

SKYMETRO

PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA IN VALBISAGNO

CUP B39J22001360001 CIG 9262977270

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

(D.lgs. n. 36 / 2023)



STUDIO ACUSTICO RELAZIONE TECNICA STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE

Commessa	Fase	Lotto	Disciplina	WBS	Tipo	Numero	Foglio	Rev.
MGE1	P4	LV	AMB	COM	R	006	00	B

Rev.	Descrizione	Nome		Data
A	Adeguamento al parere del CSLPP e altri Enti e allineamento progetto	Redatto	A. Lombardo	07/03/2025
		Verificato	A. Corvaja	07/03/2025
		Approvato	C. Ercolani	07/03/2025
		Autorizzato	P. Cucino	07/03/2025
B	Adeguamento al parere del CSLPP e altri Enti e allineamento progetto	Redatto	A. Lombardo	10/03/2025
		Verificato	A. Corvaja	10/03/2025
		Approvato	C. Ercolani	10/03/2025
		Autorizzato	P. Cucino	10/03/2025
C		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		
D		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		

INDICE

1.	PREMESSA	7
2.	STUDIO ACUSTICO	7
2.1	ITER METODOLOGICO	7
2.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	9
2.3	CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO	19
2.4	INDIVIDUAZIONE LIMITI DI IMMISSIONE	21
2.4.1	RICETTORI NELLE FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA	21
2.4.2	RICETTORI ESTERNI ALLE FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA	23
2.5	IL CENSIMENTO DEI RICETTORI	26
2.5.1	AREE DI ESPANSIONE RESIDENZIALE	27
2.5.2	AREE NATURALI PROTETTE E PARCHI	31
2.6	CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA ANTE OPERAM	38
2.7	ANALISI DEL RUMORE INDOTTO IN FASE DI ESERCIZIO	39
2.7.1	MODELLO PREVISIONALE	39
2.7.2	DATI DI INPUT DEL MODELLO	40
2.8	VALUTAZIONE DEL RUMORE IN FASE DI ESERCIZIO	51
2.8.1	GLI INTERVENTI SUGLI EDIFICI	58
2.8.1.1	AERATORE/ESTRATTORE DI ARIA	59
2.8.1.2	SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI	59
2.9	VALUTAZIONE SULLA VARIAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ATTUALE CON L'OPERA IN ESERCIZIO	61
2.10	CONCLUSIONI – STUDIO ACUSTICO	98
3.	STUDIO VIBRAZIONALE	99
3.1	PREMESSA STUDIO VIBRAZIONALE	99
3.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	100
3.2.1	LIMITI APPLICABILI NELL'AMBITO DEL PRESENTE STUDIO	104
3.3	AREA DI STUDIO	105
3.3.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	105
3.3.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	106
3.4	INDAGINI VIBRAZIONALI	109
3.4.1	RILIEVI DI VIBRAZIONI	109
3.4.2	METODOLOGIA DI ANALISI DEI DATI RILEVATI	111
3.4.3	SINTESI DEI DATI RILEVATI	112
3.5	MODELLO PREVISIONALE	113
3.5.1	LE VIBRAZIONI INDOTTE IN FASE DI ESERCIZIO	113
3.5.2	CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE DI VIBRAZIONI	113
3.5.2.1	INTERAZIONE RUOTA ROTAIA	113

3.5.2.2	VELOCITÀ DEI TRENI	115
3.5.3	LA PROPAGAZIONE DELLE VIBRAZIONI NEL TERRENO	115
3.5.3.1	LA PROPAGAZIONE DELLE ONDE VIBRAZIONALI	115
3.5.3.2	LA DETERMINAZIONE DELLA FUNZIONE DI TRASFERIMENTO	117
3.6	LA VALUTAZIONE DELLE VIBRAZIONI INDOTTE IN FASE DI ESERCIZIO	119
3.6.1	PREVISIONE DELL'IMPATTO IN FASE DI ESERCIZIO	119
3.6.2	INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI AREE CRITICHE	119
3.1	CONCLUSIONI – STUDIO VIBRAZIONALE	120

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Fasce di pertinenza acustica di progetto ed infrastrutture concorsuali	21
Figura 2.	Condizione di concorsualità non effettiva	22
Figura 3.	Stralcio del Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Genova nell'area della Val Bisagno	25
Figura 4.	Stralcio del PUC di Genova - Distretto di trasformazione n. 22	29
Figura 5.	Stralcio della scheda di dettaglio del Distretto di Trasformazione n.22 <i>Staglieno - Bobbio</i>	30
Figura 6.	Stralci con individuazione planimetrica dei punti di calcolo per le aree naturali protette e parchi	35
Figura 7.	Parametri di calcolo adottati per la simulazione dei livelli acustici	44
Figura 8.	Schema della modellazione dei viadotti nel software di simulazione	46
Figura 9.	Interfaccia per l'inserimento delle caratteristiche dei viadotti	46
Figura 10.	Sezione tipologica impalcato di linea	47
Figura 11.	Stralcio sezione a due binari nella modellazione acustica	47
Figura 12.	Sezione impalcato tipo in corrispondenza della banchina centrale di stazione	48
Figura 13.	Figurini treni di terza generazione	50
Figura 14.	In ciano, la barriera antirumore installata lungo il marciapiedi dell'impalcato di progetto	53
Figura 15.	Stralci planimetrici, previsti lungo l'impalcato di progetto	54
Figura 16.	Modello di simulazione di SoundPLAN con barriere antirumore	55
Figura 17.	Localizzazione punti di misura fonometrici	61
Figura 18.	Veduta aerea della Val Bisagno – Google Earth	105
Figura 19.	Vista aerea dell'inquadramento generale dell'intervento oggetto di studio	106
Figura 20.	Stralcio carta geomorfologica e geologica inizio intervento Brignole Sant'Agata – Parenzo (rif. MGE1P4LVGEOCOMT00100 – Allegato 4)	107
Figura 21.	Stralcio carta geomorfologica e geologica Parenzo – Ponte Garrega (rif. MGE1P4LVGEOCOMR00100)	108
Figura 22.	Stralcio carta geomorfologica e geologica fine intervento Ponte Carrega – Molassana (rif. MGE1P4LVGEOCOMR00100)	109
Figura 23.	Legenda carta geomorfologica e geologica (rif. MGE1P4LVGEOCOMR00100)	109
Figura 24.	Localizzazione dei punti di misura	110
Figura 25.	Rilievi in situ: localizzazione dei punti di monitoraggio delle vibrazioni rispetto al piano campagna e piano del ferro	111
Figura 26.	Curve di attenuazione della V_{sor} ricavata dai rilievi nei punti VIB 1 e VIB 2 poste rispettivamente a 0,7 m e 6,8 m dal plinto, ponderate alle velocità di 20 km/h, 40 km/h, 60 km/h e 70 km/h	118

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1.	Zonizzazione Acustica Comunale: specifiche	10
Tabella 2.	Limiti acustici per le strade esistenti e assimilabili	13
Tabella 3.	Suddivisione in classi acustiche	16
Tabella 4.	Valori Limiti di Emissione	16
Tabella 5.	Valori Limiti di Immissione	17
Tabella 6.	Valori Limiti di Qualità	18
Tabella 7.	Limiti acustici in assenza di sorgenti concorsuali	22
Tabella 8.	Valori di soglia in presenza di sorgenti concorsuali	23
Tabella 9.	Limiti di immissione acustica del piano di zonizzazione acustica comunale	24
Tabella 10.	Elenco dei punti di calcolo per l'ambito di trasformazione residenziale individuato	31
Tabella 11.	Aree Naturali e Parchi presenti nell'area di studio, punti di calcolo e fasce acustiche	36
Tabella 12.	Tabella riassuntiva dei rilievi fonometrici di clima acustico	39
Tabella 13.	Profilo altimetrico della nuova infrastruttura	41
Tabella 14.	Valori minimi dei coefficienti di assorbimento acustico α_s	47
Tabella 15.	Traffico di progetto per ogni binario: specifiche per fasce orarie	48
Tabella 16.	Traffico di progetto: consistenza totale per binario e fascia oraria	49
Tabella 17.	Tabulato delle velocità	49
Tabella 18.	Tabella riassuntiva delle misure di rumore esterno dei veicoli di III generazione della metro	50
Tabella 19.	Tabella riassuntiva dei ricettori-edifici di ciascun plesso scolastico individuato	52
Tabella 20.	Coefficienti α di assorbimento minimi per i pannelli acustici delle barriere antirumore	53
Tabella 21.	Valori di rumore in facciata per i ricettori con esubero - Post Operam e Post Mitigazione (in rosso, i superamenti che permangono anche nello scenario Post Mitigato)	55
Tabella 22.	Ricettori con impatti residui in facciata	57
Tabella 23.	Tabella di classificazione degli infissi in funzione del valore di R_w	60
Tabella 24.	Tabella di valutazione sulla variazione del clima acustico attuale con l'opera in esercizio	63
Tabella 25.	Valori soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017)	102
Tabella 26.	Rilievi in situ: sintesi dei valori di accelerazione in mm/s ² calcolati in corrispondenza dei punti di misura	112
Tabella 27.	Tipi di carico e relativi contributi	114
Tabella 28.	Tipologia di terreno con specifiche	116

1. PREMESSA

Il presente rapporto contiene i risultati dello studio di impatto acustico e vibrazionale relativo all'intervento di prolungamento dell'esistente linea metropolitana di Genova verso la Val Bisagno, diramandosi dalla stazione di Brignole. La nuova tratta comprende sette nuove stazioni ed è lunga circa 7 km.

La linea si sviluppa in sponda destra a filo argine del torrente Bisagno, partendo dalla nuova stazione denominata "Brignole Sant'Agata", fino alla stazione denominata "Stadio Marassi" per poi portarsi a Nord della piastra di tombamento del torrente, in zona Marassi, sulla sponda sinistra dove è prevista l'ubicazione delle stazioni "Parenzo", "Staglieno", "Ponte Carrega", "San Gottardo" e "Molassana".

Per soddisfare l'attuale finanziamento, la realizzazione dell'opera verrà divisa in due lotti di cui il primo, della lunghezza di circa 4,5 km, parte dalla stazione "Brignole Sant'Agata" e arriva alla stazione "Ponte Carrega", definendo così un lotto funzionale. Il secondo lotto, partendo dalla stazione "Ponte Carrega", termina alla stazione di testa "Molassana", definendo così un lotto di completamento.

La nuova infrastruttura è provvista di un binario di servizio per il collegamento al deposito esistente di Dinegro.

Il collegamento alla linea esistente avviene poco a valle della stazione Brignole e della comunicazione a croce che è presente sugli attuali tronchini di manovra. Qui si inserisce il nuovo deviatore di diramazione sul binario pari della linea esistente, che è previsto proseguirà verso la stazione di Martinez attualmente in corso di realizzazione. La linea si sviluppa, quindi, lungo la Val Bisagno portandosi in sponda destra dove è ubicata, lungo via Canevari, la nuova stazione Brignole Sant'Agata. La linea si porta poi a filo argine e in questa configurazione si sviluppa fino al Ponte Serra, a Nord del quale la linea devia verso ovest per portarsi in corrispondenza della scuola Firpo, di cui è prevista la demolizione. In corrispondenza dell'area risultante è prevista la stazione Stadio Marassi, subito a nord della quale il tracciato si porta in sponda sinistra con uno scavalco del Bisagno. Da qui la linea prosegue riportandosi a filo argine a nord di Piazzale Marassi. Da qui in poi il tracciato si tiene in questa configurazione lungo la sponda sinistra dove è prevista l'ubicazione delle stazioni Parenzo, Staglieno, Ponte Carrega, San Gottardo e Molassana.

Le stazioni hanno una distanza media di circa 1 km e al termine della linea è previsto un tronchino di circa 300 m, necessario anche al fine del ricovero dei treni nelle ore di morbida e durante la notte. Subito dopo lo stacco dalla linea esistente è prevista un'ulteriore asta di ricovero dei treni di circa 50 m.

In corrispondenza della stazione Molassana è previsto il nodo di scambio con posteggi per mezzi privati e stalli per il TPL.

2. STUDIO ACUSTICO

2.1 Iter metodologico

Il presente aggiornamento dello studio acustico si è reso necessario per verificare, recepire ed aggiornare quanto richiesto dalla Committenza e quando previsto dallo sviluppo ingegneristico del progetto.

L'articolo 2, comma 1, Art. 2 del DPR 459/98, che definisce il campo di applicazione del medesimo decreto, così recita: *"Il presente stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture delle ferrovie e delle linee metropolitane di superficie, con esclusione delle tramvie e delle funicolari."*

Ciò premesso, di seguito vengono riportare le fasi di lavoro in cui può essere schematizzato l'iter metodologico seguito:

- Individuazione dei valori limite di immissione secondo il DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario), il DMA 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico) e DPR 142/04 (decreto sul rumore stradale), per tener conto dell'eventuale concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio.
- Caratterizzazione ante operam. In questa fase dello studio è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti nella fascia di pertinenza acustica della metropolitana (250 m per lato). Tali analisi sono state estese fino a 300 m per lato, per tener conto dei primi fronti edificati presenti al di fuori della fascia di pertinenza ferroviaria/metropolitana.
- Livelli acustici post operam. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici con la realizzazione del progetto in esame. Gli algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea e con quelli eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture concorrenti così come previsto dai provvedimenti normativi. In particolare, l'Allegato 4 del DM 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", richiede, ai fini della verifica di concorsualità, in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrico e viene svolta considerando le aree di sovrapposizione tra le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali. Tale verifica è quindi esclusivamente limitata all'interno delle fasce di pertinenza acustica ferroviarie, ovvero all'interno dei 250 m (fascia B) dall'asse del binario più esterno.
- Individuazione degli interventi di mitigazione. In quest'ultima fase si individuano gli interventi di mitigazione necessari ad abbattere le eccedenze acustiche registrate rispetto ai limiti normativi. Dallo studio acustico non si evince la necessità di prevedere barriere antirumore dal momento che non si rilevano eccedenze di rumore presso i ricettori ad uso residenziale/commerciale ricadenti nell'area di studio. Si registrano, infatti, dei superamenti in facciata, all'esterno, solo presso alcune strutture scolastiche, per le quali sono stati previsti interventi diretti. In accordo al DPR 459/98, per questi ricettori è infatti assicurato il rispetto del limite interno a finestre chiuse, pari a 45 dB(A) Leq diurno, pertanto, non è necessaria la sostituzione di infissi, ma soltanto l'installazione di aeratori isofonici atti a ristabilire le condizioni di ventilazione, quindi a garantire il ricambio d'aria necessario.

La scelta di ricorrere a interventi diretti è motivata dal fatto di evitare, in considerazione del rispetto di limiti sonori estremamente severi imposti per ricettori sensibili, un sovradimensionamento eccessivo delle barriere antirumore lungo l'infrastruttura con conseguente maggiore impatto paesaggistico sul territorio circostante.

Il presente documento è stato redatto dal Dott. Angelo Lombardo, iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica n. 12602 e verificato dall' Ing. Alfredo Corvaja, iscritto all'Elenco

Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica n. 7280 (già iscritto nell'elenco dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale della Regione Lazio n. 606).

2.2 Riferimenti normativi

Legge Quadro 447/95

Nel 1995 viene pubblicata la legge 26 ottobre 1995 n° 447 «*Legge Quadro sull'inquinamento acustico*».

Detto strumento normativo, che sostituisce il D.P.C.M. 1° marzo 1991, affronta il tema dell'inquinamento acustico del territorio, ricomprendendo al suo interno le definizioni fondamentali e definendo competenze e adempimenti necessari alla tutela dell'ambiente dal rumore.

La Legge Quadro indica le metodiche da adottare per il contenimento della problematica (piani e disposizioni in materia d'impatto acustico), e fornisce all'art. 2 comma 1 una definizione del fenomeno, dell'ambito di applicazione della normativa e delle sorgenti.

In particolare, la Legge Quadro fa riferimento agli **ambienti abitativi**, definiti come: «*ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.L. 15/08/91, n.277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive*».

Nella definizione riportata risultano quindi comprese le residenze e comunque tutti quegli ambienti ove risiedono comunità e destinati alle diverse attività umane, ai quali non viene in genere ristretto il concetto di ambiente abitativo.

Sempre all'interno dell'art. 2 comma 1. la Legge Quadro fornisce la definizione di sorgente di rumore suddividendole tra *sorgenti fisse* e *sorgenti mobili*.

In particolare, vengono inserite tra le **sorgenti fisse** anche le infrastrutture stradali e ferroviarie:

«... le installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore, **le infrastrutture stradali, ferroviarie, commerciali; ...; le aree adibite ad attività sportive e ricreative.**»

La Legge Quadro ribadisce la necessità che i comuni predispongano una **zonizzazione acustica comunale**. Le aree previste per la zonizzazione del territorio sono sei e sono così caratterizzate:

Tabella 1. Zonizzazione Acustica Comunale: specifiche

I - AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE	Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per l'utilizzazione, quali aree ospedaliere, scolastiche, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse naturalistico, ricreativo, culturale, archeologico, parchi naturali e urbani;
II - AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, limitata presenza di attività commerciali, totale assenza di attività industriali ed artigianali;
III - AREE DI TIPO MISTO	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali, interessate da attività che impiegano macchine operatrici;
IV - AREE DI INTENSA ATTIVITÀ UMANA	Rientrano in questa classe: • le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, presenze di attività artigianali, con dotazione di impianti di servizi a ciclo continuo; • le aree in prossimità di strade di grande comunicazione, di linee ferroviarie, di aeroporti e porti; • le aree con limitata presenza di piccole industrie;
V - AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI	Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni;
VI - AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI	Rientrano in questa classe le aree interessate da industrie a ciclo continuo prive di insediamenti abitativi.

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

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

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

Per l'individuazione dei limiti di applicabilità e delle soglie numeriche relative a ciascun criterio di valutazione, la Legge 447/95 demanda al D.P.C.M. del 14/11/1997 «*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*». Da tale D.P.C.M. resta, però, ancora una volta esclusa la regolamentazione delle infrastrutture di trasporto.

D.P.R. 459/98

Per quanto concerne la disciplina del rumore ferroviario, il D.P.C.M del 14/11/97, coerentemente con quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95, rimanda pertanto al D.P.R. n. 459 del 18/11/98.

Di seguito, si sintetizzano i contenuti salienti del regolamento.

Il decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture delle ferrovie e delle linee metropolitane di superficie, con esclusione delle tramvie e delle funicolari.

Le disposizioni di cui al presente decreto si applicano:

- a. alle infrastrutture esistenti, alle loro varianti ed alle infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento a quelle esistenti;
- b. alle infrastrutture di nuova realizzazione.

A partire dalla mezzera dei binari esterni e per ciascun lato sono fissate fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture della larghezza di m 250 per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 2, lettera a), e per le infrastrutture di nuova realizzazione di cui all'articolo 2, comma 2, lettera b), con velocità di progetto non superiore a 200 km/h.

Tale fascia deve a sua volta essere suddivisa in due parti:

- FASCIA «A»: pari a 100 m la più vicina alla sede ferroviaria
- FASCIA «B»: pari ad ulteriori 150 m più lontana da essa.

All'interno delle fasce suddette i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria sono i seguenti:

- Per scuole, ospedali, case di cura, e case di riposo il limite è di 50 dB(A) nel periodo diurno e di 40 dB(A) nel periodo notturno. Per le scuole vale solo il limite diurno;
- Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «A» il limite è di 70 dB(A) nel periodo diurno e di 60 dB(A) nel periodo notturno;
- Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «B» il limite è di 65 dB(A) nel periodo diurno e di 55 dB(A) nel periodo notturno;
- Oltre la fascia di rispetto «B» valgono i limiti previsti dai piani di zonizzazione acustica comunali

Il rispetto dei limiti massimi di immissione, entro o al di fuori della fascia di pertinenza, devono essere verificati con misure sugli interi periodi di riferimento diurno (6-22) e notturno (22-6), in facciata degli edifici e ad 1 m dalla stessa, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

Inoltre, qualora, in base a considerazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, il raggiungimento dei predetti limiti non sia conseguibile con interventi sull'infrastruttura, si deve procedere con interventi diretti sui ricettori.

In questo caso, all'interno dei fabbricati, dovranno essere ottenuti i seguenti livelli sonori interni:

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

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

D.P.R. 142/04

In data 01 Giugno 2004 viene pubblicato il DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 marzo 2004, n. 142, - "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".

Il decreto per le infrastrutture stradali, così come previsto dal suddetto art. 5 del D.P.C.M. 14/11/1997, fissa le fasce di pertinenza a partire dal confine dell'infrastruttura (art. 3 comma 3) ed i limiti di immissione che dovranno essere rispettati.

Il DPR interessa come campo di applicazione le seguenti infrastrutture stradali così come definite dall'Art. 2 del Codice della Strada (D.L.vo n. 285 del 30/04/1992) e secondo le Norme CNR 1980 e direttive PUT per i sottotipi individuati ai fini acustici.

Sono in particolare indicate le seguenti classi di strade:

A - Autostrade

B - Strade extraurbane principali

C - Strade extraurbane secondarie suddivise in

Ca - a carreggiate separate e tipo IV CNR

Cb - tutte le altre strade extraurbane secondarie

D - Strade urbane di scorrimento

Da - a carreggiate separate e interquartiere

Db - tutte le altre strade urbane di scorrimento

E - Strade urbane di quartiere

F - Strade locali

In particolare, per le infrastrutture appartenenti alle categorie A, B e Ca è individuata una fascia di rispetto: di ampiezza complessivamente pari a 250 m misurata a partire dall'infrastruttura stradale per ciascun lato dell'infrastruttura.

Tale fascia per le infrastrutture esistenti è a sua volta suddivisa in:

- Fascia "A": pari a 100 m dalla sede stradale;
- Fascia "B": pari ad ulteriori 150 m più lontana dalla sede.

Per le infrastrutture appartenenti alla categoria Cb è individuata una fascia di rispetto: di ampiezza complessivamente pari a 150 m misurata a partire dall'infrastruttura stradale per ciascun lato dell'infrastruttura.

Tale fascia per le infrastrutture esistenti è a sua volta suddivisa in:

- Fascia "A": pari a 100 m dalla sede stradale;
- Fascia "B": pari ad ulteriori 50 m più lontana dalla sede.

Per le altre tipologie di strada la fascia si riduce come segue:

- tipo Da e Db: fascia unica pari a 100 m
- tipo E ed F: fascia unica pari a 30 m

Per quanto concerne i limiti gli stessi sono stabiliti in maniera diversa in funzione del tipo di infrastruttura e a seconda che si tratti di infrastruttura di nuova realizzazione o di infrastruttura esistente e di sue varianti. Nella tabella seguente vengono riportati i limiti per le infrastrutture esistenti e in relazione alle diverse fasce di pertinenza.

Tabella 2. Limiti acustici per le strade esistenti e assimilabili

TIPO (SECONDO C.D.S.)	SOTTOTIPO AI FINI ACUSTICI (SECONDO NORME CNR 1980 E DIRETTIVE PUT)	AMPIEZZA FASCIA	SCUOLE*, OSPEDALI, CASE DI CURA E DI RIPOSO		ALTRI RICETTORI	
			DIURNO	NOTTURNO	DIURNO	NOTTURNO
A – autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B – extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – extraurbana secondaria	Ca (carreggiate a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D – urbana di scorrimento	Da (carreggiate a carreggiate separate e inter-quartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM in data 14.11.1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come previsto dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F – locale		30				

* Per le scuole vale il solo limite diurno

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

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

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

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

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

Decreto per la predisposizione degli interventi antirumore da parte dei gestori delle infrastrutture (DM 29/11/2000)

In data 6 Dicembre 2000, viene pubblicato il Decreto del Ministero dell'Ambiente n.141 del 29 Novembre 2000 *"Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"*.

Detto strumento normativo, stabilisce i criteri tecnici per la predisposizione degli interventi antirumore, definendo, oltre agli obblighi del gestore, i criteri di priorità degli interventi, riportando inoltre in Allegato (Allegato 2) i criteri di progettazione degli interventi stessi (Allegato 3 – Tabella 1), l'indice dei costi di intervento e i criteri di valutazione delle percentuali dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in uno stesso punto.

In particolare, all'art. 4 "Obiettivi dell'attività di risanamento", il Decreto stabilisce che le attività di risanamento debbano conseguire il rispetto dei valori limite del rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto così come stabiliti dai regolamenti di esecuzione di cui all'art. 11 della Legge Quadro.

Nel caso di sovrapposizione di più fasce di pertinenza, il rumore immesso non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

Per quanto concerne le priorità di intervento, nell'Allegato 1 viene riportato la seguente relazione per il calcolo dell'indice di priorità P,

$$P = \sum R_i (L_i - L_i^*) \quad (I).$$

nella quale:

R_i è il numero di abitanti nella zona i-esima,

$(L_i - L_i^*)$ è la più elevata delle differenze tra i valori di esposizione previsti e i limiti imposti dalla normativa vigente all'interno di una singola zona;

Relativamente alle infrastrutture concorrenti, il Decreto stabilisce che l'attività di risanamento sia effettuata secondo un criterio di valutazione riportato nell'allegato 4 oppure attraverso un accordo fra i medesimi soggetti, le regioni e le province autonome, i comuni e le province territorialmente competenti.

Il criterio indicato dal decreto nell'Allegato 4 viene introduce il concetto di "*Livello di soglia*", espresso mediante la relazione

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

e definito come *"il livello cui deve pervenire, a seguito di risanamento, ogni singola sorgente, avente rumore egualmente ponderato"*.

Nella relazione (II) il termine N rappresenta il numero delle sorgenti interessate al risanamento, e L_{zona} è il limite assoluto di immissione. Se il livello equivalente di rumore immesso da una sorgente è inferiore di 10 dB(A) rispetto al valore della sorgente avente massima immissione ed inferiore al livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1, il contributo della sorgente stessa può essere trascurato.

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14/11/1997 – Valori Limite delle Sorgenti Sonore

In data 1° Dicembre 1997 viene emanato il presente decreto, come strumento normativo atto a specificare i valori limite di emissione, di immissione, di attenzione e i valori di qualità in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera a), della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

I valori sono applicati ai ricettori a seconda della classe di appartenenza secondo quanto riportato nella Tabella A allegata al decreto, che ricalca la suddivisione già introdotta dalla Legge 447 del 1995 e che si riporta di seguito:

Tabella 3. Suddivisione in classi acustiche

CLASSE I	Aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
CLASSE II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali
CLASSE III	Aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici
CLASSE IV	Aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.
CLASSE V	Aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
CLASSE VI	Aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

Come **valori limite di emissione** (Art 2, definiti dalla legge 447/1995 come i *valori massimi di rumore che possono essere emessi da una sorgente sonora, misurati in prossimità della sorgente stessa*) per le sorgenti sia fisse che mobili, sono individuati i valori di Leq (A) della tabella B, di seguito riportata:

Tabella 4. Valori Limiti di Emissione

CLASSE	PERIODO DIURNO (ore 6 – 22)	PERIODO NOTTURNO (ore 22 - 6)
Classe I	45	35
Classe II	50	40
Classe III	55	45
Classe IV	60	50
Classe V	65	65
Classe VI	65	65

Come **valori limite di immissione** (Art 3, definiti dalla legge 447/1995 come i *valori massimi di rumore che possono essere immessi da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o esterno, misurati in prossimità dei ricettori*) per le sorgenti sia fisse che mobili, sono individuati i valori di Leq (A) della tabella C, di seguito riportata:

Tabella 5. Valori Limiti di Immissione

CLASSE	PERIODO DIURNO (ore 6 – 22)	PERIODO NOTTURNO (ore 22 - 6)
Classe I	50	40
Classe II	55	45
Classe III	60	50
Classe IV	65	55
Classe V	70	60
Classe VI	70	70

Il decreto specifica che all'interno delle fasce di pertinenza acustica delle diverse infrastrutture (ferroviarie, stradali, aeroportuali, marittime), valgono i limiti di immissione specifici della fascia di pertinenza, fissati da opportuni decreti (Art 5). All'esterno delle proprie fasce di pertinenza, tutte le sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione.

Per quanto concerne i **valori limite differenziali di immissione** il decreto specifica che non si applicano alle infrastrutture ferroviarie, né stradali, né aeroportuali, né marittime (Art 4, comma 3).

Come **valori di attenzione** (Art 6, definiti dalla legge 447/1995 come i *valori di rumore che segnalano la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente*) sono individuati i valori dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A", riferiti al tempo a lungo termine (TL). Nel caso in cui qualora il tempo **TL fosse pari a 1 ora** i valori di attenzione si possono desumere dalla tabella C aumentando di 10 dB nel periodo diurno e di 5 dB nel periodo notturno. Se relativi ai tempi di riferimento diurno/notturno, invece, i valori limite coincidono con quelli della tabella C.

Il decreto specifica che all'interno delle fasce di pertinenza acustica delle diverse infrastrutture (ferroviarie, stradali, aeroportuali, marittime), tali valori di attenzione non hanno validità (Art 6, comma 3).

I **valori di qualità** (Art 7, definiti dalla legge 447/1995 come i *valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili*) sono indicati nella tabella D di seguito riportata:

Tabella 6. Valori Limiti di Qualità

CLASSE	PERIODO DIURNO (ore 6 – 22)	PERIODO NOTTURNO (ore 22 - 6)
Classe I	47	37
Classe II	52	42
Classe III	57	47
Classe IV	62	52
Classe V	67	57
Classe VI	70	70

Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/03/1998 – Tecniche di Rilevamento e di Misurazione dell'Inquinamento Acustico

Il provvedimento, emanato in ottemperanza al disposto dell'art. 3 comma 1, lettera c) della L.447/95, individua le specifiche che devono essere soddisfatte dalla strumentazione di misura (Art. 2), i criteri e le modalità di esecuzione delle misure (indicate nell'allegato B al presente decreto).

In particolare, nell'allegato B, il decreto raccomanda di acquisire tutte le informazioni che possono condizionare la scelta del metodo, dei tempi e delle posizioni di misura, prima dell'inizio della misura.

I rilievi di rumorosità devono pertanto tenere conto delle variazioni sia dell'emissione sonora delle sorgenti che della loro propagazione. Devono essere rilevati tutti i dati che conducono ad una descrizione delle sorgenti che influiscono sul rumore ambientale nelle zone interessate dall'indagine. Se individuabili, occorre indicare le maggiori sorgenti, la variabilità della loro emissione sonora, la presenza di componenti tonali e/o impulsive e/o di bassa frequenza.

La metodologia di misura riportata rileva valori di (LAeq,TR) rappresentativi del rumore ambientale nel periodo di riferimento, della zona in esame, della tipologia della sorgente e della propagazione dell'emissione sonora. La misura deve essere arrotondata a 0,5 dB.

Per le misure in esterno:

Il microfono da campo libero deve essere orientato verso la sorgente di rumore; nel caso in cui la sorgente non sia localizzabile o siano presenti più sorgenti deve essere usato un microfono per incidenza casuale.

Il microfono deve essere montato su apposito sostegno e collegato al fonometro con cavo di lunghezza tale da consentire agli operatori di porsi alla distanza non inferiore a 3 m dal microfono stesso.

Le misurazioni devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5m/s. Il microfono, dotato di una cuffia antivento ed

orientato verso la sorgente di rumore, deve essere posto ad una distanza di 1 m dalle facciate di edifici esposti ai livelli sonori più elevati e ad una quota da terra pari a 4 m.

Nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale, il microfono deve essere collocato a 1 m dalla facciata stessa.

Nel caso di edifici con distacco dalla sede stradale di spazi liberi, il microfono deve essere collocato nell'interno dello spazio fruibile da persone o comunità e, comunque, a non meno di 1 m dalla facciata dell'edificio.

L'altezza del microfono sia per misure in aree edificate che per misure in altri siti, deve essere scelta in accordo con la reale o ipotizzata posizione del ricettore.

Per le misure all'interno di ambienti abitativi:

Il microfono della catena fonometrica deve essere posizionato a 1,5 m dal pavimento e ad almeno 1 m da superfici riflettenti. Il rilevamento in ambiente abitativo deve essere eseguito sia a finestre aperte che chiuse, al fine di individuare la situazione più gravosa. Nella misura a finestre aperte il microfono deve essere posizionato a 1 m dalla finestra; in presenza di onde stazionarie il microfono deve essere posto in corrispondenza del massimo di pressione sonora più vicino alla posizione indicata precedentemente.

Si devono applicare i seguenti fattori correttivi nei seguenti casi, definiti e caratterizzati nel decreto stesso:

- componenti impulsive + 3 dB
- componenti tonali + 3 dB
- componenti in bassa frequenza (200 Hz e solo nel periodo notturno) + 3 dB
- presenza di rumore a tempo parziale -3 dB (da 15 min. a 1 ora) -5 dB (fino a 15 min.)

I criteri e le modalità di misura del rumore stradale e ferroviario sono invece indicati nell'allegato C al Decreto, mentre le modalità di presentazione dei risultati delle misure lo sono in allegato D al Decreto di cui costituisce parte integrante.

2.3 Concorsualità delle sorgenti di rumore presenti sul territorio

La verifica di concorsualità, come indicata dall'Allegato 4 del DM 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrico e viene svolta considerando le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali.

Se il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità è in primo luogo necessario verificare la significatività della sorgente concorsuale.

La sorgente concorsuale non è sicuramente significativa e può essere trascurata se la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dB(A). Tale approccio può essere applicato a ricettori presenti sia all'interno sia all'esterno della fascia dell'infrastruttura principale.

Nell'area di progetto le sorgenti infrastrutturali che possono essere ritenute concorsuali, ovvero quelle che insieme all'infrastruttura in progetto contribuiscono al livello di rumore complessivo dell'area, sono rappresentate da:

- tratto A12 dell'autostrada E80 - infrastruttura stradale di classe A, quindi con due fasce di pertinenza A (da 0 a 100 m dall'asse) e B (da 100 a 250 m dall'asse) - DPR 142/04;
- la ferrovia passante per la stazione di Brignole, con due fasce di pertinenza A (da 0 a 100 m dall'asse) e B (da 100 a 250 m dall'asse) - DPR 549/98;
- infrastrutture stradali lungo il Torrente Bisagno (a titolo esemplificativo: via Giacomo Moresco, via Bobbio, Via Piacenza, Via Emilia a Ovest del Torrente Bisagno; Corso Galliera, via Rino Mandoli, Lungobisagno Istria e Lungobisagno Dalmazia a Est del Torrente Bisagno), - strade locali, con fascia di pertinenza unica (30 m dall'asse) - DPR 142/04.

Per quanto riguarda le infrastrutture concorsuali, l'autostrada A12 - E80 e la linea ferroviaria sono state identificate sulla base del Piano di zonizzazione acustica del Comune di Genova. Le infrastrutture stradali che costeggiano il Torrente Bisagno, invece, sono state incluse in considerazione dei livelli di rumore misurati, plausibilmente, connessi essenzialmente al traffico veicolare circolante sulle infrastrutture stradali, che risultano comparabili a quelli dell'infrastruttura in progetto. I dati di misurazione sono dettagliati nel report MGE1P4LVAMBCOMR00700. Tutte sono individuabili negli elaborati specialistici cod. MGE1P4LVAMBCOMT01000 - Corografia Generale e cod. MGE1P4LVAMBCOMT01101÷8 - Planimetrie di censimento ricettori.

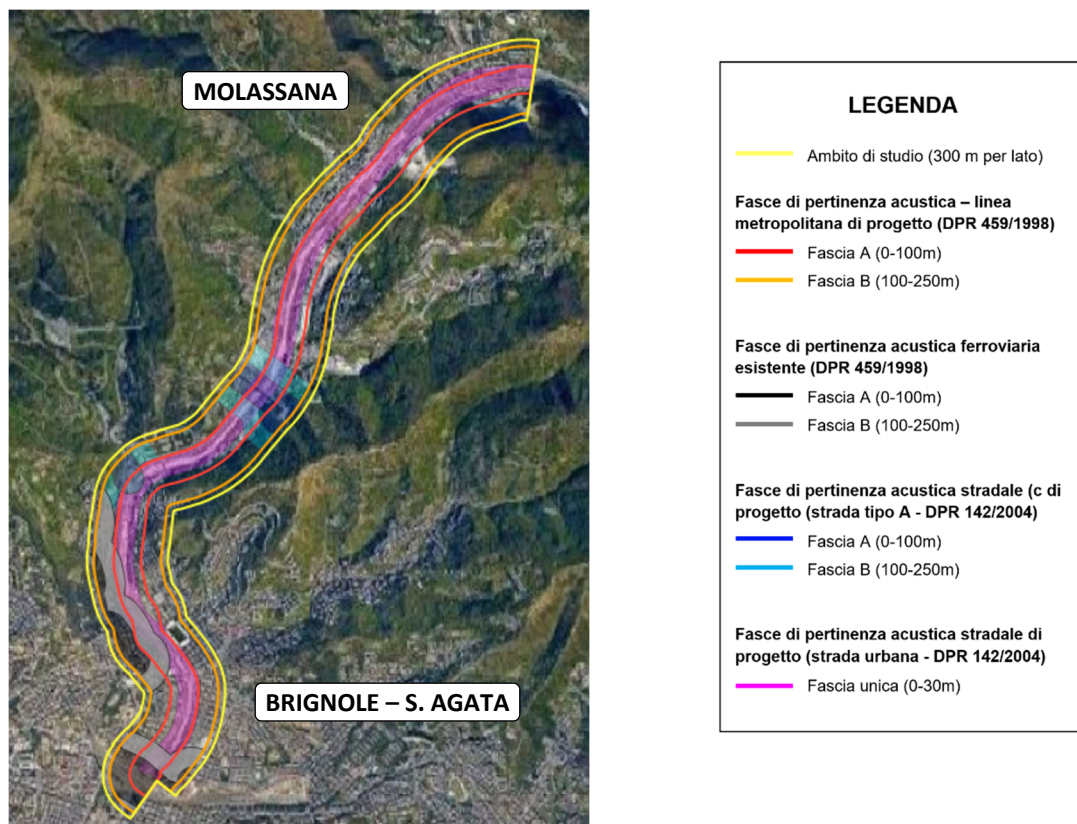


Figura 1. Fasce di pertinenza acustica di progetto ed infrastrutture concorsuali

2.4 Individuazione limiti di immissione

2.4.1 Ricettori nelle fasce di pertinenza acustica

Per individuare i limiti che ciascun ricettore deve rispettare si considera quanto indicato nel Decreto Attuativo per la regolamentazione dei limiti d'immissione delle infrastrutture ferroviarie del 18/11/98 n° 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n° 447, e nel DMA 29/11/2000.

Come evidenziato nei riferimenti normativi, i limiti di riferimento variano in funzione del tipo di ricettore cui si fa riferimento e del numero di sorgenti presenti sul territorio che possono definirsi concorsuali con quella oggetto di analisi.

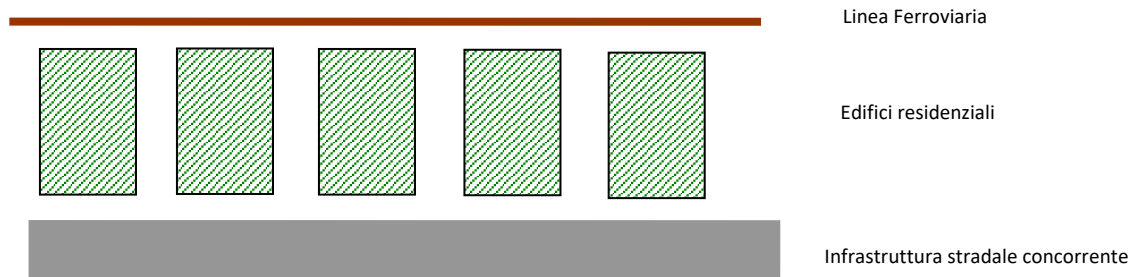
Per il tipo di ricettori, alcuni di essi assumono i limiti sia nel periodo diurno, sia nel periodo notturno, mentre altri nel solo periodo diurno: ciò perché il limite di riferimento è relativo al periodo in cui effettivamente l'edificio in questione è utilizzato in maniera continuativa.

Tabella 7. Limiti acustici in assenza di sorgenti concorsuali

TIPO DI RICETTORE	FASCIA A (0-100 M)		FASCIA B (100-250 M)	
	PERIODO DIURNO DB(A)	PERIODO NOTTURNO DB(A)	PERIODO DIURNO DB(A)	PERIODO NOTTURNO DB(A)
Residenziale	70.0	60.0	65.0	55.0
Produttivo	70.0	-	65.0	-
Terziario	70.0	-	65.0	-
Ospedale/Casa di Cura	50.0	40.0	50.0	40.0
Scuola	50.0	-	50.0	-
Altro (utilizzo saltuario)	-	-	-	-

Si fa presente che a prescindere dall'appartenenza geometrica ad una determinata fascia di pertinenza acustica, di fatto per il ricettore non assumono rilevanza le infrastrutture potenzialmente concorrenti che non insistono sullo stesso fronte rispetto all'infrastruttura principale oggetto di analisi. Infatti, ove la linea ferroviaria e l'infrastruttura stradale concorrente insistono su fronti opposti di nuclei di residenziali consolidati la presenza stessa dell'edificato costituisce un ostacolo alla propagazione dell'uno o dell'altro contributo acustico e pertanto non vi è concorsualità effettiva.

Figura 2. Condizione di concorsualità non effettiva



Nel presente studio a favore di sicurezza tale aspetto non è stato considerato e sono state considerate le concorsualità indipendentemente dai fronti esposti.

Nel complessivo dei ricettori compresi nel corridoio di studio acustico, si riscontrano casi di fabbricati esposti al rumore di una o due sorgenti. Nel primo caso e cioè nel caso di ricettori esposti al solo rumore della linea metropolitana in questione, si applicano i valori limite sintetizzati nella Tabella 7 sopra riportata. Mentre nel caso di concorsualità fra due o più infrastrutture, i valori limite di riferimento sono stati calcolati imponendo che la somma dei contributi egualmente ponderati non superasse il valore della sorgente avente massima immissione.

Nella seguente tabella si riportano le possibili combinazioni di concorsualità indicando con la lettera "A" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite di 70 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni, con la lettera "B" la fascia di pertinenza acustica caratterizzata dal valore limite e 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni.

Tabella 8. Valori di soglia in presenza di sorgenti concorsuali

FASCE DI PERTINENZA			VALORI DI SOGLIA DELL'INFRASTRUTTURA METROPOLITANA	
LINEA METROPOLITANA	PRIMA INFRASTRUTTURA CONCURSALE	SECONDA INFRASTRUTTURA CONCURSALE	DIURNO DB(A)	NOTTURNO DB(A)
A	A	-	67,0	57,0
A	B	-	67,0	57,0
B	B	-	62,0	52,0
B	A	-	67,0	57,0
A	A	A	65,2	55,2
A	A	B	65,2	55,2
A	B	A	65,2	55,2
A	B	B	65,2	55,2
B	A	A	65,2	55,2
B	A	B	65,2	55,2
B	B	A	65,2	55,2
B	B	B	60,2	50,2

I limiti riportati in tabella si riferiscono a edifici residenziali; in caso di edifici adibiti ad attività commerciali o uffici saranno considerati unicamente i valori diurni, in quanto relativi al periodo di riferimento in cui è prevista la permanenza di persone.

La riduzione del limite acustico in caso di concorsualità si applica anche al caso degli edifici sensibili utilizzando le stesse metodologie e applicando il medesimo principio cautelativo di assunzione del valore limite di riferimento più restrittivo. Nel caso di edifici scolastici e/o universitari si fa riferimento esclusivamente al periodo diurno, nel caso invece di edifici ospedalieri e/o case di riposo o di cura si fa riferimento ad entrambi i periodi temporali.

2.4.2 Ricettori esterni alle fasce di pertinenza acustica

Per l'articolo 4 e 5 del DPR 459/98 i ricettori che ricadono al di fuori della fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura devono rispettare i limiti della tabella C del DPCM 14/11/97, ossia i limiti imposti dalle zonizzazioni acustiche comunali attraversate dalla linea ferroviaria. In ottemperanza a quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95 e dalla normativa regionale tutti i Comuni rientranti nell'ambito di studio sono dotati di classificazione acustica del territorio (PCCA).

Il comune di Genova si è dotato di PCCA con delibera n.140 del 4/12/2000 del Consiglio Comunale e successiva approvazione con Delibera n. 234 del 24 Aprile 2002 della Giunta Provinciale.

Tabella 9. Limiti di immissione acustica del piano di zonizzazione acustica comunale

DESTINAZIONE D'USO TERRITORIALE		VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE	
		DIURNO (6:00÷22:00)	NOTTURNO (22:00÷6:00)
I	Aree protette	50	40
II	Aree residenziali	55	45
III	Aree miste	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Si evidenzia che i limiti individuati dal piano di zonizzazione acustica comunale sono stati utilizzati per individuare i limiti che ciascun ricettore deve rispettare all'interno dell'ambito di studio acustico nella fascia compresa tra i 250 e i 300 metri.

Di seguito si riporta uno stralcio della zonizzazione acustica del Comune di Genova nel tratto in esame. Lo stralcio mette in evidenza come il nuovo tratto di metropolitana in progetto si collochi in una fascia di classe IV (aree di intensa attività umane) con tratte anche in classe V (aree prevalentemente industriali) e VI (aree esclusivamente industriali). Allontanandosi dal Torrente Bisagno, l'ambito di studio è caratterizzato in larga prevalenza da zone in classe III (aree miste) e risalendo dal fondovalle poche zone in classe II (aree residenziali), più lontano dalla nuova infrastruttura.



Classificazione acustica del territorio		
Classi di destinazione d'uso del territorio		
	Classe	Tipologia
VERDE	I	aree particolarmente protette
GIALLO	II	aree ad uso prevalentemente residenziale
ARANCIONE	III	aree di tipo misto
ROSSO	IV	aree di intensa attività umana
VIOLA	V	aree prevalentemente industriali
BLU	VI	aree esclusivamente industriali

Figura 3. Stralcio del Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Genova nell'area della Val Bisagno

2.5 Il censimento dei ricettori

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

Il censimento ha riguardato una fascia di 250 m per lato a partire dal binario esterno (fascia di pertinenza acustica ai sensi del DPR 459/98) in tutti i tratti di linea ferroviaria allo scoperto. L'indagine è stata estesa anche oltre tale fascia, fino a 300 metri, per l'indagine dei fronti edificati prossimi alla stessa.

È stata effettuata, in particolare, una verifica della destinazione d'uso ed altezza di tutti i ricettori. I risultati di tale verifica sono stati riportati, sulla cartografia numerica in scala 1:2000 (elaborato MGE1P4LVAMBCOMT01101-8).

Nelle planimetrie di censimento summenzionate, in merito ai ricettori censiti sono state evidenziate mediante apposita campitura colorata le informazioni di seguito descritte:

Tipologia dei ricettori

- Residenziale;
- Asili, scuole, Università;
- Industriale, artigianale;
- Commerciale, servizi;
- Monumentale, religioso;
- Ruedi, dismessi, box, stalle e depositi;
- Pertinenza FS;
- Aree di espansione residenziale;
- Espropri/demolizioni.

Il censimento evidenzia nell'ambito di studio (semi-ampiezza pari 300 m) 2018 edifici, di cui 5 a destinazione d'uso ospedale, casa di cura/riposo, 42 ad uso scolastico, 1266 di tipo residenziale, 30 edifici adibiti a culto, 238 di tipo commerciale e servizi mentre i restanti 437 si dividono in edifici di tipo produttivo (industriale, artigianale), di pertinenza FS (stazioni, locali tecnici) e di altro tipo (Dismessi, box, depositi, ecc.).

Altezza dei ricettori

Indicato come numero di piani fuori terra.

Sono state altresì indicate le facciate cieche (assenza di infissi) dei ricettori.

L'attività di verifica Ante Operam è stata quindi completata con la redazione di schede di dettaglio in cui sono state riportate per ciascun fabbricato le informazioni riguardanti la localizzazione, lo stato e la consistenza e la relativa documentazione fotografica.

Le schede sono riportate nel documento MGE1P4LVAMBCOMK00101.

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

A) Dati generali

Codice ricettore individuato dalla codifica RXZZZ, dove:

X è un numero che indica la posizione del ricettore rispetto al binario

- 1 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
- 2 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria A)
- 3 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
- 4 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (fascia ferroviaria B)
- 5 lato dispari rispetto la progressiva crescente di progetto (oltre 250 m)
- 6 lato pari rispetto la progressiva crescente di progetto (oltre 250 m)

ZZZ è il numero progressivo del ricettore

A seguito delle modifiche del tracciato, posteriori all'attività di censimento dei ricettori, la numerazione degli stessi potrebbe scostarsi dalla logica sopra descritta. Infine, il presente aggiornamento per recepire la nuova configurazione dell'attacco alla linea esistente, ha richiesto un'attività di censimento per i nuovi ricadenti nell'ambito di studio individuati da una codifica tipo VXZZZ, dove il numero XZZZ segue la logica sopra descritta.

B) Dati localizzativi

- Comune
- Progressiva ferroviaria
- Distanza dalla linea ferroviaria in progetto valutata rispetto all'asse di tracciamento
- Tipologia linea

C) Dati caratteristici dell'edificio esaminato

- Numero dei piani
- Orientamento rispetto al binario
- Destinazione d'uso del ricettore

D) Caratterizzazione degli infissi

- Numero infissi fronte parallelo e/o obliqui

E) Altre sorgenti di rumore

F) Note

Si fa notare che aggiornamenti del tracciato ferroviario, posteriori all'attività di censimento dei ricettori, hanno determinato un disallineamento nella correlazione codice ricettore e la fascia acustica di progetto per alcuni ricettori, annotato nelle *Schede di censimento ricettori* (elab. MGE1P4LVAMBCOMK00101).

2.5.1 Aree di espansione residenziale

Ai sensi del DPR 459/98, mediante l'analisi dei piani di espansione urbanistica comunali, è stata eseguita una verifica delle aree di espansione (definite come ricettore nell'art.1, co.1, lett.e), che ricadrebbero all'interno delle fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura in progetto e alle quali andrebbero applicati i limiti dettati da dette fasce, eventualmente decurtati del contributo di concorsualità.



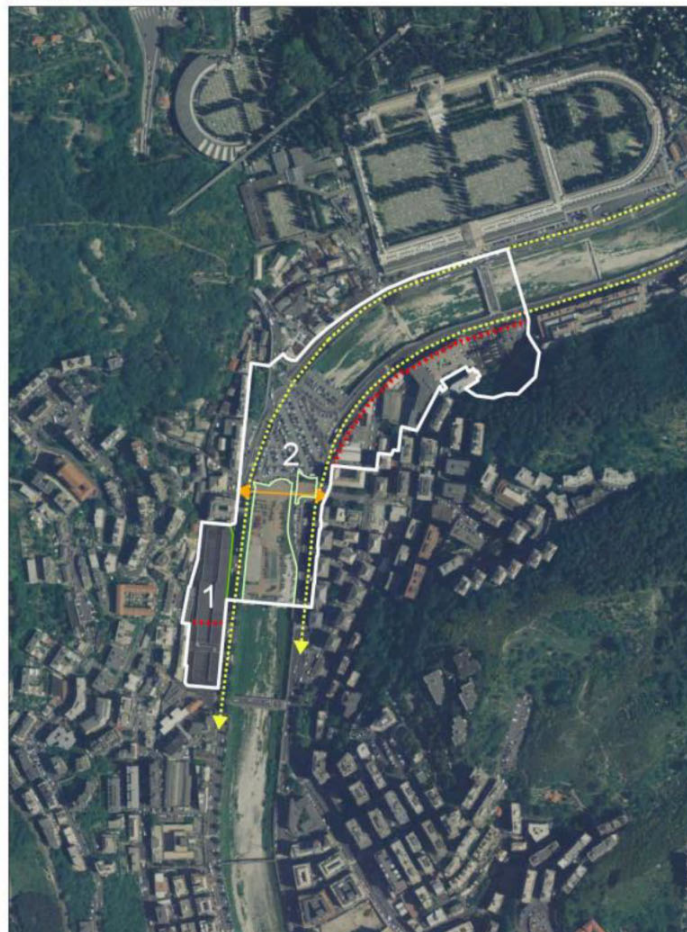
Il Comune di Genova è dotato di Piano Urbanistico Comunale (PUC) in cui sono individuati dei distretti di trasformazione. Tra questi sono stati selezionati quelli a carattere residenziale che ricadono all'interno dell'ambito di studio. Di seguito uno stralcio del PUC con i distretti individuati.

In particolare, è stato individuato il distretto di trasformazione n. 22 Staglieno – Bobbio (si vedano gli stralci di seguito).

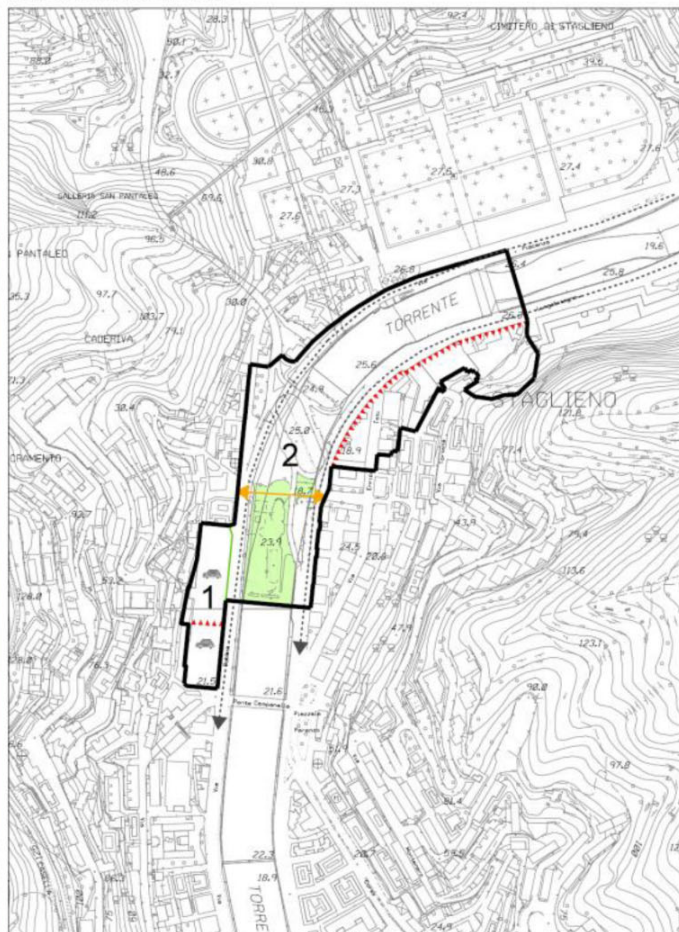
In corrispondenza di tale area sono stati inseriti ricettori in campo libero disposti in modo da caratterizzare l'intera area, al fine di calcolarne i livelli sonori, assicurare il rispetto dei limiti di immissione fino a 4 m di altezza dal piano campagna e procedere alla mitigazione acustica sino a tale altezza. A carico del gestore dell'infrastruttura ferroviaria spetta difatti la mitigazione acustica sino a 4 metri da p.c., in analogia a quanto previsto dal DPR 142/04 relativo alle infrastrutture stradali. Per la parte eccedente, l'intervento è a carico del titolare della concessione edilizia.



MUNICIPIO: IV Media ValBisagno



MUNICIPIO: IV Media ValBisagno



LEGENDA SCHEMI SU RILIEVO

-  monumenti
-  accessi
-  verde
-  filtro
-  impianti meccanizzati di collegamento
-  infrastrutture
-  comparti
-  limite edificabile
-  assi viari
-  fronti
-  assi viari pedonali
-  viabilità
-  assi visivi
-  perimetro
-  fascia di protezione "A" stabilimenti a rischio rilevante
-  fascia di protezione "B" stabilimenti a rischio rilevante

Figura 5. Stralcio della scheda di dettaglio del Distretto di Trasformazione n.22 Staglieno - Bobbio

Di seguito una tabella di riepilogo dei punti di calcolo immessi a caratterizzazione dell'ambito di trasformazione residenziale:

Tabella 10. Elenco dei punti di calcolo per l'ambito di trasformazione residenziale individuato

AMBITO DI TRASFORMAZIONE	PUNTO DI CALCOLO	FASCIA ACUSTICA
22 – Staglieno Bobbio	R10007	AB
	R20003	AA
	R40013	B
	R40016	BA

2.5.2 Aree naturali protette e parchi

Per le aree naturalistiche e protette, in via cautelativa, deve essere garantito il rispetto dei limiti previsti dalle norme nel solo periodo diurno, in analogia a quanto viene richiesto per le scuole, in corrispondenza di punti significativi (zone maggiormente esposte e caratterizzate dalla presenza non saltuaria delle persone) da individuare all'interno di tali aree.

Dall'analisi del PUC del Comune di Genova sono state rilevati diversi parchi all'interno dell'ambito di studio. Per ognuno di questi sono stati inseriti nella simulazione acustica dei ricettori in campo libero disposti in modo da caratterizzare l'intera area, al fine di calcolarne i livelli sonori, assicurare il rispetto dei limiti di immissione fino a 2 m di altezza dal piano campagna e procedere alla mitigazione acustica sino a tale altezza.

Di seguito si riportano degli stralci della *Planimetria di censimento dei ricettori* (Elaborato MGE1P4LVAMBCOMK01101-8) con le campiture dei parchi/aree naturali individuate, facilmente localizzabili tramite la numerazione degli altri ricettori. Si riporta, altresì, una tabella di riepilogo di tutti i punti di calcolo inseriti per caratterizzare tali parchi.

LEGENDA	
FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA FERROVIARIA/METROPOLITANA - D.P.R. 18/11/1998 n.459 Fascia A (0-100 m per lato da asse binario esterno) Fascia B (100-200 m da asse binario esterno) FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA DI INFRASTRUTTURE STRADALI CONCURSUALI - D.P.R. 30/04/2004 n.142 Fascia A (0-100 m per lato dal confine dell'infrastruttura stradale) Fascia B (100-200 m per lato dal confine dell'infrastruttura stradale) FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA DI INFRASTRUTTURE STRADALI CONCURSUALI - D.P.R. 30/04/2004 n.142 Fascia per strada urbana di quartiere (CdS) Fascia unica (0-20 m per lato dal confine dell'infrastruttura stradale) FASCE DI PERTINENZA DI INFRASTRUTTURE FERROVIARIE CONCURSUALI - D.P.R. 18/11/1998 N.459 Fascia per strada esistente di Tipo A (CdS) Fascia A (0-100 m per lato da asse binario esterno) Fascia B (100-200 m da asse binario esterno)	Residenziale Commerciale e servizi Monumento religioso Industriale Scuole Pertinenza FS Box, depositi, edifici dismessi e ruderi Ospedali, case di cura e di riposo Aree verdi esistenti e previste da PUC

R10001, R10002, R30002, R30003



R30001, R50001



R40001, R4002, R4003, R4005, R60001, R60002, R60003, R60004, R60005



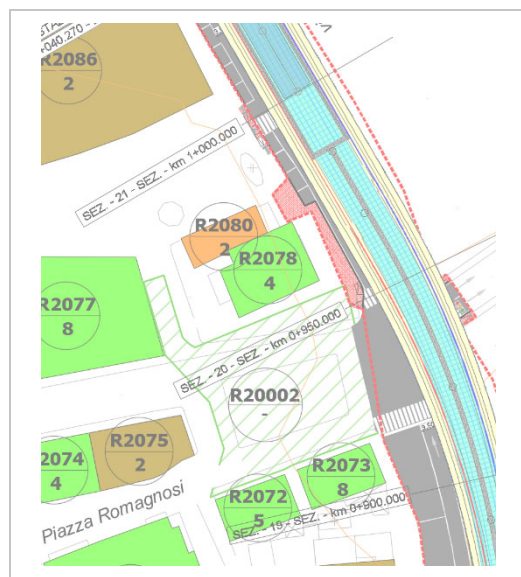
R20001, R40004



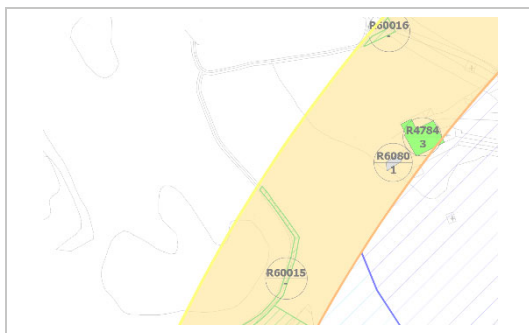
R40006, R40007, R60007



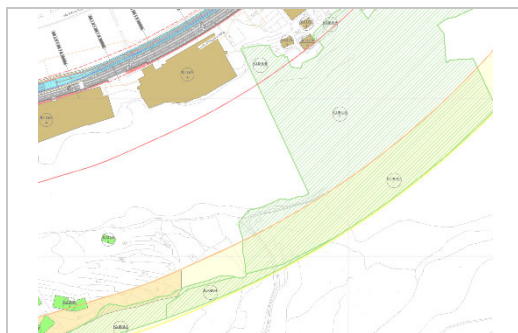
R20002



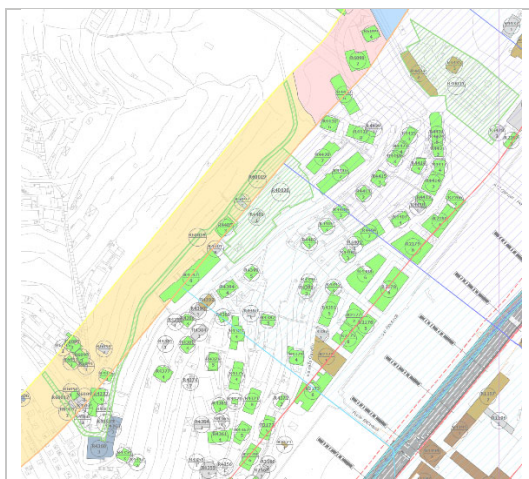
R60015, R60016



R10008, R30010, R50003, R50004, R50005



R40019, R40020, R60017, R60018, R60019



R10010, R40021



R40022, R40023, R50006



R40024, R60020

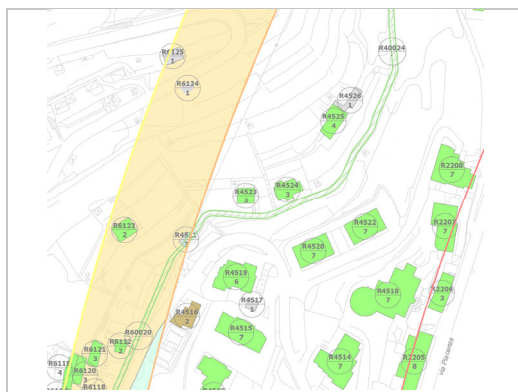




Figura 6. Stralci con individuazione planimetrica dei punti di calcolo per le aree naturali protette e parchi

Tabella 11. Aree Naturali e Parchi presenti nell'area di studio, punti di calcolo e fasce acustiche

CODICE	ALTEZZA	DESTINAZIONE D'USO	FASCIA ACUSTICA DI PROGETTO	FERROVIA	AUTOSTRADA E80	STRADE LUNGO BISAGNO
R10001	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	ABB	-	-	-
R10002	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	ABB	-	-	-
R10003	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	AB	-	-	-
R10004	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	A	-	-	-
R10005	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	A	-	-	-
R10006	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	AB	-	-	-
R10007	+4 m da p.c.	Aree di trasformazione	AB	-	-	-
R10008	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	A	-	-	-
R10009	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	A	-	-	-
R10010	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	AB	-	-	-
R20001	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	A	-	-	-
R20002	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	AB	-	-	-
R20003	+4 m da p.c.	Aree di trasformazione	AA	-	-	-
R20004	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	AB	-	-	-
R20005	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	AB	-	-	-
R20006	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	AB	-	-	-
R20007	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	AB	-	-	-
R30001	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BA	-	-	-
R30002	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	ABB	-	-	-
R30003	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BB	-	-	-
R30004	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BB	-	-	-
R30005	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R30006	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R30007	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R30008	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R30009	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R30010	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40001	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BB	-	-	-
R40002	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40003	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40004	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40005	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40006	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BB	-	-	-
R40007	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BA	-	-	-
R40008	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-

CODICE	ALTEZZA	DESTINAZIONE D'USO	FASCIA ACUSTICA DI PROGETTO	FERROVIA	AUTOSTRADA E80	STRADE LUNGO BISAGNO
R40009	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BA	-	-	-
R40010	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BA	-	-	-
R40011	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BA	-	-	-
R40012	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BA	-	-	-
R40013	+4 m da p.c.	Aree di trasformazione	BB	-	-	-
R40014	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BB	-	-	-
R40015	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BB	-	-	-
R40016	+4 m da p.c.	Aree di trasformazione	BA	-	-	-
R40017	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BA	-	-	-
R40018	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BA	-	-	-
R40019	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40020	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BB	-	-	-
R40021	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BA	-	-	-
R40022	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40023	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	BB	-	-	-
R40024	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40025	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40026	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40027	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40028	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40029	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40030	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R40031	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	B	-	-	-
R50001	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe IV	-	-	-
R50002	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R50003	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe II	-	-	-
R50004	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe II	-	-	-
R50005	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe II	-	-	-
R50006	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60001	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60002	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60003	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60004	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60005	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60006	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60007	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-

CODICE	ALTEZZA	DESTINAZIONE D'USO	FASCIA ACUSTICA DI PROGETTO	FERROVIA	AUTOSTRADA E80	STRADE LUNGO BISAGNO
R60008	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60009	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60010	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60011	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60012	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60013	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60014	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60015	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60016	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60017	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60018	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60019	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60020	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60021	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60023	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe IV	-	-	-
R60024	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60025	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60026	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60027	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe II	-	-	-
R60028	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-
R60029	+2 m da p.c.	Aree verdi e parchi	Classe III	-	-	-

2.6 Caratterizzazione acustica ante operam

Al fine di caratterizzare il clima acustico nella situazione Ante Operam si può far riferimento alle misure della campagna di rilievi fonometrici effettuata appositamente per questo studio nel Maggio 2023.

I dettagli circa la localizzazione dei punti di misura e i risultati ottenuti sono riportati nel Report delle misure fonometriche (Elaborato MGE1P4LVAMBCOMK00200). Le misure fonometriche in campo sono state eseguite da un Tecnico Competente in Acustica Ambientale ai sensi della L.447/95 e D.Lgs. 42/17; in ottemperanza a quanto stabilito dal Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/03/1998, il microfono, dotato di una cuffia antivento ed orientato verso la sorgente di rumore, è stato posto ad una distanza di 1 m dalle facciate degli edifici esposti ai livelli sonori più elevati e ad una quota da piano campagna pari a 4 m.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei valori emersi dai rilievi fonometrici.

Tabella 12. Tabella riassuntiva dei rilievi fonometrici di clima acustico

PUNTO DI MISURA	LEQ DIURNO (dB(A))	LEQ NOTTURNO (dB(A))
P01	65,4	56,2
P02	65,4	56,2
P03	65,4	56,2
P04	68,7	60,3
P05	68,4	61,9
P06	69,5	60,9
P07	64,4	54,5
P08	62,1	69,0
P09	51,4	54,2
P10	66,0	57,5

Le misure fonometriche sono state eseguite al solo fine di restituire una fotografia del clima acustico attuale. Come stabilito dal DPCM 14/11/97 (art. 4 comma 3), infatti, per le infrastrutture di trasporto, occorre che siano rispettati i valori limite assoluti di immissione relativi alle singole infrastrutture dei trasporti, all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, nonché la relativa estensione, fissati con i rispettivi decreti attuativi (nel caso in esame, DPR 459/98).

2.7 Analisi del rumore indotto in fase di esercizio

2.7.1 Modello previsionale

L'impatto prodotto dalle infrastrutture metro - ferroviarie può essere valutato con l'ausilio di appositi modelli matematici di simulazione.

Un modello si basa sulla schematizzazione del fenomeno attraverso una serie di ipotesi semplificative che riconducono qualsiasi caso complesso alla somma di casi semplici e noti.

Per la previsione dell'impatto acustico della linea in analisi e per il dimensionamento degli interventi di abbattimento del rumore è stato utilizzato il modello di simulazione SoundPLAN 8.2

Tale modello è sviluppato dalla Braunstein & Berndt GmbH sulla base di norme e standard definiti dalle ISO da altri standard utilizzati localmente come le Schall 03 e DIN 18005 emanate dalla Germania Federale, le ÖAL 30 Austriache e le Nordic Kilde 130.

La peculiarità del modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per “raggi”. Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi.

Studiando il metodo con maggior dettaglio si vede che ad ogni raggio che parte dal ricevitore viene associata una porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio

Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto della parte intercettata. Pertanto, sorgenti lineari come strade e ferrovie vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricevitore.

I contributi forniti dai diversi raggi vengono evidenziati nei diagrammi di output. In tali schematizzazioni la lunghezza del raggio è proporzionale al contributo in rumore fornito da quella direzione.

Quando un raggio incontra una superficie riflettente come la facciata di un edificio, il modello calcola le riflessioni multiple. A tal proposito l'operatore può stabilire il numero di riflessioni massimo che deve essere calcolato ovvero la soglia di attenuazione al di sotto della quale il calcolo deve essere interrotto.

Questa metodologia di calcolo consente quindi una particolare accuratezza nella valutazione della geometria del sito e risulta quindi molto preciso ed efficace in campo urbano, dove l'elevata densità di edifici, specie se di altezza elevata, genera riflessioni multiple che producono un innalzamento dei livelli sonori.

La possibilità di inserire i dati sulla morfologia dei territori, sui ricettori e sulle infrastrutture esistenti ed in progetto mediante cartografia tridimensionale consente di schematizzare i luoghi in maniera più che mai *realistica e dettagliata*. Ciò a maggior ragione se si considera che, oltre alla conformazione morfologica, è possibile associare ad elementi naturali e antropici specifici comportamenti acustici. Il modello prevede infatti l'inserimento di appositi coefficienti che tengono conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.

2.7.2 Dati di input del modello

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

1. morfologia del territorio
2. geometria dell'infrastruttura
3. caratteristiche dell'esercizio ferroviario con la realizzazione degli interventi in progetto;
4. emissioni acustiche dei convogli.

Si nota che i dati relativi ai punti 1 e 2, morfologia del territorio e geometria dell'infrastruttura, sono stati derivati da cartografia vettoriale e dalle planimetrie, profili e sezioni di progetto.

Nello specifico si riassumono nella tabella di seguito le quote ferro utilizzate nella ricostruzione tridimensionale della sorgente sonora:

Tabella 13. Profilo altimetrico della nuova infrastruttura

PROGRESSIVA (M)	QUOTE ASSOLUTE TERRENO SLM (M)	QUOTA ASSOLUTE PIANO FERRO SLM (M)	DELTA (M)
0	8.51	13.40	4.90
40	9.15	14.02	4.87
92	10.15	15.03	4.87
141	10.43	16.16	5.73
191	11.09	17.90	6.81
241	11.08	19.66	8.58
291	11.27	20.56	9.29
341	11.25	20.67	9.42
390	11.23	20.85	9.62
440	11.38	21.82	10.44
490	11.34	22.94	11.59
540	11.61	24.05	12.45
590	12.26	24.66	12.41
639	13.04	24.71	11.68
689	13.94	24.76	10.82
738	14.74	24.81	10.07
788	14.88	24.86	9.99
838	15.03	24.91	9.88
887	15.05	24.96	9.91
937	15.24	25.01	9.77
987	35.73	25.06	-10.67
1037	35.73	25.11	-10.62
1087	37.57	25.16	-12.40
1137	15.32	25.21	9.89
1188	15.23	25.36	10.13
1239	15.18	25.81	10.64
1289	13.13	26.26	13.13
1338	16.46	26.70	10.24
1387	16.71	27.14	10.44
1438	16.84	27.60	10.75
1488	16.84	28.05	11.21
1539	15.94	28.50	12.56
1589	15.36	28.95	13.60
1639	15.72	29.40	13.68
1689	15.99	29.85	13.86
1739	17.05	30.31	13.26
1789	16.38	30.58	14.20
1840	16.80	30.70	13.90
1890	16.94	30.81	13.86

PROGRESSIVA (M)	QUOTE ASSOLUTE TERRENO SLM (M)	QUOTA ASSOLUTE PIANO FERRO SLM (M)	DELTA (M)
1940	16.93	30.92	14.00
1990	16.54	31.03	14.49
2040	16.87	31.14	14.27
2090	22.31	31.26	8.95
2140	21.21	31.37	10.16
2190	17.83	31.66	13.83
2240	23.87	32.10	8.24
2291	19.78	32.54	12.76
2342	21.70	32.99	11.29
2392	24.64	33.43	8.79
2442	24.68	33.87	9.19
2493	24.86	34.31	9.45
2544	25.01	34.76	9.75
2594	21.84	34.98	13.14
2644	20.25	35.08	14.82
2694	20.12	35.18	15.05
2743	22.35	35.28	12.92
2793	26.35	35.38	9.03
2843	26.05	35.48	9.43
2893	25.84	35.69	9.85
2942	25.20	36.04	10.84
2992	25.52	36.40	10.88
3042	24.15	36.76	12.60
3092	24.81	37.11	12.31
3141	25.13	37.47	12.34
3191	25.33	37.83	12.50
3241	25.96	38.18	12.23
3291	26.36	38.54	12.18
3341	26.86	38.90	12.04
3391	26.95	39.28	12.34
3442	29.48	39.90	10.42
3492	30.81	40.53	9.72
3542	31.41	41.15	9.75
3591	31.87	41.78	9.90
3641	32.09	42.40	10.31
3691	32.59	43.02	10.44
3741	32.97	43.65	10.68
3791	33.39	44.27	10.88
3840	33.86	44.89	11.04
3890	35.13	45.47	10.34
3940	34.62	45.58	10.97
3990	33.28	45.68	12.40
4040	35.58	45.78	10.21

PROGRESSIVA (M)	QUOTE ASSOLUTE TERRENO SLM (M)	QUOTA ASSOLUTE PIANO FERRO SLM (M)	DELTA (M)
4090	33.22	45.89	12.67
4140	33.47	45.99	12.52
4189	34.41	46.08	11.67
4240	38.16	46.19	8.03
4290	34.42	46.47	12.05
4340	37.94	46.95	9.01
4390	37.43	47.44	10.01
4440	35.46	47.93	12.47
4490	35.85	48.41	12.56
4541	36.23	48.90	12.67
4591	36.35	49.39	13.04
4641	36.17	49.87	13.70
4691	37.89	50.36	12.46
4741	36.45	50.84	14.40
4791	37.90	51.33	13.43
4841	37.39	51.82	14.43
4891	41.71	52.30	10.59
4942	42.07	52.63	10.56
4992	42.39	52.68	10.29
5042	42.69	52.73	10.04
5092	41.76	52.78	11.02
5142	40.59	52.83	12.24
5191	42.26	52.87	10.62
5242	43.15	52.92	9.77
5292	43.91	52.97	9.06
5342	44.53	53.15	8.62
5392	45.12	53.59	8.48
5442	45.35	54.03	8.68
5492	47.10	54.47	7.37
5542	46.74	54.91	8.16
5591	46.60	55.34	8.75
5641	46.86	55.78	8.92
5691	47.31	56.22	8.91
5742	44.15	56.66	12.51
5792	43.94	57.10	13.16
5842	44.48	57.54	13.06
5892	44.97	57.98	13.01
5942	44.95	58.42	13.47
5992	45.20	59.24	14.03
6042	46.24	60.18	13.94
6092	45.52	61.13	15.61
6142	46.23	62.07	15.85
6193	46.26	63.02	16.76

PROGRESSIVA (M)	QUOTE ASSOLUTE TERRENO SLM (M)	QUOTA ASSOLUTE PIANO FERRO SLM (M)	DELTA (M)
6243	47.64	63.97	16.33
6293	48.57	64.91	16.34
6343	48.16	65.86	17.70
6393	48.71	66.33	17.62
6443	57.62	66.43	8.81
6493	58.50	66.53	8.03
6543	58.71	66.63	7.92
6593	58.92	66.73	7.81
6643	51.63	66.83	15.19
6693	53.02	66.93	13.90
6744	53.00	67.03	14.03
6794	53.00	67.13	14.13
6844	53.00	67.23	14.23
6870	53.00	67.28	14.28

Per quanto concerne lo standard di calcolo, è stato utilizzato quello delle Deutsche Bundesbahn, sviluppato nelle norme Shall 03. I parametri di calcolo che è necessario specificare, quali, ad esempio, il numero di riflessioni massime da considerare, la lunghezza del raggio sonoro oltre la quale il contributo energetico può essere trascurato, le condizioni di propagazione, sono mostrati in figura ed elencanti di seguito.

Ordine di riflessione	2	Ponderazione dB	dB(A)
Max raggio di ricerca [m]	5000	Imposta bonus ferrovia di 5 dB	☐
Max.distanza riflessioni da Ric. [m]	200	Crea aree di Ground Effect dalle superfici stradali	☒
Max.distanza riflessioni da Srg. [m]	50		
Tolleranza consentita (dB)	0.1		
Tolleranza consentita valida per..			
contributo di livello di ciascuna sorgente			

Figura 7. Parametri di calcolo adottati per la simulazione dei livelli acustici

- passo di campionamento delle sorgenti sulla tratta: 10 m;
- quota della sorgente sul livello della piattaforma ferroviaria: 0.8 m;
- passo di campionamento del reticolo di calcolo lungo la coordinata x: 10 m;
- passo di campionamento del reticolo di calcolo lungo la coordinata y: 10 m;
- quota sul livello del terreno del grigliato di calcolo: 4 m e 12 m;

- diffrazioni doppie sugli edifici: sì;
- numero di riflessioni: 3;
- temperatura dell'aria: 15 °C;
- umidità relativa dell'aria: 60%;
- pressione atmosferica: 101.325 KPa.

Le simulazioni sono state eseguite considerando la facciata più esposta del ricettore, il punto di calcolo è collocato a 1m dalla facciata e tiene conto della riflessione della facciata stessa, mentre la distanza massima dai ricevitori entro cui vengono considerate le riflessioni è di 200m.

L'assegnazione dei coefficienti di assorbimento del terreno alle classi di uso del suolo, considerando per suoli assorbenti $G=1$, è stata basata sulle seguenti assunzioni:

- Foresta, aree agricole, parchi, brughiera ($G=1$).
- Aree residenziali con tessuto urbano discontinuo ($G=0,5$).
- Aree pavimentate, aree urbane, aree industriali, corpi d'acqua ($G=0$).

Il livello di pressione sonora calcolato è dato dalla somma dei contributi di tutte le sorgenti puntiformi in cui è stato scomposto il tratto di infrastruttura ferroviaria tenendo conto dell'attenuazione della potenza acustica causata da fenomeni quali:

- divergenza geometrica;
- assorbimento atmosferico;
- effetto del terreno;
- diffrazione da ostacoli;
- riflessioni da ostacoli artificiali.

Il software previsionale SoundPLAN implementa un algoritmo specifico per la modellazione dei viadotti che interessano la tratta metropolitana oggetto di studio.

La definizione del bridge utilizza la propria scheda indice. Attivare la casella di controllo ponte alla prima coordinata del ponte e inserire la distanza tra l'asse e il bordo del ponte (sinistra e destra dall'asse) e, se necessario, l'altezza di uno schermo sul ponte sopra la pendenza.

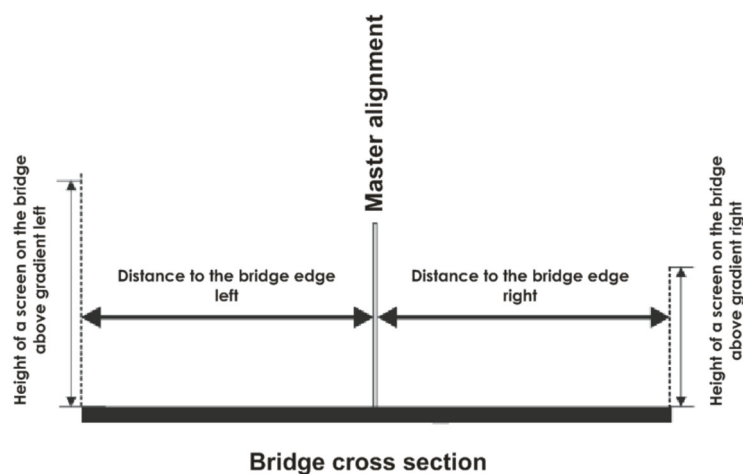
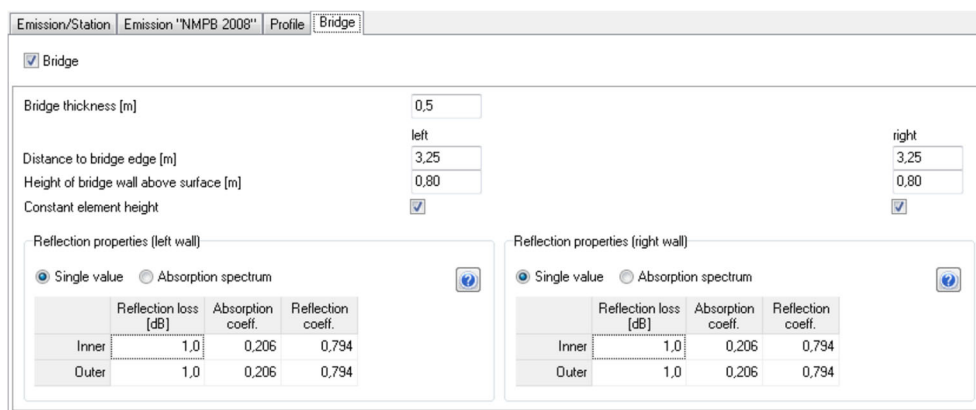


Figura 8. Schema della modellazione dei viadotti nel software di simulazione



The screenshot shows the 'Bridge' tab in a software interface. It includes input fields for 'Bridge thickness [m]' (0.5), 'Distance to bridge edge [m]' (3.25), and 'Height of bridge wall above surface [m]' (0.80). There are also checkboxes for 'Constant element height' and 'Bridge'. Below these are two sections for 'Reflection properties (left wall)' and 'Reflection properties (right wall)', each with a table of 'Reflection loss [dB]', 'Absorption coeff.', and 'Reflection coeff.' for 'Inner' and 'Outer' walls.

	Reflection loss [dB]	Absorption coeff.	Reflection coeff.
Inner	1,0	0,206	0,794
Outer	1,0	0,206	0,794

Figura 9. Interfaccia per l'inserimento delle caratteristiche dei viadotti

Tutti i coefficienti correttivi sono previsti nelle impostazioni sopra riportate e sono stati modulati a seconda dei diversi tratti della linea di progetto per tenere in considerazione di quella che è la particolare conformazione dell'impalcato di progetto che per la sua natura geometrica costituisce un ostacolo alla propagazione del rumore prodotto dalla metropolitana in esercizio.

La sezione che caratterizza l'intera linea è denominata "SEZIONE TIPO DOPPIO BINARIO", riportata nella figura in basso. Essa è caratterizzata, per tutta la sua lunghezza ed in modo omogeneo, dall'impiego di materiale fonoassorbente in corrispondenza del carter interno che confina con la sede del convoglio metropolitano. Questa sua caratteristica acustica consente di assorbire parte dell'energia l'energia sonora incidente, riducendo così il livello di rumore prodotto ed evitando una perdita di efficacia per le riflessioni multiple che si generano tra le pareti dei vagoni e il carter stesso. E' stata, pertanto, considerata nel modello di simulazione della propagazione sonora.

Per quanto concerne le proprietà fonoassorbenti, i valori minimi dei coefficienti di assorbimento acustico α_s utilizzati nelle simulazioni acustiche, sono quelli riportati in tabella.

Tabella 14. Valori minimi dei coefficienti di assorbimento acustico α_s

FREQUENZA (HZ)	125	250	500	1000	2000	4000
α_s	0,30	0,60	0,80	0,85	0,85	0,70

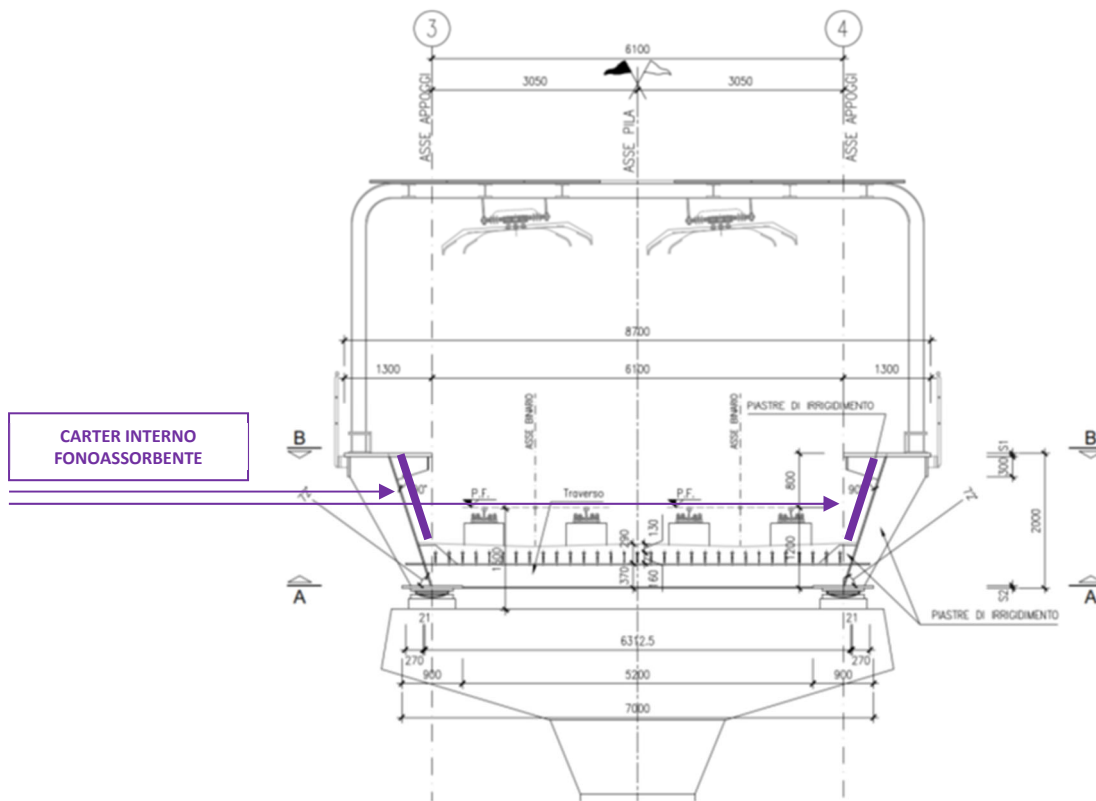


Figura 10. Sezione tipologica impalcato di linea

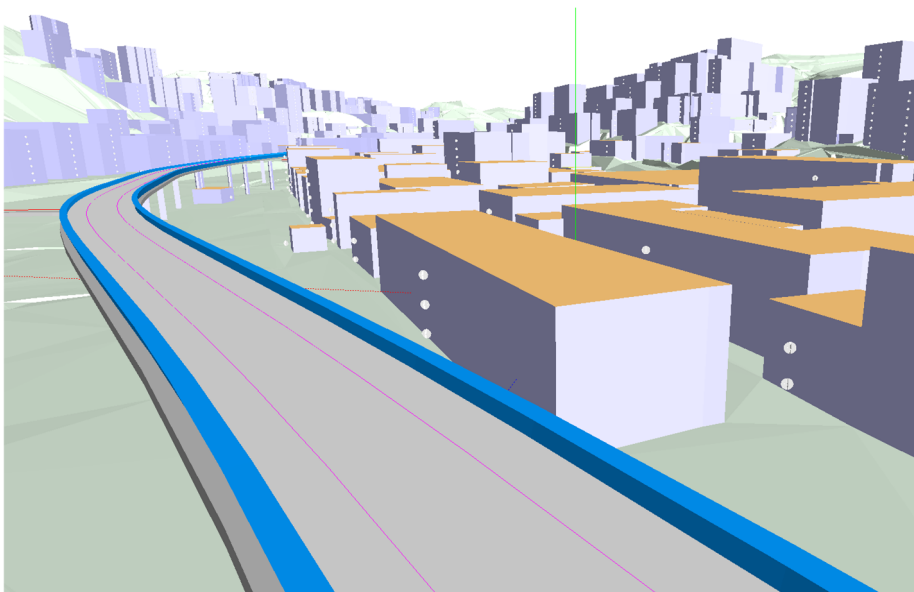


Figura 11. Stralcio sezione a due binari nella modellazione acustica

Per tutti i dettagli sulle sezioni d'impalcato e loro collocazione, si rimanda agli elaborati specialistici di competenza (elab. MGE1P4LVTRCCOMT0xx).

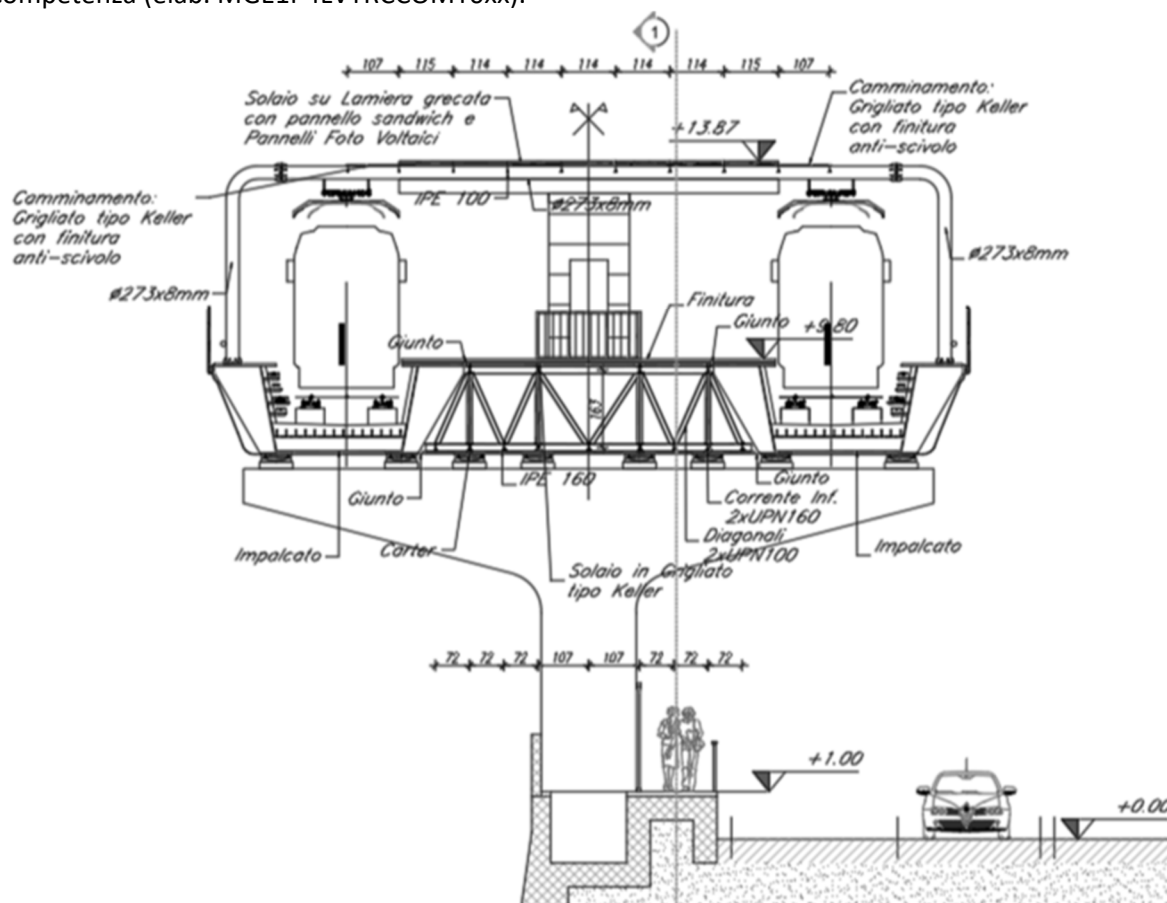


Figura 12. Sezione impalcato tipo in corrispondenza della banchina centrale di stazione

Per quanto riguarda il modello di esercizio sono stati considerati i seguenti dati di input, desunti dalla *Relazione tecnica di esercizio* (elab. MGE1P4LVESECOMR00100):

Tabella 15. Traffico di progetto per ogni binario: specifiche per fasce orarie

Ora inizio	Ora fine	Durata periodo (h)	Tipo periodo (D/N)	Cadenza treni (min)	Cadenza treni (#/h)	Numero treni nell'intervallo (#)
00:00	05:00	5.0	N	0	0	0
05:00	06:00	1.0	N	15	4	4
06:00	19:30	13.5	D	3	20	270
19:30	20:30	1.0	D	6	10	10
20:30	22:00	1.5	D	15	4	6
22:00	00:00	2	N	15	4	8

Tabella 16. Traffico di progetto: consistenza totale per binario e fascia oraria

Binario	Periodo Diurno (6 – 22)	Periodo Notturno (22 – 6)
Brignole > Molassana	286	12
Molassana > Brignole	286	12

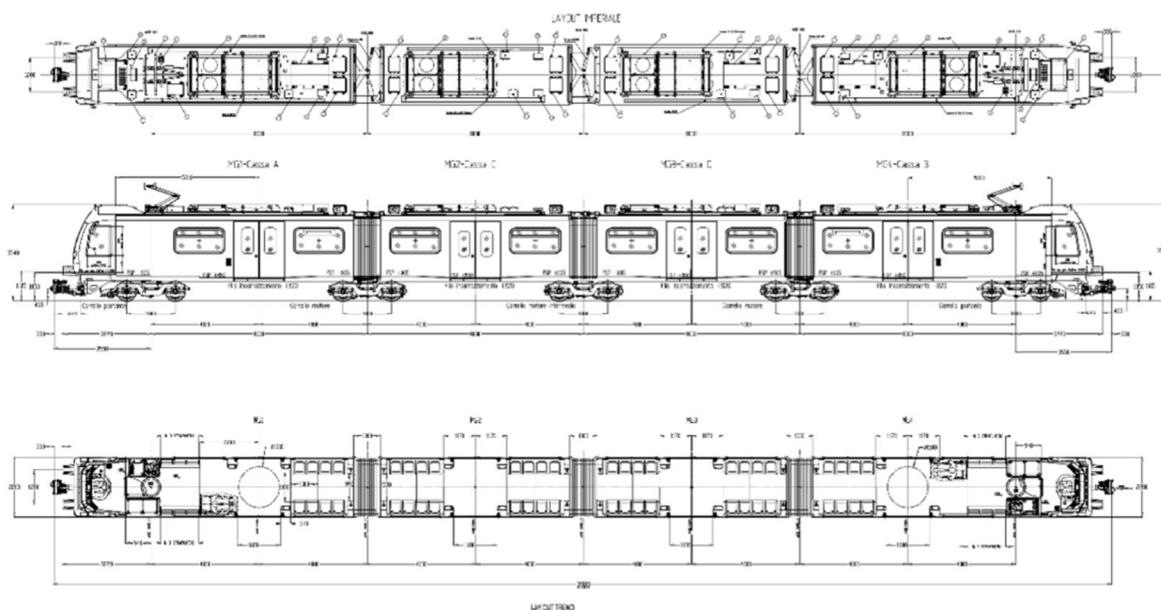
Come velocità di progetto sono state considerate le velocità riportate nel tabulato che segue, discretizzate lungo il nuovo tracciato di progetto.

Tabella 17. Tabulato delle velocità

LUNGHEZZA DEL TRATTO (m)	PROGRESSIVA INIZIO (m)	PROGRESSIVA FINE (m)	VELOCITA' (km/h)	LOCALITA' DI RIFERIMENTO
42.50	0.00	42.50	15.00	
123.62	42.50	166.12	15.00	asse st BRIGNOLE S.AGATA
112.12	166.12	278.23	55.00	
620.38	278.23	898.61	55.00	
118.01	898.61	1016.63	55.00	asse st MARASSI
32.50	1016.63	1049.13	55.00	
76.70	1049.13	1125.82	30.00	
254.76	1125.82	1380.59	30.00	
509.90	1380.59	1890.49	70.00	
65.12	1890.49	1955.61	30.00	
32.51	1955.61	1988.12	30.00	asse st PARENZO
32.49	1988.12	2020.61	30.00	
29.79	2020.61	2050.40	30.00	
25.73	2050.40	2076.13	40.00	
101.67	2076.13	2177.80	40.00	
59.61	2177.80	2237.40	40.00	
8.88	2237.40	2246.28	55.00	
295.73	2246.28	2542.01	55.00	
32.03	2542.01	2574.04	55.00	
97.90	2574.04	2671.93	30.00	asse st STAGLIENO
135.01	2671.93	2806.95	30.00	
1223.47	2806.95	4030.42	70.00	
98.51	4030.42	4128.93	30.00	asse st PONTE CARREGA
95.53	4128.93	4224.46	30.00	
8.53	4224.46	4233.00	55.00	
66.97	4233.00	4299.97	55.00	
743.37	4299.97	5043.33	70.00	
97.00	5043.33	5140.33	30.00	asse st S. GOTTARDO
95.35	5140.33	5235.68	30.00	
1192.72	5235.68	6428.40	70.00	
198.87	6428.40	6627.27	30.00	asse st MOLASSANA
48.95	6627.27	6676.22	30.00	
193.97	6676.22	6870.19	40.00	fine tronchino

Si riportano a seguire i figurini dei rotabili presi a riferimento per la linea in progetto, che, come richiesto dalla Committenza, si riferiscono a quelli di ultima generazione già presenti anche sulla linea esistente.

Figura 13. Figurini treni di terza generazione



Per quanto concerne gli aspetti connessi alle emissioni dei rotabili, sono stati utilizzati i valori contenuti nel documento “Metropolitana di Genova – Veicolo di Terza Generazione – Specifica Generale di Veicolo” (Codice DD04P015883B), redatto da HITACHI Rail Italy, SpA e dal documento “Report di Prova: Rumore interno ed esterno”, redatto da Hitachi Rail SpA nel 2015.

Tali documenti riportano le seguenti emissioni da prove sperimentali effettuate:

Tabella 18. Tabella riassuntiva delle misure di rumore esterno dei veicoli di III generazione della metro

VEICOLO IN MARCIA A 35km/h IN CAMPO APERTO				
RUMORE ESTERNO – HVAC ON				
LeqA,Tp [dBA]				
pos. @ d=7,5m c.b. h=1,2m p.d.f.	mis.1	mis.2	mis.3	Valore medio
Treno II Generazione	82.0	82.4	82.4	82.3
Treno III Generazione	80.9	81.4	81.7	81.3
ESITO OK				

Da questi valori è stato possibile risalire ai valori di emissione standard a 25 m di distanza e a 3,5 m di altezza dal piano del ferro a 100 km/h tramite il modello di simulazione SoundPLAN stesso.

2.8 Valutazione del rumore in fase di esercizio

L'applicazione del modello di simulazione sopra descritto ha permesso di stimare i livelli sonori con la realizzazione delle opere in progetto.

Le valutazioni previsionali evidenziano l'impatto da rumore di origine ferroviaria senza superamenti dei limiti acustici. Fanno eccezione alcune strutture scolastiche, per i quali i limiti interni a finestre chiuse sono garantiti dagli infissi esistenti. Pertanto, non sono previsti ulteriori interventi di mitigazione alla sorgente o sulla via di propagazione. I valori dei livelli in facciata simulati per ogni ricettore, a ciascun piano, sono riportati nell'elaborato *Output del modello di simulazione – Livelli in facciata* (MGE1P4LVAMBCOMK00200). Nello specifico si tratta di 13 edifici a destinazione d'uso scolastica, di seguito indicati: R1106, R1107, R1109, R1110, R2068, R2078, R2080, R3286, R3320, R4211, R4689, R4691, R4699.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte *Mappe Acustiche a 4 m da p.c.* (elab. MGE1P4LVAMBCOMT01201-6) sia per il periodo diurno che per il periodo notturno, in scala numerica 1:5000, relative a una spaziatura della griglia di calcolo pari a 10 m lungo gli assi X e Y ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri, in analogia a quanto si fa per le Mappatura acustica (D.Lgs. n.194/2005). In questa revisione, in relazione alla Tabella 13, sono state prodotte ulteriori mappe isofoniche, nei due periodi di riferimento, a quota 12 m rappresentative della rumorosità dell'infrastruttura in progetto, *Mappe Acustiche a +12 m da p.c.* (elab. MGE1P4LVAMBCOMT01207-12).

Per valutare l'efficacia delle misure di mitigazione acustica, in particolare quelle lungo la propagazione del rumore prima di intervenire direttamente sugli edifici, è stata condotta un'analisi dettagliata dei plessi scolastici nell'area di studio. A ciascun plesso sono stati associati i ricettori per la previsione del rumore sulla facciata più esposta. Da questa analisi, è emerso che 13 ricettori, rappresentativi di 8 plessi scolastici, superano i limiti di rumore consentiti. Questi risultati sono riassunti nella tabella allegata.

Tabella 19. Tabella riassuntiva dei ricettori-edifici di ciascun plesso scolastico individuato

PLESSO SCOLASTICO	RICETTORI - EDIFICI						
Scuola Media Statale Parini-Merello	R1016						
Scuola Media Statale A. Cantore	R1106	R1107	R1109	R1110			
Scuola Dell'infanzia Comunale Emanuele Luzzati	R2068						
Asilo Nido Girasole	R2078	R2080					
Istituto Superiore Commerciale Statale E. Montale	R3039						
Scuola Comunale S. Fruttuoso	R3050						
Istituto Maria Ausiliatrice delle Salesiane di Don Bosco	R3109	R5058	R5059	R5060	R5061		
Scuola Materna Comunale - via Terpi	R3286						
Scuola Comunale Vespertina Montesignano	R3309						
Scuola Comunale	R3320						
Istituto Comprensivo A. Burlando	R4101						
Istituto Comprensivo Montaldo	R4211						
Asilo Nido Comunale - La Casetta degli Orsacchiotti	R4333						
Istituto Comprensivo Staglieno	R4455						
Asilo di Preli	R4501						
Istituto Ravasco	R4509						
Liceo Scientifico Leonardo Da Vinci	R4686	R4689	R4691				
Istituto Professionale Agrario	R4692						
Itis E. Majorana	R4694	R4699	R4701	R4703	R4705	R4795	R4801
Istituto Comprensivo Molassana	R4789						
Scuola Comunale Vespertina Montaldo	R6070						
Istituto Comprensivo San Gottardo	R6210	R6211					
Liceo Scientifico Leonardo Da Vinci s.d.	V6016						

(*): prevista demolizione

La misura mitigativa prevede l'installazione di una barriera antirumore fonoisolante e fonoassorbente di h_{max} pari a circa 4.6 m da p.f., come rappresentato nella figura in basso.

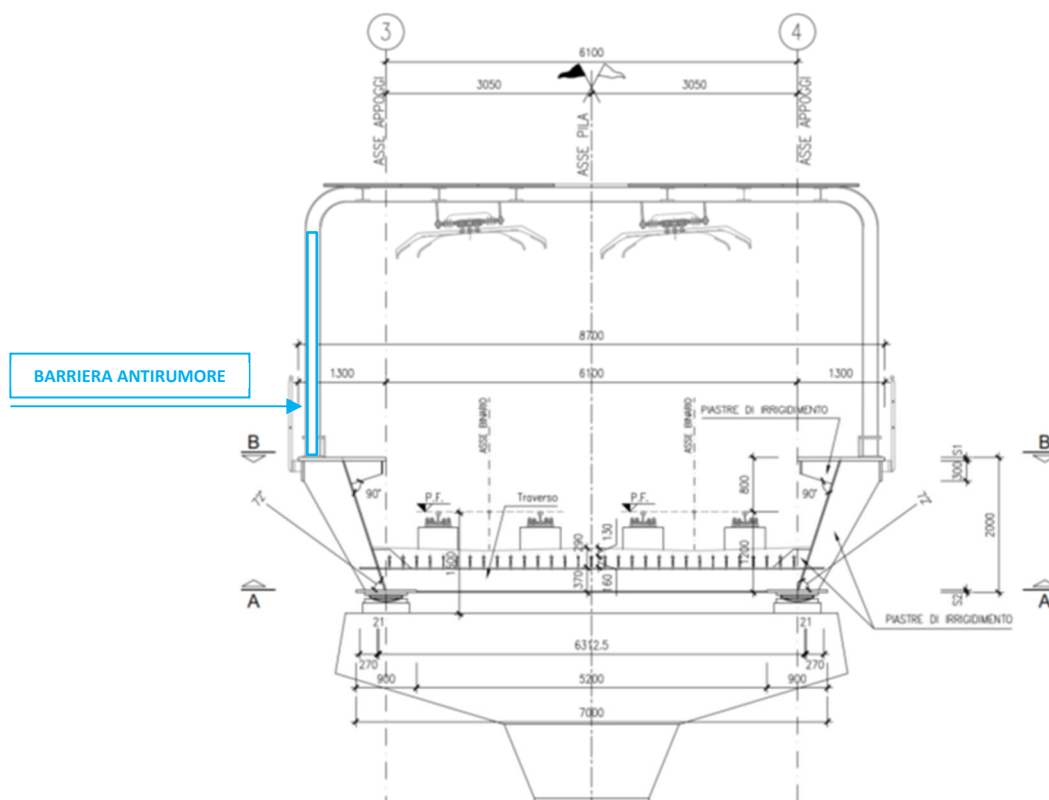


Figura 14. In ciano, la barriera antirumore installata lungo il marciapiedi dell'impalcato di progetto

Per garantire un'efficace mitigazione acustica, le proprietà fonoassorbenti delle barriere devono minimizzare la trasmissione del rumore attraverso la struttura, rendendola significativamente inferiore al rumore diffratto verso i recettori dalla sommità della barriera. Pertanto, i coefficienti di assorbimento acustico minimi (α) utilizzati nel modello di simulazione sono stati definiti sulla base dei valori riportati nella seguente tabella.

Tabella 20. Coefficienti α di assorbimento minimi per i pannelli acustici delle barriere antirumore

Frequenza [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α	0,30	0,60	0,80	0,85	0,85	0,70

Il dimensionamento acustico ha previsto l'installazione di barriere antirumore lungo l'impalcato di progetto per un'estensione lineare pari a circa 1500 m (lunghezza minima barriera circa 150 m), come riportato negli stralci planimetrici proposti di seguito.



Figura 15. Stralci planimetrici, previsti lungo l'impalcato di progetto

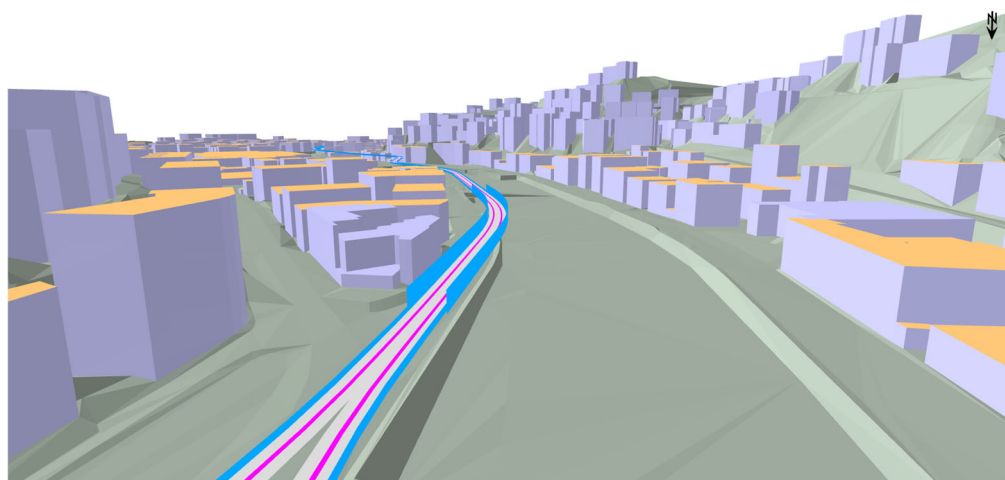


Figura 16. Modello di simulazione di SoundPLAN con barriere antirumore

L'analisi dei valori di rumore in facciata per i ricettori/piani in esubero, nei due scenari valutati (post-operam e post-mitigazione), ha rivelato che il dimensionamento delle misure di mitigazione proposte non risolve completamente tutti i superamenti dei limiti di rumore. Pertanto, in ragione di considerazioni di carattere ambientale-paesaggistico e plausibilmente, anche economico, si ritiene preferibile optare per interventi diretti sugli edifici.

Tabella 21. Valori di rumore in facciata per i ricettori con esubero - Post Operam e Post Mitigazione (in rosso, i superamenti che permangono anche nello scenario Post Mitigato)

CODICE RICETTORE	PIANO	DIREZIONE	DESTINAZIONE D' USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST MITIGAZIONE (dB(A))	
				D	N	D	N	D	N
R1106	piano terra	W	Scuole	47	-	52.4	-	48.7	-
R1106	piano 1	W	Scuole	47	-	54.3	-	49.9	-
R1106	piano 2	W	Scuole	47	-	56.6	-	51.4	-
R1106	piano 3	W	Scuole	47	-	59.8	-	53.1	-
R1107	piano terra	SW	Scuole	47	-	50.6	-	47.1	-
R1107	piano 1	SW	Scuole	47	-	52.1	-	48.4	-
R1107	piano 2	SW	Scuole	47	-	54	-	50	-
R1107	piano 3	SW	Scuole	47	-	56.6	-	52.1	-
R1107	piano 4	SW	Scuole	47	-	59.8	-	53.9	-
R1109	piano terra	W	Scuole	47	-	52.2	-	48.5	-
R1109	piano 1	W	Scuole	47	-	54.1	-	49.8	-
R1109	piano 2	W	Scuole	47	-	56.5	-	51.3	-
R1109	piano 3	W	Scuole	47	-	59.8	-	53.1	-
R1110	piano terra	W	Scuole	47	-	52.1	-	48.6	-

CODICE RICETTORE	PIANO	DIREZIONE	DESTINAZIONE D' USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST MITIGAZIONE (dB(A))	
				D	N	D	N	D	N
R2068	piano terra	E	Scuole	47	-	49.4	-	45.8	-
R2068	piano 1	E	Scuole	47	-	51.1	-	47	-
R2068	piano 2	E	Scuole	47	-	53.2	-	48.5	-
R2068	piano 3	E	Scuole	47	-	56	-	50.3	-
R2068	piano 4	E	Scuole	47	-	59.6	-	52.2	-
R2078	piano terra	NE	Scuole	47	-	50.3	-	46.1	-
R2078	piano 1	NE	Scuole	47	-	52.4	-	47.5	-
R2078	piano 2	NE	Scuole	47	-	55	-	49.2	-
R2078	piano 3	NE	Scuole	47	-	58.8	-	51.1	-
R2080	piano terra	NE	Scuole	47	-	50.6	-	46.3	-
R2080	piano 1	NE	Scuole	47	-	52.5	-	48	-
R3286	piano 2	NW	Scuole	50	-	51.1	-	47.7	-
R3286	piano 3	NW	Scuole	50	-	51.2	-	47.9	-
R3320	piano terra	NW	Scuole	50	-	50.2	-	44.7	-
R3320	piano 1	NW	Scuole	50	-	50.7	-	45.2	-
R3320	piano 2	NW	Scuole	50	-	51.4	-	45.5	-
R3320	piano 3	NW	Scuole	50	-	51.7	-	45.8	-
R4211	piano terra	E	Scuole	47	-	51.2	-	47.6	-
R4211	piano 1	E	Scuole	47	-	52	-	48.2	-
R4211	piano 2	E	Scuole	47	-	52.9	-	48.9	-
R4211	piano 3	E	Scuole	47	-	53.7	-	49.5	-
R4689	piano 2	SE	Scuole	50	-	52.1	-	45.3	-
R4691	piano 4	SE	Scuole	50	-	51.7	-	44.9	-
R4699	piano 1	SE	Scuole	50	-	51	-	44.7	-

Per i 13 edifici scolastici che superano i limiti di rumore in facciata, come previsto dal DPR 459/98, è stata verificata la conformità dei livelli di rumore interni. Considerando un abbattimento cautelativo di almeno 20 dB degli infissi esistenti, è emerso che il limite di 45 dB(A) Leq diurno a finestre chiuse è rispettato. Pertanto, non è necessaria la sostituzione degli infissi, ma solo l'installazione di aeratori isofonici per garantire la ventilazione adeguata.

La scelta di intervenire direttamente sugli edifici è motivata dalla necessità di evitare un sovradimensionamento eccessivo delle barriere antirumore lungo l'infrastruttura, che comporterebbe un maggiore impatto paesaggistico e, plausibilmente, un aumento dei costi, in considerazione dei severi limiti sonori imposti per i recettori sensibili.

Nella fase Post Operam potrà essere condotta un'apposita campagna di monitoraggio secondo quanto previsto nel PMA e in accordo con ARPAL, al fine di valutare gli effettivi livelli acustici determinati dall'opera in esercizio.

Nella seguente tabella si riportano i livelli di rumore in facciata per i ricettori fuori limite e la stima delle eventuali eccedenze rispetto ai limiti interni, nonché il tipo di intervento diretto necessario che nel caso in esame si concretizza, come già anticipato, nell'installazione di aeratori isofonici.

Tabella 22. Ricettori con impatti residui in facciata

CODICE RICETTORE	PIANO	DIREZIONE	DESTINAZIONE D' USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		IMPATTO RESIDUO INTERNO (dB)		TIPO DI INFISSI
				D	N	D	N	D	N	D	N	
R1106	piano terra	W	Scuole	47	-	52.4	-	5.4	-	-	-	esistenti
R1106	piano 1	W	Scuole	47	-	54.3	-	7.3	-	-	-	esistenti
R1106	piano 2	W	Scuole	47	-	56.6	-	9.6	-	-	-	esistenti
R1106	piano 3	W	Scuole	47	-	59.8	-	12.8	-	-	-	esistenti
R1107	piano terra	SW	Scuole	47	-	50.6	-	3.6	-	-	-	esistenti
R1107	piano 1	SW	Scuole	47	-	52.1	-	5.1	-	-	-	esistenti
R1107	piano 2	SW	Scuole	47	-	54	-	7	-	-	-	esistenti
R1107	piano 3	SW	Scuole	47	-	56.6	-	9.6	-	-	-	esistenti
R1107	piano 4	SW	Scuole	47	-	59.8	-	12.8	-	-	-	esistenti
R1109	piano terra	W	Scuole	47	-	52.2	-	5.2	-	-	-	esistenti
R1109	piano 1	W	Scuole	47	-	54.1	-	7.1	-	-	-	esistenti
R1109	piano 2	W	Scuole	47	-	56.5	-	9.5	-	-	-	esistenti
R1109	piano 3	W	Scuole	47	-	59.8	-	12.8	-	-	-	esistenti
R1110	piano terra	W	Scuole	47	-	52.1	-	5.1	-	-	-	esistenti
R2068	piano terra	E	Scuole	47	-	49.4	-	2.4	-	-	-	esistenti
R2068	piano 1	E	Scuole	47	-	51.1	-	4.1	-	-	-	esistenti
R2068	piano 2	E	Scuole	47	-	53.2	-	6.2	-	-	-	esistenti
R2068	piano 3	E	Scuole	47	-	56	-	9	-	-	-	esistenti
R2068	piano 4	E	Scuole	47	-	59.6	-	12.6	-	-	-	esistenti
R2078	piano terra	NE	Scuole	47	-	50.3	-	3.3	-	-	-	esistenti
R2078	piano 1	NE	Scuole	47	-	52.4	-	5.4	-	-	-	esistenti
R2078	piano 2	NE	Scuole	47	-	55	-	8	-	-	-	esistenti
R2078	piano 3	NE	Scuole	47	-	58.8	-	11.8	-	-	-	esistenti
R2080	piano terra	NE	Scuole	47	-	50.6	-	3.6	-	-	-	esistenti
R2080	piano 1	NE	Scuole	47	-	52.5	-	5.5	-	-	-	esistenti
R3286	piano 2	NW	Scuole	50	-	51.1	-	1.1	-	-	-	esistenti
R3286	piano 3	NW	Scuole	50	-	51.2	-	1.2	-	-	-	esistenti

CODICE RICETTORE	PIANO	DIREZIONE	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		IMPATTO RESIDUO INTERNO (dB)		TIPO DI INFISSI
				D	N	D	N	D	N	D	N	
R3320	piano terra	NW	Scuole	50	-	50.2	-	0.2	-	-	-	esistenti
R3320	piano 1	NW	Scuole	50	-	50.7	-	0.7	-	-	-	esistenti
R3320	piano 2	NW	Scuole	50	-	51.4	-	1.4	-	-	-	esistenti
R3320	piano 3	NW	Scuole	50	-	51.7	-	1.7	-	-	-	esistenti
R4211	piano terra	E	Scuole	47	-	51.2	-	4.2	-	-	-	esistenti
R4211	piano 1	E	Scuole	47	-	52	-	5	-	-	-	esistenti
R4211	piano 2	E	Scuole	47	-	52.9	-	5.9	-	-	-	esistenti
R4211	piano 3	E	Scuole	47	-	53.7	-	6.7	-	-	-	esistenti
R4689	piano 2	SE	Scuole	50	-	52.1	-	2.1	-	-	-	esistenti
R4691	piano 4	SE	Scuole	50	-	51.7	-	1.7	-	-	-	esistenti
R4699	piano 1	SE	Scuole	50	-	51	-	1	-	-	-	esistenti

Nei paragrafi a seguire, vengono descritti tutti gli interventi sugli edifici, che occorre prevedere qualora il raggiungimento dei valori limiti di immissione acustica non sia tecnicamente conseguibile ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale gli interventi passivi sull'infrastruttura risultino effettivamente sproporzionati o inadeguati rispetto agli obiettivi di mitigazione da raggiungere.

2.8.1 Gli interventi sugli edifici

Ai sensi del DPR 459/98 qualora il raggiungimento del limite acustico di immissione non sia tecnicamente conseguibile, ovvero in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale gli interventi indiretti sull'infrastruttura risultino effettivamente sproporzionati o inadeguati rispetto agli obiettivi di mitigazione da raggiungere, si prevede la soluzione di intervento diretta sugli edifici in modo da ricondurre all'interno degli ambienti i livelli acustici entro i valori indicati dal succitato DPR secondo la destinazione d'uso dell'edificio e del periodo temporale di riferimento.

In questo caso, all'interno dei fabbricati dovrà essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

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

Tali valori dovranno essere misurati al centro della stanza, a finestre chiuse e a 1,5 m di altezza dal pavimento.

Nel caso di intervento diretto sull'edificio, in base all'esigenza di mitigazione e alle caratteristiche degli infissi già installati, si prospettano due possibilità :

- a) Installazione aeratore/estrattore di aria

- b) Sostituzione degli infissi esistenti + installazione aeratore/estrattore di aria

2.8.1.1 Aeratore/estrattore di aria

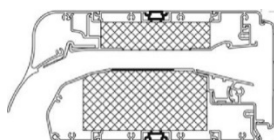
In alcuni casi, come quello in esame, può essere sufficiente a garantire il rispetto dei livelli acustici interni dell'edificio entro i limiti del DPR 459/98, mantenere chiusi gli infissi. Questo può, però, avere conseguenze sulla trasmissione di calore e sulla corretta ventilazione degli ambienti interni. Gli aspetti, infatti, che più frequentemente vengono infatti considerati come negativi, sono quelli relativi alla ventilazione ed al surriscaldamento dei locali nel periodo estivo. Ne consegue che, per ovviare a tali inconvenienti, occorre cercare di ristabilire le condizioni di ventilazione che si realizzano mediante l'installazione di aeratori isofonici che garantiscono il ricambio d'aria necessario.

Gli aeratori/estrattori di aria sono composti da due griglie, una interna ed una esterna, che permettono il passaggio di aria dall'esterno verso l'interno (e viceversa) e quindi la ventilazione del locale. Le tipologie di aeratore/estrattore possono essere:

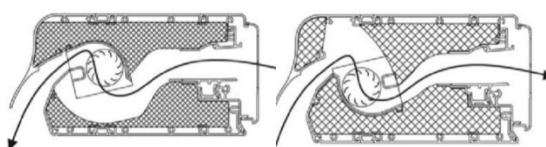
- non chiudibile (ventilazione passiva) con ricircolo di aria naturale in continuo per effetto della differenza di pressione esterno/interno e senza usare sistemi meccanici di ventilazione;
- autoregolanti con membrana mobile sulla griglia interna o esterna;
- comandati con sistema manuale o elettrico, se l'aeratore è posto molto in alto, o quando si desidera una ventilazione automatica.

I sistemi di aerazione si distinguono, secondo il loro principio di funzionamento, nei seguenti tipi:

- a) a ventilazione naturale;
- b) a ventilazione forzata.



Aeratore a ventilazione naturale



Aeratore a ventilazione forzata

In linea generale l'aeratore/estrattore di aria viene installato nella zona alta del serramento per evitare correnti di aria ad altezza uomo o in alternativa sulla vetratura o sul cassonetto. Esistono anche tipologie di aeratori a parete che possono essere installati in qualsiasi punto della parete a prescindere dalla localizzazione dell'infisso.

2.8.1.2 Sostituzione degli infissi

Nel caso l'installazione di aeratori isofonici non sia sufficiente a garantire il rispetto dei livelli acustici interni entro i limiti di legge, si deve ricorrere alla sostituzione degli infissi che, in base all'esigenza di mitigazione e alle caratteristiche degli infissi già installati, può articolarsi nelle possibilità di seguito indicate, in ordine crescente di efficacia:

- a) Sostituzione dei vetri con mantenimento degli infissi esistenti
- b) Sostituzione completa della finestra

c) Realizzazione di doppie finestre

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

La classe R1 include le soluzioni in grado di garantire un R_w compreso tra 20 e 27 dB(A); la classe R2 le soluzioni che garantiscono un R_w compreso tra 27 e 35 dB(A); la classe R3 tutte quelle soluzioni che offrono un R_w superiore a 35 dB(A). I serramenti esterni che offrono un potere fonoisolante minore di 20 dB(A) non sono presi in considerazione.

In tabella sono riportate per ciascuna di queste classi alcune informazioni generiche delle soluzioni tecniche possibili in grado di garantire un fonoisolamento rientrante nell'intervallo caratteristico della classe.

Per ciascuna classe si è ritenuto opportuno offrire almeno due soluzioni tipo al fine di porre il decisore, in presenza di vincoli di natura tecnica, economica e sociale, nella condizione di operare delle scelte tra più alternative.

Tabella 23. Tabella di classificazione degli infissi in funzione del valore di R_w

CLASSE R1 - $20 \leq R_w \leq 27$ dB(A)
– Vetro semplice con lastra di medio spessore (4÷6 mm), e guarnizioni aggiuntive. Doppio vetro con lastre di limitato spessore (3 mm), e distanza tra queste di almeno 40 mm.
CLASSE R2 - $27 \leq R_w \leq 35$ dB(A)
– Vetro semplice con lastra di elevato spessore (8÷10 mm) e guarnizioni aggiuntive. Vetro stratificato antirumore con lastra di medio/elevato spessore (6÷8 mm) e guarnizioni aggiuntive. – Doppio vetro con lastre di medio spessore (4÷6 mm) guarnizioni aggiuntive e distanza tra queste di almeno 40 mm. – Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) senza guarnizioni aggiuntive.
CLASSE R3 - $R_w > 35$ dB(A)
– Vetro stratificato antirumore di elevato spessore (10÷12 mm) e guarnizioni aggiuntive. Vetro camera con lastre di medio spessore (4÷6 mm), camera d'aria con gas fonoisolante e guarnizioni aggiuntive. – Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) e distanza tra le lastre di almeno 100 mm.

L'adozione di infissi antirumore può modificare le condizioni di comfort abitativo degli alloggi insonorizzati, a tal proposito, dovrà essere sempre garantito il ricambio d'aria tramite l'installazione di aeratori isofonici sopra descritti.

2.9 Valutazione sulla variazione del clima acustico attuale con l'opera in esercizio

Come stabilito dal DPCM 14/11/97 (art. 4 comma 3), per le infrastrutture di trasporto non bisogna applicare il criterio differenziale, occorre infatti, che siano rispettati i valori limite assoluti di immissione relativi alle singole infrastrutture dei trasporti, all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, nonché la relativa estensione, fissati con i rispettivi decreti attuativi (nel caso in esame, DPR 459/98). Le misure fonometriche sono state eseguite al solo fine di restituire una fotografia del clima acustico attuale.

Ciò premesso, è stato condotto un approfondimento, in analogia al progetto Brin Canepari, per poter stimare l'aggravio del progetto sull'attuale clima acustico presso i ricettori in fase di esercizio. Il criterio adottato per la valutazione consiste nel determinare la differenza tra il livello di rumore ambientale calcolato tenendo conto dei livelli acustici in facciata simulati nello studio acustico, determinati soltanto dall'infrastruttura in progetto (L_{Amb^*}), e il livello Residuo misurato (L_{Res}), desunto dalle misure contenute nel *Report misure fonometriche* (elab. MGE1P4LVAMBCOMR00700).

Sono state considerate delle soglie di differenziale come di seguito riportate:

- tra 0 e 3 dB - non critico;
- tra 3 e 6 dB - potenzialmente critico ●
- oltre 6 dB - critico ●

Data la notevole estensione dell'infrastruttura, in via esemplificativa ma idonea per lo scopo suddetto, la valutazione è stata eseguita, per ciascun punto di rilievo fonometrico, su un campione di 10 ricettori ritenuti validi, vale a dire che si trovano nelle stesse condizioni di rumore residuo del punto utilizzato per caratterizzare il clima acustico della zona. I punti di rilievo fonometrici sono riassunti in Tabella 12 e nella figura di seguito.

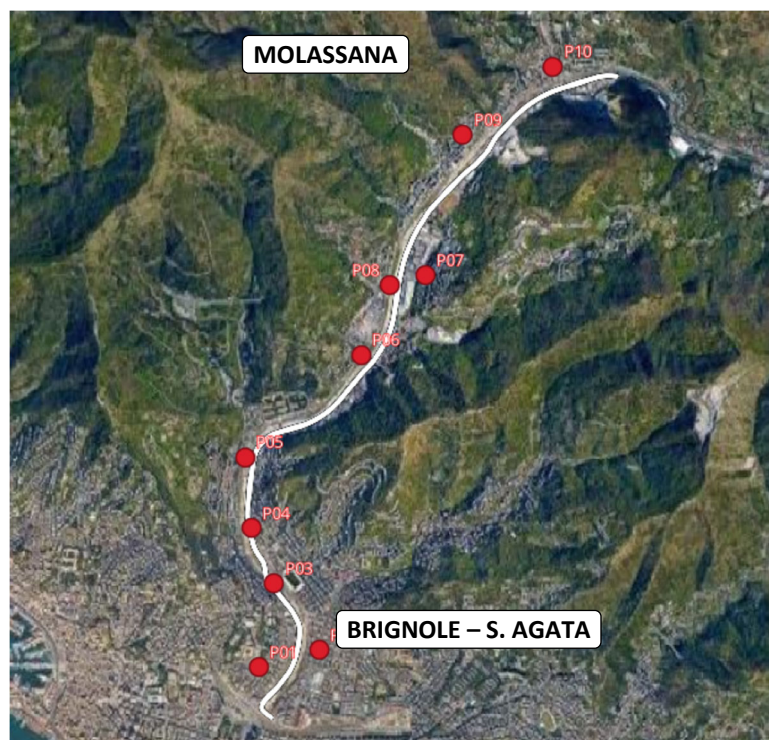


Figura 17. Localizzazione punti di misura fonometrici

Nella tabella di pagine successiva, si riportano in forma tabellare i risultati di questa valutazione. Non si evincono situazioni di criticità se non di potenziale criticità nelle zone rappresentate dal punto fonometrico P09. Per queste, l'incremento massimo di rumore stimato, determinato dall'infrastruttura in progetto, è al massimo pari a 4,4 dB di giorno e 1,4 dB di notte. Ciò nonostante, i valori previsionali stimati con l'infrastruttura in esercizio anche in corrispondenza di quest'area soddisfano i valori limite sanciti dal DPR 459/98. Nelle zone relative agli altri 8 punti fonometrici l'incremento è abbondantemente al di sotto del decibel. L'incremento medio valutato sul totale dei ricettori considerati, è pari a 0,8 dB di giorno e 0,2 dB di notte.

Nella fase Post Operam potrà essere condotta un'apposita campagna di monitoraggio secondo quanto previsto nel PMA e in accordo con ARPAL, al fine di valutare gli effettivi livelli acustici determinati dall'opera in esercizio.

Tabella 24. Tabella di valutazione sulla variazione del clima acustico attuale con l'opera in esercizio

ODICE RICEITORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4014	piano terra	SE	Residenziale	62	52	32.3	21.6	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4014	piano terra	SE	Residenziali	62	52	31.2	20.4	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4014	piano 1	SE	Residenziali	62	52	32.2	21.5	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4014	piano 2	SE	Residenziali	62	52	33.5	22.8	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4014	piano 3	SE	Residenziali	62	52	35	24.3	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4014	piano 4	SE	Residenziali	62	52	36.8	26	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4014	piano 5	SE	Residenziali	62	52	38.7	27.9	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4014	piano 6	SE	Residenziali	62	52	40.8	30	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4023	piano terra	SW	Residenziali	62	52	38.4	27.7	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4023	piano 1	SW	Residenziali	62	52	38.9	28.2	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4023	piano 2	SW	Residenziali	62	52	39.4	28.7	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4023	piano 3	SW	Residenziali	62	52	39.8	29.1	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4023	piano 4	SW	Residenziali	62	52	40.2	29.4	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4023	piano 5	SW	Residenziali	62	52	40.7	29.9	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4023	piano 6	SW	Residenziali	62	52	41.5	30.8	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4025	piano terra	SE	Residenziali	65	55	46.7	36	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R4025	piano 1	SE	Residenziali	65	55	47.3	36.6	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-

ODICE RICEITTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4025	piano 2	SE	Residenziali	65	55	47.9	37.1	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R4025	piano 3	SE	Residenziali	65	55	48.4	37.6	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R4025	piano 4	SE	Residenziali	65	55	48.8	38.1	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R4025	piano 5	SE	Residenziali	65	55	49.3	38.5	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R4025	piano 6	SE	Residenziali	65	55	50	39.2	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R4026	piano terra	SE	Residenziali	65	55	42.1	31.4	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4026	piano 1	SE	Residenziali	65	55	43.4	32.7	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4026	piano 2	SE	Residenziali	65	55	44.2	33.5	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4026	piano 3	SE	Residenziali	65	55	45.3	34.5	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4026	piano 4	SE	Residenziali	65	55	47.6	36.9	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R4026	piano 5	SE	Residenziali	65	55	49.7	38.9	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R4026	piano 6	SE	Residenziali	65	55	50.6	39.8	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R4029	piano terra	SE	Residenziali	65	55	36.6	25.8	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4029	piano 1	SE	Residenziali	65	55	38.1	27.4	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4029	piano 2	SE	Residenziali	65	55	39.5	28.7	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4029	piano 3	SE	Residenziali	65	55	41.1	30.4	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4029	piano 4	SE	Residenziali	65	55	43.2	32.4	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-

ODICE RICEITORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIA TA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIA TA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIA TA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L _{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L _{Amb} * (dB(A))		DIFFERENZA L _{Amb} - L _{Res} (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4031	piano terra	SE	Residenziali	65	55	38.7	27.9	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4031	piano 1	SE	Residenziali	65	55	39.6	28.8	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4031	piano 2	SE	Residenziali	65	55	41	30.2	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4031	piano 3	SE	Residenziali	65	55	42.4	31.6	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4031	piano 4	SE	Residenziali	65	55	44	33.2	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4031	piano 5	SE	Residenziali	65	55	45.5	34.8	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4031	piano 6	SE	Residenziali	65	55	46.9	36.2	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R4031	piano 7	SE	Residenziali	65	55	47.8	37.1	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R4033	piano terra	E	Residenziali	65	55	39.5	28.8	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4033	piano 1	E	Residenziali	65	55	41	30.3	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4033	piano 2	E	Residenziali	65	55	42.3	31.5	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4033	piano 3	E	Residenziali	65	55	44.3	33.6	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4033	piano 4	E	Residenziali	65	55	46.8	36.1	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R4033	piano 5	E	Residenziali	65	55	50.2	39.4	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R4033	piano 6	E	Residenziali	65	55	51.7	40.9	-	-	P01	65.4	56.2	65.6	56.3	0.2	0.1
R4034	piano terra	E	Residenziali	65	55	39.8	29	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4034	piano 1	E	Residenziali	65	55	40.5	29.8	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-

ODICE RICETTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4034	piano 2	E	Residenziali	65	55	41.2	30.5	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4034	piano 3	E	Residenziali	65	55	42.4	31.6	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4034	piano 4	E	Residenziali	65	55	43.9	33.1	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4034	piano 5	E	Residenziali	65	55	45.7	34.9	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4034	piano 6	E	Residenziali	65	55	47.5	36.7	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R4036	piano terra	E	Residenziali	65	55	46.2	35.4	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R4036	piano 1	E	Residenziali	65	55	46.5	35.8	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R4036	piano 2	E	Residenziali	65	55	46.9	36.1	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R4036	piano 3	E	Residenziali	65	55	47.3	36.6	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R4036	piano 4	E	Residenziali	65	55	48	37.3	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R4036	piano 5	E	Residenziali	65	55	49.7	38.9	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R4036	piano 6	E	Residenziali	65	55	50.7	39.9	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	0.1
R4038	piano terra	E	Residenziali	65	55	39.1	28.3	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4038	piano 1	E	Residenziali	65	55	40.6	29.8	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4038	piano 2	E	Residenziali	65	55	42.4	31.6	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4038	piano 3	E	Residenziali	65	55	44.2	33.5	-	-	P01	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R4038	piano 4	E	Residenziali	65	55	46.1	35.3	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-

ODICE RICEITTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4038	piano 5	E	Residenziali	65	55	48.1	37.3	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R4038	piano 6	E	Residenziali	65	55	49.2	38.4	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R4038	piano 7	E	Residenziali	65	55	49.6	38.8	-	-	P01	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R3074	piano terra	N	Residenziali	65	55	37	26.2	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3074	piano 1	N	Residenziali	65	55	37.5	26.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3074	piano 2	N	Residenziali	65	55	38.2	27.4	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3074	piano 3	N	Residenziali	65	55	39	28.2	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3074	piano 4	N	Residenziali	65	55	39.7	29	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3074	piano 5	N	Residenziali	65	55	40.8	30.1	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3074	piano 6	N	Residenziali	65	55	42.2	31.5	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3076	piano terra	W	Residenziali	65	55	40	29.2	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3076	piano 1	W	Residenziali	65	55	40.7	29.9	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3076	piano 2	W	Residenziali	65	55	41.5	30.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3076	piano 3	W	Residenziali	65	55	42.4	31.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3076	piano 4	W	Residenziali	65	55	43.6	32.9	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3076	piano 5	W	Residenziali	65	55	45.2	34.4	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3076	piano 6	W	Residenziali	65	55	47.2	36.4	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-

ODICE RICEITTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb^*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R3077	piano terra	S	Residenziali	62	52	44	33.3	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3077	piano 1	S	Residenziali	62	52	45.1	34.4	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3077	piano 2	S	Residenziali	62	52	45.9	35.1	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3077	piano 3	S	Residenziali	62	52	46.7	35.9	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R3077	piano 4	S	Residenziali	62	52	47.5	36.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R3077	piano 5	S	Residenziali	62	52	48.1	37.3	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R3077	piano 6	S	Residenziali	62	52	49.4	38.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R3081	piano terra	S	Residenziali	62	52	43.4	32.6	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3081	piano 1	S	Residenziali	62	52	44	33.3	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3081	piano 2	S	Residenziali	62	52	44.8	34	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3081	piano 3	S	Residenziali	62	52	45.5	34.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3081	piano 4	S	Residenziali	62	52	46.3	35.5	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R3081	piano 5	S	Residenziali	62	52	47.2	36.5	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R3081	piano 6	S	Residenziali	62	52	48.5	37.8	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R3083	piano terra	S	Residenziali	65	55	37.7	27	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3083	piano 1	S	Residenziali	65	55	38.2	27.5	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3083	piano 2	S	Residenziali	65	55	39	28.3	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-

ODICE RICEITTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R3083	piano 3	S	Residenziali	65	55	39.9	29.1	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3083	piano 4	S	Residenziali	65	55	40.7	29.9	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3083	piano 5	S	Residenziali	65	55	41.5	30.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3083	piano 6	S	Residenziali	65	55	42.6	31.8	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3083	piano 7	S	Residenziali	65	55	43.6	32.9	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3083	piano 8	S	Residenziali	65	55	44.9	34.2	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3084	piano terra	W	Residenziali	65	55	35.9	25.1	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3084	piano 1	W	Residenziali	65	55	36.4	25.6	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3084	piano 2	W	Residenziali	65	55	37.4	26.6	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3084	piano 3	W	Residenziali	65	55	38.5	27.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3084	piano 4	W	Residenziali	65	55	39.8	29.1	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3084	piano 5	W	Residenziali	65	55	41.4	30.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3084	piano 6	W	Residenziali	65	55	43.2	32.4	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3084	piano 7	W	Residenziali	65	55	45	34.2	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3085	piano terra	W	Residenziali	65	55	44.4	33.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3085	piano 1	W	Residenziali	65	55	45.2	34.4	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3085	piano 2	W	Residenziali	65	55	45.9	35.2	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-

ODICE RICEITORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R3085	piano 3	W	Residenziali	65	55	46.7	35.9	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R3085	piano 4	W	Residenziali	65	55	47.4	36.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R3085	piano 5	W	Residenziali	65	55	48.3	37.5	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R3085	piano 6	W	Residenziali	65	55	49.5	38.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R3085	piano 7	W	Residenziali	65	55	51	40.3	-	-	P02	65.4	56.2	65.6	56.3	0.2	0.1
R3087	piano terra	W	Residenziali	65	55	38.5	27.8	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3087	piano 1	W	Residenziali	65	55	39.2	28.4	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3087	piano 2	W	Residenziali	65	55	39.9	29.2	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3087	piano 3	W	Residenziali	65	55	40.9	30.1	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3087	piano 4	W	Residenziali	65	55	42	31.2	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3087	piano 5	W	Residenziali	65	55	43.3	32.6	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3087	piano 6	W	Residenziali	65	55	44.7	34	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3087	piano 7	W	Residenziali	65	55	46.2	35.5	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R3088	piano terra	W	Residenziali	65	55	41.9	31.1	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3088	piano 1	W	Residenziali	65	55	43.3	32.5	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3088	piano 2	W	Residenziali	65	55	44.5	33.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3088	piano 3	W	Residenziali	65	55	46.2	35.5	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-

ODICE RICEITTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIA TA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIA TA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIA TA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R3088	piano 4	W	Residenziali	65	55	47.4	36.6	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R3088	piano 5	W	Residenziali	65	55	49.8	39	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R3088	piano 6	W	Residenziali	65	55	50.5	39.7	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R3092	piano terra	S	Residenziali	65	55	43.9	33.2	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3092	piano 1	S	Residenziali	65	55	44.3	33.5	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3092	piano 2	S	Residenziali	65	55	44.8	34	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3092	piano 3	S	Residenziali	65	55	45.3	34.6	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3092	piano 4	S	Residenziali	65	55	46	35.3	-	-	P02	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R3092	piano 5	S	Residenziali	65	55	46.8	36.1	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R3092	piano 6	S	Residenziali	65	55	47.6	36.8	-	-	P02	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R2114	piano terra	NE	Residenziali	67	57	45.7	35	-	-	P03	65.4	56.2	65.4	56.2	-	-
R2114	piano 1	NE	Residenziali	67	57	47.1	36.3	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R2114	piano 2	NE	Residenziali	67	57	48.7	38	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R2114	piano 3	NE	Residenziali	67	57	50.7	40	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	0.1
R2114	piano 4	NE	Residenziali	67	57	52.9	42.1	-	-	P03	65.4	56.2	65.6	56.4	0.2	0.2
R2114	piano 5	NE	Residenziali	67	57	53.4	42.7	-	-	P03	65.4	56.2	65.7	56.4	0.3	0.2
R2114	piano 6	NE	Residenziali	67	57	54.2	43.4	-	-	P03	65.4	56.2	65.7	56.4	0.3	0.2

ODICE RICEITORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R2114	piano 7	NE	Residenziali	67	57	56.2	45.5	-	-	P03	65.4	56.2	65.9	56.6	0.5	0.4
R2117	piano terra	NE	Residenziali	67	57	46.7	35.9	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R2117	piano 1	NE	Residenziali	67	57	48.6	37.8	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R2117	piano 2	NE	Residenziali	67	57	50.9	40.1	-	-	P03	65.4	56.2	65.6	56.3	0.2	0.1
R2117	piano 3	NE	Residenziali	67	57	53.8	43	-	-	P03	65.4	56.2	65.7	56.4	0.3	0.2
R2119	piano terra	NE	Residenziali	67	57	46.3	35.5	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R2119	piano 1	NE	Residenziali	67	57	48.2	37.5	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R2119	piano 2	NE	Residenziali	67	57	51	40.2	-	-	P03	65.4	56.2	65.6	56.3	0.2	0.1
R2119	piano 3	NE	Residenziali	67	57	54.8	44.1	-	-	P03	65.4	56.2	65.8	56.5	0.4	0.3
R2119	piano 4	NE	Residenziali	67	57	57.8	47	-	-	P03	65.4	56.2	66.1	56.7	0.7	0.5
R2119	piano 5	NE	Residenziali	67	57	59.8	49	-	-	P03	65.4	56.2	66.5	57.0	1.1	0.8
R2119	piano 6	NE	Residenziali	67	57	60.9	50.2	-	-	P03	65.4	56.2	66.7	57.2	1.3	1.0
R2122	piano terra	NE	Residenziali	67	57	46.7	36	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.2	-	-
R2122	piano 1	NE	Residenziali	67	57	48.3	37.5	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R2122	piano 2	NE	Residenziali	67	57	50.3	39.6	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R2122	piano 3	NE	Residenziali	67	57	52.5	41.7	-	-	P03	65.4	56.2	65.6	56.4	0.2	0.2
R2122	piano 4	NE	Residenziali	67	57	53.7	42.9	-	-	P03	65.4	56.2	65.7	56.4	0.3	0.2

ODICE RICEITORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIA TA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIA TA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIA TA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L _{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L _{Amb} * (dB(A))		DIFFERENZA L _{Amb} - L _{Res} (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R2122	piano 5	NE	Residenziali	67	57	56.6	45.9	-	-	P03	65.4	56.2	65.9	56.6	0.5	0.4
R2122	piano 6	NE	Residenziali	67	57	57	46.2	-	-	P03	65.4	56.2	66.0	56.6	0.6	0.4
R2123	piano terra	NE	Residenziali	67	57	48.5	37.7	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R2123	piano 1	NE	Residenziali	67	57	49	38.2	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R2123	piano 2	NE	Residenziali	67	57	49.5	38.7	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R2123	piano 3	NE	Residenziali	67	57	50	39.2	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R2123	piano 4	NE	Residenziali	67	57	50.5	39.7	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R2123	piano 5	NE	Residenziali	67	57	51	40.2	-	-	P03	65.4	56.2	65.6	56.3	0.2	0.1
R2123	piano 6	NE	Residenziali	67	57	52.1	41.3	-	-	P03	65.4	56.2	65.6	56.3	0.2	0.1
R2123	piano 7	NE	Residenziali	67	57	54.1	43.3	-	-	P03	65.4	56.2	65.7	56.4	0.3	0.2
R2123	piano 8	NE	Residenziali	67	57	54.4	43.7	-	-	P03	65.4	56.2	65.7	56.4	0.3	0.2
R4132	piano terra	NE	Residenziali	67	57	47.7	36.9	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R4132	piano 1	NE	Residenziali	67	57	48.5	37.7	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R4132	piano 2	NE	Residenziali	67	57	49.2	38.4	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R4132	piano 3	NE	Residenziali	67	57	49.7	38.9	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R4132	piano 4	NE	Residenziali	67	57	50	39.3	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R4132	piano 5	NE	Residenziali	67	57	50.4	39.7	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-

ODICE RICEITORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb^*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4136	piano terra	NE	Residenziali	67	57	48.7	38	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R4136	piano 1	NE	Residenziali	67	57	50.7	39.9	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	0.1
R4136	piano 2	NE	Residenziali	67	57	50.7	40	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	0.1
R4136	piano 3	NE	Residenziali	67	57	50.9	40.1	-	-	P03	65.4	56.2	65.6	56.3	0.2	0.1
R4136	piano 4	NE	Residenziali	67	57	51.1	40.3	-	-	P03	65.4	56.2	65.6	56.3	0.2	0.1
R4136	piano 5	NE	Residenziali	67	57	51.3	40.6	-	-	P03	65.4	56.2	65.6	56.3	0.2	0.1
R4136	piano 6	NE	Residenziali	67	57	51.6	40.9	-	-	P03	65.4	56.2	65.6	56.3	0.2	0.1
R4136	piano 7	NE	Residenziali	67	57	52.1	41.3	-	-	P03	65.4	56.2	65.6	56.3	0.2	0.1
R4136	piano 8	NE	Residenziali	67	57	52.7	41.9	-	-	P03	65.4	56.2	65.6	56.4	0.2	0.2
R4136	piano 9	NE	Residenziali	67	57	53.5	42.8	-	-	P03	65.4	56.2	65.7	56.4	0.3	0.2
R4136	piano 10	NE	Residenziali	67	57	54.1	43.4	-	-	P03	65.4	56.2	65.7	56.4	0.3	0.2
R4136	piano 11	NE	Residenziali	67	57	54.2	43.5	-	-	P03	65.4	56.2	65.7	56.4	0.3	0.2
R4136	piano 12	NE	Residenziali	67	57	54.2	43.4	-	-	P03	65.4	56.2	65.7	56.4	0.3	0.2
R4136	piano 13	NE	Residenziali	67	57	54.2	43.5	-	-	P03	65.4	56.2	65.7	56.4	0.3	0.2
R4138	piano terra	NE	Commerciali e servizi	62	-	49	38.2	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	-	-
R4138	piano 1	NE	Commerciali e servizi	62	-	49.6	38.9	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-

ODICE RICEITTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4138	piano 2	NE	Commerciali e servizi	62	-	50.3	39.5	-	-	P03	65.4	56.2	65.5	56.3	0.1	-
R1089	piano terra	W	Residenziali	67	57	51.8	41	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	-	-
R1089	piano 1	W	Residenziali	67	57	53.6	42.9	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	0.1	-
R1089	piano 2	W	Residenziali	67	57	56	45.3	-	-	P04	68.7	60.3	68.9	60.4	0.2	0.1
R1089	piano 3	W	Residenziali	67	57	59.4	48.6	-	-	P04	68.7	60.3	69.2	60.6	0.5	0.3
R1089	piano 4	W	Residenziali	67	57	63.4	52.6	-	-	P04	68.7	60.3	69.8	61.0	1.1	0.7
R1094	piano terra	W	Residenziali	67	57	51	40.2	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.3	-	-
R1094	piano 1	W	Residenziali	67	57	52.9	42.1	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	0.1	-
R1094	piano 2	W	Residenziali	67	57	55.3	44.5	-	-	P04	68.7	60.3	68.9	60.4	0.2	0.1
R1094	piano 3	W	Residenziali	67	57	58.6	47.9	-	-	P04	68.7	60.3	69.1	60.5	0.4	0.2
R1094	piano 4	W	Residenziali	67	57	62.5	51.8	-	-	P04	68.7	60.3	69.6	60.9	0.9	0.6
R1094	piano 5	W	Residenziali	67	57	66.3	55.5	-	-	P04	68.7	60.3	70.7	61.5	2.0	1.2
R1096	piano terra	W	Residenziali	67	57	47.7	37	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-
R1096	piano 1	W	Residenziali	67	57	49	38.2	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-
R1096	piano 2	W	Residenziali	67	57	50.4	39.7	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.3	-	-
R1096	piano 3	W	Residenziali	67	57	52.2	41.4	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	-	-
R1096	piano 4	W	Residenziali	67	57	53.9	43.2	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	0.1	-

ODICE RICETTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R1096	piano 5	W	Residenziali	67	57	55.4	44.7	-	-	P04	68.7	60.3	68.9	60.4	0.2	0.1
R1097	piano terra	W	Residenziali	67	57	52	41.2	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	-	-
R1097	piano 1	W	Residenziali	67	57	53.8	43	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	0.1	-
R1097	piano 2	W	Residenziali	67	57	56.1	45.4	-	-	P04	68.7	60.3	68.9	60.4	0.2	0.1
R1097	piano 3	W	Residenziali	67	57	59.3	48.5	-	-	P04	68.7	60.3	69.2	60.6	0.5	0.3
R1097	piano 4	W	Residenziali	67	57	62.8	52	-	-	P04	68.7	60.3	69.7	60.9	1.0	0.6
R1097	piano 5	W	Residenziali	67	57	66	55.2	-	-	P04	68.7	60.3	70.6	61.5	1.9	1.2
R1099	piano terra	SW	Residenziali	70	60	45.4	34.6	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-
R1099	piano 1	SW	Residenziali	70	60	46.5	35.7	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-
R1099	piano 2	SW	Residenziali	70	60	47.8	37.1	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-
R1099	piano 3	SW	Residenziali	70	60	49.1	38.4	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-
R1099	piano 4	SW	Residenziali	70	60	50.7	39.9	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.3	-	-
R1099	piano 5	SW	Residenziali	70	60	52	41.3	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	-	-
R1099	piano 6	SW	Residenziali	70	60	53.1	42.4	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	0.1	-
R1099	piano 7	SW	Residenziali	70	60	54.1	43.3	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	0.1	-
R1100	piano terra	W	Residenziali	67	57	51.1	40.3	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.3	-	-
R1100	piano 1	W	Residenziali	67	57	52.8	42.1	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	0.1	-

ODICE RICEITTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R1100	piano 2	W	Residenziali	67	57	55	44.3	-	-	P04	68.7	60.3	68.9	60.4	0.2	0.1
R1100	piano 3	W	Residenziali	67	57	58.1	47.3	-	-	P04	68.7	60.3	69.1	60.5	0.4	0.2
R1100	piano 4	W	Residenziali	67	57	61.7	51	-	-	P04	68.7	60.3	69.5	60.8	0.8	0.5
R1100	piano 5	W	Residenziali	67	57	64.3	53.5	-	-	P04	68.7	60.3	70.0	61.1	1.3	0.8
R1100	piano 6	W	Residenziali	67	57	66.3	55.5	-	-	P04	68.7	60.3	70.7	61.5	2.0	1.2
R1101	piano terra	NW	Residenziali	70	60	44	33.3	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-
R1101	piano 1	NW	Residenziali	70	60	45.1	34.3	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-
R1101	piano 2	NW	Residenziali	70	60	46.2	35.5	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-
R1101	piano 3	NW	Residenziali	70	60	47.5	36.8	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-
R1101	piano 4	NW	Residenziali	70	60	48.9	38.2	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-
R1102	piano terra	W	Residenziali	67	57	51.7	40.9	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.3	-	-
R1102	piano 1	W	Residenziali	67	57	53.2	42.5	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	0.1	-
R1102	piano 2	W	Residenziali	67	57	55.2	44.4	-	-	P04	68.7	60.3	68.9	60.4	0.2	0.1
R1102	piano 3	W	Residenziali	67	57	57.7	46.9	-	-	P04	68.7	60.3	69.0	60.5	0.3	0.2
R1102	piano 4	W	Residenziali	67	57	60.8	50	-	-	P04	68.7	60.3	69.4	60.7	0.7	0.4
R1102	piano 5	W	Residenziali	67	57	62.9	52.1	-	-	P04	68.7	60.3	69.7	60.9	1.0	0.6
R1103	piano terra	NW	Residenziali	70	60	46.6	35.8	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-

ODICE RICEITTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R1103	piano 1	NW	Residenziali	70	60	47.7	36.9	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-
R1103	piano 2	NW	Residenziali	70	60	48.9	38.2	-	-	P04	68.7	60.3	68.7	60.3	-	-
R1103	piano 3	NW	Residenziali	70	60	50.5	39.7	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.3	-	-
R1103	piano 4	NW	Residenziali	70	60	52.4	41.6	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	0.1	-
R1103	piano 5	NW	Residenziali	70	60	54.3	43.6	-	-	P04	68.7	60.3	68.9	60.4	0.2	-
R1104	piano terra	W	Residenziali	67	57	51.6	40.9	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.3	-	-
R1104	piano 1	W	Residenziali	67	57	53.2	42.5	-	-	P04	68.7	60.3	68.8	60.4	0.1	-
R1104	piano 2	W	Residenziali	67	57	55.3	44.5	-	-	P04	68.7	60.3	68.9	60.4	0.2	0.1
R1104	piano 3	W	Residenziali	67	57	57.9	47.2	-	-	P04	68.7	60.3	69.0	60.5	0.3	0.2
R1104	piano 4	W	Residenziali	67	57	61.3	50.5	-	-	P04	68.7	60.3	69.4	60.7	0.7	0.4
R2138	piano terra	E	Residenziali	67	57	48.1	37.3	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R2138	piano 1	E	Residenziali	67	57	48.9	38.1	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R2138	piano 2	E	Residenziali	67	57	49.6	38.9	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R2138	piano 3	E	Residenziali	67	57	50.3	39.5	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R2138	piano 4	E	Residenziali	67	57	50.8	40.1	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R2138	piano 5	E	Residenziali	67	57	51.3	40.5	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R2138	piano 6	E	Residenziali	67	57	51.7	40.9	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-

ODICE RICEITORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R2139	piano terra	E	Residenziali	67	57	47.7	37	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R2139	piano 1	E	Residenziali	67	57	48.8	38	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R2139	piano 2	E	Residenziali	67	57	49.5	38.8	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R2139	piano 3	E	Residenziali	67	57	50.2	39.4	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R2139	piano 4	E	Residenziali	67	57	50.8	40	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R2140	piano terra	E	Residenziali	67	57	47.1	36.3	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R2140	piano 1	E	Residenziali	67	57	48.6	37.9	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R2140	piano 2	E	Residenziali	67	57	49.3	38.6	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R2140	piano 3	E	Residenziali	67	57	50	39.2	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R2140	piano 4	E	Residenziali	67	57	50.5	39.7	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R2140	piano 5	E	Residenziali	67	57	51	40.2	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R4280	piano terra	E	Residenziali	62	52	47.4	36.7	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4280	piano 1	E	Residenziali	62	52	48.2	37.4	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4280	piano 2	E	Residenziali	62	52	48.9	38.1	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4280	piano 3	E	Residenziali	62	52	49.5	38.7	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R4280	piano 4	E	Residenziali	62	52	50.1	39.3	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R4281	piano terra	E	Residenziali	62	52	37.7	27	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-

ODICE RICETTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4281	piano 1	E	Residenziali	62	52	38.4	27.6	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4281	piano 2	E	Residenziali	62	52	39.2	28.5	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4281	piano 3	E	Residenziali	62	52	40.5	29.8	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4281	piano 4	E	Residenziali	62	52	43.1	32.3	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4281	piano 5	E	Residenziali	62	52	48.7	37.9	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4283	piano terra	NE	Residenziali	62	52	40.5	29.8	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4283	piano 1	NE	Residenziali	62	52	41.4	30.7	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4283	piano 2	NE	Residenziali	62	52	42.7	32	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4287	piano terra	E	Residenziali	62	52	39.4	28.6	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4287	piano 1	E	Residenziali	62	52	40.4	29.7	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4287	piano 2	E	Residenziali	62	52	41.5	30.8	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4293	piano terra	E	Residenziali	67	57	47.7	36.9	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4293	piano 1	E	Residenziali	67	57	48.4	37.7	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4293	piano 2	E	Residenziali	67	57	49	38.3	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4293	piano 3	E	Residenziali	67	57	49.6	38.8	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R4293	piano 4	E	Residenziali	67	57	50	39.3	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R4293	piano 5	E	Residenziali	67	57	50.4	39.6	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-

ODICE RICEITORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIA TA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIA TA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIA TA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L _{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L _{Amb} * (dB(A))		DIFFERENZA L _{Amb} - L _{Res} (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4293	piano 6	E	Residenziali	67	57	50.8	40	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R4297	piano terra	E	Residenziali	67	57	47.7	37	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4297	piano 1	E	Residenziali	67	57	48.4	37.6	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4297	piano 2	E	Residenziali	67	57	48.9	38.2	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4297	piano 3	E	Residenziali	67	57	49.4	38.6	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R4297	piano 4	E	Residenziali	67	57	49.8	39	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R4297	piano 5	E	Residenziali	67	57	50.1	39.4	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R4299	piano terra	E	Residenziali	67	57	47.5	36.7	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4299	piano 1	E	Residenziali	67	57	48.1	37.4	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4299	piano 2	E	Residenziali	67	57	48.7	37.9	-	-	P05	68.4	61.9	68.4	61.9	-	-
R4299	piano 3	E	Residenziali	67	57	49.1	38.3	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R4299	piano 4	E	Residenziali	67	57	49.4	38.7	-	-	P05	68.4	61.9	68.5	61.9	-	-
R2179	piano terra	SE	Residenziali	65.2	55.2	52	41.2	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R2179	piano 1	SE	Residenziali	65.2	55.2	52.7	41.9	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	-	-
R2179	piano 2	SE	Residenziali	65.2	55.2	53.4	42.6	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	0.1	-
R2179	piano 3	SE	Residenziali	65.2	55.2	54.1	43.4	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	0.1	-
R2179	piano 4	SE	Residenziali	65.2	55.2	54.7	44	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	0.1	-

ODICE RICETTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R2179	piano 5	SE	Residenziali	65.2	55.2	55.3	44.5	-	-	P06	69.5	60.9	69.7	61.0	0.2	-
R2180	piano terra	SE	Residenziali	65.2	55.2	51.8	41	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R2180	piano 1	SE	Residenziali	65.2	55.2	52.5	41.7	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	-	-
R2180	piano 2	SE	Residenziali	65.2	55.2	53.2	42.4	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	0.1	-
R2180	piano 3	SE	Residenziali	65.2	55.2	53.9	43.1	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	0.1	-
R2180	piano 4	SE	Residenziali	65.2	55.2	54.5	43.7	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	0.1	-
R2180	piano 5	SE	Residenziali	65.2	55.2	55	44.3	-	-	P06	69.5	60.9	69.7	61.0	0.2	-
R2181	piano terra	SE	Commerciali e servizi	65.2	-	52.4	41.6	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	-	-
R2181	piano 1	SE	Commerciali e servizi	65.2	-	53.1	42.4	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	-	-
R2266	piano terra	SE	Residenziali	65.2	55.2	51.8	41	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R2266	piano 1	SE	Residenziali	65.2	55.2	52.5	41.7	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	-	-
R2266	piano 2	SE	Residenziali	65.2	55.2	53.2	42.4	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	0.1	-
R2267	piano terra	SE	Residenziali	65.2	55.2	52.2	41.5	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R2267	piano 1	SE	Residenziali	65.2	55.2	52.9	42.2	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	-	-
R2267	piano 2	SE	Residenziali	65.2	55.2	53.7	42.9	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	61.0	0.1	-
R4417	piano terra	E	Residenziali	65.2	55.2	50	39.2	-	-	P06	69.5	60.9	69.5	60.9	-	-

ODICE RICETTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L _{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L _{Amb} * (dB(A))		DIFFERENZA L _{Amb} - L _{Res} (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4417	piano 1	E	Residenziali	65.2	55.2	50.8	40.1	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4417	piano 2	E	Residenziali	65.2	55.2	51.9	41.1	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4417	piano 3	E	Residenziali	65.2	55.2	52.2	41.4	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4421	piano terra	E	Residenziali	67	57	50.1	39.3	-	-	P06	69.5	60.9	69.5	60.9	-	-
R4421	piano 1	E	Residenziali	67	57	50.9	40.2	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4421	piano 2	E	Residenziali	67	57	51.4	40.6	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4424	piano terra	E	Residenziali	67	57	50.3	39.5	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4424	piano 1	E	Residenziali	67	57	51.1	40.3	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4424	piano 2	E	Residenziali	67	57	51.4	40.6	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4424	piano 3	E	Residenziali	67	57	51.9	41.1	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4424	piano 4	E	Residenziali	67	57	52.2	41.4	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4431	piano terra	E	Residenziali	67	57	50	39.3	-	-	P06	69.5	60.9	69.5	60.9	-	-
R4431	piano 1	E	Residenziali	67	57	50.8	40	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4431	piano 2	E	Residenziali	67	57	51	40.2	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4431	piano 3	E	Residenziali	67	57	51.4	40.7	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4431	piano 4	E	Residenziali	67	57	51.8	41.1	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R4436	piano terra	SE	Commerciali e servizi	67	-	50.7	39.9	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-

ODICE RICETTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4436	piano 1	SE	Commerciali e servizi	67	-	51.7	40.9	-	-	P06	69.5	60.9	69.6	60.9	-	-
R3281	piano terra	W	Residenziali	65	55	50.4	39.7	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.6	0.2	0.1
R3281	piano 1	W	Residenziali	65	55	50.6	39.9	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.6	0.2	0.1
R3281	piano 2	W	Residenziali	65	55	50.8	40	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3281	piano 3	W	Residenziali	65	55	50.9	40.2	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3283	piano terra	W	Residenziali	65	55	50.9	40.1	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3283	piano 1	W	Residenziali	65	55	51.1	40.3	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3283	piano 2	W	Residenziali	65	55	51.2	40.4	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3283	piano 3	W	Residenziali	65	55	51.4	40.6	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3285	piano terra	NW	Residenziali	65	55	45.1	34.3	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.5	-	-
R3285	piano 1	NW	Residenziali	65	55	46.2	35.4	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.6	-	-
R3285	piano 2	NW	Residenziali	65	55	48	37.2	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.6	-	-
R3285	piano 3	NW	Residenziali	65	55	50.2	39.4	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.6	0.2	0.1
R3285	piano 4	NW	Residenziali	65	55	50.6	39.8	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.6	0.2	0.1
R3285	piano 5	NW	Residenziali	65	55	50.7	39.9	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.6	0.2	0.1
R3285	piano 6	NW	Residenziali	65	55	50.8	40.1	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3285	piano 7	NW	Residenziali	65	55	51	40.3	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2

ODICE RICETTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R3285	piano 8	NW	Residenziali	65	55	51.3	40.5	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3286	piano terra	NW	Scuole	50	-	44.9	34.1	-	-	P07	64.4	54.5	64.4	54.5	-	-
R3286	piano 1	NW	Scuole	50	-	48.7	37.9	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.6	0.1	-
R3286	piano 2	NW	Scuole	50	-	51.1	40.3	1.1	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3286	piano 3	NW	Scuole	50	-	51.2	40.5	1.2	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3287	piano terra	W	Residenziali	65	55	48.3	37.5	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.6	0.1	-
R3287	piano 1	W	Residenziali	65	55	51	40.2	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3287	piano 2	W	Residenziali	65	55	51.4	40.7	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3287	piano 3	W	Residenziali	65	55	51.6	40.9	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3287	piano 4	W	Residenziali	65	55	51.9	41.1	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3287	piano 5	W	Residenziali	65	55	52	41.3	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3289	piano terra	SW	Commerciali e servizi	65	-	47.8	37	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.6	-	-
R3290	piano terra	NW	Commerciali e servizi	65	-	48.2	37.5	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.6	0.1	-
R3293	piano terra	NW	Residenziali	65	55	50.6	39.9	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.6	0.2	0.1
R3293	piano 1	NW	Residenziali	65	55	50.7	40	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3293	piano 2	NW	Residenziali	65	55	50.7	39.9	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.6	0.2	0.1

ODICE RICEITORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIA TA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIA TA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIA TA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb^*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R3293	piano 3	NW	Residenziali	65	55	50.8	40	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3293	piano 4	NW	Residenziali	65	55	50.9	40.1	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3293	piano 5	NW	Residenziali	65	55	50.9	40.2	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3293	piano 6	NW	Residenziali	65	55	51.1	40.3	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3295	piano terra	NW	Residenziali	65	55	50.5	39.7	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.6	0.2	0.1
R3295	piano 1	NW	Residenziali	65	55	50.6	39.9	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.6	0.2	0.1
R3295	piano 2	NW	Residenziali	65	55	50.5	39.8	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.6	0.2	0.1
R3295	piano 3	NW	Residenziali	65	55	50.6	39.9	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.6	0.2	0.1
R3295	piano 4	NW	Residenziali	65	55	50.7	40	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3295	piano 5	NW	Residenziali	65	55	50.8	40	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3295	piano 6	NW	Residenziali	65	55	50.9	40.1	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R3295	piano 7	NW	Residenziali	65	55	51	40.3	-	-	P07	64.4	54.5	64.6	54.7	0.2	0.2
R5123	piano terra	NW	Residenziali	60	50	45.3	34.6	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.5	-	-
R5123	piano 1	NW	Residenziali	60	50	45.6	34.8	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.5	-	-
R5123	piano 2	NW	Residenziali	60	50	45.8	35	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.5	-	-
R5123	piano 3	NW	Residenziali	60	50	45.9	35.2	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.6	-	-
R5123	piano 4	NW	Residenziali	60	50	46.1	35.3	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.6	-	-

ODICE RICEITTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIA TA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIA TA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIA TA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L _{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L _{Amb} * (dB(A))		DIFFERENZA L _{Amb} - L _{Res} (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R5123	piano 5	NW	Residenziali	60	50	46.3	35.5	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.6	-	-
R5123	piano 6	NW	Residenziali	60	50	46.7	36	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.6	-	-
R5123	piano 7	NW	Residenziali	60	50	47.7	36.9	-	-	P07	64.4	54.5	64.5	54.6	-	-
R2190	piano terra	SE	Residenziali	67	57	48.4	37.6	-	-	P08	62.1	69	62.3	69.0	0.2	-
R2190	piano 1	SE	Residenziali	67	57	49.1	38.3	-	-	P08	62.1	69	62.3	69.0	0.2	-
R2190	piano 2	SE	Residenziali	67	57	49.6	38.8	-	-	P08	62.1	69	62.3	69.0	0.2	-
R2190	piano 3	SE	Residenziali	67	57	50.2	39.4	-	-	P08	62.1	69	62.4	69.0	0.3	-
R2191	piano terra	E	Residenziali	67	57	48.9	38.2	-	-	P08	62.1	69	62.3	69.0	0.2	-
R2191	piano 1	E	Residenziali	67	57	49.6	38.8	-	-	P08	62.1	69	62.3	69.0	0.2	-
R2191	piano 2	E	Residenziali	67	57	50.3	39.5	-	-	P08	62.1	69	62.4	69.0	0.3	-
R2192	piano terra	E	Residenziali	67	57	49.5	38.7	-	-	P08	62.1	69	62.3	69.0	0.2	-
R2192	piano 1	E	Residenziali	67	57	50.1	39.4	-	-	P08	62.1	69	62.4	69.0	0.3	-
R2192	piano 2	E	Residenziali	67	57	50.9	40.1	-	-	P08	62.1	69	62.4	69.0	0.3	-
R2193	piano terra	E	Residenziali	67	57	49.6	38.8	-	-	P08	62.1	69	62.3	69.0	0.2	-
R2193	piano 1	E	Residenziali	67	57	50.2	39.5	-	-	P08	62.1	69	62.4	69.0	0.3	-
R2193	piano 2	E	Residenziali	67	57	50.9	40.2	-	-	P08	62.1	69	62.4	69.0	0.3	-
R2193	piano 3	E	Residenziali	67	57	51.5	40.8	-	-	P08	62.1	69	62.5	69.0	0.4	-

ODICE RICETTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R2193	piano 4	E	Residenziali	67	57	51.9	41.2	-	-	P08	62.1	69	62.5	69.0	0.4	-
R2194	piano terra	E	Residenziali	67	57	49.9	39.2	-	-	P08	62.1	69	62.4	69.0	0.3	-
R2194	piano 1	E	Residenziali	67	57	50.6	39.9	-	-	P08	62.1	69	62.4	69.0	0.3	-
R2194	piano 2	E	Residenziali	67	57	51.3	40.5	-	-	P08	62.1	69	62.4	69.0	0.3	-
R2194	piano 3	E	Residenziali	67	57	51.9	41.1	-	-	P08	62.1	69	62.5	69.0	0.4	-
R2197	piano terra	E	Residenziali	67	57	50.6	39.9	-	-	P08	62.1	69	62.4	69.0	0.3	-
R2197	piano 1	E	Residenziali	67	57	51.4	40.6	-	-	P08	62.1	69	62.5	69.0	0.4	-
R2197	piano 2	E	Residenziali	67	57	52	41.2	-	-	P08	62.1	69	62.5	69.0	0.4	-
R2197	piano 3	E	Residenziali	67	57	52.6	41.9	-	-	P08	62.1	69	62.6	69.0	0.5	-
R2197	piano 4	E	Residenziali	67	57	53	42.3	-	-	P08	62.1	69	62.6	69.0	0.5	-
R2197	piano 5	E	Residenziali	67	57	53.4	42.6	-	-	P08	62.1	69	62.6	69.0	0.5	-
R2197	piano 6	E	Residenziali	67	57	53.6	42.8	-	-	P08	62.1	69	62.7	69.0	0.6	-
R2197	piano 7	E	Residenziali	67	57	53.8	43.1	-	-	P08	62.1	69	62.7	69.0	0.6	-
R2199	piano terra	E	Residenziali	67	57	51.1	40.4	-	-	P08	62.1	69	62.4	69.0	0.3	-
R2199	piano 1	E	Residenziali	67	57	51.8	41.1	-	-	P08	62.1	69	62.5	69.0	0.4	-
R2199	piano 2	E	Residenziali	67	57	52.5	41.8	-	-	P08	62.1	69	62.6	69.0	0.5	-
R2199	piano 3	E	Residenziali	67	57	53.2	42.4	-	-	P08	62.1	69	62.6	69.0	0.5	-

ODICE RICEITORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R2199	piano 4	E	Residenziali	67	57	53.6	42.8	-	-	P08	62.1	69	62.7	69.0	0.6	-
R2199	piano 5	E	Residenziali	67	57	53.9	43.2	-	-	P08	62.1	69	62.7	69.0	0.6	-
R2201	piano terra	E	Residenziali	67	57	51.5	40.7	-	-	P08	62.1	69	62.5	69.0	0.4	-
R2201	piano 1	E	Residenziali	67	57	52.2	41.4	-	-	P08	62.1	69	62.5	69.0	0.4	-
R2201	piano 2	E	Residenziali	67	57	52.9	42.2	-	-	P08	62.1	69	62.6	69.0	0.5	-
R2201	piano 3	E	Residenziali	67	57	53.6	42.8	-	-	P08	62.1	69	62.7	69.0	0.6	-
R2201	piano 4	E	Residenziali	67	57	54.1	43.4	-	-	P08	62.1	69	62.7	69.0	0.6	-
R2201	piano 5	E	Residenziali	67	57	54.5	43.7	-	-	P08	62.1	69	62.8	69.0	0.7	-
R2201	piano 6	E	Residenziali	67	57	54.7	43.9	-	-	P08	62.1	69	62.8	69.0	0.7	-
R2201	piano 7	E	Residenziali	67	57	54.9	44.1	-	-	P08	62.1	69	62.9	69.0	0.8	-
R4459	piano terra	SE	Residenziali	67	57	47.9	37.2	-	-	P08	62.1	69	62.3	69.0	0.2	-
R4459	piano 1	SE	Residenziali	67	57	48.7	37.9	-	-	P08	62.1	69	62.3	69.0	0.2	-
R4459	piano 2	SE	Residenziali	67	57	49.3	38.5	-	-	P08	62.1	69	62.3	69.0	0.2	-
R4459	piano 3	SE	Residenziali	67	57	49.7	39	-	-	P08	62.1	69	62.3	69.0	0.2	-
R4472	piano terra	SE	Residenziali	65	55	47	36.2	-	-	P08	62.1	69	62.2	69.0	0.1	-
R4472	piano 1	SE	Residenziali	65	55	47.5	36.7	-	-	P08	62.1	69	62.2	69.0	0.1	-
R4472	piano 2	SE	Residenziali	65	55	48	37.2	-	-	P08	62.1	69	62.3	69.0	0.2	-

ODICE RICETTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4472	piano 3	SE	Residenziali	65	55	48.7	38	-	-	P08	62.1	69	62.3	69.0	0.2	-
R4631	piano terra	NE	Residenziali	65	55	46.1	35.3	-	-	P09	51.4	54.2	52.5	54.3	1.1	-
R4631	piano 1	NE	Residenziali	65	55	46.6	35.8	-	-	P09	51.4	54.2	52.6	54.3	1.2	-
R4631	piano 2	NE	Residenziali	65	55	47.6	36.9	-	-	P09	51.4	54.2	52.9	54.3	1.5	-
R4631	piano 3	NE	Residenziali	65	55	49.2	38.4	-	-	P09	51.4	54.2	53.4	54.3	2.0	0.1
R4631	piano 4	NE	Residenziali	65	55	49.8	39	-	-	P09	51.4	54.2	53.7	54.3	2.3	0.1
R4631	piano 5	NE	Residenziali	65	55	50	39.3	-	-	P09	51.4	54.2	53.8	54.3	2.4	0.1
R4631	piano 6	NE	Residenziali	65	55	50.5	39.7	-	-	P09	51.4	54.2	54.0	54.4	2.6	0.2
R4634	piano terra	S	Residenziali	65	55	46	35.2	-	-	P09	51.4	54.2	52.5	54.3	1.1	-
R4634	piano 1	S	Residenziali	65	55	49.3	38.6	-	-	P09	51.4	54.2	53.5	54.3	2.1	0.1
R4634	piano 2	S	Residenziali	65	55	51	40.3	-	-	P09	51.4	54.2	54.2	54.4	2.8	0.2
R4634	piano 3	S	Residenziali	65	55	50.9	40.1	-	-	P09	51.4	54.2	54.2	54.4	2.8	0.2
R4634	piano 4	S	Residenziali	65	55	51.1	40.3	-	-	P09	51.4	54.2	54.3	54.4	2.9	0.2
R4634	piano 5	S	Residenziali	65	55	51.2	40.5	-	-	P09	51.4	54.2	54.3	54.4	2.9	0.2
R4634	piano 6	S	Residenziali	65	55	51.4	40.7	-	-	P09	51.4	54.2	54.4	54.4	3.0	0.2
R4635	piano terra	SE	Residenziali	65	55	48.4	37.6	-	-	P09	51.4	54.2	53.2	54.3	1.8	-
R4635	piano 1	SE	Residenziali	65	55	49.2	38.5	-	-	P09	51.4	54.2	53.4	54.3	2.0	0.1

ODICE RICEITTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N	-	D	N	D	N	D	N
R4635	piano 2	SE	Residenziali	65	55	50.5	39.7	-	-	P09	51.4	54.2	54.0	54.4	2.6	0.2
R4635	piano 3	SE	Residenziali	65	55	52.3	41.5	-	-	P09	51.4	54.2	54.9	54.4	3.5	0.2
R4635	piano 4	SE	Residenziali	65	55	53	42.2	-	-	P09	51.4	54.2	55.3	54.5	3.9	0.3
R4635	piano 5	SE	Residenziali	65	55	53.4	42.6	-	-	P09	51.4	54.2	55.5	54.5	4.1	0.3
R4635	piano 6	SE	Residenziali	65	55	53.7	42.9	-	-	P09	51.4	54.2	55.7	54.5	4.3	0.3
R4635	piano 7	SE	Residenziali	65	55	53.7	42.9	-	-	P09	51.4	54.2	55.7	54.5	4.3	0.3
R4635	piano 8	SE	Residenziali	65	55	53.9	43.1	-	-	P09	51.4	54.2	55.8	54.5	4.4	0.3
R4637	piano terra	SE	Residenziali	65	55	49.2	38.5	-	-	P09	51.4	54.2	53.4	54.3	2.0	0.1
R4637	piano 1	SE	Residenziali	65	55	50	39.3	-	-	P09	51.4	54.2	53.8	54.3	2.4	0.1
R4637	piano 2	SE	Residenziali	65	55	51.1	40.3	-	-	P09	51.4	54.2	54.3	54.4	2.9	0.2
R4637	piano 3	SE	Residenziali	65	55	52.3	41.5	-	-	P09	51.4	54.2	54.9	54.4	3.5	0.2
R4637	piano 4	SE	Residenziali	65	55	53.2	42.5	-	-	P09	51.4	54.2	55.4	54.5	4.0	0.3
R4639	piano terra	SE	Residenziali	65	55	48.6	37.8	-	-	P09	51.4	54.2	53.2	54.3	1.8	-
R4639	piano 1	SE	Residenziali	65	55	49.4	38.7	-	-	P09	51.4	54.2	53.5	54.3	2.1	0.1
R4639	piano 2	SE	Residenziali	65	55	50.3	39.6	-	-	P09	51.4	54.2	53.9	54.3	2.5	0.1
R4639	piano 3	SE	Residenziali	65	55	51.6	40.8	-	-	P09	51.4	54.2	54.5	54.4	3.1	0.2
R4639	piano 4	SE	Residenziali	65	55	53.3	42.5	-	-	P09	51.4	54.2	55.5	54.5	4.1	0.3

ODICE RICETTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb^*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N	-	D	N	D	N	D	N
R4639	piano 5	SE	Residenziali	65	55	53.7	43	-	-	P09	51.4	54.2	55.7	54.5	4.3	0.3
R4641	piano terra	SE	Residenziali	65	55	51.6	40.9	-	-	P09	51.4	54.2	54.5	54.4	3.1	0.2
R4641	piano 1	SE	Residenziali	65	55	52.5	41.7	-	-	P09	51.4	54.2	55.0	54.4	3.6	0.2
R4641	piano 2	SE	Residenziali	65	55	52.7	42	-	-	P09	51.4	54.2	55.1	54.5	3.7	0.3
R4641	piano 3	SE	Residenziali	65	55	53	42.2	-	-	P09	51.4	54.2	55.3	54.5	3.9	0.3
R4641	piano 4	SE	Residenziali	65	55	53.2	42.5	-	-	P09	51.4	54.2	55.4	54.5	4.0	0.3
R4641	piano 5	SE	Residenziali	65	55	53.1	42.4	-	-	P09	51.4	54.2	55.3	54.5	3.9	0.3
R4641	piano 6	SE	Residenziali	65	55	53.2	42.4	-	-	P09	51.4	54.2	55.4	54.5	4.0	0.3
R4645	piano terra	SE	Residenziali	65	55	40.6	29.8	-	-	P09	51.4	54.2	51.7	54.2	0.3	-
R4645	piano 1	SE	Residenziali	65	55	41.5	30.8	-	-	P09	51.4	54.2	51.8	54.2	0.4	-
R4645	piano 2	SE	Residenziali	65	55	42.6	31.8	-	-	P09	51.4	54.2	51.9	54.2	0.5	-
R4645	piano 3	SE	Residenziali	65	55	43.6	32.8	-	-	P09	51.4	54.2	52.1	54.2	0.7	-
R4645	piano 4	SE	Residenziali	65	55	45.1	34.4	-	-	P09	51.4	54.2	52.3	54.2	0.9	-
R4645	piano 5	SE	Residenziali	65	55	46.8	36.1	-	-	P09	51.4	54.2	52.7	54.3	1.3	-
R6156	piano terra	S	Residenziali	60	50	43.4	32.6	-	-	P09	51.4	54.2	52.0	54.2	0.6	-
R6156	piano 1	S	Residenziali	60	50	43.9	33.1	-	-	P09	51.4	54.2	52.1	54.2	0.7	-
R6156	piano 2	S	Residenziali	60	50	44.6	33.8	-	-	P09	51.4	54.2	52.2	54.2	0.8	-

ODICE RICEITTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb^*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R6156	piano 3	S	Residenziali	60	50	45.5	34.7	-	-	P09	51.4	54.2	52.4	54.2	1.0	-
R6156	piano 4	S	Residenziali	60	50	46.6	35.8	-	-	P09	51.4	54.2	52.6	54.3	1.2	-
R6156	piano 5	S	Residenziali	60	50	47.5	36.7	-	-	P09	51.4	54.2	52.9	54.3	1.5	-
R6156	piano 6	S	Residenziali	60	50	48.9	38.2	-	-	P09	51.4	54.2	53.3	54.3	1.9	0.1
R6210	piano terra	SE	Scuole	50	-	47.2	36.4	-	-	P09	51.4	54.2	52.8	54.3	1.4	-
R6210	piano 1	SE	Scuole	50	-	48.1	37.3	-	-	P09	51.4	54.2	53.1	54.3	1.7	-
R6210	piano 2	SE	Scuole	50	-	48.2	37.4	-	-	P09	51.4	54.2	53.1	54.3	1.7	-
R6210	piano 3	SE	Scuole	50	-	49	38.2	-	-	P09	51.4	54.2	53.4	54.3	2.0	0.1
R6210	piano 4	SE	Scuole	50	-	49.6	38.8	-	-	P09	51.4	54.2	53.6	54.3	2.2	0.1
R6210	piano 5	SE	Scuole	50	-	49.9	39.1	-	-	P09	51.4	54.2	53.7	54.3	2.3	0.1
R6211	piano terra	SE	Scuole	50	-	45.9	35.1	-	-	P09	51.4	54.2	52.5	54.3	1.1	-
R6211	piano 1	SE	Scuole	50	-	46.4	35.6	-	-	P09	51.4	54.2	52.6	54.3	1.2	-
R6211	piano 2	SE	Scuole	50	-	46.9	36.2	-	-	P09	51.4	54.2	52.7	54.3	1.3	-
R6211	piano 3	SE	Scuole	50	-	48	37.3	-	-	P09	51.4	54.2	53.0	54.3	1.6	-
R6211	piano 4	SE	Scuole	50	-	48.9	38.2	-	-	P09	51.4	54.2	53.3	54.3	1.9	0.1
R6211	piano 5	SE	Scuole	50	-	49.4	38.6	-	-	P09	51.4	54.2	53.5	54.3	2.1	0.1
R4730	piano terra	SE	Residenziali	62	52	45	34.2	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-

ODICE RICEITORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L _{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L _{Amb} * (dB(A))		DIFFERENZA L _{Amb} - L _{Res} (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4730	piano 1	SE	Residenziali	62	52	45.5	34.7	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4730	piano 2	SE	Residenziali	62	52	46.8	36	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4730	piano 3	SE	Residenziali	62	52	48.6	37.8	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4732	piano terra	S	Commerciali e servizi	62	-	44.3	33.5	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4732	piano 1	S	Commerciali e servizi	62	-	45.5	34.8	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4732	piano 2	S	Commerciali e servizi	62	-	47.3	36.5	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4732	piano 3	S	Commerciali e servizi	62	-	49.9	39.1	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.6	0.1	-
R4732	piano 4	S	Commerciali e servizi	62	-	50.6	39.9	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.6	0.1	-
R4732	piano 5	S	Commerciali e servizi	62	-	50.9	40.1	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.6	0.1	-
R4733	piano terra	S	Residenziali	62	52	43	32.2	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4733	piano 1	S	Residenziali	62	52	44.5	33.8	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4733	piano 2	S	Residenziali	62	52	47.1	36.4	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4739	piano terra	S	Residenziali	62	52	43.3	32.5	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4739	piano 1	S	Residenziali	62	52	44.7	34	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4739	piano 2	S	Residenziali	62	52	46.4	35.6	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-

ODICE RICEITTORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4739	piano 3	S	Residenziali	62	52	47.6	36.9	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4744	piano terra	S	Residenziali	62	52	44.2	33.4	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4744	piano 1	S	Residenziali	62	52	44.9	34.1	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4744	piano 2	S	Residenziali	62	52	45.6	34.9	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4744	piano 3	S	Residenziali	62	52	46.9	36.1	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4747	piano terra	S	Commerciali e servizi	65	-	44.5	33.8	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4747	piano 1	S	Commerciali e servizi	65	-	45	34.3	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4747	piano 2	S	Commerciali e servizi	65	-	47.2	36.5	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4747	piano 3	S	Commerciali e servizi	65	-	48.8	38.1	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4747	piano 4	S	Commerciali e servizi	65	-	49.3	38.5	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.6	-	-
R4747	piano 5	S	Commerciali e servizi	65	-	49.4	38.6	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.6	-	-
R4755	piano terra	S	Residenziali	65	55	42	31.2	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4755	piano 1	S	Residenziali	65	55	42.5	31.7	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4755	piano 2	S	Residenziali	65	55	44.3	33.5	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4755	piano 3	S	Residenziali	65	55	46.2	35.5	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-

ODICE RICEITORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4755	piano 4	S	Residenziali	65	55	47.7	36.9	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4755	piano 5	S	Residenziali	65	55	48.8	38	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4755	piano 6	S	Residenziali	65	55	49.3	38.6	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.6	-	-
R4755	piano 7	S	Residenziali	65	55	49.5	38.7	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.6	-	-
R4755	piano 8	S	Residenziali	65	55	49.8	39	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.6	0.1	-
R4755	piano 9	S	Residenziali	65	55	50	39.2	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.6	0.1	-
R4755	piano 10	S	Residenziali	65	55	50.2	39.4	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.6	0.1	-
R4767	piano terra	SE	Residenziali	65	55	36	25.3	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4767	piano 1	SE	Residenziali	65	55	38.3	27.6	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4767	piano 2	SE	Residenziali	65	55	40.9	30.2	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4767	piano 3	SE	Residenziali	65	55	42.8	32.1	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4767	piano 4	SE	Residenziali	65	55	44.2	33.5	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4767	piano 5	SE	Residenziali	65	55	45.4	34.6	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4767	piano 6	SE	Residenziali	65	55	45.6	34.9	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4767	piano 7	SE	Residenziali	65	55	46.2	35.4	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4767	piano 8	SE	Residenziali	65	55	47.1	36.3	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4767	piano 9	SE	Residenziali	65	55	48	37.2	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-

ODICE RICEITORE	PIANO	ORIENTAMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIMITI LIVELLI IN FACCIATA (dB(A))		LIVELLI IN FACCIATA POST OPERAM (dB(A))		IMPATTI RESIDUI IN FACCIATA (dB)		PUNTO FONOMETRICO DI RIFERIMENTO	LIVELLO RESIDUO MISURATO L_{Res} (dB(A))		LIVELLO AMBIENTALE STIMATO L_{Amb*} (dB(A))		DIFFERENZA $L_{Amb} - L_{Res}$ (dB)	
				D	N	D	N	D	N		D	N	D	N	D	N
R4767	piano 10	SE	Residenziali	65	55	48.3	37.6	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4767	piano 11	SE	Residenziali	65	55	48.6	37.9	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4772	piano terra	S	Residenziali	65	55	39.8	29.1	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4772	piano 1	S	Residenziali	65	55	40.3	29.6	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4772	piano 2	S	Residenziali	65	55	43.2	32.4	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4772	piano 3	S	Residenziali	65	55	44.9	34.1	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4772	piano 4	S	Residenziali	65	55	46.3	35.6	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4772	piano 5	S	Residenziali	65	55	47.7	36.9	-	-	P10	66	57.5	66.1	57.5	-	-
R4775	piano terra	E	Residenziali	65	55	39.2	28.5	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4775	piano 1	E	Residenziali	65	55	39.7	29	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4775	piano 2	E	Residenziali	65	55	40.7	30	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4775	piano 3	E	Residenziali	65	55	41.4	30.6	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4775	piano 4	E	Residenziali	65	55	42.1	31.3	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-
R4775	piano 5	E	Residenziali	65	55	42.6	31.9	-	-	P10	66	57.5	66.0	57.5	-	-

2.10 Conclusioni – Studio Acustico

Lo studio acustico è stato finalizzato alla valutazione previsionale del potenziale impatto acustico sui ricettori localizzati lungo l'asse di progetto della linea metropolitana oggetto di studio.

Lo studio acustico ha messo in evidenza come il prolungamento della metropolitana non comporti un superamento dei livelli limite normativi per i ricettori di tipo residenziale/commerciale. Gli unici edifici che presentano delle eccedenze rispetto ai limiti normativi nello scenario Post Operam sono costituiti da 13 ricettori/edifici individuati nella simulazione acustica e rappresentativi di 8 plessi scolastici.

La valutazione dell'efficacia delle barriere antirumore lungo la propagazione del suono ha evidenziato che, nonostante l'implementazione di circa 1500 metri di schermature, non si risolvono completamente tutti i superamenti dei limiti di rumore. Pertanto, in ragione di considerazioni di carattere ambientale-paesaggistico e plausibilmente, anche economico, si è ritenuto preferibile optare per interventi diretti sugli edifici. E' stata effettuata altresì una verifica dei livelli di rumore interno agli edifici, in accordo al DPR 459/98, considerando un abbattimento cautelativo degli infissi esistenti pari ad almeno 20 dB. L'analisi ha confermato che il limite di 45 dB(A) Leq diurno a finestre chiuse è rispettato. Di conseguenza, non è necessaria la sostituzione degli infissi, ma solo l'installazione di aeratori isofonici per garantire un'adeguata ventilazione.

La scelta di ricorrere a interventi diretti è motivata dal fatto di evitare, in considerazione del rispetto di limiti sonori estremamente severi imposti per ricettori sensibili, un sovradimensionamento eccessivo delle barriere antirumore lungo l'infrastruttura con conseguente maggiore impatto paesaggistico sul territorio circostante e plausibilmente, economico sul costo dell'opera.

La valutazione specifica degli incrementi di rumore dovuti all'infrastruttura in esercizio ha evidenziato una potenziale criticità in un solo punto fonometrico (P09) su dieci. In questo punto, a causa dei bassi livelli di rumore residuo, si registra un incremento medio di 2.3 dB, con un picco di 4.4 dB nel periodo diurno. Tuttavia, i livelli di rumore previsti con l'infrastruttura in funzione rimangono entro i limiti stabiliti dal DPR 459/98 anche in quest'area.

Considerando tutti i punti di misurazione, l'incremento medio del livello sonoro rispetto alla situazione attuale è di 0.8 dB durante il giorno e 0.2 dB durante la notte.

Nella fase Post Operam si approfondirà in dettaglio, secondo quanto previsto dal PMA e in accordo con ARPAL, la necessità di intervenire sui ricettori sensibili oggetto di intervento diretto attraverso un'apposita campagna di monitoraggio ambientale al fine di valutare gli effettivi livelli acustici determinati dall'opera in esercizio.

3. STUDIO VIBRAZIONALE

3.1 Premessa Studio Vibrazionale

L'esercizio di una linea metropolitana è fonte di sollecitazioni dinamiche nel terreno circostante che possono generare disturbo alla popolazione residente o a determinate attività umane, ma risulta estremamente improbabile che esse possano causare effettivi danni alle strutture.

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.

Le vibrazioni possono in alcune situazioni, od in presenza di caratteristiche di estrema suscettività strutturale o di elevati/prolungati livelli di sollecitazione dinamica, causare danni agli edifici. Tali situazioni si verificano tuttavia in corrispondenza di livelli di vibrazione notevoli, superiori di almeno un ordine di grandezza rispetto ai livelli tipici dell'*annoyance*.

Per la valutazione delle soglie di accettabilità relative a tali effetti sono state elaborate norme tecniche nazionali (UNI) e internazionali (ISO), le quali, pur non avendo validità di legge, forniscono un riferimento per la valutazione dei fenomeni vibratorii.

Il presente rapporto contiene i risultati dello studio relativo all'impatto vibrazionale prodotto dalla realizzazione del progetto di completamento della linea di prolungamento della metropolitana di Genova da Brignole nella Val Bisagno. L'iter metodologico seguito può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate:

- Analisi della normativa applicabile e individuazione dei valori di riferimento.
Analisi delle norme applicabili su base sia nazionale che internazionale e individuazione della metodologia e valori assunti come riferimento.
- Caratterizzazione ante operam.
Individuazione dei potenziali ricettori sensibili attraverso una indagine sul campo di censimento dei ricettori. A riguardo si è fatto riferimento al censimento ricettori svolto per lo studio acustico.
- Analisi misure di vibrazioni per infrastrutture analoghe. Sono state considerate le indagini sperimentali eseguite in corrispondenza della attuale linea in esercizio in prossimità della stazione di Brin, analoga per strutture a quella in esame e su cui transitano gli stessi convogli della linea di progetto. Le misure sono state finalizzate alla valutazione dell'entità del livello vibrazionale allo stato attuale indotto dal transito dei convogli.
- Valutazioni delle vibrazioni in fase di esercizio. In questa fase sono state prese in esame le strutture previste dal progetto; in particolare, si è sottolineato come il viadotto di progetto abbia una

sezione dei piloni che non comporta una trasmissione delle sollecitazioni vibratorie tale da superare i valori di riferimento negli edifici limitrofi.

- Individuazione delle aree critiche e degli interventi di mitigazione. Sulla base di un primo esame, non risulta necessario prevedere interventi di mitigazione per le vibrazioni sulla linea di progetto.

3.2 Riferimenti normativi

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

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

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

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

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

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

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

L'Annex A della ISO 2631-2 (che non rappresenta peraltro parte integrante della norma) fornisce informazioni sui criteri di valutazione della risposta soggettiva alle vibrazioni; in pratica sono riportati i fattori di moltiplicazione da applicare alle curve base delle accelerazioni e delle velocità al variare del periodo di riferimento (giorno e notte), del tipo di vibrazione (vibrazioni continue o intermittenti,

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

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

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione delle vibrazioni immesse nell'edificio dalla specifica sorgente oggetto di indagine (V_{sor}), quale valore pari al 95esimo percentile della distribuzione cumulata di probabilità della massima accelerazione ponderata $a_{w,max}$ misurata sui singoli eventi. Tale valore viene confrontato con una serie di limiti individuati per gli edifici a seconda della destinazione d'uso e dal periodo temporale di riferimento (diurno 6:00-22:00, notturno 22:00-6:00).

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

Le misure devono essere eseguite in conformità alla suddetta norma tecnica. In particolare, la durata complessiva è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessaria ad assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di misura. Nel caso di infrastrutture ferroviarie, il singolo evento è costituito dal passaggio dell'intero singolo convoglio sul binario, che, quando esistano più binari paralleli, dà luogo ad accelerazioni ponderate più elevate. Il numero minimo di eventi da considerare è 15 (appendice A2: vibrazioni prodotte da traffico ferrotranviario).

Tabella 25. Valori soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017)

LUOGO	ACCELERAZIONE (M/S ²)
Abitazioni (notte)	$3.6 \cdot 10^{-3}$
Abitazioni (giorno)	$7.2 \cdot 10^{-3}$
Luoghi lavorativi	$14.4 \cdot 10^{-3}$
Ospedali, case di cura, ecc.	$2 \cdot 10^{-3}$
Asili e case di riposo	$3.6 \cdot 10^{-3}$
Scuole	$5.4 \cdot 10^{-3}$

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

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 "*Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici*", norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui viene richiamata, sebbene non faccia parte integrante della norma, la DIN 4150, parte 3. La norma UNI 9916 fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Altro scopo della norma è di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime. La norma considera per semplicità gamme di frequenza variabili da 0.1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.) nonché ad eccitazioni causate dall'uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). In alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio; tuttavia, le eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio. L'Appendice A della UNI 9916 contiene una guida semplificata per la classificazione degli edifici secondo la loro probabile reazione alle vibrazioni meccaniche trasmesse attraverso il terreno. Nell'ambito di questa classificazione, un sistema dinamico è costituito dal terreno e dallo strato di base (magrone) sul quale si trovano le fondazioni oltre che la struttura medesima dell'edificio.

Le strutture comprese nella classificazione riguardano:

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

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

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

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

Le fondazioni sono classificate in tre classi. La Classe A comprende fondazioni su pali legati in calcestruzzo armato e acciaio, platee rigide in calcestruzzo armato, pali di legno legati tra loro e muri di sostegno a gravità; la Classe B comprende pali non legati in calcestruzzo armato, fondazioni continue, pali e platee in legno; la Classe C infine comprende i muri di sostegno leggeri, le fondazioni massicce in pietra e la condizione di assenza di fondazioni, con muri appoggiati direttamente sul terreno.

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

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

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

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

- *Danno di soglia*: formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici in gesso o sulle superfici di muri a secco; inoltre, formazioni di fessure filiformi nei giunti di malta delle costruzioni in muratura di mattoni. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata, con frequenze maggiori di 4 Hz e velocità di vibrazione di 4÷50 mm/s, e per vibrazioni continue, con velocità 2÷5 mm/s.
- *Danno minore*: *formazione di fessure più aperte, distacco e caduta di gesso o di pezzi di intonaco dai muri*; formazione di fessure in murature di mattoni. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata con frequenze superiori a 4 Hz nel campo di velocità vibrazionale compreso tra 20÷100 mm/s oppure per vibrazioni continue associate a velocità di 3÷10 mm/s.
- *Danno maggiore*: *danneggiamento di elementi strutturali*; fessure nei pilastri; aperture di giunti; serie di fessure nei blocchi di muratura. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata con frequenze superiori a 4 Hz e velocità vibrazionale compresa tra 20÷200 mm/s oppure per vibrazioni continue associate a velocità di 5÷20 mm/s.

3.2.1 Limiti applicabili nell'ambito del presente studio

Ai fini del presente studio vibrazionale, finalizzato alla valutazione delle immissioni di vibrazioni indotte dal transito dei convogli ferroviari lungo la linea di progetto e alla stima dell'interferenza sui potenziali ricettori all'interno dell'area di studio considerata, sono stati considerati i criteri indicati dalla norma UNI 9614:2017 e quindi i valori soglia riportati in Tabella 1.

3.3 Area di studio

3.3.1 Inquadramento territoriale

Nelle figure seguenti è rappresentata l'area geografica in cui si localizza l'intervento oggetto di studio.



Figura 18. Veduta aerea della Val Bisagno – Google Earth



Figura 19. Vista aerea dell'inquadramento generale dell'intervento oggetto di studio

La zona oggetto di intervento si snoda lungo la Val Bisagno, nel tratto che da Brignole risale fino a Molassana. L'intero intervento ricade nel Comune di Genova, in un'area dapprima densamente urbanizzata e via via più rada. L'area è attraversata da importanti infrastrutture sia stradali che ferroviarie.

Il prolungamento della linea metropolitana proposto si sviluppa in direzione sudovest - nordest, parallelamente all'andamento del Torrente Bisagno; nel settore Sud si raccorda all'attuale stazione della metropolitana "Brignole", da dove si estende verso Nord-Est.

3.3.2 Inquadramento geologico

L'ambito geomorfologico è la piana alluvionale del Torrente Bisagno. La più antica formazione geologica della Val Bisagno è rappresentata dalle Argilliti di Montoggio, che dal punto di vista stratigrafico costituiscono la base del Flysch calcareo di Monte Antola e sono morfologicamente distinguibili perché originano blande pendenze, in contrasto con i ripidi pendii calcarei. L'assetto strutturale scistoso le rende fittamente scagliettate e tipicamente degradate in un detrito scaglioso a matrice argillosa per alterazione, nei livelli più superficiali. Le argilliti rappresentano una superficie netta di discontinuità rispetto al soprastante ammasso calcareo e, insieme a questo, costituiscono l'Unità Tettonica Antola.

La Formazione di Monte Antola è il livello superiore dell'Unità tettonica Antola e comprende torbiditi calcareo marnose, marne e marne calcaree e, in subordine, argilliti talora scistose in strati decimetrici e bancate calcareo arenacee. Nell'ambito genovese prevale la componente calcarea e calcareo marnosa.

Le Argille di Ortovero sono sedimenti marini pliocenici composti da marne e marne argillose, o argille marnose di colore grigio e grigio azzurro, con intercalazioni sottili di livelli sabbiosi. Le Argille di Ortovero non sono mai visibili in affioramento poiché confinate e coperte nelle aree urbanizzate.

La zona di Brignole – posta alla base della dorsale rocciosa strutturata in calcari marnosi, su cui si snodano Via Montesano e Corso Monte Grappa plioceniche, che comprendono limi e argille e sabbiosi e livelli basali di brecce calcaree, tipicamente di colore grigio se sane, compatte, consistenti e sovra-consolidate.

Di seguito degli stralci della Carta Geologica d'Italia, foglio 213-230 Genova

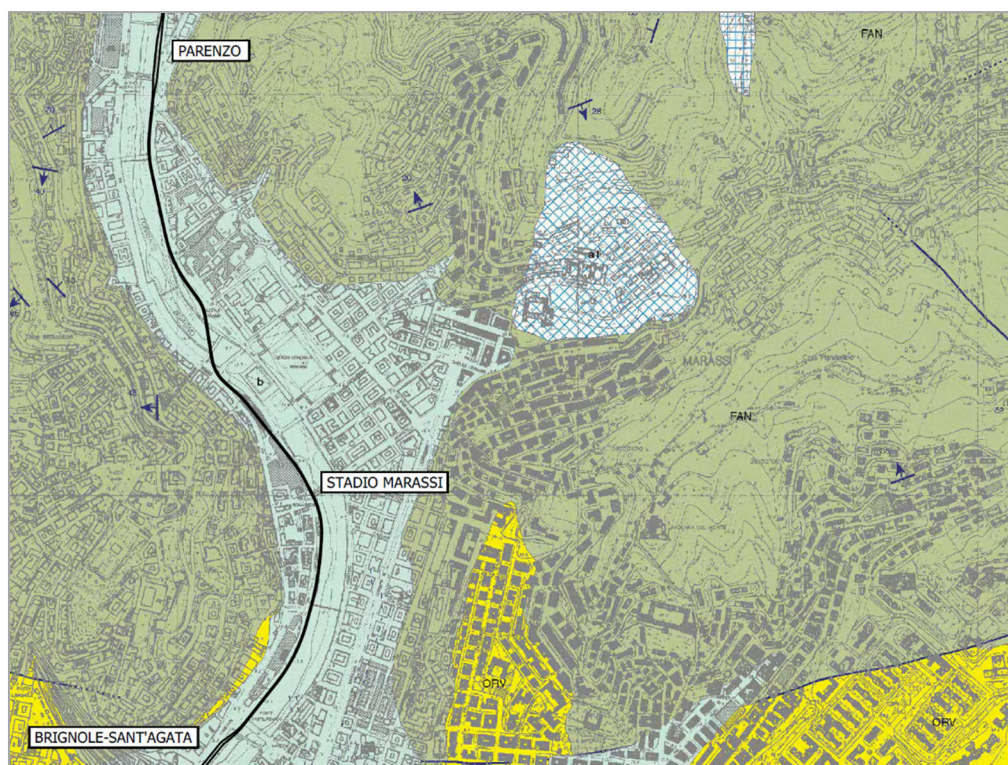


Figura 20. Stralcio carta geomorfologica e geologica inizio intervento Brignole Sant'Agata – Parenzo (rif. MGE1P4LVGEOCOMT00100 – Allegato 4)

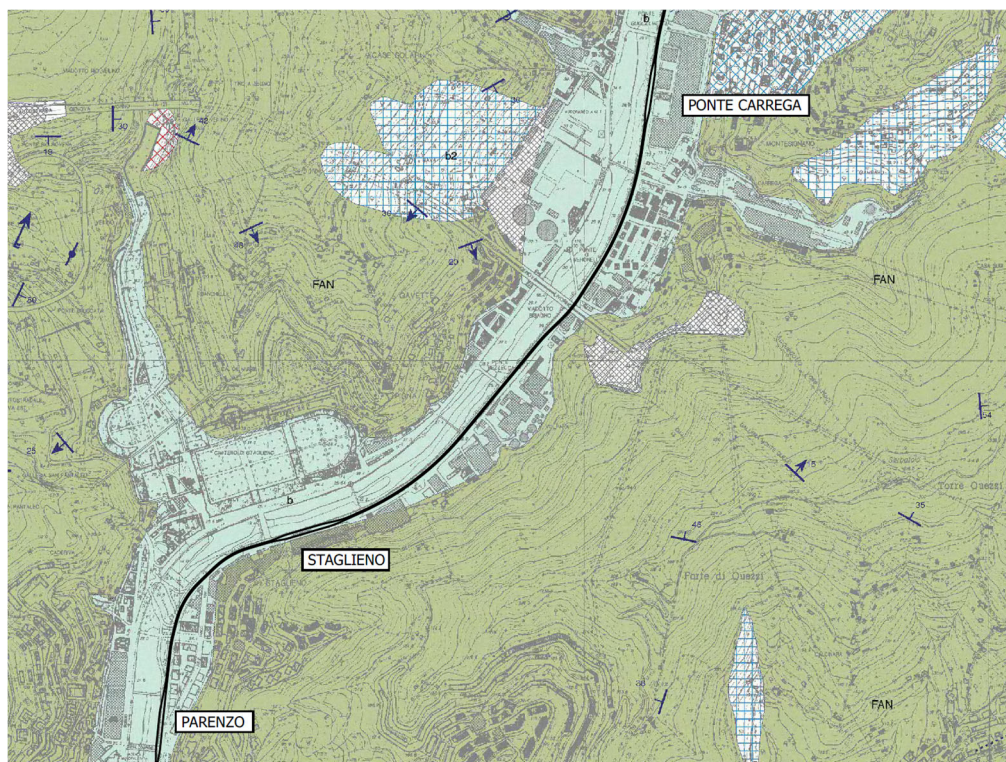


Figura 21. Stralcio carta geomorfologica e geologica Parenzo – Ponte Garrega (rif. MGE1P4LVGEOCOMR00100)

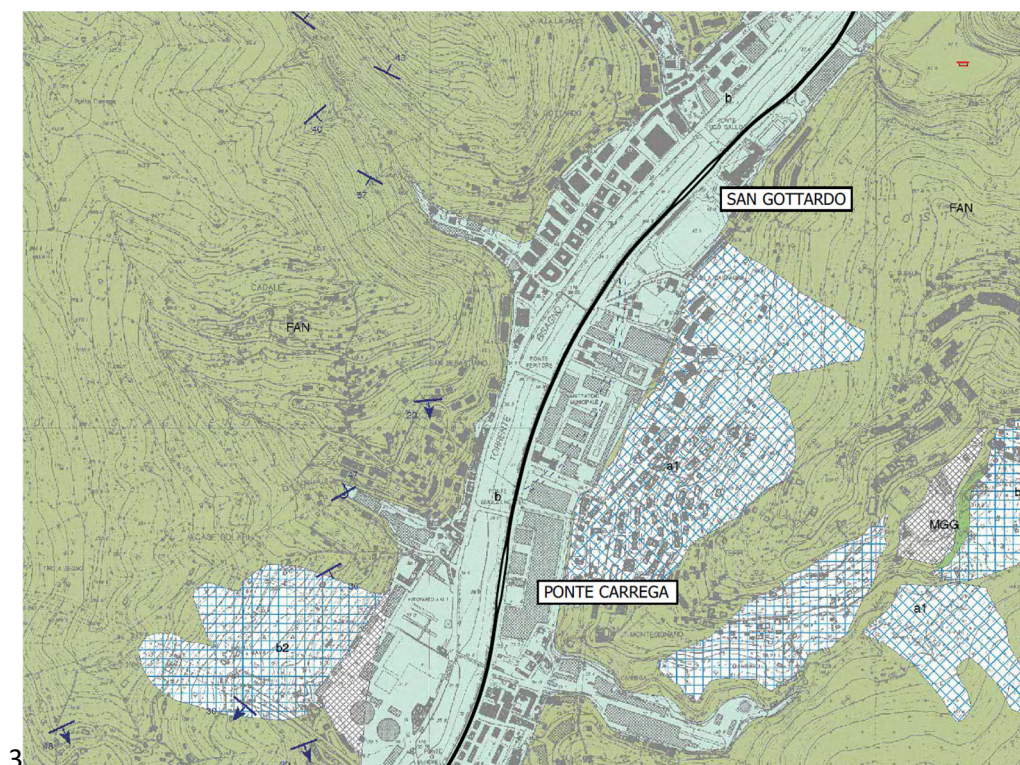


Figura 22. Stralcio carta geomorfologica e geologica fine intervento Ponte Carrega – Molassana (rif. MGE1P4LVGEOCOMR00100)

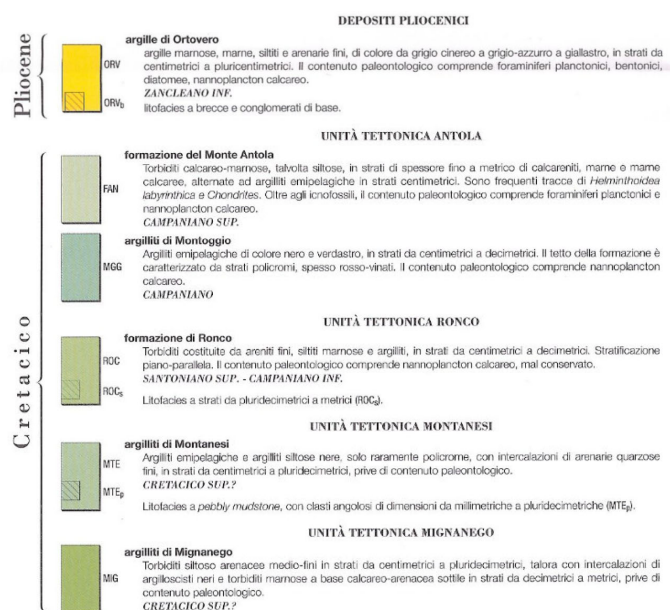


Figura 23. Legenda carta geomorfologica e geologica (rif. MGE1P4LVGEOCOMR00100)

Per ulteriori dettagli sulla geomorfologia del territorio si rimanda alla *Relazione Geologica* (elaborato MGE1P4LVGEOCOMR00100).

3.4 Indagini vibrazionali

3.4.1 Rilievi di vibrazioni

Al fine di valutare l'impatto della metropolitana di progetto dal punto di vista delle vibrazioni, sono state utilizzati dei rilievi vibrometrici in corrispondenza di una sezione in viadotto lungo la attuale linea metropolitana Brin – Dinegro analoga a quella di progetto per strutture e materiale rotabile. Tale attività è finalizzata alla caratterizzazione della propagazione delle vibrazioni immesse dal transito dei convogli in una condizione analoga a quella prevista per il progetto oggetto di studio essendo analoghe le condizioni al contorno, ovvero:

- Contesto geologico di riferimento;
- Tipologia dei convogli ferroviari;
- Opere civili ferroviarie sopraelevate.

Come detto le indagini sono state eseguite in due differenti punti. Ciascun punto è costituito da un accelerometro posizionato in corrispondenza della linea per un periodo di misura limitato e rappresentativo per la caratterizzazione della sorgente ferroviaria. Stante la poca disponibilità di aree disponibili per l'installazione della strumentazione di misura, le misure sono state concentrate in corrispondenza della fermata metro Brin, in prossimità di una pila in quanto essendo la linea sopraelevata, questa rappresenta l'unico mezzo di propagazione delle vibrazioni nel terreno.

I due punti sono così posizionati:

- Punto 1 (VIB.01): in corrispondenza della pila dell'infrastruttura metropolitana ad una distanza di 0,7 m dal plinto;
- Punto 2 (VIB.02): ad una distanza pari a 6,1 metri dal plinto della pila.

Ciascuna misura è costituita da un accelerometro in grado di rilevare le immissioni vibrazionali totali e specifiche dei transiti ferroviari lungo i tre assi X, Y e Z. Per ciascuna misura sono state eseguiti un campionamento pari a 1,5 ore, utile per la caratterizzazione delle sorgenti ferroviarie. Durante tale arco temporale sono stati rilevati numero totale di 28 transiti.

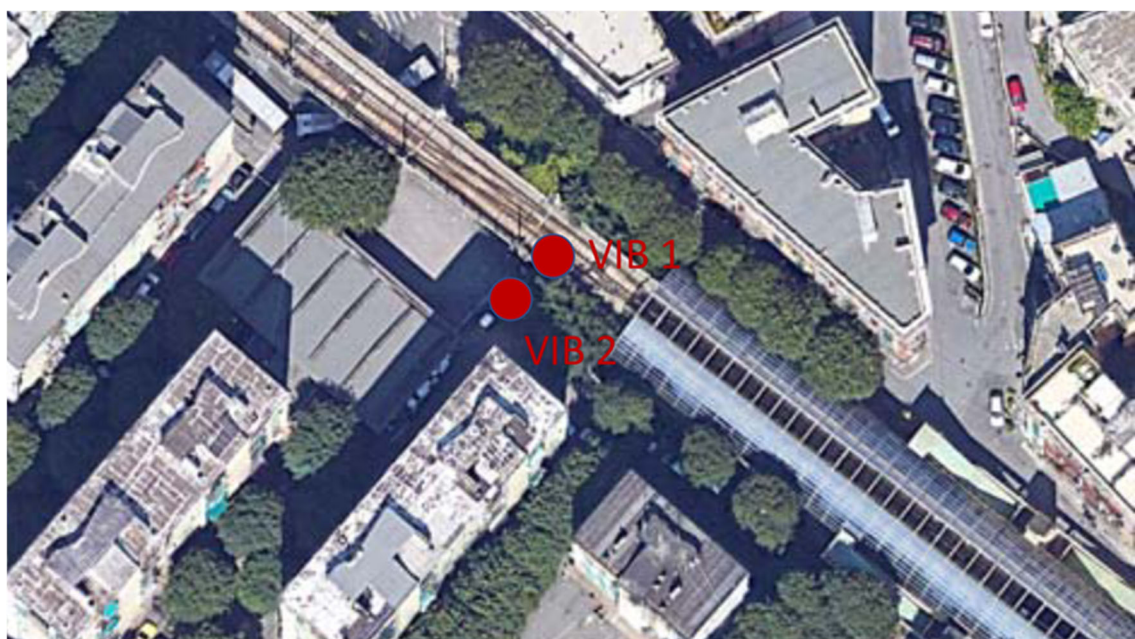


Figura 24. Localizzazione dei punti di misura

Le misure sono state eseguite secondo le modalità indicate dalla norma UNI 9614:2017. I vibrometri sono stati posizionati sul terreno in corrispondenza dell'asse ferroviario così come indicato nelle figure schematiche seguenti.

Non potendo installare la strumentazione in corrispondenza del piano del ferro, i due accelerometri sono stati posizionati sul terreno al piano campagna.

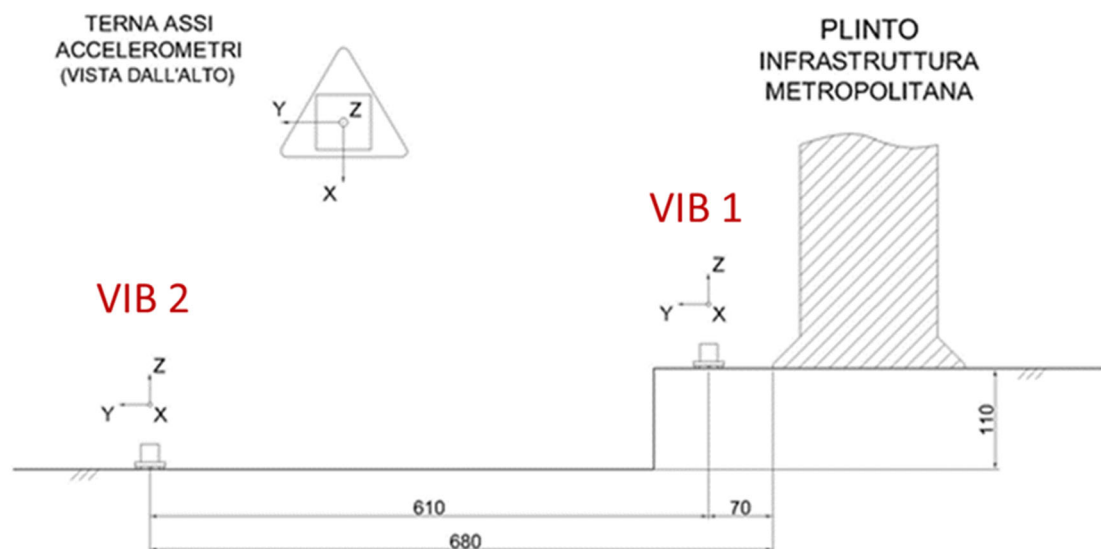


Figura 25. Rilievi in situ: localizzazione dei punti di monitoraggio delle vibrazioni rispetto al piano campagna e piano del ferro

3.4.2 Metodologia di analisi dei dati rilevati

Il metodo di analisi ed elaborazione utilizzato per la determinazione dei parametri di riferimento per la valutazione del disturbo è quello indicato dalla normativa UNI 9614:2017. L'elaborazione del segnale corrispondente ad ogni singolo evento prevede pertanto i seguenti passaggi:

- Filtraggio con filtro passa banda e con filtro di ponderazione W_m

I valori rilevati dal singolo strumento vengono filtrati con un filtro passa banda, con caratteristiche conformi a quelle indicate dalla norma UNI 9614:2017, e successivamente con il filtro di ponderazione W_m .
- Calcolo del valore efficace della accelerazione assiale ponderata

Per l'intera storia temporale del segnale ponderato viene calcolato l'andamento del tempo del valore efficace dell'accelerazione ponderata per ogni singolo asse cartesiano. Il tempo di integrazione è pari ad 1 secondo.
- Calcolo dell'accelerazione ponderata totale efficace $a_w(t)$

Il calcolo dell'accelerazione ponderata totale efficace $a_w(t)$ viene eseguito istante per istante come combinazione a partire dalle tre accelerazioni assiali ponderate mediante l'equazione indicata dalla UNI 9614:2017 (par. 8.3).
- Individuazione degli eventi di origine ferroviaria

A partire dai dati di traffico rilevati nel periodo di misura sono stati individuati gli eventi di origine ferroviaria e l'andamento temporale della $a_w(t)$ in un periodo rappresentativo del transito del convoglio.

- Calcolo della accelerazione massima ponderata $a_{w,max,j}$ e della massima accelerazione statistica $a_{w,95}$
Tali valori sono stati calcolati secondo le modalità indicate ai paragrafi 8.4 e 8.5 della UNI 9614:2017. Tale valore è stato utilizzato per la determinazione della V_{imm} , ovvero della accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni immesse.
- Calcolo della accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni residue V_{res}
Dall'andamento della $a_w(t)$ nell'intero periodo di misura è stato determinato il contributo emissivo vibrazionale associato alle altre sorgenti caratterizzanti il sito di misura. Da tale analisi è stato calcolato il valore statistico delle vibrazioni presenti in assenza della sorgente ferroviaria (V_{res}).
- Calcolo della accelerazione ponderata massima statistica della sorgente V_{sor}
Dai valori precedentemente calcolati della V_{imm} e V_{res} , si calcola il valore dell'accelerazione associata alla sorgente ferroviaria che nelle successive fasi di studio viene confrontato con i valori limite di riferimento indicati dalla norma UNI 9614:2017 per ciascun edificio secondo la destinazione d'uso.

3.4.3 Sintesi dei dati rilevati

Di seguito si riporta la sintesi dei valori ottenuti per ciascun transito nelle tre terne di ciascuna punto e i valori complessivi della V_{imm} , V_{res} e V_{sor} . Ne consegue che per ciascuna terna, i valori delle V_{res} , V_{imm} e V_{sor} risultano essere i seguenti.

Tabella 26. Rilievi in situ: sintesi dei valori di accelerazione in mm/s² calcolati in corrispondenza dei punti di misura

	PUNTO 1 – VIB 1	PUNTO 2 – VIB 2
V_{imm} (mm/s ²)	6,45	1,87
V_{res} (mm/s ²)	1,0	0,52
V_{sor} (mm/s ²)	6,37	1,79

3.5 Modello previsionale

3.5.1 Le vibrazioni indotte in fase di esercizio

L'esercizio di una linea ferroviaria è fonte di sollecitazioni dinamiche nel terreno circostante. Le cause di tali vibrazioni sono da ricondursi all'interazione del sistema veicolo/armamento/struttura di sostegno e dipendono da diversi fattori quali la tipologia di convoglio, le velocità di esercizio, la tipologia di terreni, le caratteristiche strutturali dei fabbricati e non ultimo le caratteristiche dell'armamento. Per quest'ultimo si rimanda all'elaborato specialistico MGE1P4LVARMCOMR00100 – Relazione Tecnica Armamento.

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

Nel caso specifico il territorio interessato dal progetto è fortemente antropizzato ed il progetto si sviluppa su un'area collinare e presentano un comportamento abbastanza omogeneo in relazione al trasferimento di onde vibratorie.

3.5.2 Caratterizzazione della sorgente di vibrazioni

3.5.2.1 *Interazione ruota rotaia*

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

- Vibrazioni indotte dalla risposta della struttura del binario:
 - Carico statico assiale (peso del treno e spaziatura interassiale);
 - Geometria e composizione del treno (tipo, lunghezza...);
 - Velocità del treno.
- Interfaccia ruota-rotaia
 - Imperfezioni della ruota (eccentricità, sbilanciamento, zone piatte, asperità);

- Andatura instabile dei veicoli ferroviari;
 - Accelerazione e decelerazione del treno.
- Imperfezioni della rotaia
- Qualità della rotaia (corrugamenti, corrosione, asperità, giunti...),
 - Curve e chicane (forze centrifughe)
- Variazioni nella struttura di supporto
- Geometria e rigidità della struttura di supporto (traversine, ballast e terreno),
 - Presenza di ghiaccio.

Un aumento del carico assiale aumenta ovviamente il carico dinamico generato dal passaggio del treno. Il raddoppio del carico assiale può aumentare i livelli di vibrazione da 2 a 4 dB (Kurzweil, 1979). La composizione dei treni ha inoltre un impatto notevole sulla generazione di vibrazioni, così come la velocità stessa del treno può portare a notevoli incrementi di vibrazione: secondo Kurzweil (1979) un raddoppio della velocità può comportare un aumento di vibrazione da 4 a 6 dB. 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 (rotaie non saldate), corrugamenti, asperità o altro ancora. Secondo Kurzweil questi difetti possono aumentare i livelli di vibrazione da 10 a 20 dB. Altre cause di vibrazione sono le curve, accelerazioni/decelerazioni del treno, guida instabile dei veicoli, etc.

Le variazioni nella struttura di supporto delle rotaie dipendono dalla geometria, rigidità e spaziatura fra le traversine. una traversina può perdere il contatto con il ballast sottostante, oppure si può verificare che una traversina sia supportata dal ballast meglio di quelle circostanti: in questo caso essa genererà una maggiore resistenza al passaggio del treno. E' piuttosto comune individuare un picco corrispondente alla frequenza della spaziatura delle traversine e in funzione della velocità del treno. Anche la rigidità e l'eterogeneità del ballast possono influenzare le forze generate dal transito del treno. Come descritto sopra, il carico generato dai treni è dovuto ad un carico statico, dovuto al peso del treno, e ad un carico dinamico, generato dalle imperfezioni della rotaia, ruote, struttura di appoggio. I carichi dinamici variano il carico (e quindi la forza) complessiva trasmessa nella misura percentuale relativa al carico statico descritta nella seguente tabella.

Tabella 27. Tipi di carico e relativi contributi

TIPO DI CARICO	CARICO	CONTRIBUTO
Statico	Peso del treno	100%
Dinamico	Contributo quasi-statico nelle curve	10-40%
"	Contributo dovuto ad asperità delle rotaie	50 – 300%
"	Contributo dovuto ad asperità delle ruote	50 – 300 %
"	Contributo dovuto ad accelerazioni e frenature	5 – 20 %

Il tipico spettro di frequenza generato dal transito di treni in gallerie è compreso fra 4 Hz e alcune centinaia di Hz. Vi possono essere picchi di frequenza compresi fra 80 e 100 dB.

3.5.2.2 Velocità dei treni

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

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

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

dove:

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

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

3.5.3 La propagazione delle vibrazioni nel terreno

3.5.3.1 La propagazione delle onde vibrazionali

L'attenuazione geometrica

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

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

dove:

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

La propagazione delle onde nei terreni sciolti

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

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

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

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

Tabella 28. Tipologia di terreno con specifiche

TIPO DI TERRENO	DENSITA' (T/M ³)	VELOCITA' DI PROPAGAZIONE (M/S)	FATTORE DI PERDITA η
Roccia compatta	2.65	3500	0.01
Sabbia, limo, ghiaia, loess	1.6	600	0.1
Argilla, terreni argillosi	1.7	1500	0.2÷0.5

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

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

dove:

- x: distanza dall'asse della linea ferroviaria

- Ω : frequenza ($\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$)
- η : coeffic. di assorbimento del terreno (fattore di perdita)

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

- c : velocità di propagazione dell'onda longitudinale nel terreno
- E : modulo elastico
- d : densità del terreno

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

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

dove:

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

3.5.3.2 La determinazione della funzione di trasferimento

Le risultanze delle indagini in campo hanno consentito una conoscenza di tipo puntuale e più precisa delle modalità di propagazione delle vibrazioni nel terreno indotte dal transito di convogli lungo la linea metropolitana oggetto di studio.

In considerazione del contesto territoriale, geologico e infrastrutturale, per la costruzione del modello sperimentale sono stati utilizzati i dati rilevati dalle misure della campagna eseguita; si nota che, conoscendo la mutua distanza tra le postazioni, dai dati sperimentali è possibile estrapolare le funzioni di attenuazione che descrivono la propagazione nel terreno dell'onda vibrazionale in funzione della distanza. In considerazione dei terreni interessati dal tracciato di progetto, si è proceduto sia a valutazioni teoriche sulla propagazione, sia all'utilizzazione di una curva sperimentale di regressione per la trasmissione delle vibrazioni nel terreno con particolare riferimento al parametro V_{sor} .

Dall'analisi dei rilievi eseguiti, è stata determinata la funzione di trasferimento connessa alla propagazione delle vibrazioni nel sottosuolo rispetto al parametro V_{sor} indicato dalla norma UNI 9614:2017 quale riferimento per la valutazione del disturbo indotto dalle vibrazioni di origine ferroviaria.

A tale scopo sono stati considerati i valori determinati dalle indagini eseguite, seppur queste hanno rilevato le vibrazioni indotte da tutte le attuali tipologie di convogli transitanti sulla linea metropolitana contrariamente invece al modello di esercizio previsto che vede la sola presenza di veicoli di terza generazione (AMT 3). Tale assunzione introduce comunque un fattore cautelativo nella implementazione del modello sperimentale in quanto si considerano convogli di prima e seconda generazione (AMT 1 e AMT 2) meno prestazionali anche sotto il profilo vibrazionale.

Il modello sperimentale è stato poi successivamente tarato in funzione della velocità di esercizio secondo la metodologia indicata nel paragrafo precedente. Le misure sono state eseguite in prossimità della stazione ferroviaria e quindi ipotizzando una velocità di transito ridotta di circa 20 km/h. L'esercizio futuro della tratta in studio prevede una variazione della velocità di esercizio che varia dai 70 km/h ai 15 km/h in base all'avvicinarsi o all'allontanarsi delle stazioni.

Sono state quindi individuati tre casi di studio rispetto ai quali sono state individuate le leggi di decadimento delle onde vibrazionali considerando i dati di accelerazione rilevati durante la campagna di misura (V_{sor}) e corretti in funzione di quattro velocità tipologiche pari a 20 km/h, 40 km/h, 60 km/h e 70 km/h.

Sono state individuate quattro curve di attenuazione della V_{sor} con la rispettiva formula di decadimento per le tre velocità analizzate. In figura seguente si riportano le leggi di decadimento con le distanze della V_{sor} sulla scorta dei dati sperimentali.

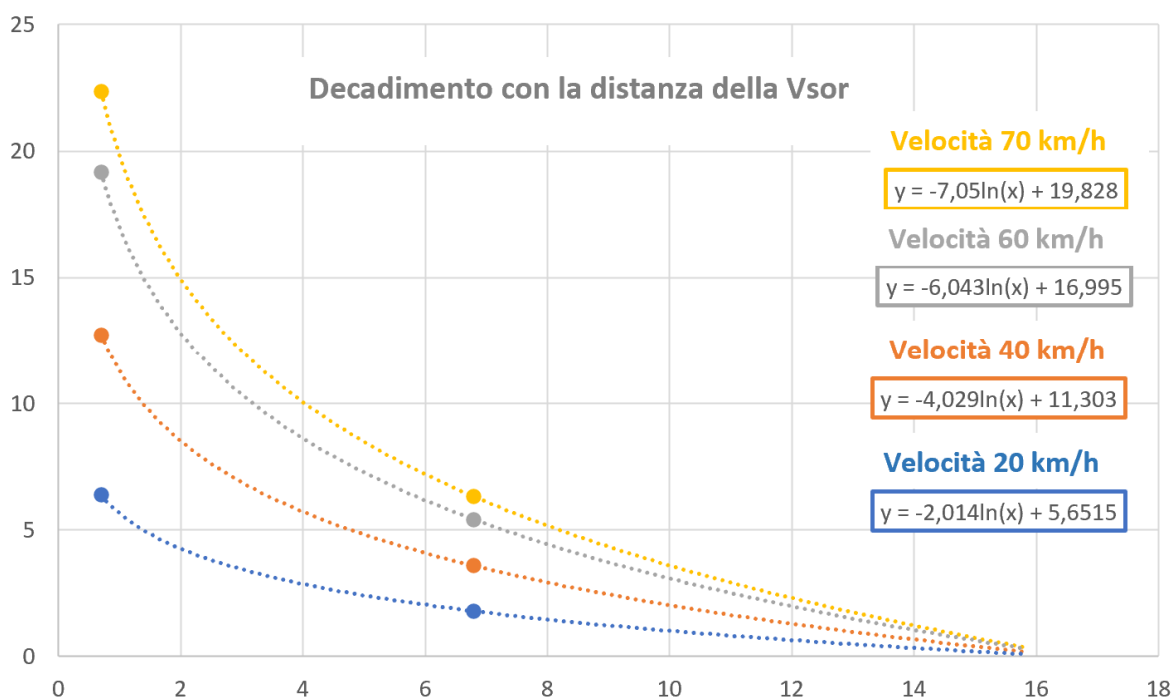


Figura 26. Curve di attenuazione della V_{sor} ricavata dai rilievi nei punti VIB 1 e VIB 2 poste rispettivamente a 0,7 m e 6,8 m dal plinto, ponderate alle velocità di 20 km/h, 40 km/h, 60 km/h e 70 km/h

3.6 La valutazione delle vibrazioni indotte in fase di esercizio

3.6.1 Previsione dell'impatto in fase di esercizio

La norma UNI 9614, nella sua ultima versione 2017, introduce un differente criterio di valutazione del disturbo delle vibrazioni ferroviarie sui ricettori che si basa su valori di riferimento riferiti al valore massimo di accelerazione ponderata indotta da un singolo transito di un convoglio a prescindere dal modello di esercizio della linea oggetto di studio e quindi dalla frequenza di accadimento del fenomeno durante l'arco temporale delle 24 ore.

Mediante la curva di decadimento individuata nel paragrafo precedente attraverso i valori di accelerazione calcolati in corrispondenza dei punti di misura, sono state determinate le distanze alle quali si raggiungono i valori di riferimento della norma UNI 9614:2017. In virtù della tipologia di linea, tutta in viadotto, queste distanze sono da intendersi dalla base della pila sul piano campagna in quanto unico punto di contatto e di propagazione delle vibrazioni dell'infrastruttura.

La curva di attenuazione delle onde vibrazionali utilizzata nel modello previsionale si basa sui rilievi sperimentali eseguiti e connessi ai transiti ferroviari sulla attuale linea esistente costituiti da convogli di 1^a, 2^a e 3^a generazione. I dati emissivi rilevati sono stati poi corretti in funzione della velocità di progetto considerando quattro condizioni di percorrenza pari a 20, 40 e 60 e 70 km/h. Questo perché come noto l'entità della vibrazione immessa dipende anche dalla velocità di percorrenza del convoglio. Ne consegue pertanto come le condizioni più critiche si avranno in corrispondenza di una velocità di transito maggiore, ovvero nel caso specifico in prossimità delle progressive per le quali si prevede una velocità di 70 km/h.

Adottando un approccio ulteriormente cautelativo, si considera tale caso applicato all'intera linea metropolitana. Verificata tale condizione in prossimità di tutte le pile, certamente a velocità inferiori i valori soglia saranno rispettati.

3.6.2 Individuazione delle potenziali aree critiche

Considerando quindi il modello previsionale nelle condizioni di velocità pari a 70 km/h, dall'applicazione della legge di decadimento individuata si determinano le diverse distanze alle quali vengono raggiunti i valori soglia indicati dalla norma UNI 9614:2017 in funzione della destinazione d'uso e periodo temporale di riferimento.

Si evidenzia nuovamente come i valori soglia indicati dalla norma UNI 9614 del 2017 si riferiscano al singolo transito e non al completo modello di esercizio della linea nel periodo temporale.

Dall'applicazione della curva di decadimento si evincono le seguenti distanze rappresentative dei valori soglia. Queste sono da intendersi riferite a partire dalla base della pila.

- Ambienti ad uso abitativo, periodo diurno (limite 7,2 mm/s²): 6,0 m
- Ambienti ad uso abitativo, periodo notturno (limite 3,6 mm/s²): 10,0 m
- Scuole ed Università (limite 5,4 mm/s²): 7,7 m
- Ospedale, limitatamente agli ambienti di degenza (limite 2,0 mm/s²): 12,5 m

Limitando l'analisi ai soli ricettori di prima fascia, ovvero quelli contermini la linea metropolitana, la verifica sul territorio a partire dal censimento dei ricettori dello studio acustico mette in evidenza come i ricettori prospicienti la linea di progetto siano prevalentemente residenziali. Tra vi sono alcune scuole, ma nessuna ricade nella fascia critica individuata per questo tipo di ricettori.

Considerando il valore soglia per il periodo notturno per i ricettori abitativi, in quanto più critico, non si evincono condizioni critiche per il disturbo da vibrazioni.

3.1 Conclusioni – Studio Vibrazionale

Lo studio vibrazionale per il progetto di completamento della linea metropolitana di Genova, nel tratto che da Brignole si estende verso la Val Bisagno è stato finalizzato alla verifica delle condizioni di esposizione alle vibrazioni indotte dall'esercizio della linea metropolitana sui ricettori posti in prossimità dell'infrastruttura. La verifica dei livelli vibrazionali indotti è stata eseguita rispetto ai valori assunti come riferimento per la valutazione del disturbo in corrispondenza degli edifici così come individuati dalla norma UNI 9614:2017 *“Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”*.

Il modello previsionale assunto per la stima dei livelli di accelerazione in corrispondenza della ferrovia, si basa sull'individuazione di una legge di propagazione tarata in funzione di indagini sperimentali di sorgenti ferroviarie e di fattori cautelativi che tengono conto dei molteplici fattori concorrenti alla propagazione delle onde vibrazionali nel terreno e nelle strutture. L'analisi si è basata, infatti, su dati sperimentali acquisiti in situ, lungo l'attuale linea metropolitana in prossimità della stazione Brin, una scelta dettata dalla similarità delle condizioni al contorno con il futuro tracciato. Questo approccio ha permesso di minimizzare le incertezze e di ottenere risultati affidabili e rappresentativi.

Il modello previsionale è stato sviluppato a partire dai dati sperimentali sopracitati e tarato in funzione delle velocità di esercizio previste da progetto. La sua applicazione ha consentito di simulare la propagazione delle vibrazioni nel terreno e di valutare l'impatto sui potenziali ricettori. Sono state individuate le funzioni di attenuazione delle vibrazioni utilizzate per determinare le distanze critiche, ovvero l'ampiezza della fascia di potenziale disturbo da vibrazioni a partire dall'asse del binario più esterno.

I risultati ottenuti dall'applicazione del modello previsionale sono univoci: non sussistono condizioni di criticità per il disturbo da vibrazioni. I livelli di vibrazione previsti si mantengono al di sotto dei valori soglia indicati dalla norma UNI 9614:2017, sia in condizioni di esercizio diurno che notturno. Questo dato è di fondamentale importanza, in quanto garantisce il rispetto dei limiti normativi e la tutela del benessere delle comunità che risiedono in prossimità della nuova infrastruttura. Infine, si sottolinea che se le analisi previsionali hanno verificato la condizione di rispetto da disturbo vibrazionale di origine ferroviaria, è possibile ritenere verificata anche qualsiasi condizione legata al danno strutturale poiché quest'ultima è caratterizzata da valori soglia più elevati.