69,4 | 74,4 | 65,5 | 58,4 | 63,4 | 54,5 |
| VIB 02 | 7,5 | 66,3 | 69,2 | 60,3 | 55,3 | 58,2 | 49,3 |
| VIB 03 | 15,0 | 64,3 | 66,1 | 57,2 | 53,3 | 55,1 | 46,2 |

Tabella 70 – Lw,eq diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI REGIONALI

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| REGIONALI-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 14,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 19,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 03 | 27,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 71 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
 Linea Alta Velocità – TRENI REGIONALI

| REGIONALE-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 69,4 | 74,4 | 65,5 | 58,4 | 63,4 | 54,5 |
| VIB 02 | 7,5 | 66,3 | 69,2 | 60,3 | 55,3 | 58,2 | 49,3 |
| VIB 03 | 15,0 | 64,3 | 66,1 | 57,2 | 53,3 | 55,1 | 46,2 |

Tabella 72 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI REGIONALI

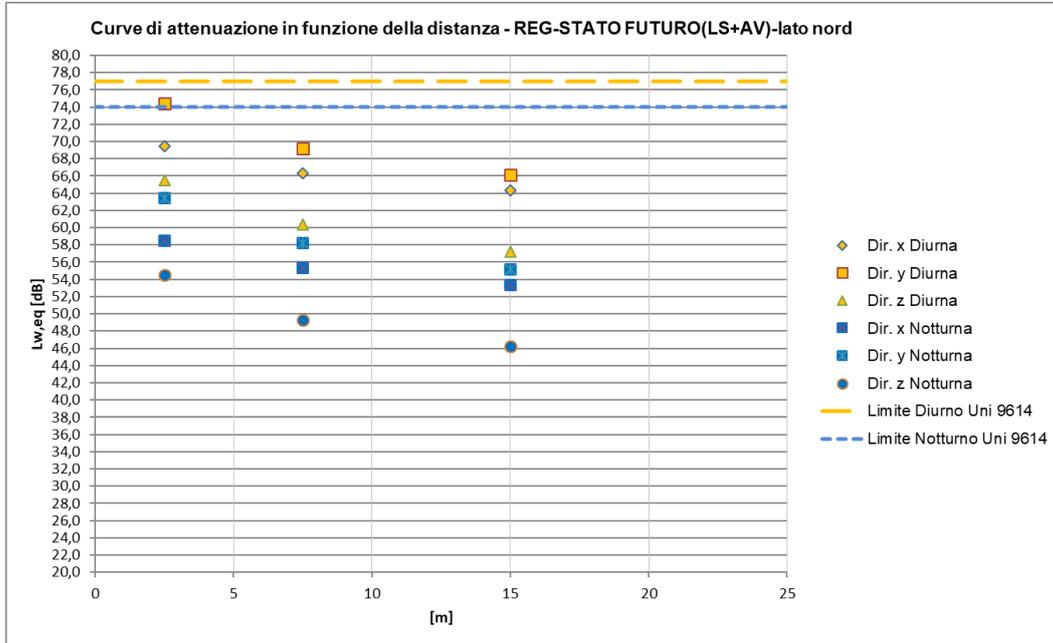


Figura 35 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici-treno REGIONALE

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia ITALO sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| ITALO-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 7,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 03 | 15,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 73 – Lw,eq diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI ITALO

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| ITALO-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 14,5 | 54,3 | 59,0 | 48,5 | / | / | / |
| VIB 02 | 19,5 | 53,0 | 57,8 | 47,0 | / | / | / |
| VIB 03 | 27,0 | 51,8 | 56,4 | 45,4 | / | / | / |

Tabella 74 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI ITALO

| ITALO-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 54,3 | 59,0 | 48,5 | / | / | / |
| VIB 02 | 7,5 | 53,0 | 57,8 | 47,0 | / | / | / |
| VIB 03 | 15,0 | 51,8 | 56,4 | 45,4 | / | / | / |

Tabella 75 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI ITALO

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

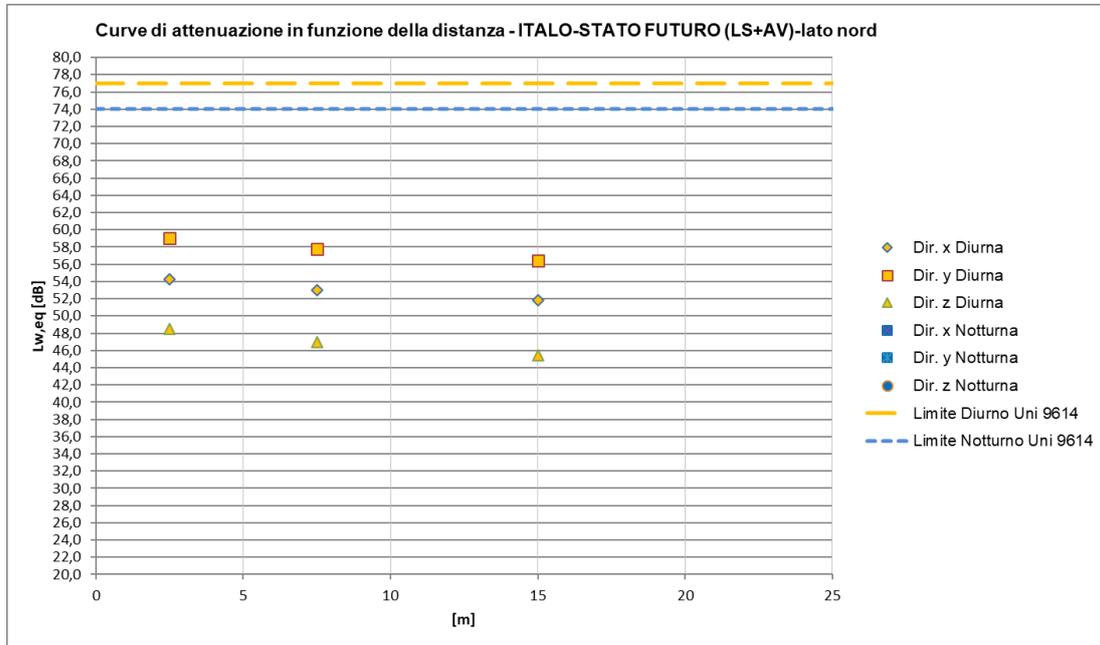


Figura 36 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno ITALO

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia MERCI sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| MERC-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 60,3 | 65,2 | 58,4 | 64,0 | 68,9 | 62,1 |
| VIB 02 | 7,5 | 59,4 | 63,7 | 54,6 | 63,1 | 67,4 | 58,3 |
| VIB 03 | 15,0 | 58,9 | 62,9 | 52,1 | 62,6 | 66,6 | 55,8 |

Tabella 76 – Lw,eq diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro Linea Storica– TRENI MERCI

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| MERCİ-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 14,5 | / | / | / | 62,3 | 66,3 | 55,5 |
| VIB 02 | 19,5 | / | / | / | 62,0 | 65,9 | 54,5 |
| VIB 03 | 27,0 | / | / | / | 61,6 | 65,5 | 53,3 |

Tabella 77 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI MERCI

| MERCİ-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 60,3 | 65,2 | 58,4 | 66,3 | 70,8 | 63,0 |
| VIB 02 | 7,5 | 59,4 | 63,7 | 54,6 | 65,6 | 69,7 | 59,8 |
| VIB 03 | 15,0 | 58,9 | 62,9 | 52,1 | 65,2 | 69,1 | 57,8 |

Tabella 78 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI MERCI

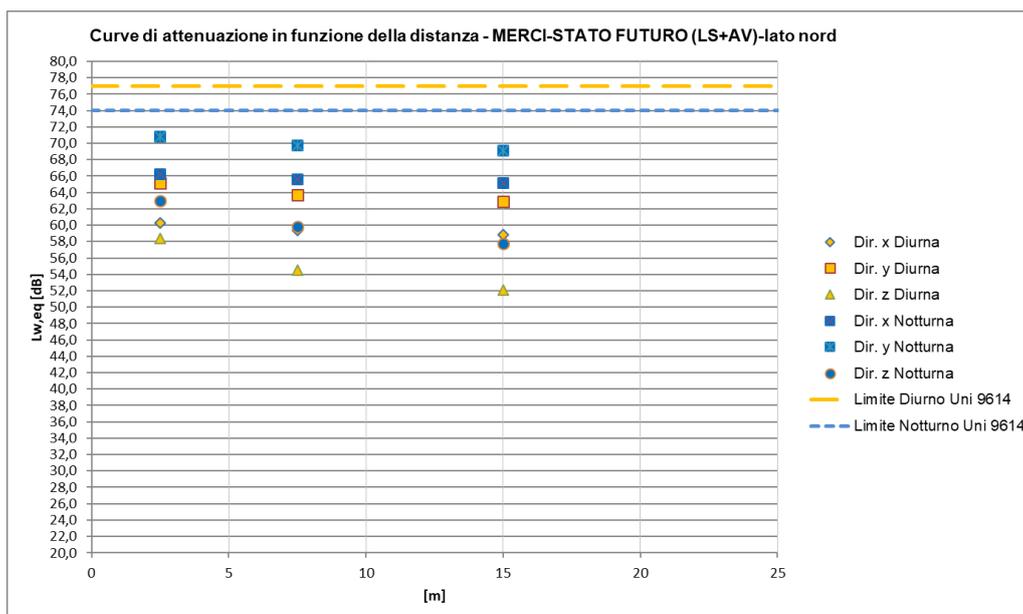


Figura 37 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno MERCI

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

I livelli di vibrazione indotti da TUTTE LE CATEGORIE DI TRENI sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| TUTTE LE CATEGORIE -Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 69,9 | 74,9 | 66,3 | 65,1 | 70,0 | 62,8 |
| VIB 02 | 7,5 | 67,1 | 70,3 | 61,3 | 63,8 | 67,9 | 58,8 |
| VIB 03 | 15,0 | 65,4 | 67,8 | 58,4 | 63,1 | 66,9 | 56,3 |

Tabella 79 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI TUTTE LE CATEGORIE

| TUTTE LE CATEGORIE-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 14,5 | 62,5 | 67,2 | 56,0 | 62,7 | 66,7 | 55,9 |
| VIB 02 | 19,5 | 61,6 | 66,5 | 54,6 | 62,4 | 66,2 | 54,8 |
| VIB 03 | 27,0 | 60,6 | 65,2 | 53,1 | 62,0 | 65,7 | 53,6 |

Tabella 80 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI TUTTE LE CATEGORIE

| TUTTE LE CATEGORIE-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 70,7 | 75,6 | 66,7 | 67,1 | 71,7 | 63,6 |
| VIB 02 | 7,5 | 68,2 | 71,8 | 62,2 | 66,2 | 70,2 | 60,3 |
| VIB 03 | 15,0 | 66,7 | 69,7 | 59,5 | 65,6 | 69,4 | 58,2 |

Tabella 81 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI TUTTE LE CATEGORIE

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

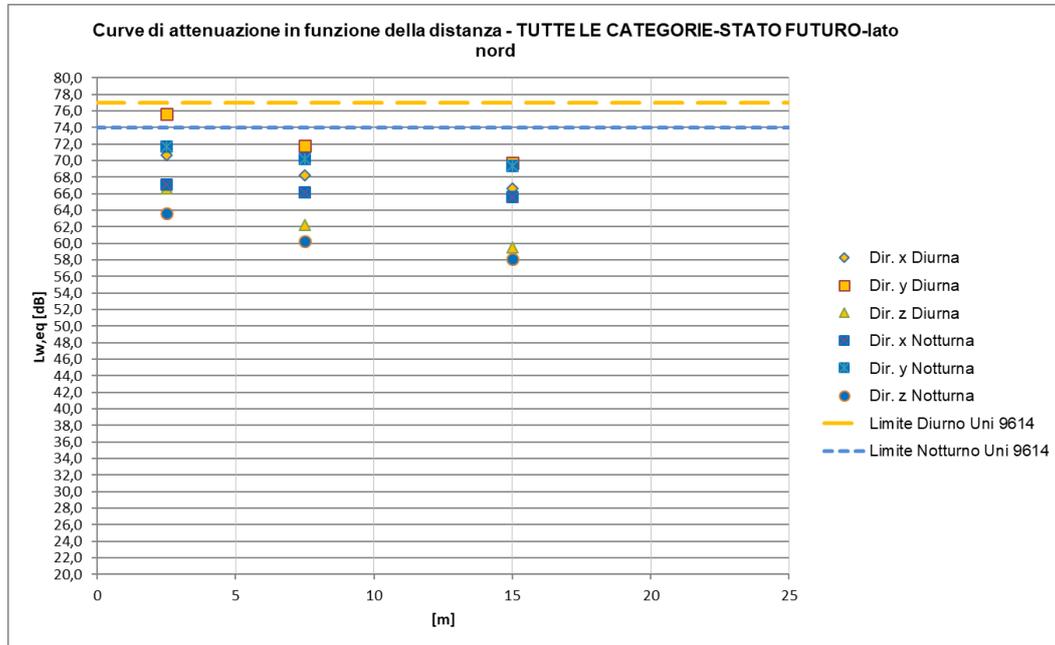


Figura 38 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici–treni **TUTTE LE CATEGORIE LATO NORD SEZIONE 2**

4.4.2. Sezione 2 - Lato Sud

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia EC-EN sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| EN-EC-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 14,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 19,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 03 | 27,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 82 – $L_{w,eq}$ diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI EN-EC

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| EN-EC-Linea Alta velocità(stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|---|---|------------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo(*) | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | 56,4 | 63,0 | 53,9 |
| VIB 02 | 7,5 | / | / | / | 53,9 | 58,4 | 48,4 |
| VIB 03 | 15,0 | / | / | / | 52,0 | 55,6 | 44,6 |

Tabella 83 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI EN-EC

| EN-EC-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|---|---|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | 56,4 | 63,0 | 53,9 |
| VIB 02 | 7,5 | / | / | / | 53,9 | 58,4 | 48,4 |
| VIB 03 | 15,0 | / | / | / | 52,0 | 55,6 | 44,6 |

Tabella 84 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI EN-EC

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

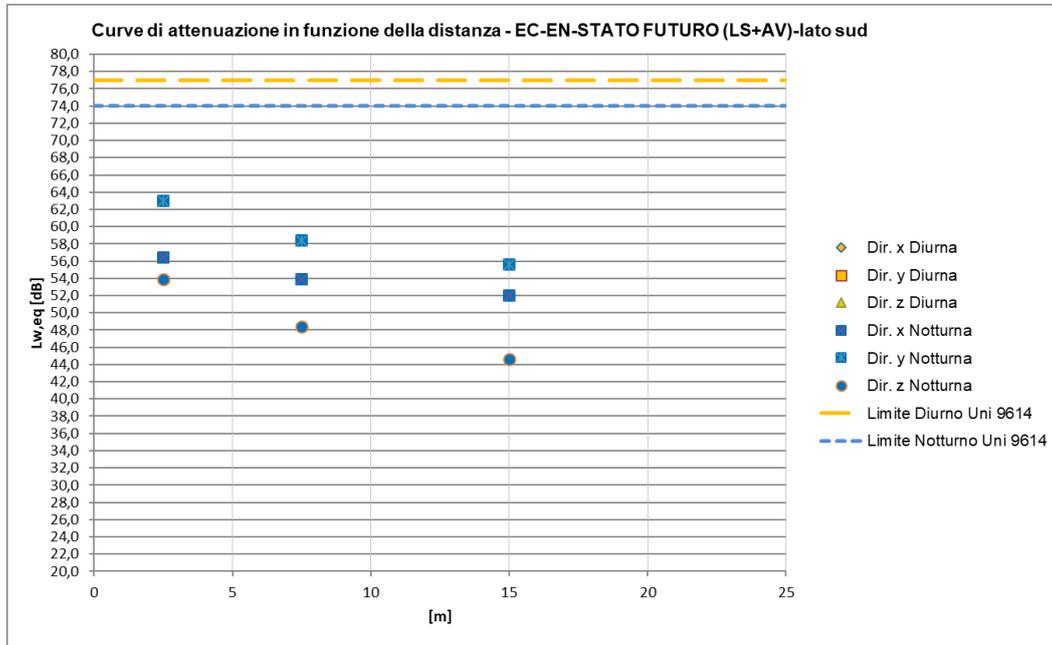


Figura 39 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno EC-EN

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia ES sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| ES-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 14,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 19,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 03 | 27,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 85 – Lw,eq diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI ES

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| ES-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 66,7 | 72,0 | 62,8 | / | / | / |
| VIB 02 | 7,5 | 63,6 | 68,4 | 58,0 | / | / | / |
| VIB 03 | 15,0 | 61,7 | 66,4 | 55,0 | / | / | / |

Tabella 86 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI ES

| ES-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 66,7 | 72,0 | 62,8 | / | / | / |
| VIB 02 | 7,5 | 63,6 | 68,4 | 58,0 | / | / | / |
| VIB 03 | 15,0 | 61,7 | 66,4 | 55,0 | / | / | / |

Tabella 87 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di
entrambi le direttrici– TRENI ES

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

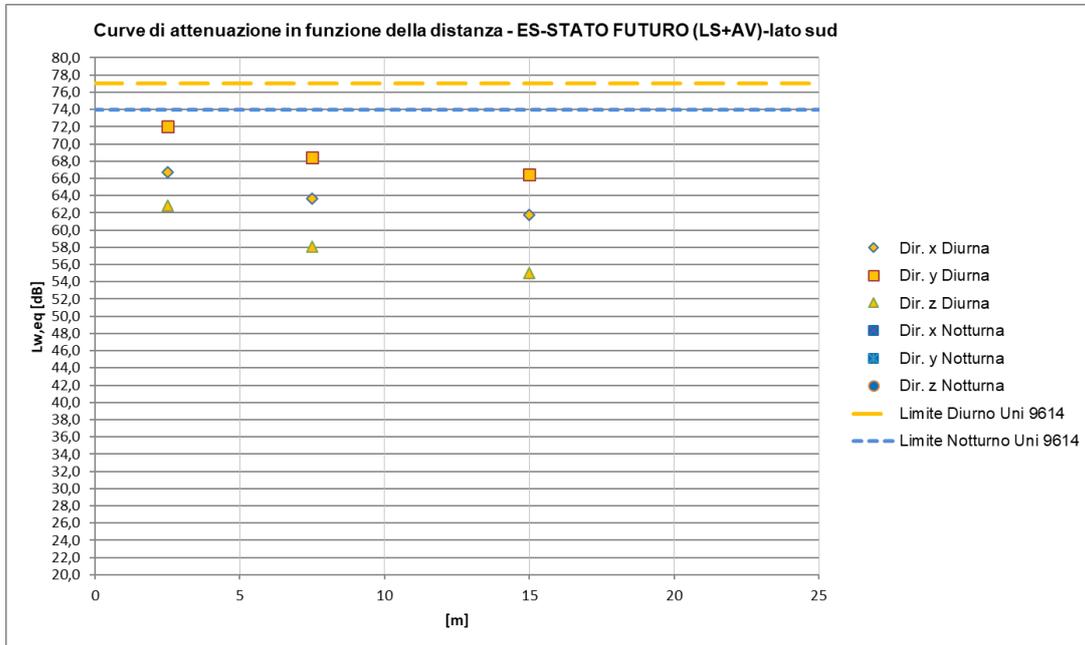


Figura 40 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno ES

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia REGIONALE sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| REGIONALE-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 14,5 | 64,4 | 66,2 | 57,3 | 53,4 | 55,2 | 46,3 |
| VIB 02 | 19,5 | 63,5 | 65,0 | 55,9 | 52,5 | 54,0 | 44,9 |
| VIB 03 | 27,0 | 62,5 | 63,5 | 54,5 | 51,5 | 52,5 | 43,5 |

Tabella 88 – $L_{w,eq}$ diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI REGIONALI

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| REGIONALI-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 7,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 03 | 15,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 89 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
 Linea Alta Velocità – TRENI REGIONALI

| REGIONALE-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 64,4 | 66,2 | 57,3 | 53,4 | 55,2 | 46,3 |
| VIB 02 | 7,5 | 63,5 | 65,0 | 55,9 | 52,5 | 54,0 | 44,9 |
| VIB 03 | 15,0 | 62,5 | 63,5 | 54,5 | 51,5 | 52,5 | 43,5 |

Tabella 90 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di entrambi le direttrici– TRENI REGIONALI

| | | | | | |
|--|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V./A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

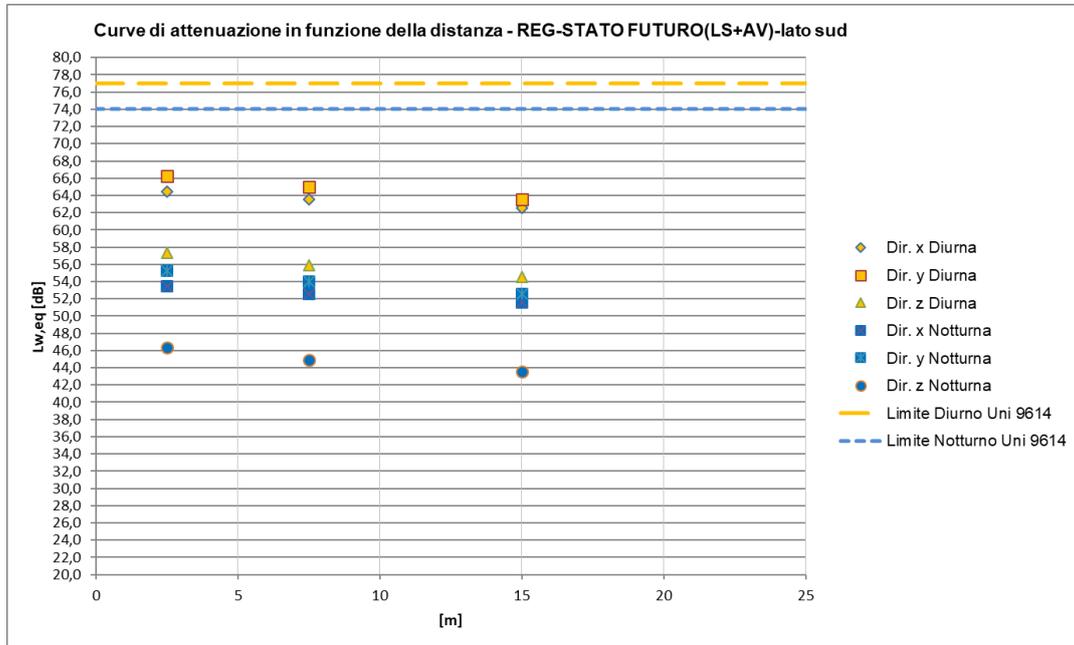


Figura 41 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno REGIONALE

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia ITALO sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| ITALO-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 14,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 02 | 19,5 | / | / | / | / | / | / |
| VIB 03 | 27,0 | / | / | / | / | / | / |

Tabella 91 – $L_{w,eq}$ diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI ITALO

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| ITALO-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 61,7 | 66,6 | 57,1 | / | / | / |
| VIB 02 | 7,5 | 57,0 | 61,8 | 60,8 | / | / | / |
| VIB 03 | 15,0 | 54,1 | 58,8 | 48,3 | / | / | / |

Tabella 92 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Alta Velocità – TRENI ITALO

| ITALO-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|---|---|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 61,7 | 66,6 | 57,1 | / | / | / |
| VIB 02 | 7,5 | 57,0 | 61,8 | 60,8 | / | / | / |
| VIB 03 | 15,0 | 54,1 | 58,8 | 48,3 | / | / | / |

Tabella 93 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di
entrambi le direttrici– TRENI ITALO

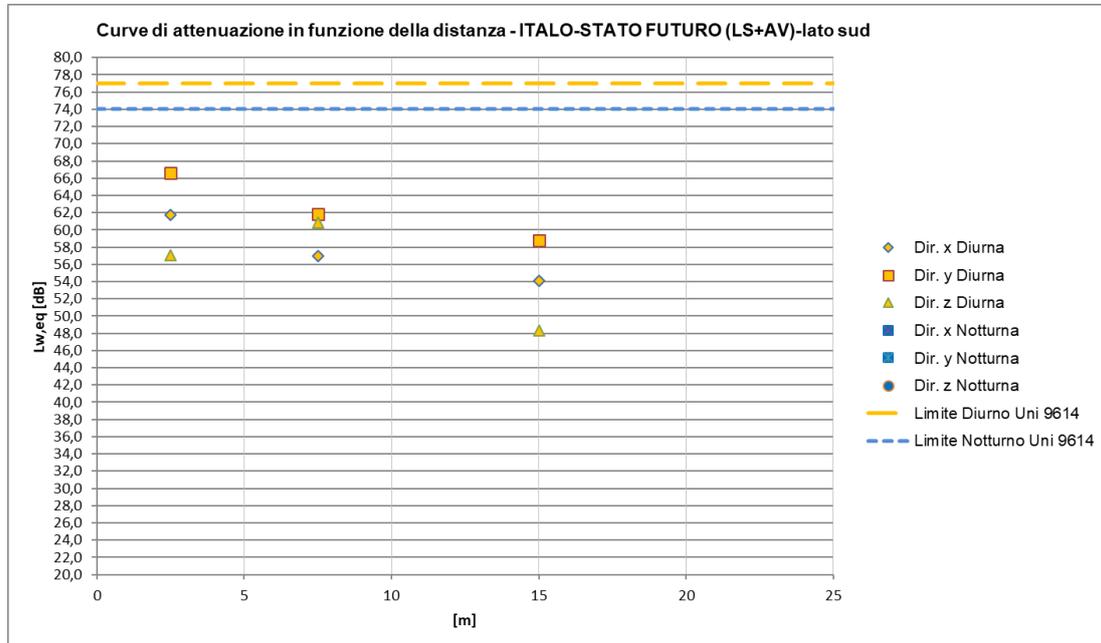


Figura 42 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici– treno ITALO

I livelli di vibrazione indotti dai treni di tipologia MERCI sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| MERCI-Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 14,5 | 59,0 | 63,0 | 52,2 | 62,7 | 66,7 | 55,9 |
| VIB 02 | 19,5 | 58,7 | 62,6 | 51,2 | 62,4 | 66,3 | 54,9 |
| VIB 03 | 27,0 | 58,3 | 62,2 | 50,0 | 62,0 | 65,9 | 53,7 |

Tabella 94 – Lw,eq diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
Linea Storica– TRENI MERCI

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| MERCİ-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|---|---|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | / | / | / | 63,6 | 68,5 | 61,7 |
| VIB 02 | 7,5 | / | / | / | 62,7 | 67,0 | 57,9 |
| VIB 03 | 15,0 | / | / | / | 62,2 | 66,2 | 55,4 |

Tabella 95 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
 Linea Alta Velocità – TRENI MERCI

| MERCİ-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 59,0 | 63,0 | 52,2 | 66,2 | 70,7 | 62,7 |
| VIB 02 | 7,0 | 58,7 | 62,6 | 51,2 | 65,6 | 69,7 | 59,7 |
| VIB 03 | 15,0 | 58,3 | 62,2 | 50,0 | 65,1 | 69,1 | 57,7 |

Tabella 96 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di
 entrambi le direttrici– TRENI MERCI

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

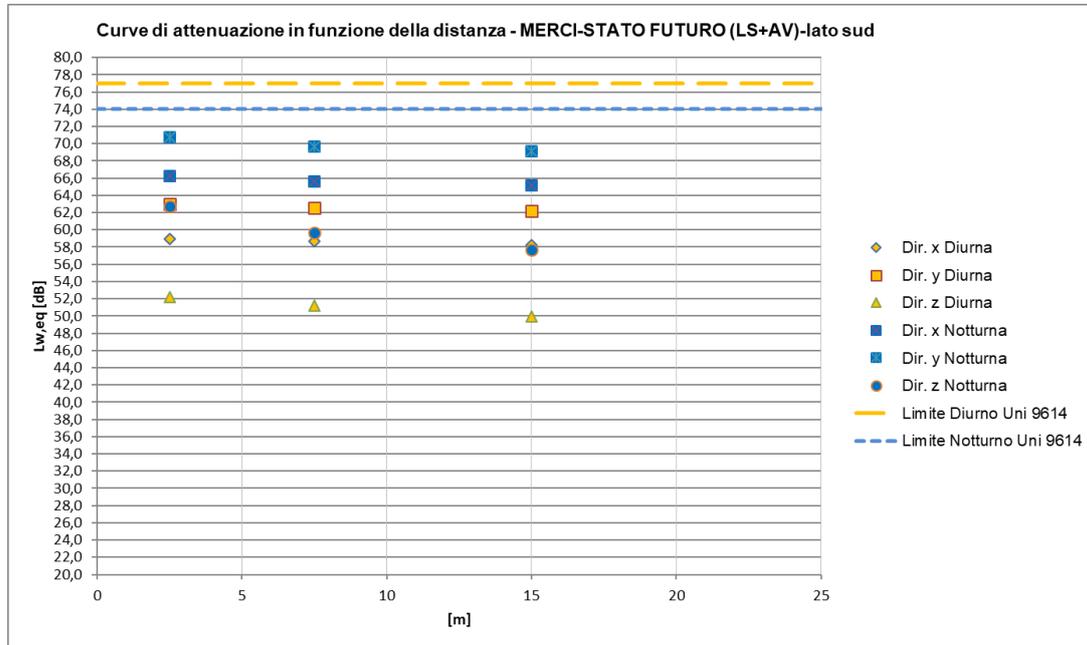


Figura 43 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici-treno MERCI

I livelli di vibrazione indotti da TUTTE LE CATEGORIE DI TRENI sono stati stimati inserendo i flussi di traffico di esercizio futuro suddivisi per entrambe le direttrici (AV+LS) come riportato nella tabella precedente al paragrafo 4.2

| TUTTE LE CATEGORIE -Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturmo | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 14,5 | 65,5 | 67,9 | 58,5 | 63,2 | 67,0 | 56,4 |
| VIB 02 | 19,5 | 64,8 | 67,0 | 57,2 | 62,9 | 66,6 | 55,3 |
| VIB 03 | 27,0 | 63,9 | 65,9 | 55,8 | 62,4 | 66,1 | 54,1 |

Tabella 97 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
 Linea Storica– TRENI TUTTE LE CATEGORIE

| | | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

| TUTTE LE CATEGORIE-Linea Alta velocità (stato di progetto) | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 67,9 | 73,1 | 63,9 | 64,4 | 69,6 | 62,4 |
| VIB 02 | 7,5 | 64,5 | 69,3 | 62,6 | 63,3 | 67,6 | 58,4 |
| VIB 03 | 15,0 | 62,4 | 67,1 | 55,9 | 62,6 | 66,6 | 55,8 |

Tabella 98 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro
 Linea Alta Velocità – TRENI TUTTE LE CATEGORIE

| TUTTE LE CATEGORIE-Linea Alta velocità+ Linea storica (stato di progetto) | | | | | | | |
|---|----------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Postazione | Dist [m] | Lw,eq [dB] Diurno | | | Lw,eq [dB] Notturno | | |
| | | x | y | z | x | y | z |
| VIB 01 | 2,5 | 69,9 | 74,3 | 65,0 | 66,8 | 71,5 | 63,4 |
| VIB 02 | 7,5 | 67,6 | 71,3 | 63,7 | 66,1 | 70,1 | 60,1 |
| VIB 03 | 15,0 | 66,2 | 69,6 | 58,9 | 65,5 | 69,4 | 58,0 |

Tabella 99 – L_{w,eq} diurno e notturno (Assi X, Y e Z) in dB complessivamente atteso, riferito al programma di esercizio futuro di
 entrambi le direttrici– TRENI TUTTE LE CATEGORIE

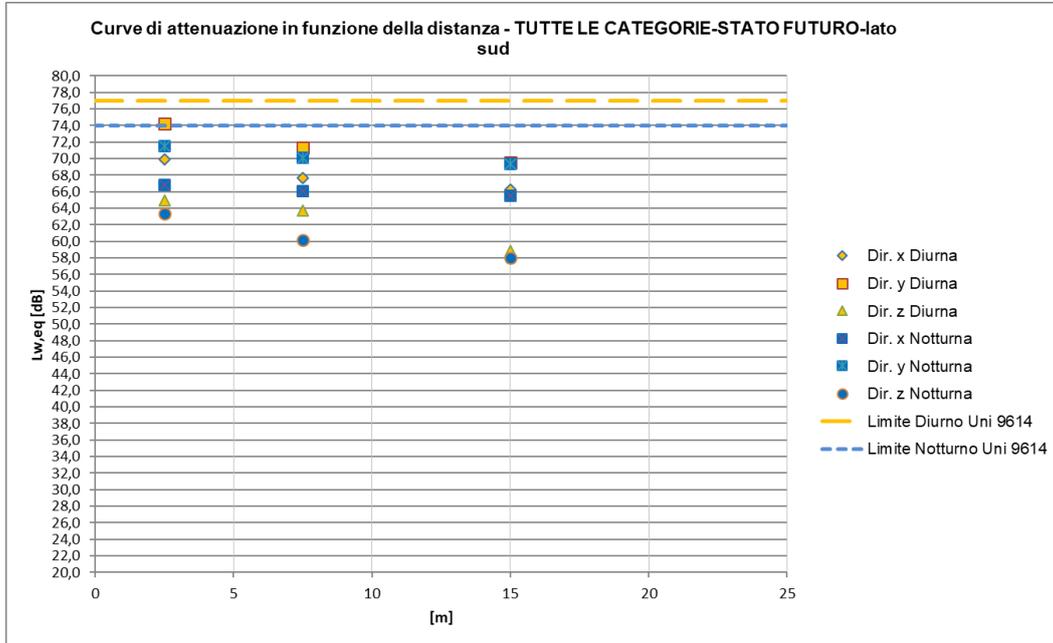


Figura 44 – Curve di attenuazione in funzione della distanza relativa al traffico ferroviario di progetto di entrambi le direttrici–
TRENI TUTTE LE CATEGORIE LATO SUD SEZIONE 2

| | | | | | |
|---|---|------------------|-------------|--------------------------------|----------|
|  | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

5. CONCLUSIONI

Il livello di esposizione alle vibrazioni dei ricettori lungo la tratta oggetto di studio è stato analizzato mediante degli algoritmi di calcolo calibrati sul territorio mediante gli esiti delle misure condotte sulla linea ferroviaria esistente con tre postazioni contemporanee (Sezione 2) e due postazioni contemporanee (Sezione 1) caratterizzate ognuna da una terna di rilievo lungo gli assi x, y, z, I valori di accelerazione complessivi misurati nelle postazioni di indagine lungo la linea ferroviaria esistente risultano sempre inferiori alle soglie di riferimento citati nella norma UNI 9614.

Considerando i valori rappresentativi della Sezione 1 di misura e riferendosi al traffico di progetto si evince un livello di accelerazione che potrebbe rappresentare fattore di criticità per quanto concerne il fenomeno dell'*annoyance*, sino a 6 metri ca. dal binario più esterno.

La Sezione 2 presenta invece valori praticamente ovunque al di sotto della soglia di criticità.

Tenendo conto tuttavia che l'ambito di studio ricade in un territorio fortemente antropizzato ed edificato, che meglio risponde alle condizioni al contorno della Sezione 1 di misura, si considera una fascia di criticità in ambito urbano che, a partire dall'asse del binario esterno, si estende fino a ca. 10 metri dalle fondazioni degli edifici (cautelativamente ca. 15 m dal piede edificio).

In ambito extraurbano tale fascia può ridursi a 5-10 metri dal binario esterno.

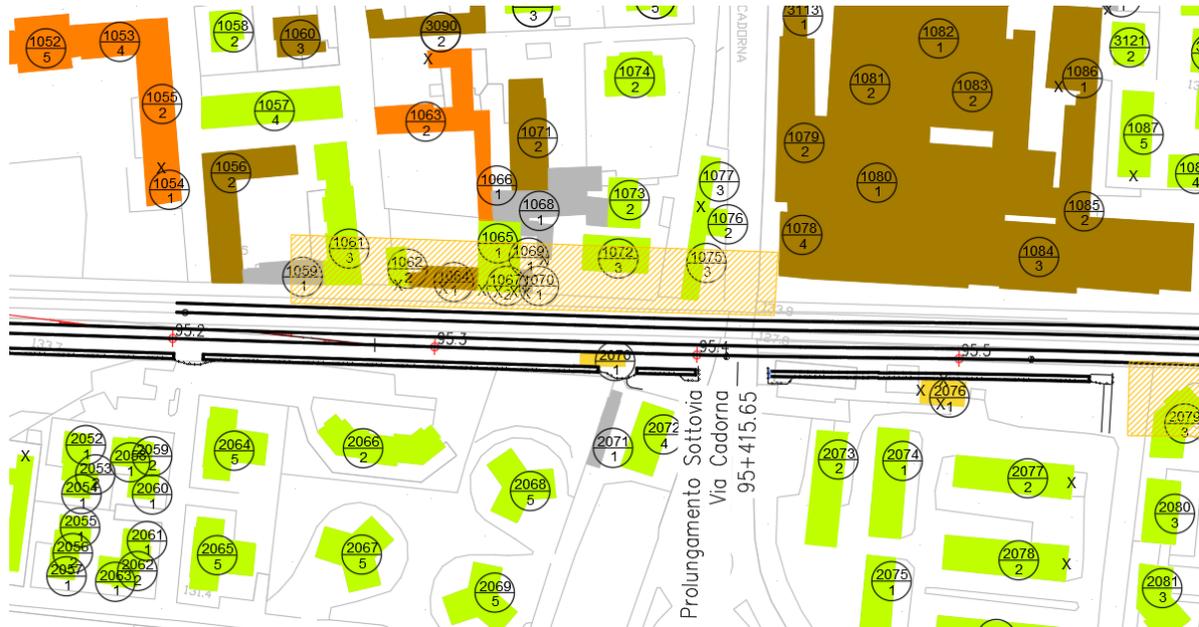
Per ambito urbano si intende da inizio progetto a pk 96+650 e da pk 98+500 a 99+000 (esclusivamente lato Nord). Nell'ambito extraurbano ricadono tutte le altre tratte.

Per quanto detto, si stima che tutti i ricettori presenti sono esposti ad un livello di accelerazione inferiore alle soglie di riferimento della norma UNI 9614, ad eccezione di quelli a destinazione d'uso residenziale che ricadono all'interno delle aree di criticità individuate, per i cui fruitori potrebbero verificarsi fenomeni di disturbo.

Si riportano di seguito stralci planimetrici con individuazione delle aree sopra descritte (campitura retino colore arancio).

Gli edifici residenziali coinvolti presentano la campitura piena colore verde. In Area 4 risulta parzialmente interessato un plesso scolastico (campitura piena color arancio). Il codice identificativo ricettore è il medesimo di quello riportato negli elaborati dello Studio Acustico (*Planimetria di censimento dei ricettori e dei punti di misura* - cod. IF1W00D84P6IM0000001A÷8A e *Schede di censimento dei ricettori* - cod. IF1W00D84SHIM0000001A).

AREA 1



AREE 2 e 3



AREA 4



AREE 5 e 6



AREA 7



AREA 8



In corrispondenza di tali aree si dovranno prevedere idonei sistemi di mitigazione (es. materassini antivibranti da frapporte tra pietrisco e piano di regolamento ferroviario) e, alla completa messa in opera delle opere di mitigazione, con l'entrata in vigore del Modello di Esercizio relativo allo scenario di progetto, dovranno altresì essere eseguiti monitoraggi del livello vibrazionale.

Si fa presente che comunque che le considerazioni sin qui svolte (sulla base dei rilievi per convogli transitanti sulla Linea esistente), non tengono conto di un fattore che ha permesso di

| | | | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|--|------------------------|
|  | LINEA A.V. /A.C. TORINO - VENEZIA Tratta MILANO - VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE | | | | |
| | STUDIO VIBRAZIONALE Relazione Generale | PROGETTO IN0W | LOTTO 00 | DOCUMENTO R22 RG IM0004 002 | REV B |

operare in condizioni cautelative: la nuova linea ferroviaria sarà costituita da un armamento nuovo e pertanto più levigato rispetto a quello della linea ferroviaria esistente sulla quale sono stati eseguiti i rilievi.

Si demandano infine alle successive fasi di progettazione ulteriori approfondimenti sia per quanto riguarda lo studio della propagazione delle vibrazioni, sia per l'individuazione specifica degli interventi di mitigazione.