c_d969.Comune di Genova - Prot. 27/08/2019.0299105.E

Comune di Genova
Genova, Italia

Metropolitana di Genova – Tratta Brignole - Martinez

RELAZIONE DI RISPOSTA ALLA RICHIESTA DI INTEGRAZIONI DI REGIONE LIGURIA PROT. PG/2019/184787

Doc. No. P0015306-H4 Rev. 0 - Agosto 2019

Rev.	0
Descrizione	Prima emissione
Preparato da	M. Acquati / A. Bado/ A. Canepa
Controllato da	A. Bado
Approvato da	M. Acquati
Data	26 Agosto 2019

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	Acquati / Bado/ Canepa	A. Bado	M. Acquati	26/08/2019

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

INDICE

Pag.

LISTA DELLE FIGURE **2**

1 INTRODUZIONE **3**

2 DIFESA SUOLO **4**

2.1 RICHIESTA DI INTEGRAZIONI 4

2.2 RISPOSTA ALLA RICHIESTA 4

3 RUMORE E VIBRAZIONI **7**

3.1 RICHIESTA DI INTEGRAZIONI 7

3.2 IMPATTO ACUSTICO POST-OPERAM (ESERCIZIO) 8

3.2.1 Azioni da intraprendere nel prosieguo della progettazione definitiva 13

3.3 IMPATTO VIBRAZIONALE POST-OPERAM (ESERCIZIO) 13

3.3.1 Stima dei valori di impatto e confronto con i limiti di riferimento 15

3.3.2 Azioni da intraprendere nel prosieguo della progettazione definitiva 19

3.4 IMPATTO ACUSTICO IN CORSO D'OPERA (CANTIERE) 19

3.4.1 Definizione delle caratteristiche del cantiere (Scalabilità dei processi) 20

3.4.2 Gestione delle emergenze e obblighi di conformità 20

3.4.3 Costi delle attività di gestione dell'impatto da rumore di cantiere 21

3.5 IMPATTO VIBRAZIONALE IN CORSO D'OPERA (CANTIERE) 21

3.5.1 Costi delle attività di gestione dell'impatto da vibrazioni di cantiere 21

4 ARIA **22**

4.1 RICHIESTA DI INTEGRAZIONI 22

4.2 RISPOSTA ALLA RICHIESTA 22

APPENDICE A TAVOLE GRAFICHE SOVRAPPOSIZIONE PIANO DI BACINO E OPERE A PROGETTO

APPENDICE B REPORT DI ATTIVITÀ – CAMPAGNA DI MISURE ACUSTICHE PER STIMARE IL RUMORE ANTE-OPERAM NEGLI EDIFICI VICINO IL PROLUNGAMENTO METROPOLITANO BRIGNOLE - MARTINEZ

LISTA DELLE FIGURE

Figura 2-1 – Estratto rilievo topografico area 4

Figura 2-1 – Piano di Bacino Ambito 14 Torrente Bisagno - Estratto della Carta dei tiranti idrici massimi per Tr=200 anni 5

Figura 2-2 – Piano di Bacino Ambito 14 Torrente Bisagno - Estratto della Carta del reticolo idrografico 5

Figura 3-1 – Planimetria con indicazione degli edifici più impattati 8

Figura 3-2 – Limiti di rumore secondo DPR/459 9

Figura 3-3 – Sezione di progetto dalla quale è possibile vedere le banchinette di camminamento a lato del binario. 9

Figura 3-4 – Esiti della modellazione con Soundplan Essential 3.0 (in basso a destra: valori numerici stimati – Per ogni tabella riportata: colonna di sinistra = diurno; colonna di destra = notturno; riga in basso =piani bassi; riga in alto = piani alti) 10

Figura 3-5 – Reale comportamento del treno come sorgente di rumore: è possibile cogliere il contributo dei singoli carrelli. 11

Figura 3-6 – Esiti di rilievi acustici durante l'esercizio di una metropolitana di superficie a Milano 11

Figura 3-7 – Il fenomeno di trasmissione delle vibrazioni 13

Figura 3-8 – Sezione in corrispondenza di Corso Sardegna 34: direzione di trasmissione delle vibrazioni 14

Figura 3-9 – Sezione in corrispondenza di via Archimede 28: direzione di trasmissione delle vibrazioni 14

Figura 3-10 – Interno del civ. 90 di via Tolemaide, con evidenziate la centralina di acquisizione e la posizione dell'accelerometro 15

Figura 3-11 – Esercizio commerciale dentro al quale sono state effettuate le misurazioni 16

Figura 3-12 – Esempio di misura di transito ferroviario, con time history grezza e pesata per ciascuna componente, e valore di massimo del running rms. 17

Figura 3-13 – Estratta da "Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual", da cui è possibile vedere il diverso livello di vibrazioni generato da un veicolo di metropolitana (Rapid Transit) rispetto a un convoglio ferroviario 18

Figura 3-14 - Estratta da "Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual", da cui è possibile dedurre il valore di attenuazione nell'accoppiamento con le fondazioni dell'edificio (coupling to building foundation – Large masonry on spread footings) 18

1 INTRODUZIONE

Il presente documento intende fornire le risposte alla richiesta di integrazioni emessa da Regione Liguria con lettera prot. n. PG/2019/184787 relativamente al progetto di verifica di assoggettabilità a VIA relativo al progetto di estensione della metropolitana di Genova dalla Stazione Brignole a Piazza Martinez.

La lettera di richiesta integrazioni è strutturata su tre punti:

- ✓ Difesa suolo
- ✓ Rumore e vibrazioni
- ✓ Aria

Il presente documento si sviluppa nel rispetto di questi tre punti. All'interno di ciascun punto, si richiama inizialmente il testo della richiesta e successivamente si espongono i modi nei quali il Progetto Definitivo, in corso di sviluppo, ottempererà alla richiesta.

È opportuno segnalare che il Progetto deve essere ancora completato. Pertanto, alcune risposte alla richiesta di integrazione riporteranno in che modo il progetto potrà ottemperare alla richiesta, richiamando i documenti di progetto dove i vincoli conseguenti potranno essere inseriti.

2 DIFESA SUOLO

2.1 RICHIESTA DI INTEGRAZIONI

Quello che segue è il testo della richiesta da parte della Regione Liguria.

Sulla base della documentazione fornita emerge che l'area di intervento è ricompresa nell'ambito del territorio indagato dal vigente PdB del t. Bisagno a margine del Bacino del Rio Casaregis.

La valutazione degli elaborati ha consentito di accertare che la prevista stazione di Piazza Martinez verrebbe realizzata interessando aree classificate come fascia A, fascia BB ed aree non interessate da esondazione. Le opere potrebbero ricadere inoltre all'interno della fascia di rispetto del Rio Casaregis, corso d'acqua tombinato nel tratto di interesse, con superficie di bacino imbrifero superiore ad 1 km2 (corso d'acqua di primo livello), che non risulta idraulicamente indagato e per il quale la normativa vigente stabilisce una fascia di rispetto di 40m ed una fascia di inedificabilità assoluta di 10m.

La documentazione trasmessa non consente di rilevare le caratteristiche progettuali salienti sotto il profilo della difesa del suolo si richiedono pertanto le seguenti integrazioni:

- planimetria di dettaglio (esatto posizionamento delle opere previste, le quote delle medesime) con l'indicazione del tracciato del Rio Casaregis, necessaria per la valutazione del rispetto della fascia di inedificabilità assoluta;

- la verifica idraulica del Rio Casaregis necessaria a identificare eventuali fasce di inondabilità.

2.2 RISPOSTA ALLA RICHIESTA

I rilievi topografici dell'area di progetto evidenziano un piano campagna attuale caratterizzato da quote (riferite al livello medio mare) comprese tra +9.80 m e 1+0.40 m per il lato nord della futura stazione e tra 10.40 m e 10.90 m per il lato sud.

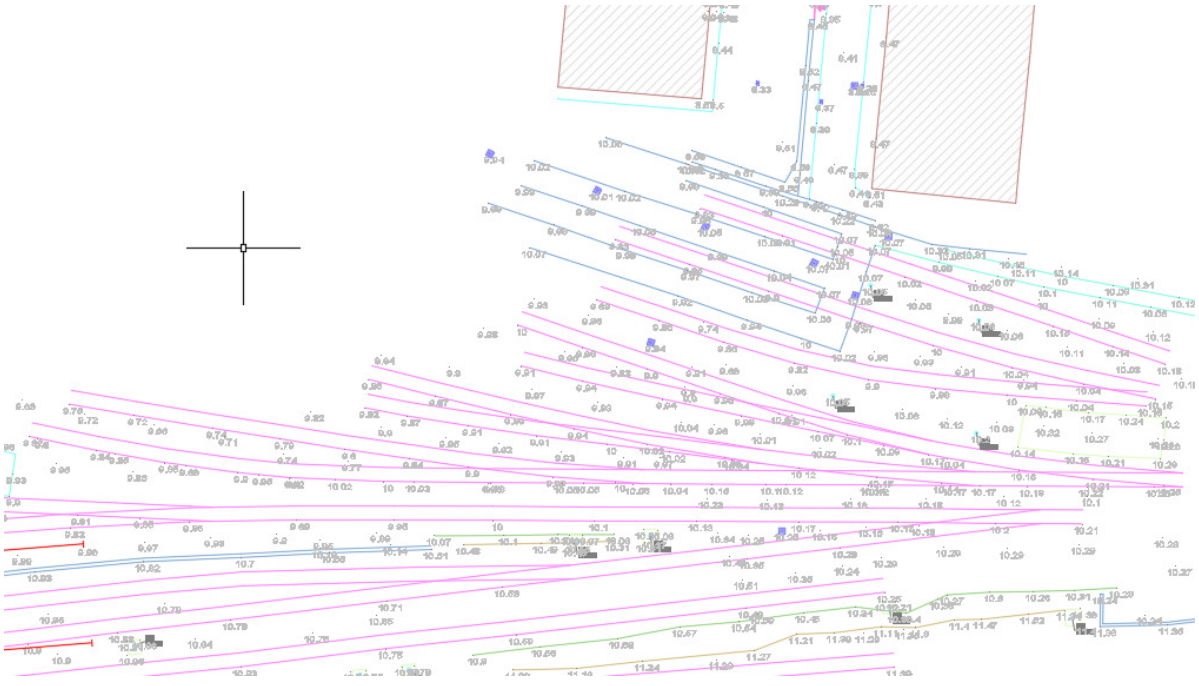


Figura 2-1 – Estratto rilievo topografico area

Consultando gli elaborati tecnici del Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del Torrente Bisagno (Ambito14), sono stati presi a riferimento i seguenti documenti:

- ✓ Carta dei tiranti idrici massimi per Tr=200 anni, il cui estratto viene riportato di seguito, che evidenzia come nell'area di progetto (riquadro rosso) sono individuati per eventi con tempi di ritorno pari a 200 anni, tiranti idraulici compresi tra 0.3/0.5m (aree verde chiaro) e 0.7/1 m (aree giallo);

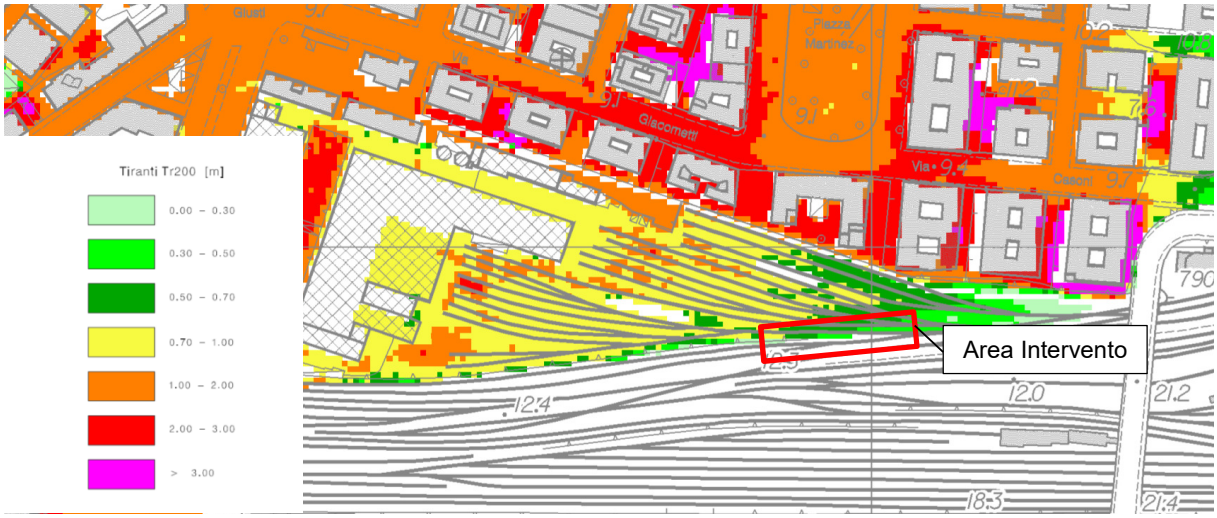


Figura 2-2 – Piano di Bacino Ambito 14 Torrente Bisagno - Estratto della Carta dei tiranti idrici massimi per Tr=200 anni

- ✓ Carta del reticolo idrografico, il cui estratto viene di seguito riportato, da cui si evince l'ubicazione del Rio Casaregis (linea blu) rispetto all'area di progetto (riquadro rosso).

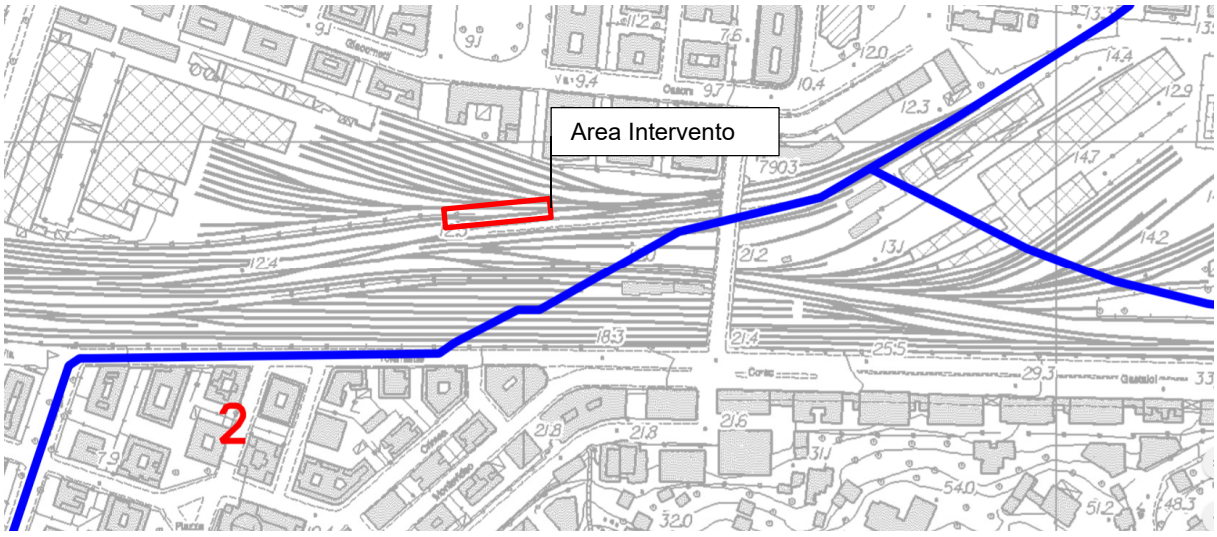


Figura 2-3 – Piano di Bacino Ambito 14 Torrente Bisagno - Estratto della Carta del reticolo idrografico

Ad integrazione della documentazione presente nel Progetto Preliminare, nell'Appendice A del presente documento sono riportate le seguenti tavole:

- ✓ Tavola N°1: sovrapposizione tra l'estratto della carta dei tiranti idrici e la pianta della stazione, da cui si evince che la stazione lato nord ricade in un'area interessata da tiranti idrici che oscillano tra +0.30/0.50 m nella porzione nord-est e tra 0.70/1.00 m nella porzione nord-ovest;

- ✓ Tavola N°2: Sovrapposizione tra la pianta della stazione e le fasce di rispetto poste in corrispondenza del Rio Casaregis, da cui si evince che la porzione sud-est della stazione risulta essere distante circa 5 m dal confine della fascia di rispetto (distanza asse 40 m) del corso d'acqua stesso;
- ✓ Tavola N°3: Sovrapposizione tra il piano campagna esistente e la pianta della stazione di Martinez;
- ✓ Tavola N°4a/4b/4c: sezioni di progetto della stazione in corrispondenza della porzione est, centrale ed ovest, da cui si evince che la quota di progetto del piano del ferro è pari a +11.00 m (livello medio mare) e che la quota di estradosso dei marciapiedi della stazione risulta essere pari a +11.78 m (livello medio mare) garantendo quindi un'area di calpestio caratterizzata da una quota superiore a quelle che caratterizzano o tiranti idraulici della aree soggette ad allagamento.

3 RUMORE E VIBRAZIONI

3.1 RICHIESTA DI INTEGRAZIONI

Quello che segue è il testo della richiesta da parte della Regione Liguria.

La documentazione presentata risulta carente in quanto non contiene la definizione del clima acustico ante-operam, dell'impatto acustico in fase di cantiere e dell'opera in fase di esercizio. Analoghe carenze si riscontrano per quanto riguarda le vibrazioni indotte: non sono valutati, anche in rapporto alle criticità rilevate nel documento (presenza di edifici molto prossimi al tracciato della metropolitana), i livelli vibratori previsti in termini di effetti sulla popolazione (UNI 9614). Per il comparto Rumore e Vibrazioni si richiedono pertanto le seguenti integrazioni:

- *valutazione previsionale dell'impatto acustico relativo all'opera in progetto, con l'individuazione di tutti i ricettori interessati e potenzialmente impattati, al fine di verificare il rispetto dei valori stabiliti dal DPR 459/1998 con riferimento ad ogni fase (ante-operam – post-operam – post-mitigazioni)*
- *valutazione previsionale dell'impatto acustico in corso d'opera (fase di cantiere) verso i ricettori potenzialmente interessati ed impattati dalla rumorosità prodotta dalle attività dei cantieri nonché dalla rumorosità prodotta dal traffico indotto (mezzi pesanti);*
- *studio previsionale della componente vibrazioni finalizzato alla valutazione degli effetti sulla popolazione (UNI 9614), sia per le attività di cantiere connesse alla realizzazione dell'opera, sia per la fase post operam (fase di esercizio).*

La risposta a questa richiesta di integrazioni è già stata condivisa nel corso di una riunione tenutasi presso la sede della Regione Liguria il giorno 30/07/2019. L'esposizione che segue ricalca la presentazione fatta in quella sede, salvo le opportuna integrazioni.

Ricettori impattati

Per quanto riguarda i ricettori impattati, si riprende qui l'approccio già impiegato nel corso del Progetto Preliminare.

Il tracciato del prolungamento si sviluppa inizialmente sul rilevato ferroviario della Stazione Brignole, in coerenza con l'attuale asta di manovra della Stazione Brignole della Metropolitana. Infatti, i treni fanno inversione appena dopo il superamento del ponte sul Bisagno.

Dopo aver percorso circa 200 m sopra a detto rilevato, i binari scendono di una quota pari a circa 3 m, occupando parte dell'attuale deposito di Trenitalia.

Nel primo tratto (fino circa al sovrappasso di Corso Sardegna) i binari del prolungamento si trovano a una quota di circa 4,50 m sopra al livello stradale e a una distanza in orizzontale che varia da 7,50 m a 22 m, rispetto alle residenze più vicine. Su questo tratto, i treni metropolitani viaggeranno all'altezza delle finestre del secondo piano degli edifici più prossimi e a distanze piuttosto critiche, sia dal punto di vista dell'impatto acustico che di quello visivo.

Superato questo primo tratto, il tracciato si inserisce in un'area attualmente impiegata come officina di manutenzione dei treni. Quando la metropolitana sarà operativa, l'area sarà interamente dismessa. Non è ancora noto a oggi la destinazione d'uso di questa area e il layout finale. Ma al di là di questi aspetti, la planimetria dà evidenza del fatto che gli edifici qui si trovano a distanza ben maggiore della prima tratta.

È quindi pacifico che, come già fatto per il Progetto Preliminare, qualsiasi considerazione di impatto in fase di esercizio si focalizzi essenzialmente sul primo tratto.

Nel primo tratto sono 3 gli edifici interessati:



Figura 3-1 – Planimetria con indicazione degli edifici più impattati

1. Via Archimede 28
2. Via Archimede 41
3. Corso Sardegna 34

Tutti tre gli edifici sono a uso abitazione e/o uffici. Il piano terra è a uso commerciale.

Il primo (via Archimede 28) è sicuramente quello che soffrirà il maggiore disagio dall'esercizio della metropolitana, in quanto il confine del sedime si situa a circa 5 m dallo spigolo più prossimo di esso. È pur vero, però, che già attualmente l'edificio soffre del disturbo della metropolitana, ma i treni di fermano a circa 15 m dalla facciata e con codici di velocità in manovra ben diversi da quelli che saranno seguiti una volta avviato l'esercizio (quindi attualmente con rumorosità ben più basse rispetto alle future).

Gli edifici 2 e 3 attualmente guardano sul fascio binari RFI in affiancamento alla Stazione Brignole. Ma i binari più frequentemente occupati dai treni passeggeri sono a 70÷80 m dalla facciata, quindi con impatti decisamente contenuti. In futuro, i treni della metropolitana passeranno a distanze pari a un quarto delle attuali e con frequenze almeno doppie rispetto a quelle dei treni RFI.

Nonostante la presenza del rilevato ferroviario, i tre edifici citati si affacciano su una zona con clima acustico relativamente favorevole, data la ragguardevole distanza dei binari ferroviari e data la bassa frequenza di transito dei treni passeggeri. Queste considerazioni di massima sono state confermate anche dai rilievi acustici svolti in situ nella settimana dal 19 al 23 agosto 2019.

I rilievi (Appendice B) hanno evidenziato come di giorno il livello equivalente è di 62÷63 dB(A) e che di notte scende di circa 5 dB.

Nota: i rilievi che hanno riportato valori intorno ai 68÷69 dB(A) sono stati fortemente influenzati da alcune attività di perforazione, che ovviamente non sono caratteristiche della zona.

3.2 IMPATTO ACUSTICO POST-OPERAM (ESERCIZIO)

Secondo la legislazione italiana, una metropolitana di superficie è assimilata a una ferrovia e quindi deve rispondere ai requisiti del DPR 459/98 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario."

Il DPR stabilisce due fasce di rispetto con relativi limiti:

INFRASTRUTTURE ESISTENTI – NUOVE V < 200 Km/h		
	Periodo diurno (06-22)	Periodo notturno (22-6)
Fascia 250 m (scuole, ospedali case di cura ecc.)	50 dB(A)	40 dB(A)
Fascia A 100 m (altri ricettori)	70 dB(A)	60 dB(A)
Fascia B 150 m (altri ricettori)	65 dB(A)	55 dB(A)

Figura 3-2 – Limiti di rumore secondo DPR/459

Già il Progetto Preliminare riportava alcuni valori di stima, fatti secondo un approccio semplificato e senza l'uso di software.

In questa fase del progetto, la stima dei livelli futuri di rumore generati dalla metropolitana è stata fatta con il software Soundplan Essential.
Il modello di esercizio è stato costruito sulla base di indicazioni ricevute dal Comune di Genova:

Feriali invernali (lunedì venerdì)
Prima corsa 5.00 ultima corsa 24.00

- *Dalle 5.00 alle 6.46 numero treni in servizio in aumento fino a 8 (cadenzamento 5 minuti)*
- *Dalle 6.46 alle 10.00 8 treni (cadenzamento 5 minuti) PUNTA MATTINALE*
- *Dalle 10.30 alle 16.30 6 treni (cadenzamento 6/7 minuti)*
- *Dalle 16.30 alle 19.42 7 treni (cadenzamento 5-6 minuti) PUNTA POMERIDIANA*
- *Dalle 19.42 alle 21.00 diminuzione dei treni in servizio fino a 3 (cadenzamento 13 minuti)*
- *Dalle 21.00 alle 24.00 3 treni in servizio (cadenzamento 13 minuti)*

Nel modello, al fine di svolgere una verifica in favore di sicurezza, si è scelto di inserire come sorgente un veicolo ferroviario, già implementato nel software, sicuramente più rumoroso del veicolo metropolitano. La ragione di questa scelta è anche dettata dal fatto che non è stato possibile acquisire valori attendibili di rumorosità dei veicoli attualmente in esercizio sulla metropolitana di Genova.

Il software impiegato esegue i calcoli di diffusione acustica nel rispetto della norma ISO 9613, parte 1 e 2, "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto".

Nel modello si è considerata la presenza delle banchinette di camminamento a lato del binario, come illustrato nelle sezioni di progetto.

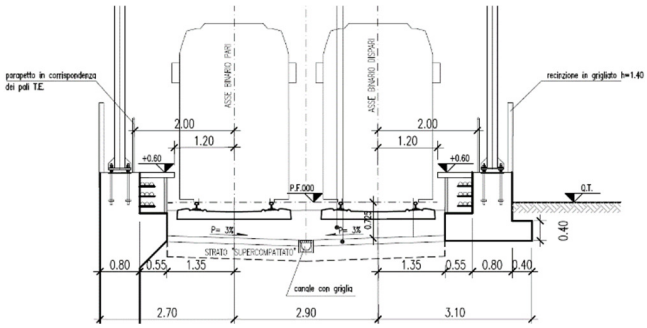


Figura 3-3 – Sezione di progetto dalla quale è possibile vedere le banchinette di camminamento a lato del binario.

Queste banchinette, anche se non propriamente studiate allo scopo, garantiscono un certo livello di attenuazione del rumore, dato fanno da barriera proprio a livello della zona dove il rumore si origina: le ruote e i carrelli.

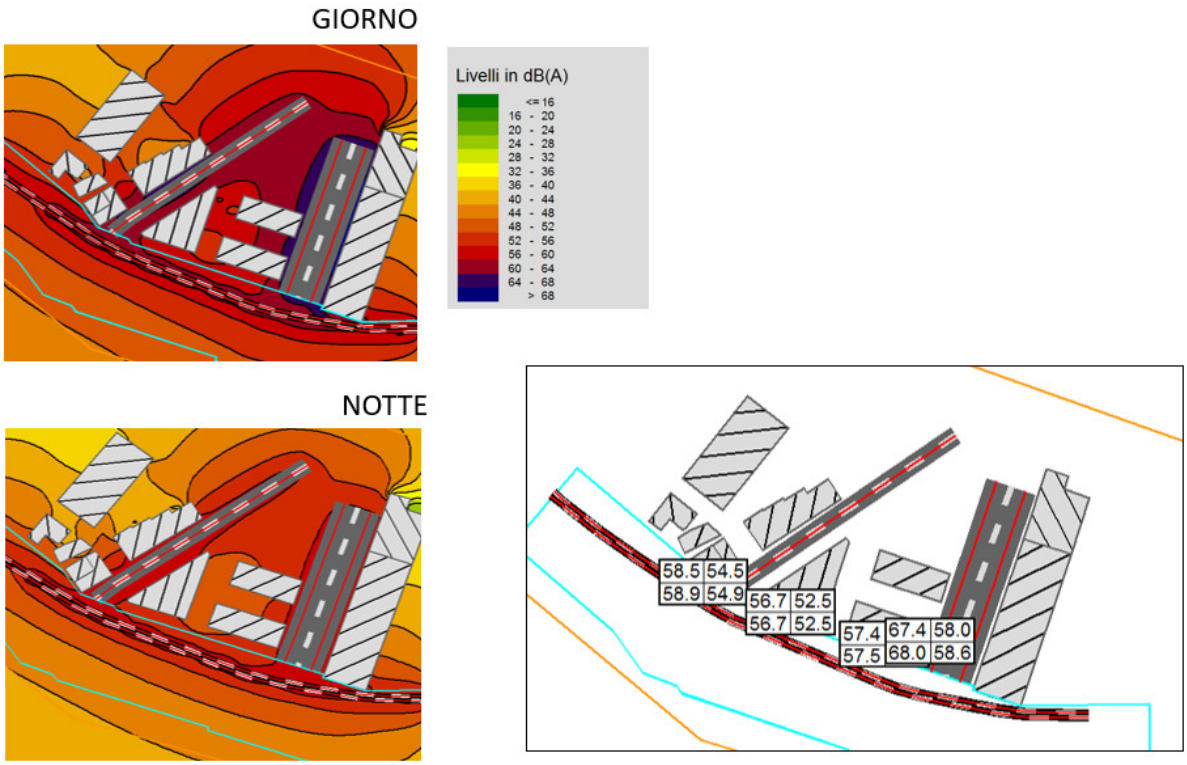


Figura 3-4 – Esiti della modellazione con Soundplan Essential 3.0 (in basso a destra: valori numerici stimati – Per ogni tabella riportata: colonna di sinistra = diurno; colonna di destra = notturno; riga in basso =piani bassi; riga in alto = piani alti)

Gli esiti del calcolo lasciano intendere che i livelli equivalenti, diurni e notturni, si situano su 59 dB(A) – diurno – e 55 dB(A) – notturno, quindi abbondantemente al di sotto dei limiti di legge, il che porterebbe a concludere che per il progetto non è necessaria alcuna mitigazione.

Nota: il valore di 68 dB(A) riportato per il ricettore di corso Sardegna è fortemente influenzato dal rumore della strada.

Occorre a questo punto fare una breve digressione sui limiti del modello e dell'applicabilità della legge.

Qualsiasi software di impatto acustico (anche Soundplan) considera la linea ferroviaria come una sorgente lineare che diffonde il rumore in modo cilindrico. Per le distanze estremamente ridotte del progetto in essere, questa ipotesi non viene verificata. Infatti, a distanze così basse la sorgente si presenta come una sequenza di sorgenti puntiformi, dove ognuna si comporta in modo indipendente dalle altre.

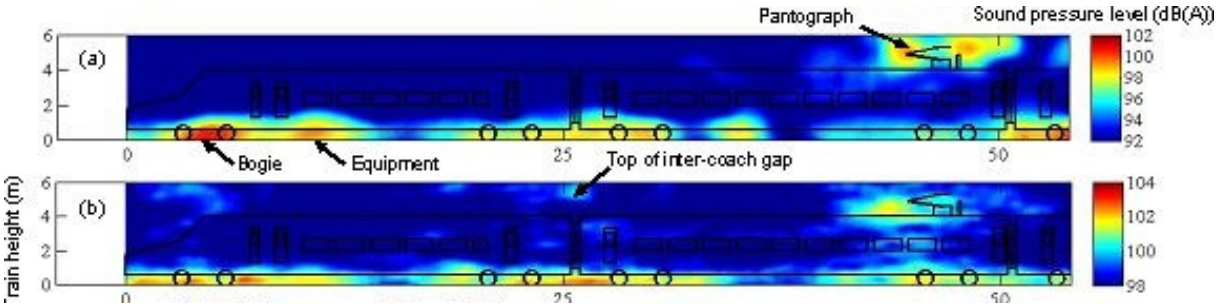


Figura 3-5 – Reale comportamento del treno come sorgente di rumore: è possibile cogliere il contributo dei singoli carrelli.

Quindi, il software di modellazione previsionale si limita a considerare un rumore "medio" generato dal treno, ben lontano da quello che è la sequenza di sorgenti rumorose che il treno genera.
La legislazione nazionale in materia, che trova specifica applicazione per il presente progetto nel DPR 459/98, valuta il disturbo da rumore nell'ambito dell'incidenza sul clima acustico generale. Per questo motivo, considera come parametro di controllo il livello equivalente di rumore.
Questo approccio però presenta i suoi limiti nei casi come quello oggetto di studio, dove non solo il clima acustico generale deve essere oggetto di valutazione, ma anche il rumore che fa il singolo treno che passa. Date le ridotte distanze in gioco, il singolo treno arriva a generare un rumore che può essere causa di importante alterazione dei modi e degli stili di vita dei residenti.

		Gi 27/10		Ve 28/10		Sa 29/10		Do 30/10[1]		Lu 31/10[2]
		☀	☾	☀	☾	☀	☾	☀	☾	☀
0003	L_{Aeq}	65.0	52.5	64.5	52.5	61.0	54.7	59.0	53.0	61.0
	L_{A90}	47.2	40.7	44.2	41.1	45.5	36.1	41.9	39.6	42.7
0005[3]	L_{Aeq}	62.5	50.0	62.0	50.5	59.0	51.5	57.0	50.5	59.0
	L_{A90}	47.7	43.6	45.2	45.1	43.7	37.6	40.7	37.0	43.8

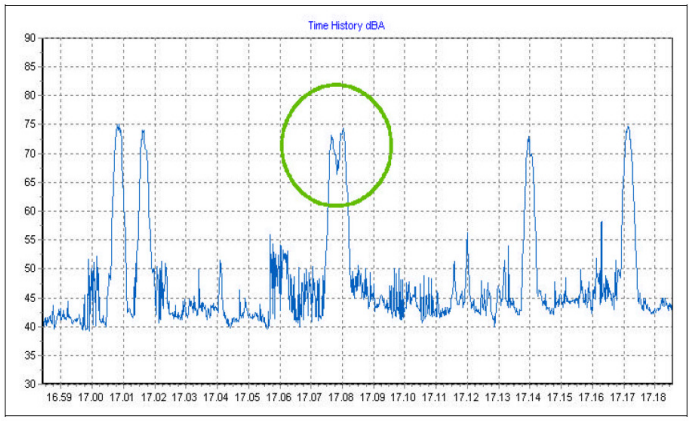


Figura 3-6 – Esiti di rilievi acustici durante l'esercizio di una metropolitana di superficie a Milano

La figura soprastante riporta gli esiti di una campagna di misurazioni acustiche a Milano, presso alcune residenze poste in prossimità di una linea metropolitana di superficie.
La linea corre a una distanza minima di 50 m dalla facciata degli edifici. L'armamento è su ballast e i treni viaggiano a velocità di 70 km/h. A differenza di Genova, qui non esistono banchine di sicurezza in adiacenza al binario. Fra linea e ricettori non esiste alcun ostacolo che possa variare il campo di diffusione acustica.
La tabella in sommità alla figura dà evidenza che la situazione è pienamente nel rispetto della legge. Il grafico invece fa notare che fra un treno e un altro, c'è una situazione di sostanziale "silenzio" che viene disturbato ogni 5 minuti dal passaggio del treno, generando livelli più alti di 40 dB sul rumore di fondo.

L'esempio riportato è indice di quanto c'è da aspettarsi a Genova Brignole, per i tre edifici descritti in § 0.
A Genova le distanze in gioco sono di molto inferiori a quelle dell'esempio di Milano, almeno dimezzate. A Genova, però, sono presenti le banchinette di camminamento e di sicurezza in adiacenza al binario. Anche se non studiate a questo scopo, queste banchinette fungono da mini-barriera. Inoltre, a Genova la velocità dei treni metropolitani non supera i 55 km/h, comportando quindi livelli di rumore inferiori rispetto a quelli misurati nel caso di Milano.

Prendendo il riferimento dei valori ante-operam, dei rilievi a Milano e l'esito dello studio modellistico, si può affermare che, fra un treno e un altro della metropolitana, il rumore nell'area si aggirerà intorno ai 62 dB(A) e che al passaggio del treno metropolitano si raggiungeranno 70÷80 dB(A).

Una finestra a vetro singolo è in grado di attenuare 20÷30 dB, portando i livelli massimi a valori più tollerabili, ma comunque in grado di svegliare una persona nel sonno o di interferire con il parlato.

In conclusione, la situazione particolare di questo progetto (particolare vicinanza dell'infrastruttura ai ricettori e inserimento in un contesto sostanzialmente silenzioso) fa sì che gli esiti del calcolo modellistico con il software debbano essere presi con particolare cautela e che si debba andare oltre alla mera verifica del rispetto dei limiti di legge. Ovvero la particolare situazione qui presente comporta che alcune soluzioni mitigative del rumore dovranno essere adottate. Queste non sono di fatto necessarie per il rispetto delle prescrizioni nazionali (DPR 459/98) ma piuttosto per garantire quanto più possibile che i modi e gli stili di vita dei residenti non vengano alterati. In particolare, si vuole evitare che il singolo passaggio dei treni crei livelli che possano comportare il risveglio notturno o l'interferenza con le normali operazioni quotidiane: concentrazione sul lavoro, dialogo fra persone, ascolto di radio o tv.

Queste conclusioni ricalcano in buona parte quelle del Progetto Preliminare, anche se ora suffragate dal supporto modellistico, da rilievi e da altre considerazioni di merito. Pertanto, risulta logico ribadire quanto già previsto in termini mitigativi per il Progetto Preliminare:

- Utilizzo di smorzatori di rotaia per complessivi 350 m;
- Installazione di barriere acustiche per complessivi 25 m.

Gli smorzatori di rotaia (rail dampers) garantiscono l'attenuazione del rumore del passaggio del treno, smorzando le vibrazioni della rotaia. Agiscono a frequenze superiori a 500 Hz, quindi sui contributi più fastidiosi al rumore, e comunque abbassando anche il livello complessivo di circa 3 dB.

L'applicazione, confermando il Progetto Preliminare, si estende dalla progr. 0+0080 (spigolo della facciata del condominio di via Archimede 28) fino alla progr. 0+0260 (termine est del ponte su corso Sardegna), in questo modo salvaguardando i condomini di via Archimede 41 e di corso Sardegna 34.

L'applicazione di questi rail dampers dovrà essere discussa con il gestore AMT, dato che dovrà essere stabilita concordemente una modalità di manutenzione.

A differenza di quanto stabilito nel corso del Progetto Preliminare, in questa sede si ritiene opportuno ripensare l'applicazione delle barriere acustiche. Queste erano state previste a salvaguardia dei residenti di via Archimede 28. Come già spiegato, la ragione non sta tanto nel mancato rispetto dei limiti di legge, ma piuttosto per il fatto che si vuole garantire il mantenimento di un clima acustico quanto più simile a quello attuale.

Però, per via Archimede 28, c'è anche un grosso problema di carattere paesistico. Le barriere verrebbero installate a una distanza di 5 m dalla finestra più vicina. Per quanto già adesso la visuale dalle finestre di via Archimede 28 non si presenta particolarmente gradevole, ne risulterebbe sicuramente peggiorata dalla presenza delle barriere, e più in generale dalla presenza dell'infrastruttura così adiacente. Questo aspetto, al di là del mero ambito acustico, può comportare un significativo deprezzamento dell'immobile, con conseguenti possibili azioni di carattere legale da parte dei proprietari nei confronti dell'amministrazione.

Per questo motivo si è pensato che è sicuramente più consono prevedere un intervento di insonorizzazione a livello dei serramenti. Il progetto di appalto prevedrà la possibilità di sostituzione di tutti i serramenti di via Archimede 28 – per la parte di facciata antistante la nuova infrastruttura – con serramenti a tenuta acustica, senza costi a carico del proprietario dell'immobile interessato, in quanto i costi saranno inseriti nel quadro economico dell'opera metropolitana.

Il capitolato di appalto definirà le modalità con le quali fare richiesta ai proprietari per la disponibilità all'intervento, le caratteristiche dei serramenti che dovranno essere posti in sostituzione e le modalità di intervento. L'intervento sarà anche comprensivo di un sistema di ricambio aria, anche a finestre chiuse.

Si ritiene che questa modalità di approccio, senza particolari aggravi sui costi dell'opera, potrà garantire da un lato un clima acustico il più possibile simile a quello attuale e dall'altro una rivalutazione dell'immobile per l'inserimento di nuovi serramenti, che permettono altresì una migliore performance termica.

3.2.1 Azioni da intraprendere nel prosieguo della progettazione definitiva

Al fine del rispetto delle conclusioni di cui al paragrafo precedente, la progettazione definitiva ora in corso di sviluppo dovrà:

- Prevedere le specifiche tecniche dei rail dampers;
- Definire i requisiti minimi di manutenzione dei rail dampers, così da essere recepiti nel corso della Progettazione Esecutiva;
- Prevedere in capitolato speciale di appalto le modalità con le quali fare richiesta ai proprietari degli appartamenti di via Archimede 28 per la loro disponibilità alla sostituzione dei serramenti;
- Prevedere in capitolato speciale di appalto le caratteristiche minime dei serramenti a tenuta acustica e le modalità di sostituzione.

3.3 IMPATTO VIBRAZIONALE POST-OPERAM (ESERCIZIO)

Le vibrazioni vengono originate dall'interazione fra il veicolo e il binario. Una parte di vibrazioni è dovuta al fatto che sia le ruote che le rotaie non sono perfettamente lisce. Le piccole o grandi irregolarità presenti creano delle sollecitazioni dinamiche che si trasmettono all'infrastruttura, al terreno circostante e via via fino alle residenze vicine. Un'altra parte è dovuta al naturale cadenzamento geometrico di alcune parti del veicolo e del binario (es. passo dei carrelli e delle traverse). Il cadenzamento crea sollecitazioni dinamiche a bassa frequenza.

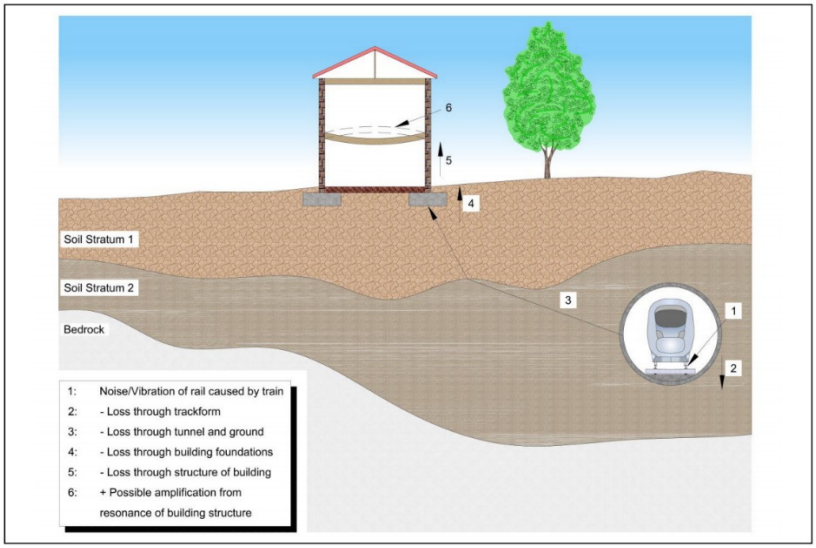


Figura 3-7 – Il fenomeno di trasmissione delle vibrazioni

In generale, le situazioni dove si riscontra maggiore impatto sono nei casi in cui l'infrastruttura è in galleria e gli edifici si trovano sopra alla galleria, come illustrato in Figura 3-7.
L'energia vibratoria attraversa diversi materiali riducendo progressivamente la propria intensità. Come esemplificato in figura, nell'accoppiamento fra la galleria e il terreno come anche nell'accoppiamento fra le fondazioni e il terreno, si ha una perdita di energia e una riduzione dell'intensità vibratoria. Solo all'interno dell'edificio si può avere un'amplificazione, legata alla possibile eccitazione della frequenza propria dei solai (più bassa per solai in legno, più alta per solai in calcestruzzo armato).

Però, il prolungamento in progetto differisce da questa situazione qui illustrata. La linea è su rilevato e non in galleria e il percorso di diffusione delle vibrazioni avviene secondo modalità diverse, che vanno adeguatamente indagate per fare una stima il più possibile oggettiva del disturbo ai residenti.

Le vibrazioni originate a livello del contatto ruota-rotaia si diffondono verso il basso in quello che costituisce il corpo del rilevato, sia esso riempimento in terra o impalcato in c.a. del ponte.



Figura 3-8 – Sezione in corrispondenza di Corso Sardegna 34: direzione di trasmissione delle vibrazioni

Nel caso degli stabili di via Archimede 41 e di corso Sardegna 34, l'energia vibratoria, dopo aver raggiunto la base del rilevato, si diffonde nel terreno sottostante. Come illustrato in Figura 3-8, una parte di essa si muove verso gli stabili vicini, risalendo nella struttura e eventualmente diventando vibrazione percepibile da parte dei residenti (che è oggetto di stima del presente paragrafo).



Figura 3-9 – Sezione in corrispondenza di via Archimede 28: direzione di trasmissione delle vibrazioni

Nel caso dello stabile di via Archimede 28, l'energia vibratoria raggiunge lo stabile attraverso il corto circuito costituito dal tetto dello stretto magazzino che è possibile vedere in Figura 3-9. A differenza di quanto illustrato per via Archimede 41 e corso Sardegna 34, l'energia vibratoria segue in questo caso un percorso molto più breve, non solo per la maggiore vicinanza dello stabile al rilevato, ma anche per il fatto che esiste un elemento strutturale che fa da ponte rigido fra il rilevato e lo stabile a un'altezza di circa 2,5 m dalle fondazioni del rilevato (e dello stabile). Il percorso più breve fa sì che l'energia vibratoria non abbia adeguato spazio per ridurre la propria intensità, come naturalmente avviene nel percorso di trasmissione, e che possa raggiungere lo stabile rimanendo su livelli al di sopra della soglia di disturbo.

Per questo motivo, come già previsto nel Progetto Preliminare, è necessario, al di là delle stime di impatto dettagliatamente esposte in seguito, pianificare lo svuotamento e la demolizione del piccolo magazzino sopra illustrato.

3.3.1 Stima dei valori di impatto e confronto con i limiti di riferimento

A differenza dell'ambito dell'impatto acustico, per l'impatto da vibrazioni non esiste un software validato per la stima previsionali di impatto. Occorre precisare anche che non esiste ad oggi uno standard accettato a livello internazionale per valutare con il calcolo l'impatto da vibrazioni. La stima previsionale può essere fatta attraverso modelli numerici o sulla base di formule esito di misurazioni empiriche, e comunque ciascun approccio presenta dei difetti.

Per le sezioni oggetto di studio si è scelto di adottare un approccio con una solida base sperimentale, così da garantire un alto livello di attendibilità dei risultati.

Come esposto sopra, il percorso delle onde vibratorie è in un primo momento verso la fondazione del rilevato e poi verso gli edifici adiacenti. Il rilevato, che sarà sede del prolungamento della metropolitana, è già soggetto a un campo vibrazionale, che trova origine nel transito dei treni ferroviari. La ferrovia occupa principalmente il fascio di binari verso il mare, ovvero in adiacenza a via Tolemaide. Si è scelto quindi di prendere a riferimento - ai fini della valutazione di impatto - i valori di vibrazione attualmente presenti alla base del rilevato per effetto del transito dei mezzi Trenitalia.

Per l'impatto da vibrazioni in Italia non esiste una legislazione dedicata. Per tutte le problematiche relative ci si appoggia all'ambito normativo. Per il disturbo alle persone, esiste la norma UNI 9614, recentemente oggetto di una profonda revisione. La norma stabilisce le modalità con le quali fare le misurazioni e i criteri di disturbo.

Nel giorno 23 luglio u.s., il personale di Rina Consulting SpA ha condotto misure vibrazionali in Genova, lungo il percorso della tratta ferroviaria che dalla stazione di Brignole si muove verso levante, a livello della sede stradale sottostante il rilevato ferroviario.

Sono stati eseguiti campionamenti vibrazionali lungo tre assi ortogonali in via Tolemaide civico 90, nella fascia oraria 17:00 19:00 del 23 luglio.

L'obiettivo cercato è quello di valutare il livello vibratorio prodotto dalle sorgenti di interesse, in particolare il transito di convogli ferroviari nella soprastante sede ferroviaria, sulla sede stradale sottostante ovvero in prossimità di attività commerciali limitrofe. Le acquisizioni in campo e le analisi dati sono state svolte secondo la norma UNI 9614: 2017.



Figura 3-10 – Interno del civ. 90 di via Tolemaide, con evidenziate la centralina di acquisizione e la posizione dell'accelerometro

La posizione di misura è stata all'interno di un negozio di vernici realizzato in uno vano posto proprio sotto al rilevato ferroviario.



Figura 3-11 – Esercizio commerciale dentro al quale sono state effettuate le misurazioni

La strumentazione di misura impiegata è costituita da:

- N° 1 accelerometro triassiale di tipo sismico, fissato a terra per mezzo di collante epossidico e placchetta metallica sacrificale (PCB 356B18 - sensibilità 1 V/g; range ±5 g; risoluzione 0,00001 g rms, frequenza minima misurabile 0.2 Hz ±3 dB);
- N° 3 cavi coassiali a bassa impedenza;
- N° 1 condizionatore di segnale ed acquisitore dinamico DeWesoft SIRIUS 8Acc (dual core a 24 bit e dinamica a 160 dB) munito di hardware antialiasing a settaggio automatico in funzione della frequenza di campionamento prescelta;
- N° 1 PC portatile per la gestione della catena di misura a mezzo di software di acquisizione.

La frequenza di campionamento usata durante le misure è stata pari a 1500 Hz.

Le elaborazioni dei dati grezzi sono state svolte nel rispetto della UNI 9614:2017, secondo la quale il segnale deve essere filtrato e pesato secondo la curva di sensibilità umana Wm, deve essere acquisito il massimo del transiente del running rms con costante di tempo slow, devono essere combinate le tre componenti perpendicolari X,Y e Z e infine deve essere calcolato il percentile 95 su almeno 15 passaggi di treni.

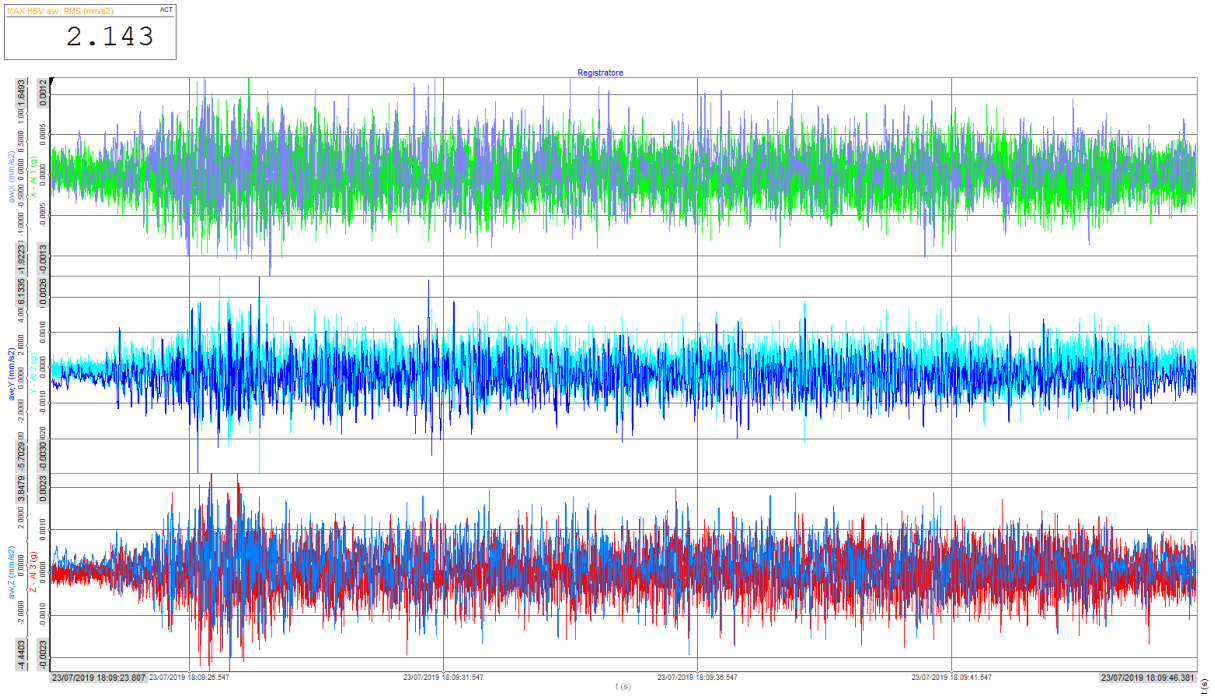


Figura 3-12 – Esempio di misura di transito ferroviario, con time history grezza e pesata per ciascuna componente, e valore di massimo del running rms.

Il parametro caratteristico $a_{w,95}$ (che secondo la UNI 9614 è il parametro di riferimento per stimare il disturbo alle persone), misurato sul sito in questione, è risultato pari a 5,2 mm/s².

La norma UNI 9614:2017 stabilisce i seguenti valori limite di disturbo:

- Ambienti ad uso abitativo:
  - periodo diurno: 7,2 mm/s²;
  - periodo notturno: 3,6 mm/s²;
  - periodo diurno di giornate festive: 5,4 mm/s².
- Luoghi lavorativi: 14 mm/s².

Pertanto, per il luogo presso cui sono state svolte le misure di vibrazioni, si è già in una situazione di generale rispetto dei limiti.

Al fine di stimare il disturbo da vibrazioni sulle residenze prossime al prolungamento della linea metropolitana, ribaltiamo il valore misurato (5,2 mm/s²) sul lato verso monte del rilevato, dove transiteranno i veicoli metropolitani. Se un convoglio ferroviario transitasse sul sedime della futura metropolitana, il livello di vibrazioni che c'è da attendersi alla base del rilevato è di 5,2 mm/s². Ma i veicoli che transiteranno sono veicoli di metropolitana, con un carico per asse pari a circa la metà e quindi tali da generare livelli di vibrazione più bassi.

Secondo il documento della Federal Transit Administration "Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual" (https://www.transit.dot.gov/sites/fta.dot.gov/files/docs/research-innovation/118131/transit-noise-and-vibration-impact-assessment-manual-fta-report-no-0123_0.pdf), la differenza di livello di vibrazioni che può essere generato da un veicolo metropolitano rispetto a un convoglio ferroviario è di circa 10 dB.

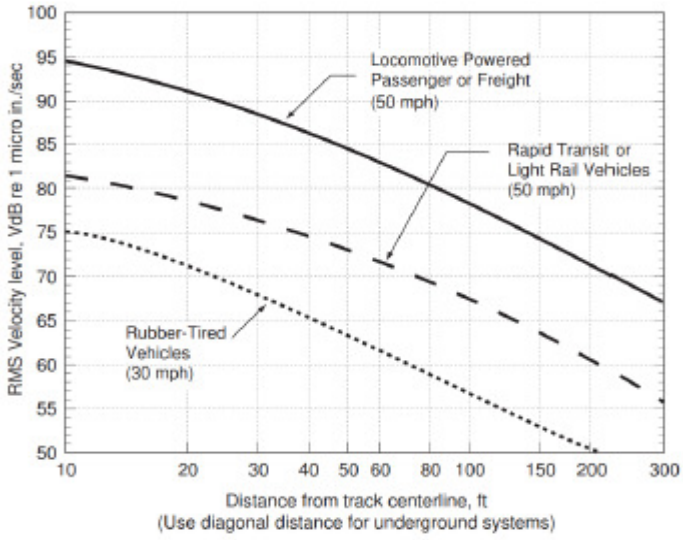


Figure 6-4 Generalized Ground Surface Vibration Curves

Figura 3-13 – Estratta da "Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual", da cui è possibile vedere il diverso livello di vibrazioni generato da un veicolo di metropolitana (Rapid Transit) rispetto a un convoglio ferroviario

Inoltre, come già spiegato, le vibrazioni dalla base del rilevato devono percorrere lo spazio fra il rilevato e gli edifici più prossimi, poi risalire all'interno dell'edificio, per andare eventualmente a interessare le persone che all'interno dell'edificio operano o vivono.
Nel momento in cui l'energia vibratoria entra dentro all'edificio, si ha una perdita di interfaccia per il fatto che la vibrazione trova una differenza di impedenza meccanica nel passaggio fra il terreno e la fondazione dell'edificio.
Questa perdita, secondo bibliografia, è pari circa a 13 dB.

	200 ft	49 dB	source:
Coupling to building foundation	Wood-Frame Houses	-5 dB	In general, the heavier the building construction, the greater the coupling loss.
	1-2 Story Masonry	-7 dB	
	3-4 Story Masonry	-10 dB	
	Large Masonry on Piles	-10 dB	
	Large Masonry on Spread Footings	-13 dB	
	Foundation in Rock	0 dB	

Figura 3-14 - Estratta da "Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual", da cui è possibile dedurre il valore di attenuazione nell'accoppiamento con le fondazioni dell'edificio (coupling to building foundation – Large masonry on spread footings)

Pertanto, se il livello di vibrazioni alla base del rilevato per transito di convogli ferroviari è 5,2 mm/s², tenendo conto dei fattori correttivi esposti sopra, si può ragionevolmente concludere che durante l'esercizio della linea metropolitana i livelli di vibrazioni nei tre edifici più prossimi si situeranno al di sotto di tutti i valori limite di disturbo riportati sulla UNI 9614:2017, e quindi anche del valore più basso ivi riportato: 3,6 mm/s² per ambienti a uso abitativo di notte.

Le conclusioni alle quali qui si è giunti sono molto più favorevoli rispetto a quelle del Progetto Preliminare, nel corso del quale non si avevano a disposizione rilievi vibrazionali in situ.

Per la mitigazione delle vibrazioni, il Progetto Preliminare prevedeva:

- L'inserimento di armamento antivibrante in corrispondenza della facciata di via Archimede 28 direttamente prospicente al rilevato;

- La demolizione del piccolo magazzino fra lo stabile di via Archimede 28 e il rilevato.

A riscontro delle conclusioni di cui sopra, riteniamo che l'armamento antivibrante non sia più necessario. Rimane comunque da prevedere la demolizione del piccolo magazzino.

3.3.2 Azioni da intraprendere nel prosieguo della progettazione definitiva

Al fine del rispetto delle conclusioni di cui al paragrafo precedente, la progettazione definitiva ora in corso di sviluppo dovrà:

- Prevedere la demolizione del piccolo magazzino fra lo stabile di via Archimede 28 e il rilevato;
- Definire in capitolato speciale le condizioni di esproprio di tale proprietà e di demolizione, con conferimento dei materiali a discarica.

3.4 IMPATTO ACUSTICO IN CORSO D'OPERA (CANTIERE)

Lo scopo del presente paragrafo è definire le strategie per una opportuna mitigazione del rumore nell'ottica di una efficace gestione delle emissioni acustiche causate dalle lavorazioni nell'ambito del cantiere di realizzazione del prolungamento della linea metropolitana di Genova da Brignole a Martinez.

Durante le attività di cantiere si possono individuare sia installazioni fisse, che possono presentare eccessivi livelli di emissione sonora, che attività, tipiche delle lavorazioni civili/edili, che comportano emissioni discontinue nel tempo e nello spazio funzionalmente all'utilizzo di mezzi e attrezzature di lavoro.

Le attività lavorative previste durante le fasi di cantiere che verosimilmente genereranno livelli acustici significativi sono:

- realizzazione di opere provvisionali per il contenimento dello scavo;
- attività di consolidamento e perforazione;
- scavi, sbancamenti e movimenti terra;
- impianti di produzione malte;
- realizzazione di opere in c.a. (casseratura, armatura, getto);
- impiego di generatori diesel.

I lavori saranno svolti in un'area non densamente urbanizzata e i ricettori potenzialmente più impattati si trovano a distanza ravvicinata dal perimetro di cantiere. Pertanto, sono prevedibili dei superamenti dei limiti di emissione sonora imposta dalla normativa nazionale e locale. Per questo motivo dovranno essere messe in atto tutte le possibili soluzioni mitigative atte a ridurre l'impatto da rumore nei confronti della popolazione, specialmente durante le lavorazioni più impattanti.

Per la gestione del rumore di questo cantiere e per rendere l'impatto più tollerato dai residenti, si è scelto di adottare i criteri stabiliti dalla norma UNI 11728:2018 "Acustica – Pianificazione e gestione del rumore di cantiere – Linee guida per il committente comprensive di istruzioni per l'appaltatore."

La norma stabilisce che è compito dell'Appaltatore redigere un documento di pianificazione ("PGRUM") e la norma stabilisce anche i contenuti del PGRUM. Secondo la norma, è compito del Committente, e quindi della sua Direzione Lavori:

- La valutazione dei documenti per i quali la presente norma ne prevede la trasmissione allo stesso;
- La comunicazione di risposta in merito alla relativa accettazione o non accettazione del documento trasmesso;
- La supervisione generale all'effettiva applicazione delle prescrizioni della norma da parte dell'Appaltatore;
- Il recepimento di eventuali situazioni di lamentela o esposto e della verifica dell'attendibilità del soggetto proponente della lamentela o dell'esposto;
- La comunicazione di queste situazioni di lamentela o esposto all'Appaltatore e della ufficiale richiesta di adempimento agli obblighi.

3.4.1 Definizione delle caratteristiche del cantiere (Scalabilità dei processi)

Con riferimento al punto 6 della norma UNI 11728, con questo documento si stabilisce che il cantiere in questione è da considerarsi del tipo “grande”, perché:

- Avrà una durante impattante continuativa superiore a 6 mesi;
- Sono previste lavorazioni particolarmente impattanti, come per esempio le fasi di scavo e movimento terra;
- Ci sono lavorazioni rumorose e estese nel tempo.

Per l’ambito “Ricettori” (punto 7.2 della norma), il censimento deve essere esteso a tutti gli stabili in adiacenza al tracciato.

L’Appaltatore deve svolgere attività di formazione degli operatori (punto 7.4 della norma).

Le valutazioni previsionali devono essere complete nel rispetto del punto 7.5 della norma e deve essere fatta richiesta di autorizzazione in deroga ai Comuni interessati dall’impatto.

Secondo la Legge 26 ottobre 1995, n. 447 “Legge quadro sull'inquinamento acustico” è di competenza dei Comuni:

“l'autorizzazione, anche in deroga ai valori limite di cui all'articolo 2, comma 3, per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico e per spettacoli a carattere temporaneo ovvero mobile, nel rispetto delle prescrizioni indicate dal comune stesso.”

Secondo indicazioni del Comune di Genova, la richiesta di autorizzazione in deroga deve essere accompagnata da una relazione di un tecnico competente in acustica ambientale.

Considerate le caratteristiche del cantiere e le distanze degli edifici impattati, si ritiene che il valore da autorizzare in deroga non debba superare i 78 dB(A) di livello equivalente orario, per qualsiasi ora di esercizio del cantiere. Si ritiene altresì che questo valore possa essere rispettato da parte dell’Appaltatore applicando le soluzioni mitigative previste dalla norma.

Per l’ambito “Comunicazione” (punto 7.7) è sufficiente l’esercizio minimo.

3.4.2 Gestione delle emergenze e obblighi di conformità

Come richiesto al punto 5.2 della norma, si stabilisce nel presente documento (e verrà ripreso nei documenti di gara) che in caso di superamento dei limiti autorizzati in deroga, si deve:

- Effettuare il blocco immediato di tutte le lavorazioni o macchinari generatori di rumori;
- Informazione immediata alla DL per e-mail e relativa apertura della Non Conformità (NCA);
- Disporre azioni correttive mirate alla eliminazione e/o riparazione e/o sostituzione della sorgente di rumore non conforme (gestione NCA);
- Attuazione azione correttiva;
- Misurazioni per verifica conformità;
- Verifica dell'efficacia e chiusura del’NCA.

Non è stabilita alcuna soglia di allarme.

Nel caso di lamentele o esposti da parte dei cittadini, si precisa che dovranno essere tenute in conto anche lamentele comunicate per posta elettronica alla Direzione Lavori dell’Appaltatore. Verranno tenuti in conto anche gli esposti alle autorità competenti.

Nel caso di lamentele o esposti, l’Appaltatore dovrà intervenire entro massimo 3 giorni dall’avvenuta segnalazione, effettuando una misurazione presso il ricettore originatore della segnalazione. L’esito della misurazione dovrà essere confrontato con il limite di autorizzazione in deroga e si dovrà agire conseguentemente in caso di superamento, come sopra esposto.

3.4.3 Costi delle attività di gestione dell'impatto da rumore di cantiere

Tutte le attività di gestione del rumore come riportate nella norma UNI 11728 e nel rispetto delle ulteriori indicazioni di questo documento, saranno esplicitamente comprese e compensate negli importi esposti nel quadro economico del Progetto Definitivo.

3.5 IMPATTO VIBRAZIONALE IN CORSO D'OPERA (CANTIERE)

Le operazioni di cantiere che danno luogo a vibrazioni sono diverse. Si riportano qui alcuni esempi:

- demolizioni;
- vibro-compattazione di terreni o rilevati;
- movimento di veicoli pesanti su terreni sconnessi.

La definizione di limiti di riferimento per queste attività è un'operazione molto complessa e comunque discutibile perché pressoché tutte queste attività hanno necessità di generare vibrazioni per garantire una buona qualità del prodotto finale. L'appendice C della norma UNI 9614:2017 chiarisce come la definizione di limiti di riferimento per questi processi è un'operazione che può compromettere il risultato finale del lavoro e prolungare la durata delle attività disturbanti.

L'approccio proposto dalla norma UNI 9614 è molto simile a quanto previsto per il rumore con la UNI 11728, ovvero viene chiesto all'Appaltatore di pianificare una serie di attività per garantire che i livelli di vibrazione siano il più possibile tollerati dalla popolazione, tra cui per esempio la comunicazione. La sostanziale differenza dall'ambito rumore è che in questo caso esistono un numero molto limitato di mitigazioni possibili e solitamente di carattere procedurale.

L'impatto da vibrazioni di cantiere non è regolamentato dalla legislazione nazionale e non è prevista alcuna attività di richiesta di autorizzazione in deroga.

3.5.1 Costi delle attività di gestione dell'impatto da vibrazioni di cantiere

Tutte le attività di gestione delle vibrazioni come riportate nella norma UNI 9614 appendice C, saranno esplicitamente comprese e compensate negli importi esposti nel quadro economico del Progetto Definitivo.

4 ARIA

4.1 RICHIESTA DI INTEGRAZIONI

Quello che segue è il testo della richiesta da parte della Regione Liguria.

Gli impatti sulla matrice aria sono presenti soltanto nella fase di cantiere. Vista la localizzazione del cantiere in esame è necessaria una attenta programmazione delle attività, che eviti la sovrapposizione con altri cantieri di grandi dimensioni che insistono nella medesima zona della città. Pertanto per il comparto Aria la documentazione deve pertanto essere integrata con:

- un cronoprogramma che permetta di verificare la non sovrapposizione con gli altri cantieri (scolmatore del Bisagno, nodo ferroviario Voltri Brignole).

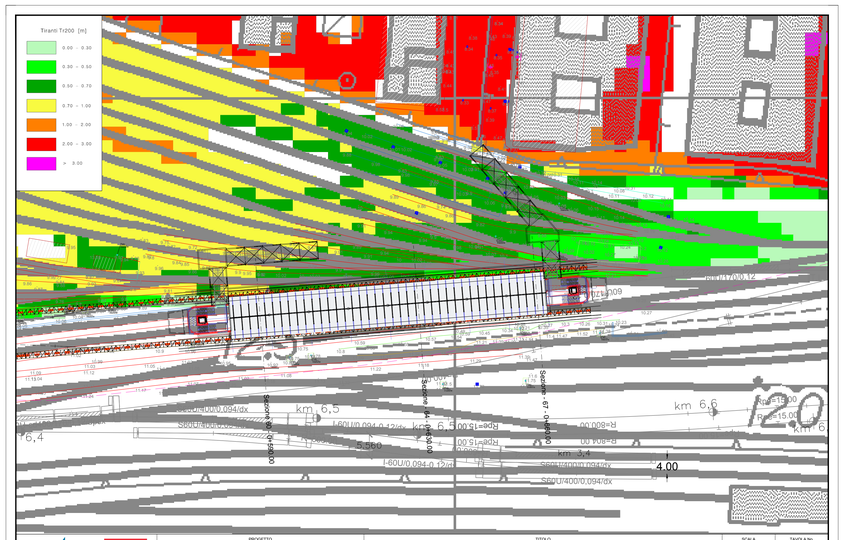
4.2 RISPOSTA ALLA RICHIESTA

In accordo a quanto concordato nell'ambito del tavolo tecnico tra il Comune di Genova e Rete Ferroviaria Italiana si conferma che non ci saranno sovrapposizione con altri cantieri, dato che i lavori per la metropolitana saranno avviati necessariamente al termine dei lavori del nodo ferroviario e dello scolmatore del Bisagno, ovvero non prima dell'inizio del 2024.

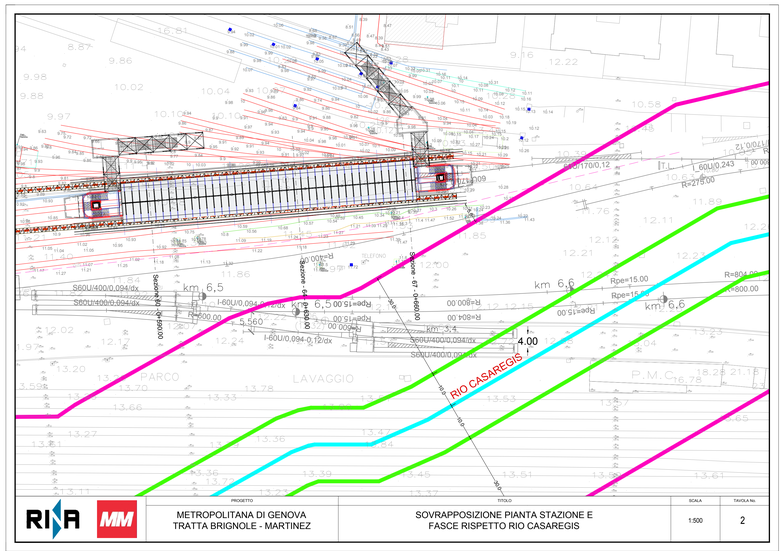
Appendice A

Tavole Grafiche Sovrapposizione Piano di Bacino e Opere a Progetto

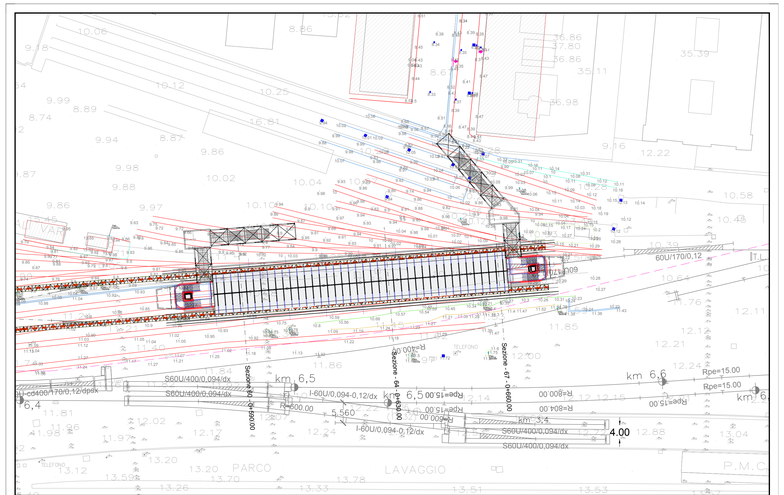
Doc. No. P0015306-H4 Rev. 0 - Agosto 2019



PROGETTO	TITOLO	SCALA	TAVOLA No.
METROPOLITANA DI GENOVA TRATTA BRIGNOLE - MARTINEZ	SOVRAPPOSIZIONE PIANTA STAZIONE ED ESTRATTO CARTA DEI TIRANTI IDRICI PER Tr = 200 ANNI	1:500	1



PROGETTO	TITOLO	SCALA	TAVOLA No.
METROPOLITANA DI GENOVA TRATTA BRIGNOLE - MARTINEZ	SOVRAPPOSIZIONE PIANTA STAZIONE E FASCE RISPETTO RIO CASAREGIS	1:500	2

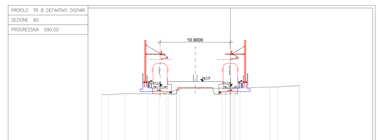


PROGETTO	TITOLO	SCALA	TAVOLA No.
METROPOLITANA DI GENOVA TRATTA BRIGNOLE - MARTINEZ	SOVRAPPOSIZIONE PIANTA STAZIONE E RILIEVO TOPOGRAFICO AREA	1:500	3

PROFILO TR B DEFINITIVO DISPARI

SEZIONE 60

PROGRESSIVA 590.00

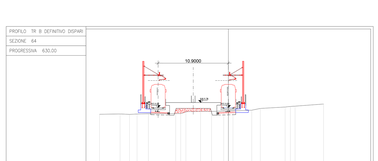


| | | |

PROFILO TR B DEFINITIVO DISPARI

SEZIONE 64

PROGRESSIVA 630.00

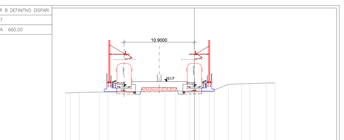


| | | |

PROFILO TR B DEFINITIVO DISPARI

SEZIONE 67

PROGRESSIVA 660.00



| | | |

Appendice B

Report di Attività – Campagna di misure acustiche per stimare il rumore ante-operam negli edifici vicino il prolungamento metropolitano Brignole - Martinez

Doc. No. P0015306-H4 Rev. 0 - Agosto 2019



Valutazione sull'impatto acustico ante-operam del prolungamento metropolitano nella tratta Brignole – Martinez.

Report di Attività – Campagna di misure acustiche per stimare il rumore ante-operam negli edifici vicino il prolungamento metropolitano Brignole - Martinez.

Doc. No. P0015306-2-1-01 Rev. 0

Rev.	0
Descrizione	First Issue
Preparato da	Michael Brancato
Controllato da	D. Donisi
Approvato da	EDM/PDM/ BDM (or Resp. Sup.)
Data	26 Agosto 2019

Valutazione sull'impatto acustico ante-operam del prolungamento metropolitano nella tratta Brignole – Martinez.

Report di Attività – Campagna di misure acustiche per stimare il rumore ante-operam negli edifici vicino il prolungamento metropolitano Brignole - Martinez.

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	M. Brancato	D. Donisi	D. Donisi	26 agosto 2019

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

INDICE

		Pag.
LISTA DELLE FIGURE		**2**
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI		**3**
1	**INTRODUZIONE**	**4**
2	**NORMATIVE DI RIFERIMENTO**	**5**
3	**STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**	**6**
4	**AREA DI INTERVENTO**	**7**
4.1	PRIMA TRATTA – VIA ARCHIMEDE 41	8
4.2	SECONDA TRATTA – CORSO SARDEGNA 34	9
4.3	SECONDA TRATTA – VIA ARCHIMEDE 28	10
5	**RISULTATI**	**11**
6	**CONCLUSIONI**	**14**

APPENDICE A: Certificato taratura "CUBE 01 dB"

LISTA DELLE FIGURE

Figura 3.1: Strumentazione acustica – 01dB 6
Figura 4.1: Area di intervento 7
Figura 4.2: Installazione strumentazione acustica in Via Archimede 41 8
Figura 4.3: Installazione strumentazione acustica in Corso Sardegna 34 9
Figura 4.4: Installazione strumentazione acustica in Via Archimede 28 10

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

dBA	decibel A (pesati con la funzione "A" che rappresenta la sensibilità in frequenza dell'udito umano), unità di misura dell'energia sonora
Leq	Livello sonoro continuo equivalente
DPR	Decreto del presidente della Repubblica
IEC	Commissione elettrotecnica internazionale

1 INTRODUZIONE

Il presente documento descrive le attività di misura e di analisi dati condotte da Rina S.p.A. per la valutazione dell'impatto acustico, relativo ai lavori di prolungamento della metro di Genova nella tratta Brignole - Martinez, eseguite nell'ambito dello studio di pre-fattibilità ambientale.

Lo scopo principale delle misurazioni è valutare i livelli sonori esistenti per coadiuvare la scelta di una tipologia adeguata di mitigazione del rumore che verrà generato dall'esercizio della futura metropolitana, così da non comportare il superamento del livello di rumore attualmente presente nella zona in esame.

Di seguito si riportano le modalità operative eseguite durante la prima campagna di misura:

- ✓ Campagna di misura:
  - Misure acustiche del rumore per un periodo di 24h;
- ✓ Attività da eseguire all'interno della campagna di misura:
  - Sopralluogo dei condomini in esame per la scelta del miglior punto di misura
  - Creazione del database dove archiviare le misure effettuate
  - Installazione e calibrazione del fonometro
  - Misurazione della durata di 24 ore, per avere livelli di rumore diurno e notturno
  - Invio del report definitivo con output relativo all'elaborazione dei dati di misura.

La campagna di misura è stata effettuata da tecnici specializzati di Rina Consulting S.p.A. con il supporto di Aesse-Ambiente, società leader nelle misure acustiche.

Le misure sono state effettuate nei giorni 20-23 agosto 2019 presso i condomini siti in Via Archimede 41, Corso Sardegna 34 e Via Archimede 28.

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il DPR 459/98, "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario", stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore originato dall'esercizio delle infrastrutture quali ferrovie e linee metropolitane di superficie, con esclusione delle tramvie e delle funicolari. L'articolo 3 dello stesso Decreto, fissa le fasce di pertinenza dell'infrastruttura ferroviaria (una per lato a partire dalla mezzeria del binario più esterno); in particolare, per le infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h, alla lettera a) del primo comma viene fissata una fascia di pertinenza pari a 250 metri; tale fascia di pertinenza viene poi ulteriormente suddivisa in una prima fascia di larghezza pari a 100 metri situata più vicino all'infrastruttura e denominata fascia 'A', ed in una seconda fascia di larghezza pari a 150 metri, più distante, denominata fascia 'B'. L'articolo 5 del medesimo Decreto stabilisce, sempre per le infrastrutture con velocità di progetto non superiore a 200 km/h, i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura che devono essere rispettati nel periodo diurno (06-22) e nel periodo notturno (22-06). La Tabella 1 riporta in sintesi quanto disposto dal DPR per le infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h, quale quella in esame.

	Diurno	**Notturno**
Scuole, ospedali, case di cura, case di riposo	50 dBA	40 dBA
Altri recettori all'interno della Fascia 'A'	70 dBA	60 dBA
Altri recettori all'interno della Fascia 'B'	65 dBA	55 dBA

Tabella 2.1: Limiti assoluti di immissione DPR 459/98 per infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h.

I valori da confrontarsi con i limiti della tabella 2.1, devono essere misurati secondo quanto disposto dall'allegato C del DM 16/03/98 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"; la metodologia indicata dal DM è volta a 'depurare' i passaggi ferroviari dal rumore di fondo presente. Infine, il DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", stabilisce che per le infrastrutture di trasporto non si applica il criterio differenziale.

3 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzate è il terminale portatile di controllo del rumore CUBE 01dB (Serial Number 11084, data di taratura 26/06/2019), fornito dalla Aesse-Ambiente.

Le caratteristiche principale del macchinario sono:

- ✓ Microfono di Classe 1 IEC 61672;
- ✓ Sistema di filtri per rilevamento e registrazione di eventi anomali;
- ✓ Registrazione automatica di eventi in differenti formati audio (.wav o .mp3)
- ✓ Configurazione Wi-Fi;
- ✓ Trigger Avanzati;
- ✓ Lunga durata della batteria fino a 30h;
- ✓ Compatto, leggero e semplice da integrare in qualsiasi ambiente;
- ✓ Trasmissione e verifica dei dati in modalità "push"
- ✓ Calibrazione semplificata di tipo "charge injection"

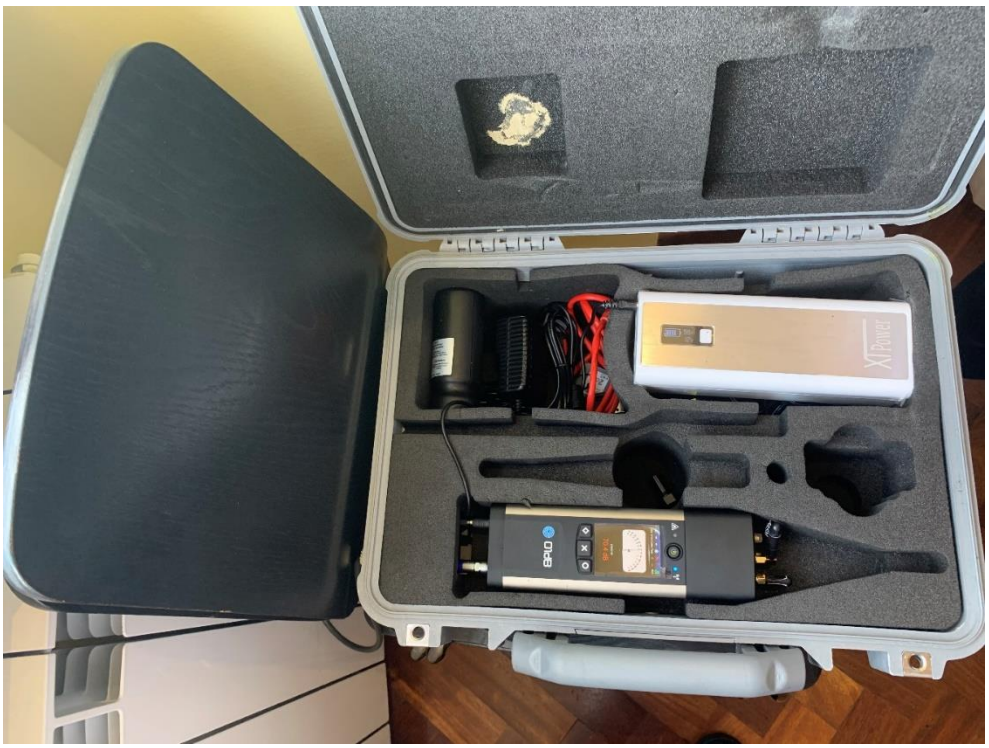


Figura 3.1: Strumentazione acustica – 01dB

In Appendice A è allegato il certificato di taratura dello strumento.

Rina Consulting si è occupata direttamente delle attività di acquisizione dati secondo le tempistiche previste e dell'elaborazione dati.

4 AREA DI INTERVENTO

L'area di intervento presa in considerazione è la zona compresa tra Via Archimede e Corso Sardegna, più specificatamente le zone della prima e della seconda tratta evidenziate in Fig. 4.1.

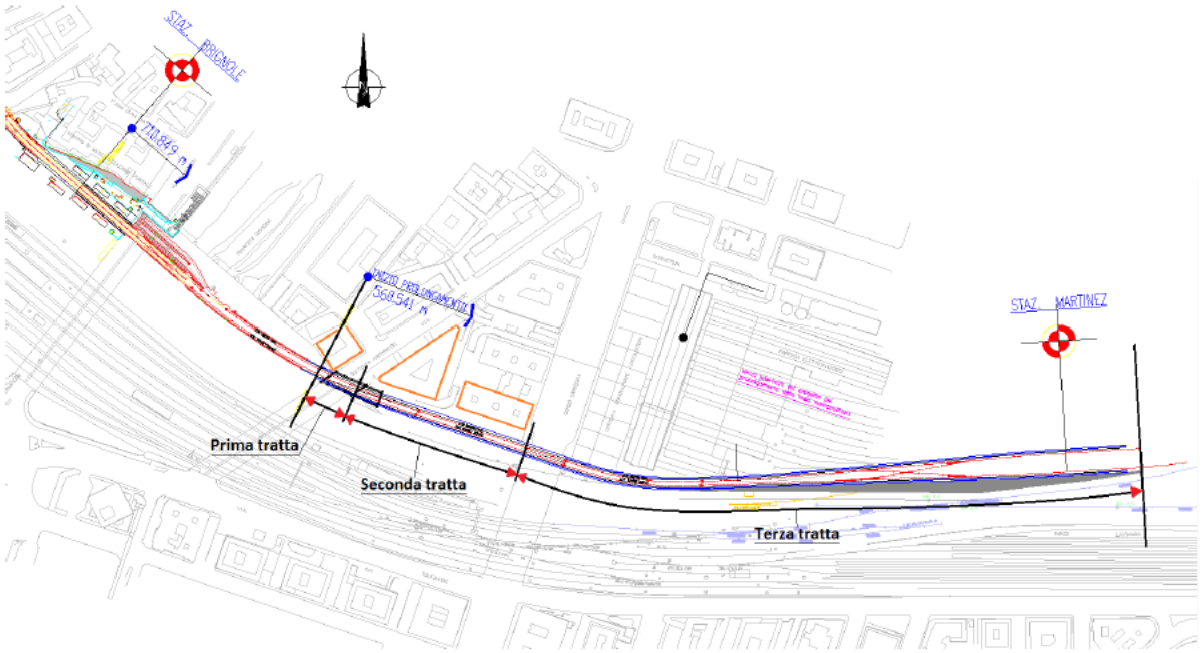


Figura 4.1: Area di intervento

Gli edifici evidenziati in arancione sono quelli più esposti e quelli soggetti a misurazioni acustiche per valutare i livelli di rumore attualmente presenti.
L'edificio della prima tratta è il più esposto siccome la nuova linea metropolitana si porterà rapidamente vicino allo spigolo SUD dell'edificio, con una distanza fianco treno-edificio di circa 2 m. La seconda tratta è il punto in cui i treni raggiungeranno la massima velocità prevista, e la distanza treno-edificio in questo caso raggiunge circa i 10 m.

4.1 PRIMA TRATTA – VIA ARCHIMEDE 41

La prima misurazione è stata effettuata in Via Archimede 41, al quinto piano del condominio, dove la strumentazione è stata installata all'esterno di una finestra dotata di fioriera, rispettando le prescrizioni della normativa riguardo la posizione del microfono ad 1m dalla facciata.

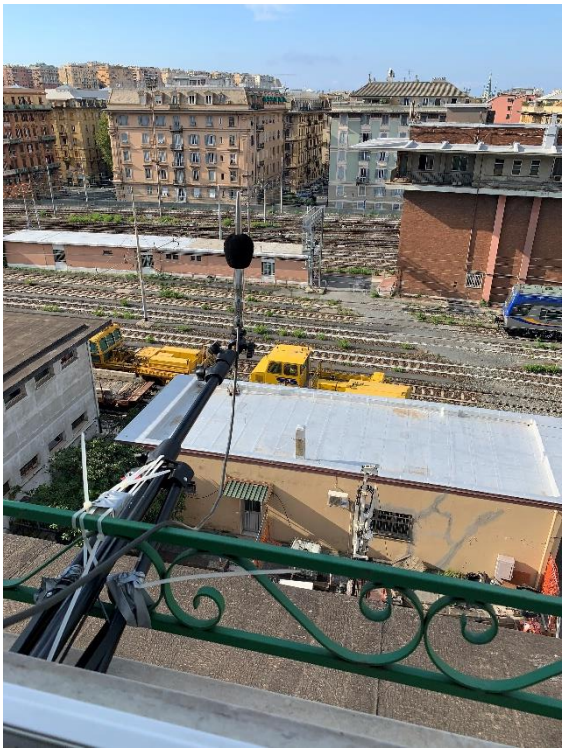


Figura 4.2: Installazione strumentazione acustica in Via Archimede 41

Durante il periodo di misura era presente un cantiere con una perforatrice per micropali, e in base ai livelli di rumore registrati nei primi minuti di misura sono state impostate delle soglie per gli eventi.

4.2 SECONDA TRATTA – CORSO SARDEGNA 34

La seconda misurazione è stata effettuata in Corso Sardegna 34, al settimo piano del condominio, dove la strumentazione è stata installata su un balcone, rispettando le prescrizioni della normativa riguardo la posizione del microfono ad 1m dalla facciata.

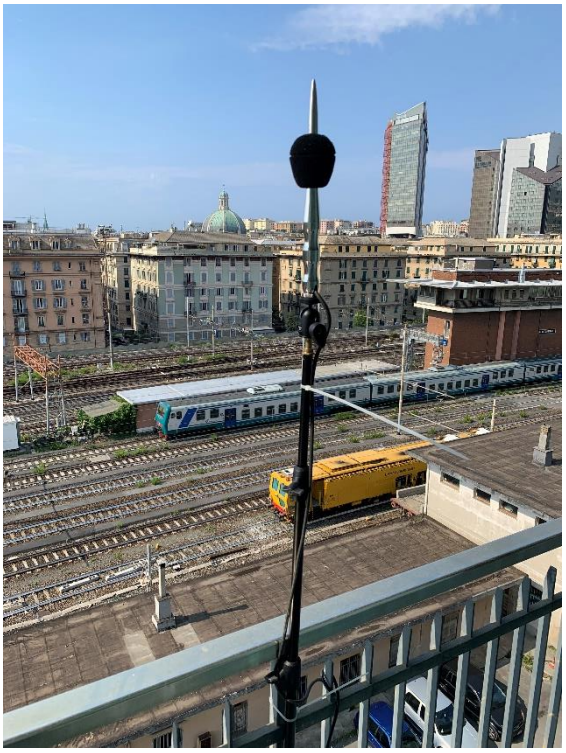


Figura 4.3: Installazione strumentazione acustica in Corso Sardegna 34

Durante il periodo di misura era presente un cantiere con una perforatrice per micropali, e in base ai livelli di rumore registrati nei primi minuti di misura sono state impostate delle soglie per gli eventi. La perforatrice è stata disinstallata nel pomeriggio.

4.3 SECONDA TRATTA – VIA ARCHIMEDE 28

L'ultima misurazione è stata effettuata in Via Archimede 28, sul terrazzo del condominio, dove la strumentazione è stata installata utilizzando la struttura in ferro presente, rispettando le prescrizioni della normativa riguardo la posizione del microfono ad 1m dalla facciata.

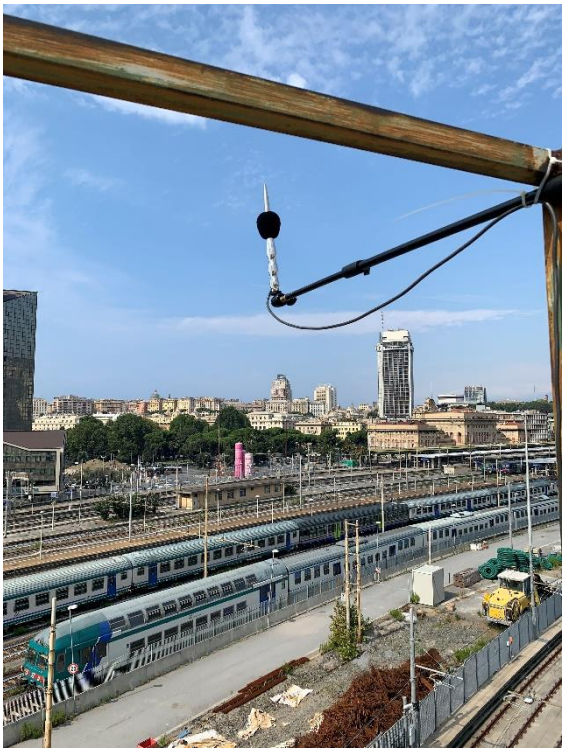


Figura 4.4: Installazione strumentazione acustica in Via Archimede 28

In base ai livelli di rumore registrati nei primi minuti di misura sono state impostate delle soglie per gli eventi.

5 RISULTATI

A fronte dei rilievi effettuati e della successiva valutazione dei dati acquisiti, vengono di seguito riportati i livelli equivalenti diurni, serali e notturni per le tre campagne di misura effettuate nei condomini interessati dal prolungamento metropolitano in esame.

il livello equivalente è il livello costante che, se sostituito al rumore misurato nell'intervallo di tempo considerato, avrebbe la stessa energia. La formula per calcolare il livello equivalente è:

$$L_{EQ} = 10 \log\left(\frac{1}{T}\int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt\right)$$

dove p(t) è la pressione sonora rms e p0(t) è la pressione di riferimento (20 micropascal).

File	20190820_085933_20190822_102948.CMG				
Ubicazione	Genova - Via Archimede, 41				
Tipo dati Pesatura Unit	Leq A dB				
Inizio Fine	20/08/2019 08:59:33:000 21/08/2019 09:31:44:000				
Periodo	Valutazione Giorno-Sera-Notte (Lden)				
Intervallo temporale	Day 07:00 19:00 Kd = 0 dBA Sera 19:00 23:00 Ke = 5 dBA Lun Mar Mer Gio Ven Sab Dom Night 23:00 07:00 Kn = 10 dBA Lun Mar Mer Gio Ven Sab Dom				
	Lden dB	Leq dB	SEL dB	Lmin dB	Lmax dB
Livello	67,8	64,1	111,7	40,2	93,4
Periodo	Day (Ld)				
Intervallo temporale	Day 07:00 19:00 Kd = 0 dBA				
	Ld dB	Leq dB	SEL dB	Lmin dB	Lmax dB
Livello	68,7	68,7	110,4	49,6	93,4
Periodo	Sera (Le)				
Intervallo temporale	Sera 19:00 23:00 Ke = 0 dBA				
	Le dB	Leq dB	SEL dB	Lmin dB	Lmax dB
Livello	62,3	62,3	103,9	47,6	88,5
Periodo	Night (Ln)				
Intervallo temporale	Night 23:00 07:00 Kn = 0 dBA				
	Ln dB	Leq dB	SEL dB	Lmin dB	Lmax dB
Livello	57,4	57,4	102,0	40,2	86,4

Tabella 5.1: Risultati misurazioni Via Archimede 41.

File	20190821_100932_000000_1.CMG					
Ubicazione	Genova - Corso Sardegna, 28					
Tipo dati	Leq					
Pesatura	A					
Unit	dB					
Inizio	21/08/2019 10:09:32:000					
Fine	22/08/2019 10:29:48:000					
Periodo	Valutazione Giorno-Sera-Notte (Lden)					
Intervallo temporale	Day 07:00 19:00 Kd = 0 dBA Sera 19:00 23:00 Ke = 5 dBA Lun Mar Mer Gio Ven Sab Dom Night 23:00 07:00 Kn = 10 dBA Lun Mar Mer Gio Ven Sab Dom					
	Lden dB	Leq dB	SEL dB	Lmin dB	Lmax dB	
Livello	71,6	66,9	116,4	43,4	96,8	
Periodo	Day (Ld)					
Intervallo temporale	Day 07:00 19:00 Kd = 0 dBA					
	Ld dB	Leq dB	SEL dB	Lmin dB	Lmax dB	
Livello	68,0	68,0	114,5	52,6	93,5	
Periodo	Sera (Le)					
Intervallo temporale	Sera 19:00 23:00 Ke = 0 dBA					
	Le dB	Leq dB	SEL dB	Lmin dB	Lmax dB	
Livello	67,3	67,3	108,9	49,9	96,8	
Periodo	Night (Ln)					
Intervallo temporale	Night 23:00 07:00 Kn = 0 dBA					
	Ln dB	Leq dB	SEL dB	Lmin dB	Lmax dB	
Livello	64,0	64,0	108,6	43,4	88,7	

Tabella 5.2: Risultati misurazioni Corso Sardegna 34.

File	20190822_110802_20190823_105824.CMG										
Ubicazione	Genova - Via Archimede, 28										
Tipo dati	Leq										
Pesatura	A										
Unit	dB										
Inizio	22/08/2019 11:08:02:000										
Fine	23/08/2019 10:58:24:000										
Periodo	Valutazione Giorno-Sera-Notte (Lden)										
Intervallo temporale	Day	07:00	19:00	Kd = 0 dBA							
	Sera	19:00	23:00	Ke = 5 dBA	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
	Night	23:00	07:00	Kn = 10 dBA	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
	Lden dB		Leq dB		SEL dB		Lmin dB		Lmax dB		
Livello	66,1		61,5		110,9		40,8		89,4		
Periodo	Day (Ld)										
Intervallo temporale	Day	07:00	19:00	Kd = 0 dBA							
	Ld dB		Leq dB		SEL dB		Lmin dB		Lmax dB		
Livello	62,2		62,2		108,5		50,9		89,4		
Periodo	Sera (Le)										
Intervallo temporale	Sera	19:00	23:00	Ke = 0 dBA							
	Le dB		Leq dB		SEL dB		Lmin dB		Lmax dB		
Livello	63,6		63,6		105,2		48,3		88,7		
Periodo	Night (Ln)										
Intervallo temporale	Night	23:00	07:00	Kn = 0 dBA							
	Ln dB		Leq dB		SEL dB		Lmin dB		Lmax dB		
Livello	57,8		57,8		102,4		40,8		85,0		

Tabella 5.3: Risultati misurazioni Via Archimede 28.

6 CONCLUSIONI

Si riportano alcune note conclusive relative alle attività di misura acustica descritte nel presente report:

1) Il livello equivalente diurno di Via Archimede 28 è sensibilmente inferiore a quello degli altri due condomini ed è quasi certamente imputabile alla fine dei lavori della perforatrice, durati fino al pomeriggio del giorno 21 agosto. Ad ogni modo sui tre recettori, nonostante la presenza dei suddetti lavori, si sono registrati dei livelli equivalenti diurni inferiori alla soglia limite riportata in Tabella 2.1 (Fascia A: 70 dBA diurno).

2) Il livello equivalente notturno registrato in Corso Sardegna 34 è più elevato rispetto agli altri 2 punti di misura. La registrazione di eventi anomali mediante trigger impostato sul fonometro, mette in evidenza l'assenza di eventuali splitter, motori o traffico veicolare notturno, ma una probabile attività di manutenzione continuativa presso la zona ferroviaria o passaggio di treni nella notte tra il 21 e il 22 agosto.

Appendice A

Certificato taratura “CUBE 01 dB”

Doc. No. P0015306-2-1-01 Rev. 0

L.C.E. S.r.l.
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura

LAT N° 068

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 43486-A
Certificate of Calibration LAT 068 43486-A

- data di emissione *date of issue*	2019-06-26
- cliente *customer*	AESSE AMBIENTE SRL 20090 - TREZZANO S/NAVIGLIO (MI)
- destinatario *receiver*	AESSE AMBIENTE SRL 20090 - TREZZANO S/NAVIGLIO (MI)
- richiesta *application*	19-00011-T
- in data *date*	2019-01-08
Si riferisce a *Referring to*	
- oggetto *item*	Filtri 1/3 ottave
- costruttore *manufacturer*	01-dB
- modello *model*	CUBE
- matricola *serial number*	11064
- data di ricevimento oggetto *date of receipt of item*	2019-06-25
- data delle misure *date of measurements*	2019-06-26
- registro di laboratorio *laboratory reference*	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 068 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre



RINA Consulting S.p.A. | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Via San Nazaro, 19 - 16145 GENOVA | P. +39 010 3628148 | rinaconsulting@rinaconsulting.org | www.rinaconsulting.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.

RINA Consulting S.p.A. | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Via San Nazaro, 19 - 16145 GENOVA | P. +39 010 31961 | rinaconsulting@rina.org | www.rina.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.

MM Spa Via del Vecchio Politecnico, 8 - 20121 Milano - Società certificata Sistema Gestione Qualità ISO 9001, Ambiente ISO 14001, Energia Servizio Idrico ISO 50001