



GUIDETTISERRI

STUDIO INGEGNERIA

Via Pier Carlo Cadoppi, 14 - 42124 Reggio Emilia
Tel. +39 0522 439734 - Fax +39 0522 580006
Mail: info@studiocgs.it - Web: www.guidettiserrri.it
C.F. e P.I. 01934740356

**AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =**



MAAT SRLS

REDATTORE

dott. Luca Dall'Aglio

*Laureato in Scienze Ambientali
Pianificatore dell'Ordine degli Architetti,
Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori
della provincia di REGGIO EMILIA
matricola 1143
Tecnico Competente in Acustica iscritto
all'ENTECA al numero 5539*

COLLABORATORI

dott.ssa Federica Finocchiaro

Laureato in Scienze Ambientali

FASE DI PROGETTO

BORSARI E. & C. SRL

COMMITTENTE

DATA EMISSIONE

Maggio 2023

PROGETTO

**REALIZZAZIONE DI NUOVO TERMINAL AUTOMATIZZATO PER
LA MOVIMENTAZIONE CONTAINERS**

SCALA

ELABORATO

**VALUTAZIONE VIBRAZIONI TRASMESSE DAL PASSAGGIO DEI
CONVOGLI MERCI**

PRATICA

*VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ A VIA
codice procedura MiSE 8636*

G				
F				
E				
D				
C				
B				
A	05/05/23	REV 1	FINOCCHIARO	DALL'AGLIO
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO

TAVOLA

**VIETATO DI RIPRODURLO E DI
RENDERLO NOTO A TERZI SENZA LA NOSTRA AUTORIZZAZIONE SCRITTA**

Indice generale

Introduzione.....	3
Inquadramento normativo.....	3
<i>ISO2631 "Valutazione sull'esposizione del corpo umano alle vibrazioni"</i>	4
<i>UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo"</i>	4
<i>UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici"</i>	6
Possibili impatti ambientali delle vibrazioni ferroviarie.....	8
Caratterizzazione della sorgente.....	8
<i>Vibrazioni da attività ferroviaria</i>	8
<i>Individuazione della sorgente</i>	10
<i>Attività aziendale</i>	10
<i>Incremento sulla linea</i>	10
Individuazione dei ricettori	11
Considerazioni.....	12
Conclusioni.....	13

Introduzione

Il presente elaborato è redatto come integrazione allo studio di impatto ambientale nell'ambito del procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA di competenza statale, di cui all'art. 19 del D.Lgs 152/2006 relativamente al progetto di installazione di una gru transtainer, che permetterà il trasferimento di containers ferroviari da carro ferroviario a camion e viceversa, qualificando l'attuale area di deposito carri ferroviari ed annesso piazzale come terminal intermodale presso la sede della ditta Borsari E. & C. S.r.l di via Roma Sud a Borgo Mantovano, loc. Villa Poma, e rappresenta una valutazione dei possibili effetti negativi in termini di aumento delle vibrazioni trasmesse dal passaggio dei convogli merci su rotaie, qualora dovesse aumentare il traffico da e per l'area.

Inquadramento normativo

A differenza del rumore ambientale, 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. 27/12/1988. 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".

La UNI 9614:2017 definisce il metodo di misurazione delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne od esterne agli edifici e i criteri di valutazione del disturbo delle persone all'interno degli edifici stessi. La UNI 9614 si applica a tutti i fenomeni che possono dare origine a vibrazioni negli edifici, come: traffico su gomma e su rotaia, attività industriali e funzionamento di macchinari, attività stradali e di cantiere di varia natura, esplosioni e scoppi,

attività umane di qualsiasi natura.

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

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

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

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

L'Annex A della ISO 2631-2 fornisce informazioni sui criteri di valutazione della risposta soggettiva alle vibrazioni; in pratica sono riportati i fattori di moltiplicazione da applicare alle curve base delle accelerazioni e delle velocità al variare del periodo di riferimento (giorno e notte), del tipo di vibrazione (vibrazioni continue o intermittenti, vibrazioni transitorie) e del tipo di insediamento (ospedali, laboratori di precisione, residenze, uffici, industrie).

Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante. Nel caso di edifici residenziali in cui non è facilmente definibile un asse specifico di vibrazione, in quanto lo stesso edificio può essere usato da persone in piedi o coricate in diverse ore del giorno, la norma presenta una curva limite che tiene conto delle condizioni più sfavorevoli combinate in tre assi.

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

Illustrazione 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 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.

Nell'Appendice della norma UNI 9614 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.

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. La norma UNI 9916 fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Altro scopo della norma è di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime. 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 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 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.

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 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.
- 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.
- Danno maggiore: danneggiamento di elementi strutturali; fessure nei pilastri; aperture di giunti; serie di fessure nei blocchi di muratura.

Possibili impatti ambientali delle vibrazioni ferroviarie

La costruzione e l'esercizio di una linea ferroviaria sono fonte di sollecitazioni dinamiche nel terreno circostante caratterizzate da una modesta fascia di influenza, in genere inferiore ai 50 m. In questa fascia le vibrazioni possono generare disturbo alla popolazione residente o a determinate attività umane, ma risulta estremamente improbabile che esse possano causare effettivi danni alle strutture.

I danni alle strutture possono essere indotti dalle vibrazioni solo in situazioni di elevati/prolungati livelli di sollecitazione dinamica ed in presenza di caratteristiche di estrema suscettività strutturale.

Il disturbo alle persone, definito in letteratura come "annoyance", dipende dall'intensità e frequenza dell'evento disturbante e dal tipo di attività svolta. L'annoyance deriva dalla combinazione di effetti che coinvolgono la percezione uditiva e la percezione tattile delle vibrazioni. Gli effetti sulle persone sono estesi all'intero corpo e possono essere ricondotti genericamente ad un aumento dello stress, con conseguente attivazione di ripetute reazioni di orientamento e di adattamento, e con eventuale insorgenza o aggravamento di malattie ipertensive.

Caratterizzazione della sorgente

Vibrazioni da attività ferroviaria

La sorgente di vibrazioni ferroviaria consiste nel movimento del treno lungo le rotaie e dalle conseguenti forze che nascono nell'interazione fra ruota, rotaia e struttura di appoggio della rotaia. I treni, in fase di riposo, esercitano una forza statica data dal peso trasmesso dalle ruote alle rotaie e distribuito dalla rotaia stessa, dalle traversine, dal supporto e dal terreno: si tratta del carico statico. Quando il treno si mette in movimento questa forza si sposta insieme al treno stesso, ma a causa delle imperfezioni e irregolarità superficiali di ruota, rotaia nonché delle variazioni nel tipo di supporto della rotaia il carico statico eserciterà una forza dinamica, che si trasforma in vibrazioni generate nel punto di contatto ruota-rotaia e trasmesse nel terreno circostante.

I parametri che influenzano il livello e le caratteristiche delle vibrazioni indotte dal passaggio del treno sono: vibrazioni indotte dalla risposta della struttura del binario (peso del treno spaziatura interassiale, geometria e composizione del treno, velocità del treno), interfaccia ruota-rotai (Imperfezioni della ruota, andatura, accelerazione e decelerazione del treno), imperfezioni della rotaia (qualità della rotaia, curve e chicane).

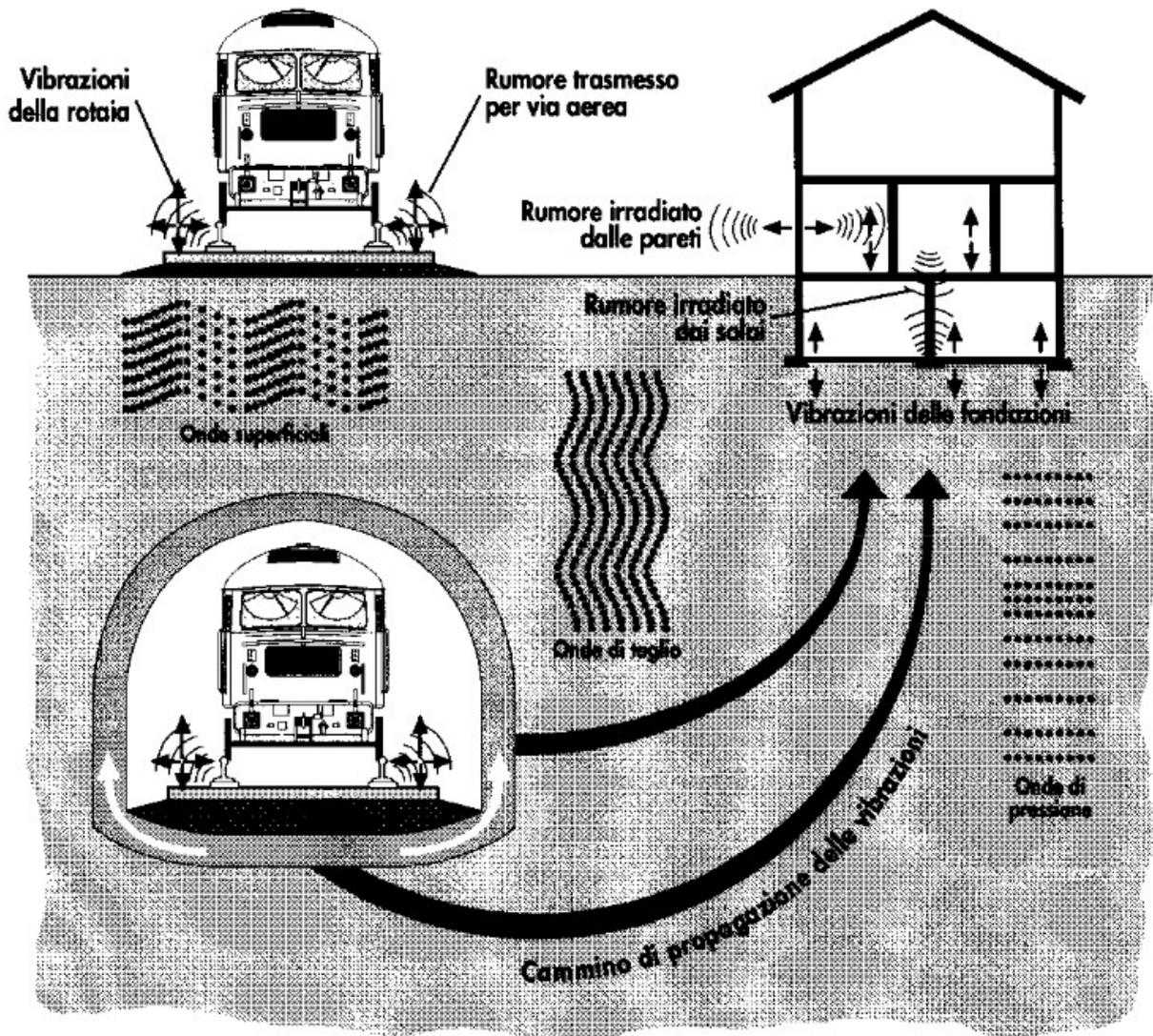


Illustrazione 2: Modalità di propagazione nell'ambiente dei disturbi vibro-acustici

La composizione dei treni ha inoltre un impatto notevole sulla generazione di vibrazioni, così come la velocità stessa del treno può portare a notevoli incrementi di vibrazione: secondo Kurzweil (1979) un raddoppio della velocità può comportare un aumento di vibrazione da 4 a 6

dB. Le imperfezioni superficiali della rotaia e della ruota sono la causa principale delle vibrazioni: le tipiche irregolarità superficiali delle ruote sono zone lisce (piatte) dovute alla frenatura. Le irregolarità della rotaia possono essere costituite da giunti fra spezzoni di rotaia, corrugamenti, asperità o altro ancora.

Per quanto concerne l'emissione dei transiti ferroviari si è fatto riferimento allo studio relativo al "Potenziamento Infrastrutturale Dello Scalo Di Brescia" redatto da RFI e datato ottobre 2020, nel capitolo dedicato alle vibrazioni, individua in 5 m la distanza dall'asse del binario più esterno alla quale viene raggiunto il valore di riferimento indicato dalla norma UNI 9614 nel periodo diurno (77 dB¹) e nel periodo notturno (74 dB), considerando convogli transitanti a velocità di 30 Km/h. Tale studio si basa su modellizzazioni teoriche redatte a partire da rilievi sperimentali, considerando transiti di 28 convogli nel periodo diurno e 12 in quello notturno.

Individuazione della sorgente

La sorgente oggetto di valutazione vibrazionale sono i convogli in arrivo ed in partenza dall'area aziendale. Per questo motivo, già sulla linea in prossimità dell'abitato di Villa Poma, le velocità saranno ridotte ad un massimo di 30 Km/h, per essere ulteriormente ridotte all'interno dello scalo a "passo d'uomo".

Attività aziendale

I treni diretti all'area aziendale sono manovrati con locomotive elettriche, ed una volta entrati all'interno dello scalo vengono suddivisi a seconda delle esigenze ed i carri merci sono movimentati da locottrattori anch'essi elettrici, che hanno emissioni acustiche e vibrazionali ridotte rispetto agli omologhi macchinari a combustione interna.

Le velocità di movimento all'interno dell'area di lavoro sono ridotte a "passo d'uomo", limitando in questo modo il crearsi di vibrazioni.

Incremento sulla linea

Viste le caratteristiche dello scalo e le previsioni aziendali si presume un incremento massimo

1 Vedi illustrazione 1 a pag.5

di due convogli (composti mediamente da una ventina di carri merci) al giorno, che sulla linea ferroviaria esistente (nel tratto composta da due binari) è da considerarsi un incremento poco significativo. Inoltre, l'avvicinamento all'area aziendale dovrà essere compiuto a velocità ridotta quindi in prossimità dell'abitato di Poggio Rusco i treni transiteranno ad un massimo di 30 Km/h.

Individuazione dei ricettori

Come premesso le sollecitazioni dinamiche nel terreno dovute alla costruzione e l'esercizio di una linea ferroviaria sono caratterizzate da una modesta fascia di influenza, in genere inferiore ai 50 m, pertanto la ricerca di eventuali ricettori verrà fatta entro tale fascia.



Illustrazione 3: Ricettori entro i 50 m dall'area di scalo

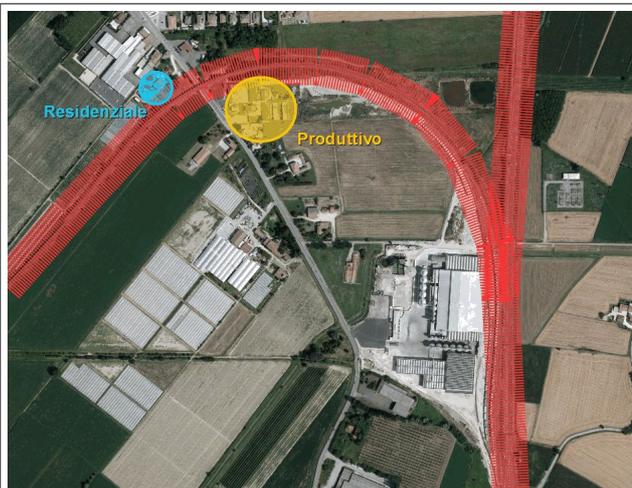


Illustrazione 4: Ricettori entro i 50 m dalla linea Suzzara-Ferrara



Illustrazione 5: Ricettori entro i 50 m dalla linea Bologna - Verona -
Comune di Poggio Rusco

Per quanto riguarda i binari dello scalo aziendale non si rilevano fabbricati residenziali entro la fascia di 50 m, mentre si rileva un fabbricato produttivo (porcilaia) a circa 10 m dal binario più esterno sul lato sud del comparto.

La linea ferroviaria Suzzara – Ferrara, su cui si sono rilevati due fabbricati residenziali a nord della linea in prossimità con l'attraversamento di via Roma Sud (a circa 35 m), non sarà interessata dal transito dei convogli diretti all'area aziendale Borsari, che arriveranno tutti dalla linea del Brennero, fino alla stazione di Poggio Rusco dove è allacciato il raccordo e viceversa.

Per quanto riguarda la linea ferroviaria Bologna-Verona non si rilevano ne fabbricati residenziali ne fabbricati produttivi in prossimità dell'area di intervento. Spostandosi più a sud nel comune di Poggio Rusco si sono rilevati possibili ricettori nella fascia di indagine di 50 m, collocati in via Borgo, sia ad est (via Borgo n.14) che ad ovest (via Borgo n.23) della linea ferroviaria. Entrambi i fabbricati si trovano oltre i 40 m dal binario diretto all'area Borsari.

Considerazioni

Il transito di convoglio ferroviario determina una sollecitazione dinamica della sovrastruttura ferroviaria che propagandosi prima nella struttura ferroviaria (rilevato, galleria, etc) e poi nel terreno adiacente può interessare eventuali edifici situati in prossimità della linea ferroviaria stessa.

La vibrazione si propaga nel terreno come onde di volume (compressione e taglio) e/o come onde di superficie (Rayleigh e Love). In linea generale le vibrazioni, nel loro percorso verso il recettore, vengono rapidamente attenuate per diffusione geometrica e per dissipazione di energia nel terreno.

Studi, anche molto complessi, relativi alla realizzazione di vere e proprie nuove tratte ferroviarie limitano le indagini sulle vibrazioni ad una fascia massima di 50 m dal binario più esterno. Comunque, il citato studio relativo al “Potenziamento Infrastrutturale Dello Scalo Di Brescia” redatto da RFI e datato ottobre 2020, nel capitolo dedicato alle vibrazioni, individua in 5 m la distanza dall’asse del binario più esterno alla quale viene raggiunto il valore di riferimento indicato dalla norma UNI 9614 nel periodo diurno (77 dB²) e nel periodo notturno

2 Vedi illustrazione 1 a pag.5

(74 dB) relativo alla soglia di vibrazione recante disturbo alle persone in ambito abitativo. Si suppone che il livello di disturbo legato alle persone in ambito produttivo (89 dB) abbia una distanza molto più ridotta, visto che le vibrazioni si attenuano in modo logaritmico.

In ogni caso all'interno della fascia di indagine di 50 m dai binari dell'area di scalo, non si sono rilevati edifici residenziali, ma solo un edificio produttivo ad una distanza di circa 10 m.

Invece, in relazione all'intera linea in prossimità dell'abitato di Villa Poma, entro i 50 m sono stati rilevati due fabbricati residenziali ed un complesso produttivo. In questo caso la componente vibrazionale sarà ancora più ridotta in quanto la tratta si sviluppa in viadotto, le cui fondazioni esercitano un effetto filtro connesso con le frequenze proprie dell'impalcato che risultano estremamente ridotte e che la trasmissione delle onde di corpo generate avviene in profondità e per fronti d'onda semisferici con maggiori attenuazioni di tipo geometrico.

Infine, va considerato che il progetto è dimensionato per una ricettività massima di due convogli al giorno e che i convogli all'interno dello scalo saranno movimentati con locomotori elettrici e condotti a passo d'uomo; riducendo, con questi accorgimenti, sia le vibrazioni prodotte dal macchinario di movimentazione (elettrico invece che a gasolio) che quelle prodotte dai carri merci (A maggiori velocità di transito corrispondono maggiori livelli di vibrazione emessi. Ad un raddoppio della velocità normalmente implica un incremento della vibrazione emessa da 4 a 6 dB).

Conclusioni

Obiettivo della presente integrazione è stato quello di valutare se il progetto per la realizzazione di nuovo terminal presso la sede della ditta Borsari E. & C. S.r.l di via Roma Sud in località Villa Poma potesse introdurre come elemento di criticità il fattore “vibrazioni”.

Considerato che al momento non esiste alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni si è ricorso alle indicazioni presenti nelle norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, in particolare per i valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone descritti nella UNI 9614.

Visto che i danni alle strutture possono essere indotti dalle vibrazioni solo in situazioni di elevati/prolungati livelli di sollecitazione dinamica ed in presenza di caratteristiche di estrema suscettività strutturale, tenuto conto che le vibrazioni dovute all'esercizio di una linea ferroviaria sono fonte di sollecitazioni dinamiche nel terreno circostante caratterizzate da una modesta fascia di influenza, ipotizzata la movimentazione dei carri merci all'interno dello scalo con velocità di percorrenza “a passo d'uomo”, si è da subito escluso un possibile impatto delle vibrazioni su edifici e strutture.

Per quanto riguarda il disturbo alle persone (annoyance), non sono stati rilevati ricettori residenziali nella fascia di indagine (50 m) rispetto ai binari all'interno dell'area aziendale. Anche relativamente alla linea ferroviaria interessata (Bologna-Verona), solo estendendo l'indagine fino al comune di Poggio Rusco in cui è allacciato il raccordo, sono stati rilevati ricettori entro la fascia di indagine di 50 m.

I ricettori si trovano oltre 40 m di distanza dal “Binario Borsari”, distanza di molto superiore ai 5 m che da bibliografia sembrano essere il limite per i valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone in ambienti residenziali.

Si sottolinea, inoltre, che il traffico ferroviario massimo indotto dall'intervento si può stimare in due convogli al giorno, valore poco significativo rispetto al traffico odierno sulla linea.

Infine, le velocità ridotte all'interno dell'area di scalo e l'utilizzo di locomotive elettriche per i treni in arrivo e l'utilizzo di locotrattori elettrici all'interno dell'area aziendale contribuiscono, oltre ad un minore inquinamento atmosferico, anche al contenimento delle vibrazioni.

Pertanto si ritiene che la componente vibrazioni dovuta alla realizzazione del progetto non rappresenti elemento di criticità, senza l'introduzione di nessun impatto significativo ne sull'ambiente circostante ne sulla salute umana.