

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO  
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche  
Dot. Paolo Cucino  
ISCRIZIONE ALBO N° 2216

### PROGETTO ESECUTIVO

#### PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"

RELAZIONE

#### 04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE

Studio vibrazionale

Report misure vibrazioni

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO 		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I B O U	1 B	E	Z Z	R H	I M 0 0 0 4	0 0 1	B

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
B	Emissione	T.Baruzzo	28/09/2021	M.Pietrantoni	29/09/2021	D.Buttafoco (Dolomiti)	30/09/2021	IL PROGETTISTA  P.Cucino
B	Emissione a seguito di commenti Committenza	T. Baruzzo	17/11/2021	M. Pietrantoni	18/11/2021	D. Buttafoco (Dolomiti)	19/11/2021	

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO  
Dot. Paolo Cucino  
ISCRIZIONE ALBO N° 2216

File: IB0U1BEZZRHIM0004001B.docx

n. Elab.: X

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 1 di 28

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>3</b>
2.1 NORMA ISO 2631/2.....	3
2.2 NORMA UNI 9614.....	6
2.3 NORMA UNI 11048.....	7
<b>3. GEOLOGIA E CONFRONTO FRA I SITI DI INDAGINE .....</b>	<b>9</b>
<b>4. METODOLOGIA DI MISURA .....</b>	<b>12</b>
<b>5. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....</b>	<b>21</b>
<b>6. ANALISI DEI RISULTATI DELLE MISURE .....</b>	<b>23</b>

**ALLEGATO 1: Tabelle di sintesi dei dati rilevati**

**ALLEGATO 2: Report grafico dei tracciati di misura**

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 2 di 28

## 1. PREMESSA

Il presente rapporto documenta i risultati delle indagini vibrazionali svolte presso due siti di misura localizzati nel Comune di Ponte Gardena (BZ) in prossimità della linea ferroviaria Bolzano-Brennero.

I rilievi sono finalizzati alla caratterizzazione dell'impatto vibrazionale prodotto dal Quadruplicamento della Linea Fortezza – Verona relativo al Lotto 1 Fortezza – Ponte Gardena.

Le indagini sono state svolte presso un edificio a destinazione d'uso scolastica alla pk 171 + 880 circa (Sezione 1) e nell'area a parcheggio in prossimità della stazione di Ponte Gardena alla pk 172 + 340 (Sezione 2). In quest'ultimo caso, non essendo presenti edifici sufficientemente vicini al tracciato ferroviario i rilievi sono stati svolti in corrispondenza delle aiuole presenti nell'ambito del parcheggio oltre che nelle immediate vicinanze del binario.

Analizzando le condizioni geologiche nella tratta in progetto ed in particolare esaminando la zona del Ponte Isarco e della Stazione di Ponte Gardena si riscontrano caratteristiche analoghe. In considerazione di tali similitudini si ritiene che le misure eseguite presso l'area della Stazione di Ponte Gardena si potranno estendere anche per la zona del Ponte Isarco.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE Report misure vibrazioni	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	RH	IM0004001	B	3 di 28

## 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 e del danno in edifici interessati da fenomeni vibrazionali.

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" e la più recente normativa sperimentale UNI 11048.

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 vengono richiamate le norme DIN 4150 e BS 7385. Nel mese di Aprile 2004 è stata pubblicata la norma UNI9916:2004 in revisione della norma UNI9916:1991. La norma già nella versione del 1991 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.

### 2.1 NORMA ISO 2631/2

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 (i valori numerici delle curve base sono riportati in Tabella 1).

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); i valori dei fattori di moltiplicazione sono indicati in Tabella 2.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Report misure vibrazioni		IBOU	1BEZZ	RH	IM0004001	B	4 di 28

Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione rms 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.

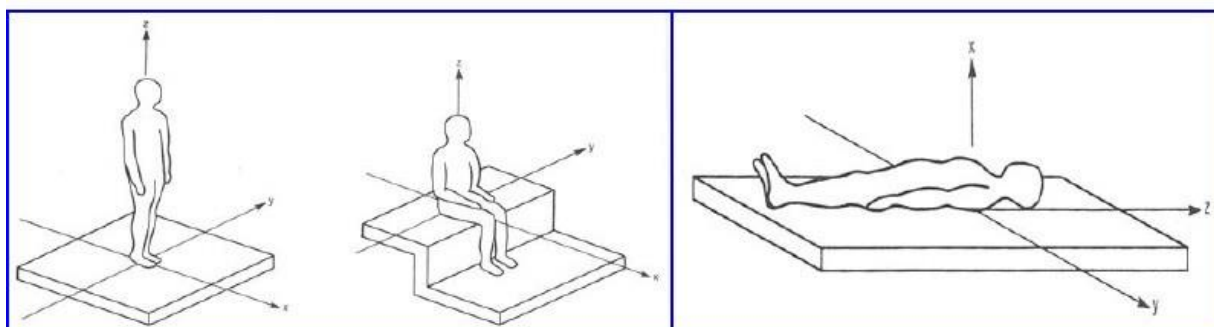


Fig. 1 - Rappresentazione delle tre componenti in funzione della posizione del corpo

Tabella 1 Valori numerici per le curve di ponderazione

Frequenza[Hz]	Accelerazione in $m/s^2 \cdot 10^{-3}$		
	Asse Z	Assi X-Y	Assi combinati
1	10.00	3.60	3.60
1.25	8.90	3.60	3.60
1.6	8.00	3.60	3.60
2	7.00	3.60	3.60
2.5	6.30	4.51	3.72
3.15	5.70	5.68	3.87
4	5.00	7.21	4.07
5	5.00	9.02	4.30
6.3	5.00	11.40	4.60
8	5.00	14.40	5.00
10	6.30	18.00	6.30
12.5	7.81	22.50	7.80
16	10.00	28.90	10.00
20	12.50	36.10	12.50
25	15.60	45.10	15.60
31.5	19.70	56.80	19.70
40	25.00	72.10	25.00

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 5 di 28

Frequenza[Hz]	Accelerazione in $m/s^2 \cdot 10^{-3}$		
	Asse Z	Assi X-Y	Assi combinati
50	31.30	90.20	31.30
63	39.40	114.00	39.40
80	50.00	144.00	50.00

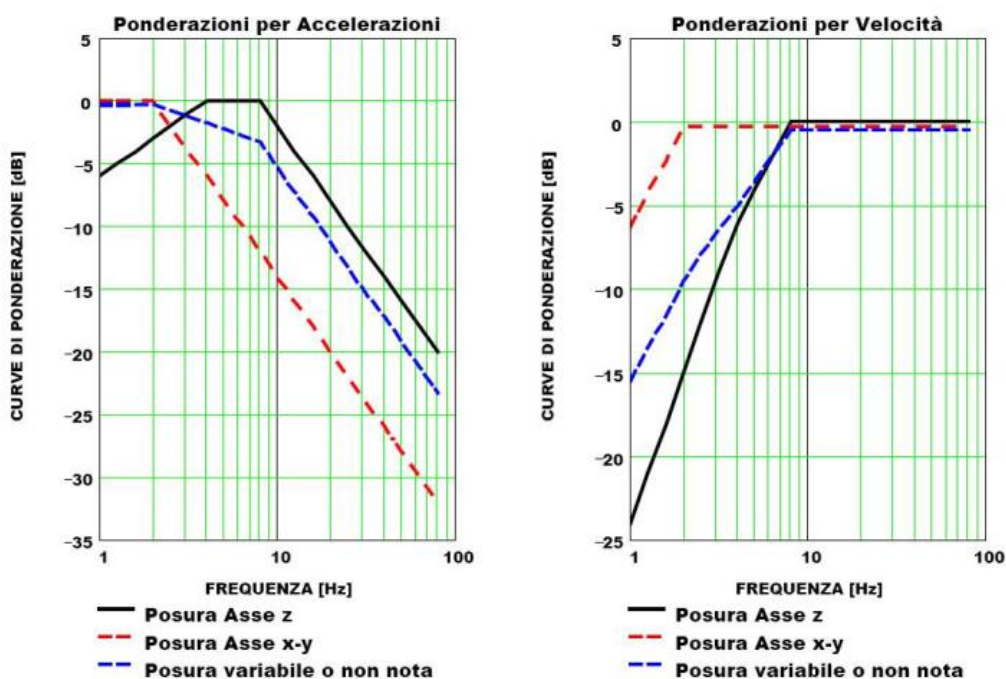


Fig. 2 - Curve di ponderazione (ISO) per le vibrazioni lungo gli assi verticali, orizzontali e per postura non nota per le frequenze da 1 Hz a 80 Hz

Tabella 2 Fattori di moltiplicazione delle curve base (ISO 2631-2 Annex A)

Destinazione d'uso	Periodo	vibrazioni continue intermittenti	vibrazioni transitorie
Luoghi di lavoro critici (camereoperatorie, laboratori di precisione, teatri, ecc.)	GiornoNotte	1	1
Edifici residenziali	Giorno	2 - 4	30 - 90
	Notte	1.4	1.4 - 20
Uffici	Giorno	4	60 - 128
	Notte		
Luoghi di lavoro	Giorno	8	90 - 128
	Notte		

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Report misure vibrazioni	IBOU	1BEZZ	RH	IM0004001	B	6 di 28

## 2.2 NORMA UNI 9614

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 RMS ponderato in frequenza, il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (giorno, dalle 7:00 alle 22:00, e notte, dalle 22:00 alle 7:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. Generalmente, tra le due norme, la UNI 9614 si configura come più restrittiva.

Dato che gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda del loro effetto sul soggetto esposto. Tali filtri rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo. I simboli dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza e del corrispondente livello sono rispettivamente,  $a_w$  e  $L_w$ . Quest'ultimo, espresso in dB è definito come:

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

Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo l'asse z prevede una attenuazione di 3 dB per ottava tra 4 e 1 Hz, una attenuazione nulla tra 4 e 8 Hz ed una attenuazione di 6 dB per ottava tra 8 e 80 Hz. Il filtro per le accelerazioni che si trasmettono secondo gli assi x e y prevede una attenuazione nulla tra 1 e 2 Hz e una attenuazione di 6 dB per ottava tra 2 e 80 Hz. La banda di frequenza 1-80 Hz deve essere limitata da un filtro passabanda con una pendenza asintotica di 12 dB per ottava. Nel caso la postura del soggetto esposto non sia nota o vari nel tempo, va impiegato il filtro definito nel prospetto I della norma, ottenuto considerando per ogni banda il valore minimo tra i due filtri suddetti. In alternativa, i rilievi su ogni asse vanno effettuati utilizzando in successione i filtri sopraindicati; ai fini della valutazione del disturbo verrà considerato il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza più elevato.

Nell'Appendice della norma UNI 9614, che non costituisce parte integrante della norma, si indica che la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante deve essere svolta confrontando i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, o i corrispondenti livelli più elevati riscontrati sui tre assi, con una serie di valori limite riportati nei prospetti II e III.

Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto.

Nel caso di vibrazioni di tipo impulsivo è necessario misurare il livello di picco dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza; tale livello deve essere successivamente diminuito di 3 dB al fine di stimare il corrispondente livello efficace.

I limiti possono essere adottati se il numero di eventi impulsivi giornalieri non è superiore a 3. Nel caso si manifestino più di 3 eventi impulsivi giornalieri i limiti fissati per le abitazioni, gli uffici e le fabbriche vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata, moltiplicandoli per un fattore correttivo F. Nessuna riduzione può essere applicata per le aree critiche.

Nel caso di impulsi di durata inferiore a 1 s si deve porre  $F = 1.7 \cdot N^{-0.5}$ . Per impulsi di durata maggiore si deve porre  $F = 1.7 \cdot N^{-0.5} \cdot t^{-k}$ , con  $k = 1,22$  per pavimenti in calcestruzzo e  $k = 0,32$  per pavimenti in legno. Qualora i limiti così calcolati risultassero inferiori ai limiti previsti per le vibrazioni di livello stazionario, dovranno essere adottati questi ultimi valori.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Report misure vibrazioni	IBOU	1BEZZ	RH	IM0004001	B	7 di 28

Tabella 3 - Limite UNI 9614 delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, di livello costante e non costante, validi per l'asse Z

DESTINAZIONE D'USO	$a_w$ [ $m/s^2$ ]	$L_w$ [dB]
Aree critiche	$5.0 \times 10^{-3}$	74
Abitazioni (Notte)	$7.0 \times 10^{-3}$	77
Abitazioni (Giorno)	$10.0 \times 10^{-3}$	80
Uffici	$20.0 \times 10^{-3}$	86
Fabbriche	$40.0 \times 10^{-3}$	92

Tabella 4 - Limite UNI 9614 delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, di livello costante e non costante, validi per gli assi X-Y

DESTINAZIONE D'USO	$a_w$ [ $m/s^2$ ]	$L_w$ [dB]
Aree critiche	$3.6 \times 10^{-3}$	71
Abitazioni (Notte)	$5.0 \times 10^{-3}$	74
Abitazioni (Giorno)	$7.2 \times 10^{-3}$	77
Uffici	$14.4 \times 10^{-3}$	83
Fabbriche	$28.8 \times 10^{-3}$	89

Tabella 5 - Limiti delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza in presenza di vibrazioni impulsive

DESTINAZIONE D'USO	$a_w(z)$ [ $m/s^2$ ]	$a_w(x-y)$ [ $m/s^2$ ]
Aree critiche	$5.0 \times 10^{-3}$	$3.6 \times 10^{-3}$
Abitazioni (Notte)	$7.0 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-3}$
Abitazioni (Giorno)	0.30	0.22
Uffici	0.64	0.46
Fabbriche	0.64	0.46

## 2.3 NORMA UNI 11048

La norma, sperimentale, definisce i metodi di misurazione delle vibrazioni e degli urti trasmessi agli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi, al fine di valutare il di-sturbo arrecato ai soggetti esposti. Essa affianca la UNI 9614. Nel progetto di norma non sono riportati valori limite o di accettabilità, che potranno essere individuati solo correlando i dati acquisiti con i nuovi metodi di misura suggeriti dalla norma con il grado di disturbo arrecato dalle vibrazioni.

L'intervallo di frequenza da esaminare è sostanzialmente compreso tra 1 Hz e 80 Hz. L'accelerazione deve essere ponderata mediante il filtro combinato  $W_m$ , la cui definizione matematica è riportata nell'Appendice A dell'ISO/DIS 2631-2:2001. Le caratteristiche di tale filtro non differiscono in modo sostanziale da quelle del filtro per postura non nota o variabile definito dalla UNI 9614.

I valori di accelerazione o i livelli di accelerazione ponderati in frequenza in linea (strumento dotato di filtro di ponderazione) o a posteriori (analizzatore di frequenza in tempo reale) devono essere rilevati impiegando la costante di tempo slow e intervallo di campionamento almeno pari a 0.1s. Deve essere considerato il valore



APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI          REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA          LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA          TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IB0U</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">RH</td> <td style="text-align: center;">IM0004001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">8 di 28</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1BEZZ	RH	IM0004001	B	8 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IB0U	1BEZZ	RH	IM0004001	B	8 di 28													
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni																		

massimo raggiunto nel corso della misurazione MTVV, valore massimo del transiente delle vibrazioni. Tale metodo, definito dalla ISO 2631-1:1997, è denominato "running rms".

Per la valutazione delle vibrazioni si considerano il valore MTVV più elevato dei tre valori MTVV rilevati (se possibile simultaneamente) sui tre assi, ossia il valore massimo determinato sull'asse dominante (in genere quello verticale).

Le vibrazioni devono essere rilevate nel locale e nella posizione in cui risultano più elevate, in genere nella stanza di lunghezza maggiore, al centro del pavimento.

Può essere necessario rilevare le vibrazioni nei locali più importanti (in termini di permanenza dei soggetti o di attività svolte), oppure nelle diverse stanze (per valutare la variabilità delle vibrazioni), oppure nei locali in cui il soggetto residente lamenta il disturbo maggiore.

La durata dei rilievi deve essere definita in funzione delle caratteristiche delle vibrazioni e della linea di misura e comunque non minore di 1 min.

APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 9 di 28

### 3. GEOLOGIA E CONFRONTO FRA I SITI DI INDAGINE

In sede di PD le indagini sono state eseguite nell'area della Stazione di Ponte Gardena. In particolare, è stata eseguita una sezione di misura presso un edificio a destinazione d'uso scolastica alla pk 171+880 circa (Sezione 1) e la seconda nell'area di parcheggio in prossimità della stazione di Ponte Gardena alla pk 172+340 (Sezione 2). In quest'ultimo caso, non essendo presenti edifici sufficientemente vicini al tracciato ferroviario i rilievi sono stati svolti in corrispondenza delle aiuole presenti nell'ambito del parcheggio oltre che nelle immediate vicinanze del binario.

Queste misure hanno permesso di stimare con adeguata approssimazione le modalità di propagazione delle vibrazioni con una validazione sperimentale attraverso la funzione di trasferimento.

In sede di PE è stata valutata la possibilità di eseguire ulteriori misure nella stazione di Ponte Gardena, dopo una verifica dei siti si è giunti alla conclusione che queste eventuali ulteriori misure non si sarebbero potute eseguire in zone sostanzialmente diverse rispetto a quelle già realizzate e in ogni caso non avrebbero fornito elementi aggiuntivi rispetto a quelli già acquisiti nella precedente indagine. Le misure eseguite sono quindi state considerate valide ed esaustive per una adeguata analisi delle problematiche di studio.

Per quanto riguarda l'altra zona in cui il tracciato si sviluppa all'esterno (zona del nuovo ponte sull'Isarco) rimangono valide le considerazioni che hanno portato gli estensori dello studio del PD a non eseguire misure specifiche in questo sito.

Infatti, nella zona di Ponte Gardena le condizioni attuali della linea ferroviaria sono del tutto analoghe a quelle di progetto (a parte i diversi convogli ferroviari che saranno in esercizio), quindi i risultati delle misure eseguite possono essere rappresentativi, con una certa approssimazione, degli effetti vibratorii che potranno verificarsi nelle condizioni future.

Nella zona del nuovo Ponte sull'Isarco il progetto prevede un breve tratto all'esterno che si sviluppa di fatto solo in viadotto; quindi, le misure che potrebbero essere eseguite in adiacenza alla linea ferroviaria esistente potrebbero fornire informazioni solo circa la risposta dei terreni rispetto ad una sorgente che però sarà molto diversa rispetto a quella attuale (la linea ferroviaria si sviluppa su terreno ai margini dell'area di fondovalle). Si tratterebbe quindi di misure che potrebbero fornire informazioni solo sul comportamento del terreno e quindi sulla valutazione della funzione di trasferimento.

Infatti, tra i vari elementi che condizionano la funzione di trasferimento, oltre alla tipologia di sorgente e alle fondazioni e tipologie delle strutture che rappresentano il ricettore, le caratteristiche dei terreni che costituiscono il sottosuolo hanno una importanza significativa per la ricostruzione del fenomeno fisico.

Si è proceduto quindi ad una analisi geologica per verificare se le misure già eseguite nel sito di Ponte Gardena potessero essere rappresentative anche del sito del ponte sull'Isarco.

Le stazioni di misura di Ponte Gardena sono ubicate nell'area di fondovalle del Fiume Isarco.

In questa area sono disponibili i risultati di alcuni sondaggi che possono rappresentare in maniera esaustiva le caratteristiche dei depositi alluvionali che costituiscono il riempimento dell'antica incisione fluviale. In particolare, sono stati esaminati i sondaggi E028 e C26.

Questi sondaggi hanno indicato la presenza, almeno nei primi 10 m, di depositi alluvionali a grana grossa come indicato dalle foto seguenti.


APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 10 di 28



*Foto delle cassette dei sondaggi E028 e C26 nella zona di Ponte Gardena*

Per la zona del nuovo ponte sull'Isarco, ubicato anch'esso nel fondovalle dell'Isarco, sono stati esaminati i dati delle indagini eseguite in questo sito e tra queste in particolare i sondaggi E14, C22, C7 ubicati nella zona di fondovalle, quindi in totale analogia con quelli della zona di Ponte Gardena.



APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 11 di 28



*Foto delle cassette dei sondaggi E014, C22, C7 nella zona del Ponte Isarco di progetto*

Dal confronto di questi sondaggi si può ricavare una analogia sostanziale in termini di granulometria, assortimento e dimensioni degli elementi lapidei, con una variabilità tipica dei depositi alluvionali.

Questa analisi porta a concludere che i risultati delle misure di vibrazione eseguite nella zona di Ponte Gardena possono essere utilizzate correttamente anche per le analisi da svolgere per la zona del nuovo ponte sull'Isarco.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Report misure vibrazioni	IBOU	1BEZZ	RH	IM0004001	B	12 di 28

#### 4. METODOLOGIA DI MISURA

La sezione di misura S1 riguarda l'edificio scolastico del Comune di Ponte Gardena identificato con il codice 2005 nell'ambito del censimento dei ricettori.

La sezione di misura S2, invece, è stata collocata, non essendo presenti edifici sufficientemente vicini al tracciato, in corrispondenza delle aiuole presenti all'interno del parcheggio della Stazione Ferroviaria di Ponte Gardena, oltre che nelle immediate vicinanze dell'asse ferroviario.

Le misure sono state avviate dalle ore 12 circa del 27/02/2013 presso la sezione 1 e dalle ore 13:30 circa del giorno successivo presso la sezione 2.

Di seguito vengono riportate le localizzazioni e le planimetrie delle sezioni.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 13 di 28

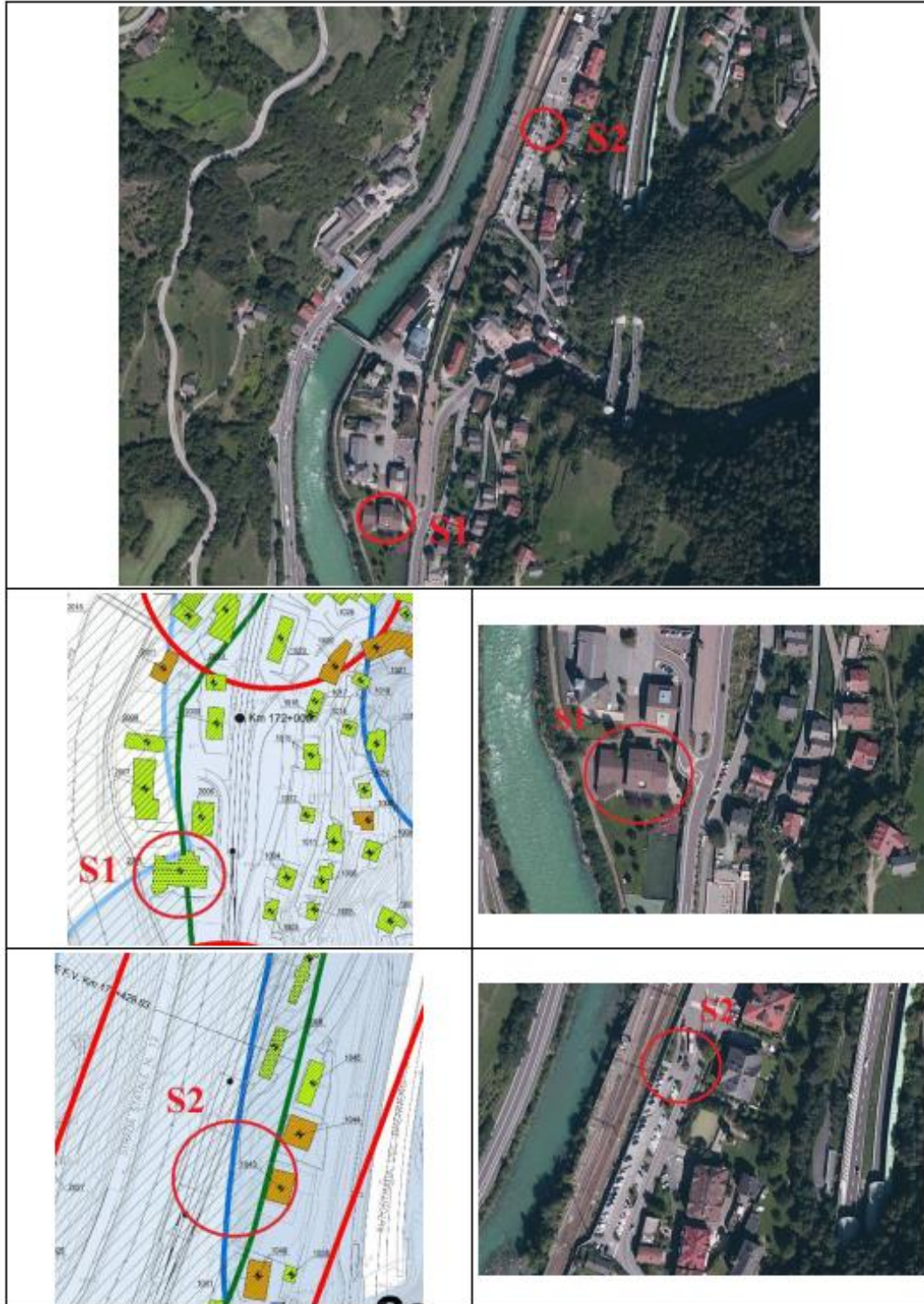


Fig. 3 - Localizzazioni e planimetrie delle sezioni di misura

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 14 di 28

Per ciascuna sezione sono state installate quattro postazioni di misura, composte da terne accelerometriche. Inoltre, all'interno dell'edificio scolastico sono state eseguite misure fonometriche per la valutazione del rumore solido.

Nelle figure seguenti lo schema di installazione per ciascuna sezione.

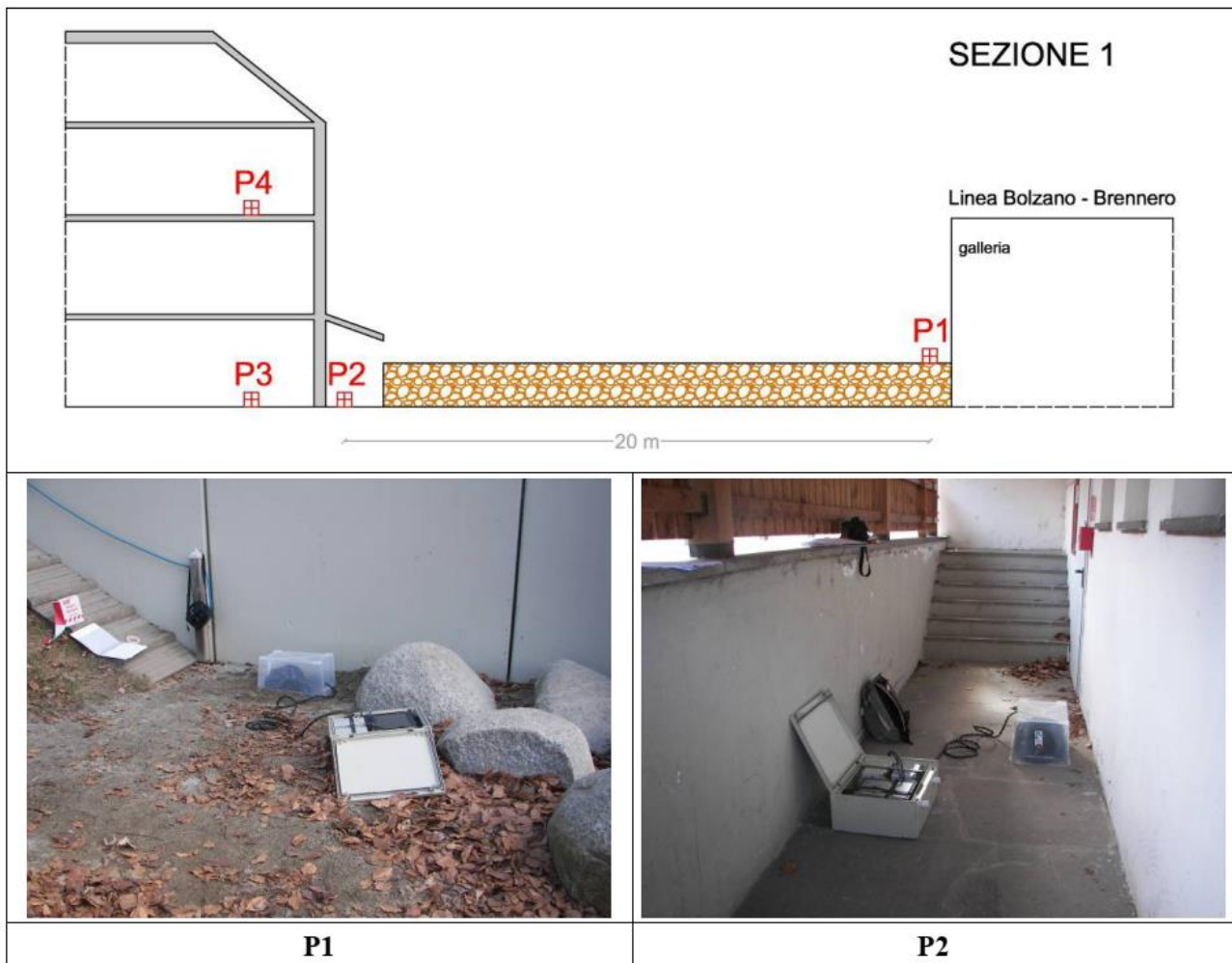


Fig. 4 - Schemi di installazione delle postazioni nella Sezione 1

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 15 di 28

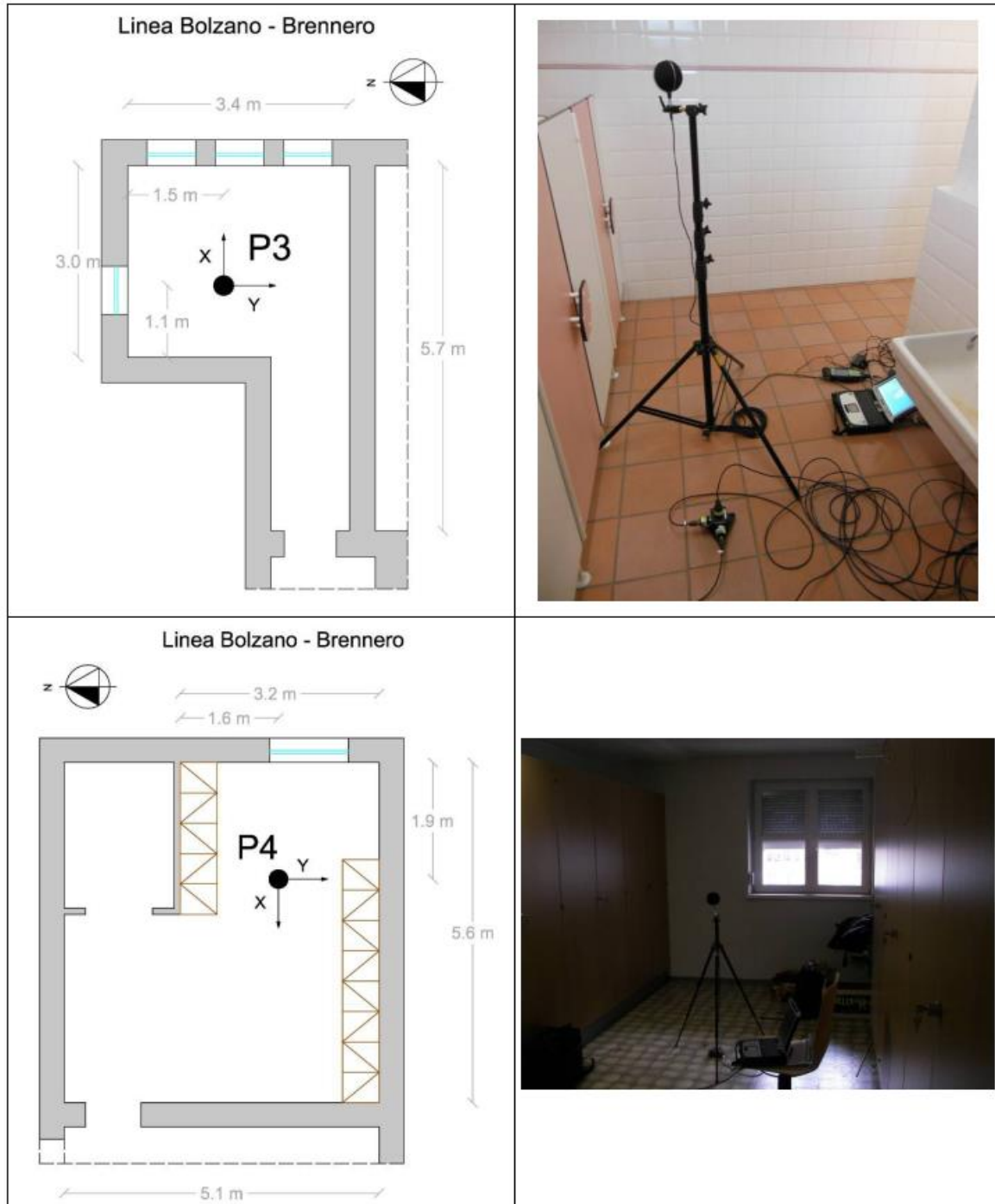


Fig. 5 - Schemi di installazione delle postazioni all'interno dell'edificio scolastico



APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 16 di 28

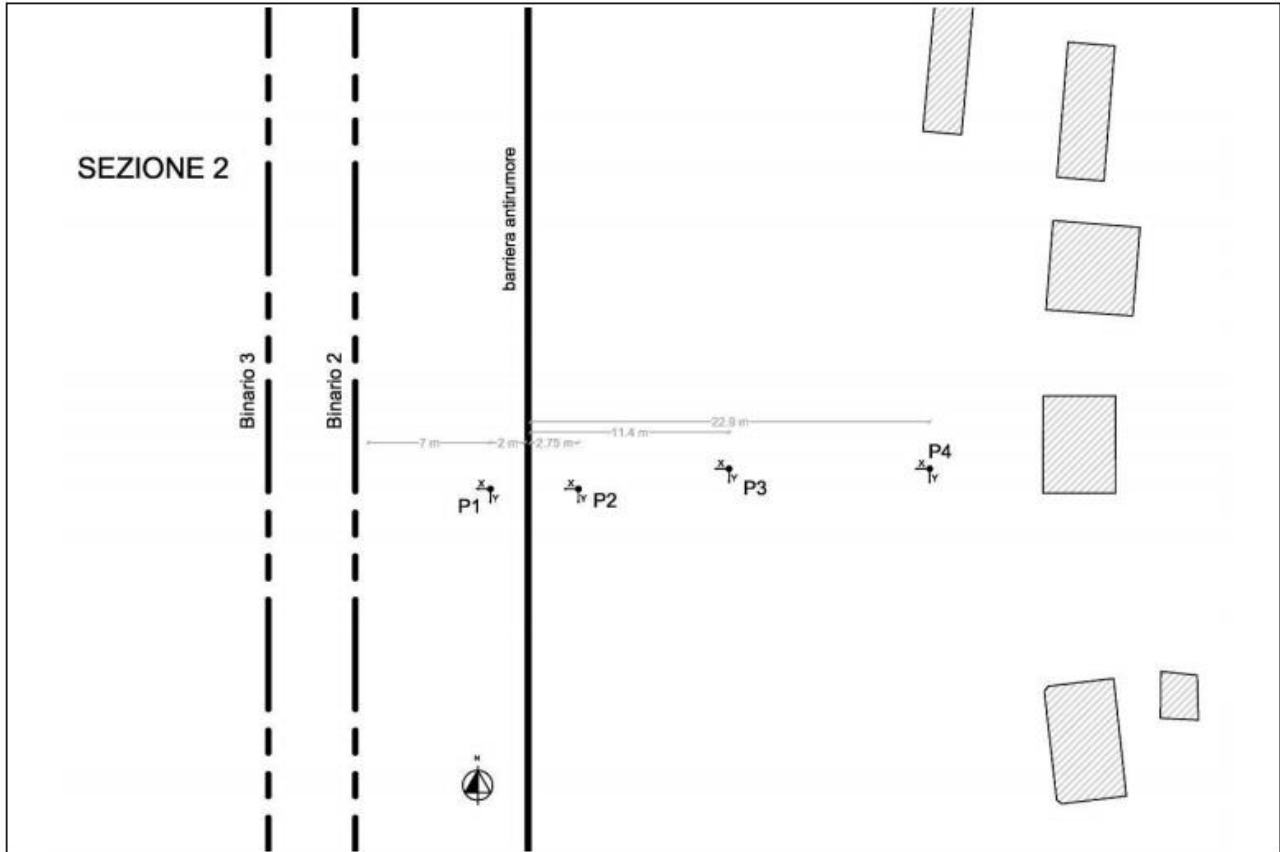


Fig. 6 - Localizzazione delle postazioni di misura nell'area di parcheggio

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 17 di 28

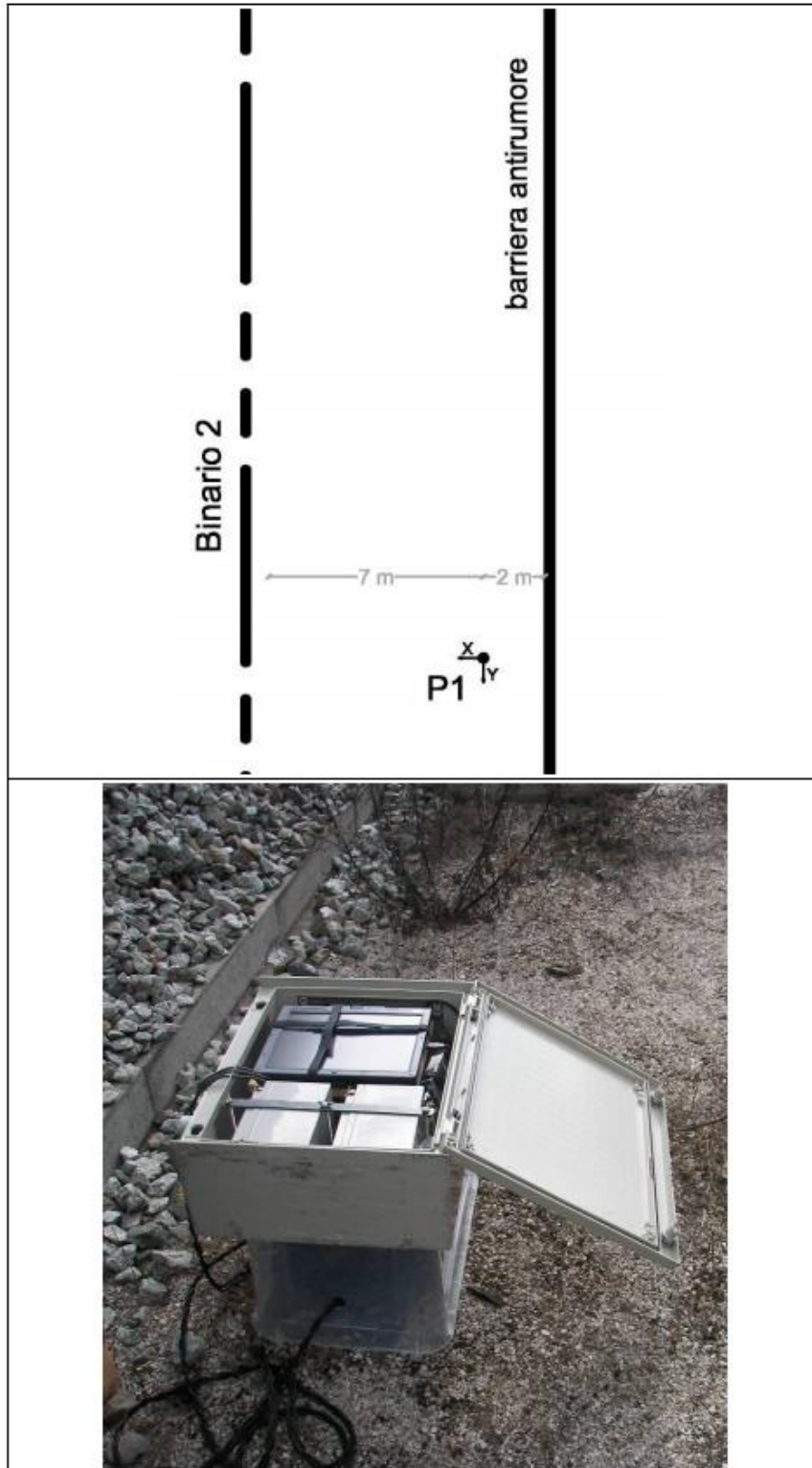


Fig. 7 - Installazione della postazione S2\_P1

APPALTATORE: 	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 18 di 28

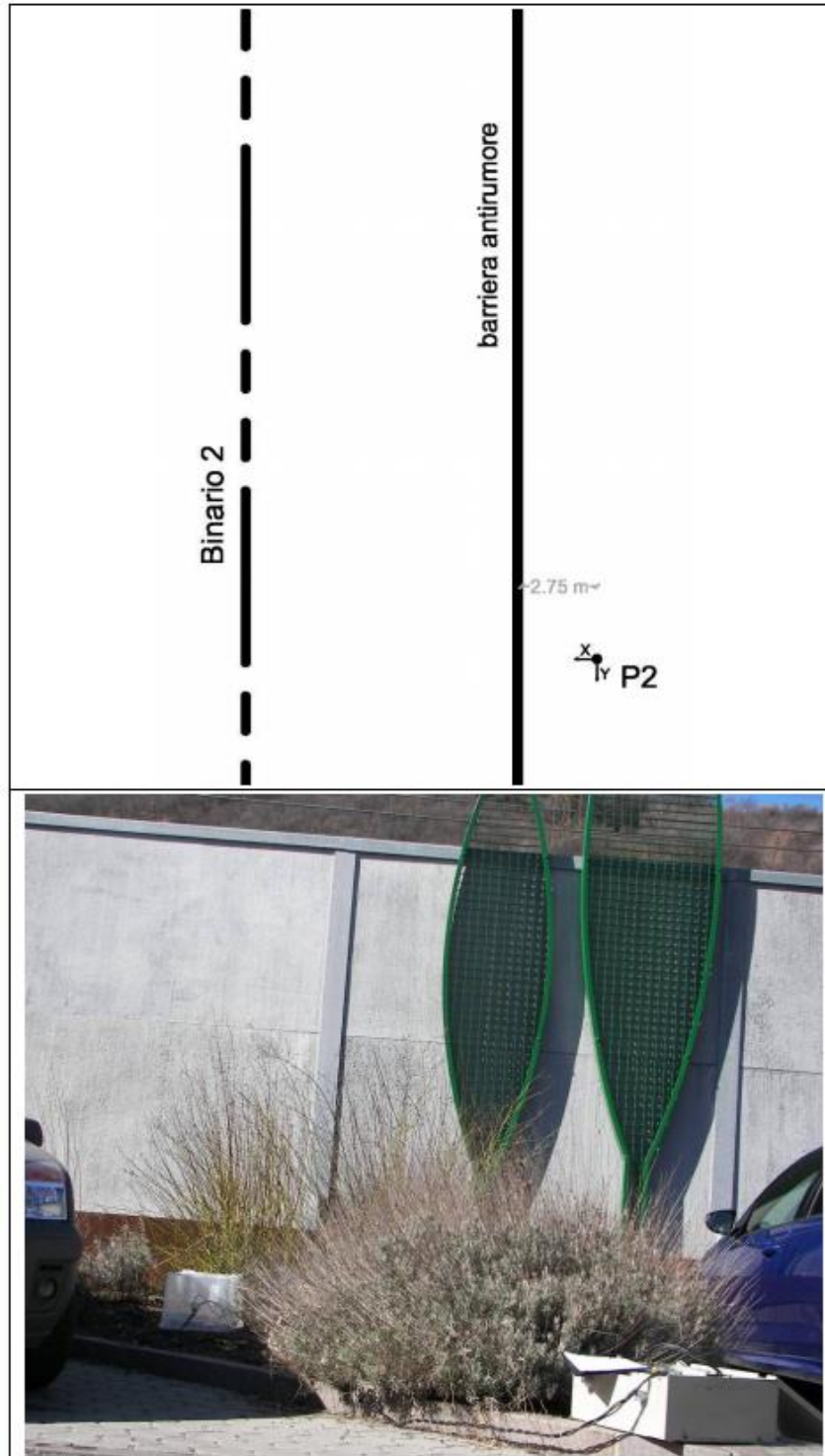


Fig. 8 - Installazione della postazione S2\_P2

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 19 di 28

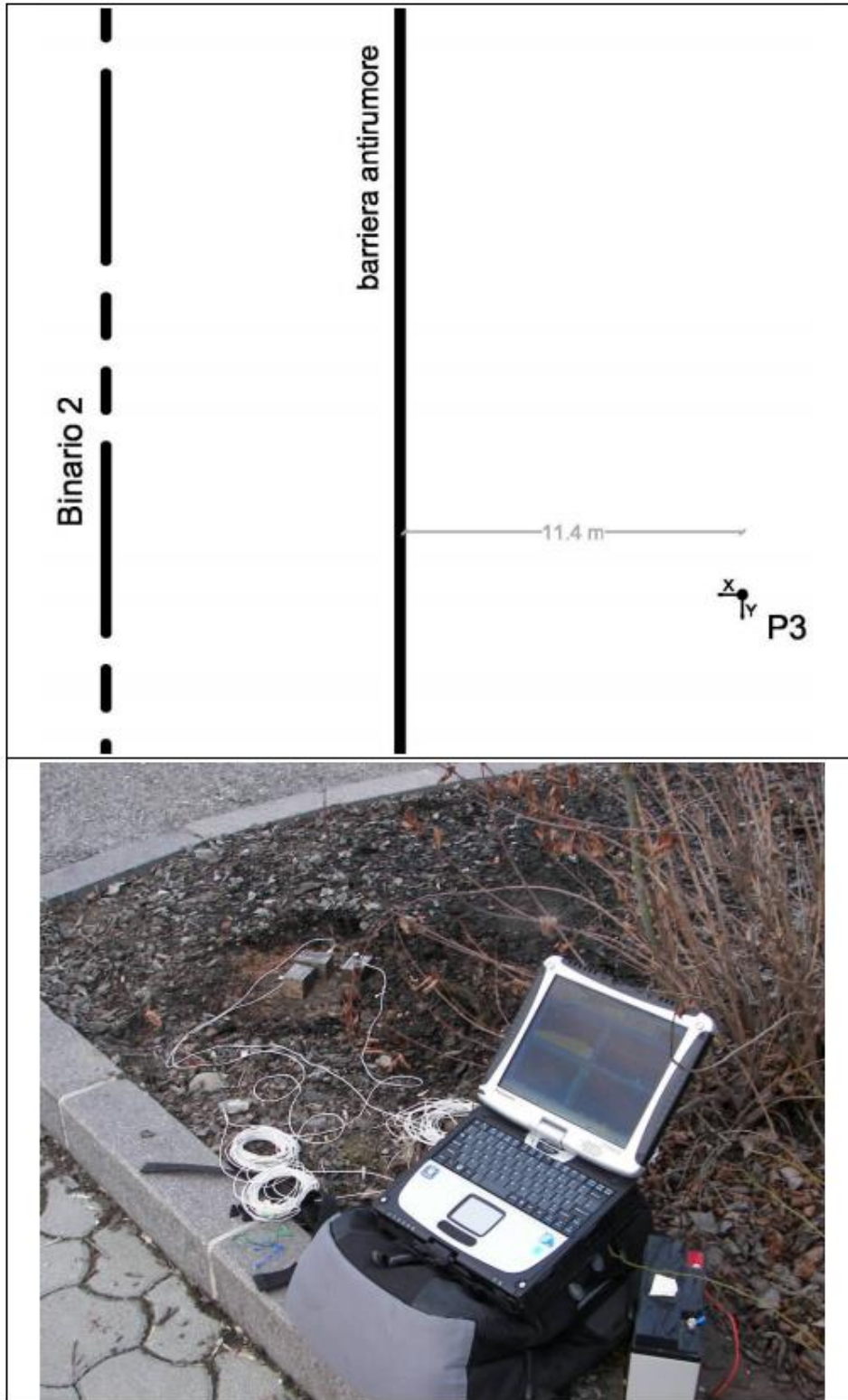


Fig. 9 - Installazione della postazione S2\_P3

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 20 di 28

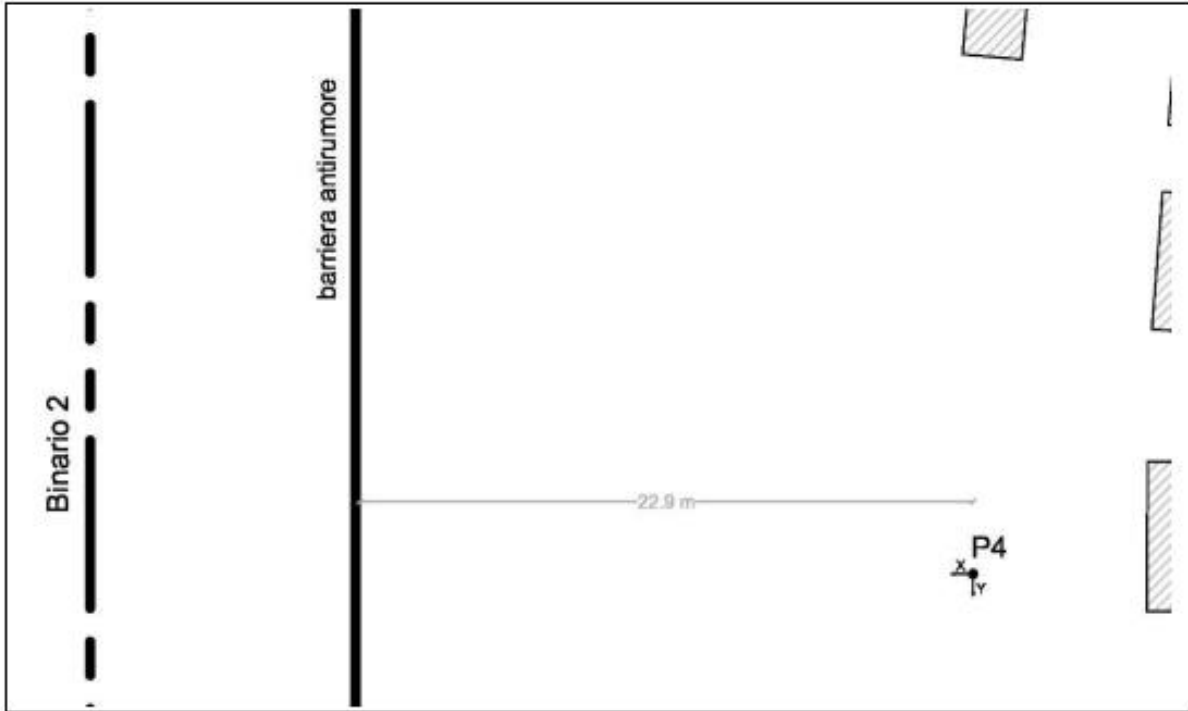


Fig. 10 - Installazione della postazione S2\_P4

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	<b>Mandatario:</b> SWS Engineering S.p.A.	<b>Mandanti:</b> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 21 di 28

## 5. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le attività di monitoraggio sono state svolte con due tipologie di sistemi acquisizione dati:

- Sistemi Tablet PC con scheda di acquisizione dati in allestimento fisso con allacciamento alla rete elettrica. La strumentazione installata è composta da:
  - Tablet PC Hewlett-Packard Compaq tc4200;
  - Scheda di acquisizione dati National Instruments NI-9233 a 4 canali;
  - Terna accelerometrica costituita da 3 accelerometri monoassiali Wilcoxon Research – Low Frequency ccelerometer 799LF - Sensibilità 500 mV/g - Accelerazione di picco 10 g;
  - Massetto metallico per il fissaggio degli accelerometri.
- Analizzatori multicanale Sinus Soundbook composti da:
  - Sistema di acquisizione e analisi dati a 4 canali con software di gestione Samurai;
  - PC Portatile Panasonic Toughbook CF-19;
  - Una terna accelerometrica costituita da 3 accelerometri monoassiali Dytran;
  - Instruments modello 3055A4 - Sensibilità 500 mV/g Accelerazione di picco 10 g;
  - Una terna accelerometrica costituita da 3 accelerometri monoassiali PCB;
  - Piezotronics modello 393A03 - Sensibilità 1000 mV/g;
  - Microfono BSWA, modello MP 201, con preamplificatore modello MA201;
  - Massetti metallici per il fissaggio degli accelerometri;
  - Sistema di acquisizione e analisi dati a 4 canali con software di gestione Samurai.

La calibrazione delle catene di misura è stata eseguita utilizzando il calibratore di vibrazioni Larson Davis 394M26 operante alla frequenza 159.2 Hz e 1 g di accelerazione RMS.

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 22 di 28



*Fig. 11 - Strumentazione impegnata nelle attività di monitoraggio*

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 23 di 28

## 6. ANALISI DEI RISULTATI DELLE MISURE

I tracciati delle misure sono stati processati per estrarre i dati di sintesi dei singoli transiti ferroviari. L'associazione con i tabulati del traffico ferroviario effettivamente transitato sulle linee indagate, il riconoscimento della tipologia e composizione dei convogli e il calcolo della velocità di transito è stato effettuato utilizzando le registrazioni video digitali effettuate in continuo a margine della linea e contestualmente alle misure.

Partendo dai tracciati completi di misura è stata pertanto eseguita una ricerca degli eventi, a cui è seguita l'associazione e la verifica rispetto ai tabulati di transito e agli esiti della consultazione dei tracciati video.

Nelle figure seguenti sono riportati due esempi di estrazione, relativi ad un convoglio merci e ad un convoglio passeggeri. Le immagini riportano sia l'oscillogramma rilevato che la time history degli short Leq pesati UNI-9614 Asse Z. I risultati delle analisi sono stati sintetizzati in una serie di tabelle, contenute nell'ALLEGATO 1 al presente documento, all'interno delle quali sono riportate, per ciascun punto di misura e per ciascun transito, gli elementi identificativi e descrittivi del convoglio e i principali parametri vibrazionali utili alla caratterizzazione del convoglio.

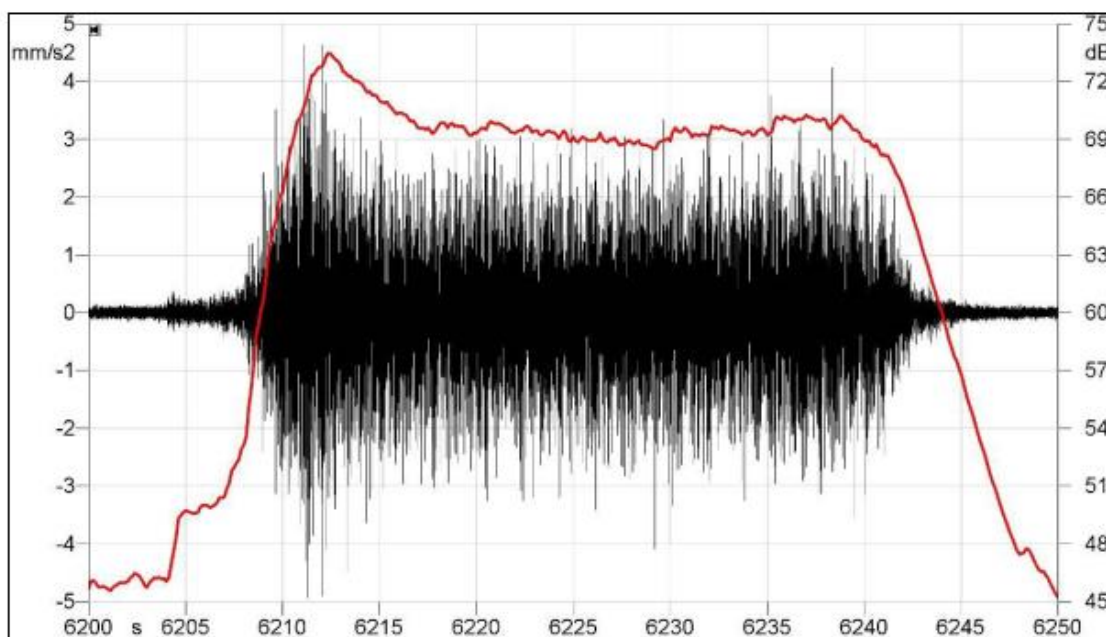


Fig. 12 - Oscillogramma ed estrazione transito merci



APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IM0004001	REV. B	FOGLIO. 24 di 28

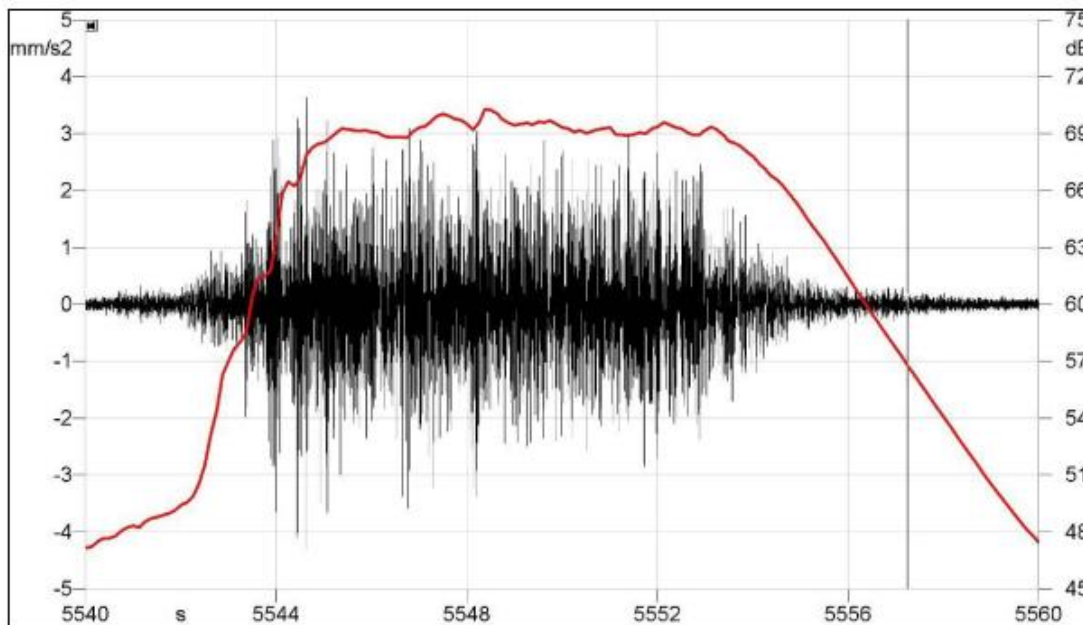


Fig. 13 - Oscillogramma ed estrazione transito passeggeri

Le tabelle allegate riportano in specifico:

- ID Transito: codice identificativo nel formato Sx\_Py\_T-z, dove x identifica la sezione 1 o 2 come, y il punto di misura 1, 2, 3 o 4, z il numero del transito;
  - Codice: codice del convoglio come da tabulati traffico;
  - Data passaggio: data del transito;
  - Ora: ora di transito rilevata dalla strumentazione di misura;
- Bin.: binario di transito come definito nella Stazione di Ponte Gardena (2=lato Est, 3=lato Ovest);
  - Numero Arr.: numero del convoglio in arrivo come riportato su tabulati traffico;
  - Origine: stazione di origine del convoglio come riportato su tabulati traffico;
  - Destinazione: stazione di destinazione del convoglio come riportato su tabulati traffico;
  - Categoria: categoria del convoglio come riportato su tabulati traffico;
  - Tipo treno: tipologia di convoglio transitato;
  - Motrici + Vagoni: composizione del convoglio in termini di n° di motrici e n° di vagoni;
  - Lunghezza: lunghezza in metri del convoglio;
  - Velocità: velocità di transito del convoglio in km/h;
  - Durata: durata in secondi dell'evento completo estratto dal tracciato;
  - Durata -10: durata del taglio a -10 dB dal valore massimo dell'evento;
  - Note: eventuali annotazioni al transito;
  - Per ogni asse di misura (Z, X, Y):
    - L: livello equivalente di transito con pesatura lineare;
    - LW: livello equivalente di transito con pesatura UNI9614-Asse Z o X-Y;
    - a: valore efficace dell'accelerazione con pesatura lineare;

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Report misure vibrazioni	IBOU	1BEZZ	RH	IM0004001	B	25 di 28

- aW: valore efficace dell'accelerazione con pesatura UNI9614-Asse Z o X-Y;
- Leq - Frequenze: per ciascuna banda di frequenza in 1/3 di ottava è riportato il valore del livello equivalente di transito in assenza di ponderazione (lineare).

In corrispondenza della Sezione 1 presso la Scuola di Ponte Gardena sono stati rilevati circa 140 transiti sulle quattro postazioni di misura. I livelli più elevati (Fig. 14) si riscontrano presso la linea (S1\_P1), con valori, in termini di LW (asse Z), che giungono fino a circa 80 dB pesati UNI-9614. In corrispondenza del punto di misura installato all'ultimo piano dell'edificio scolastico (S1\_P4) si rilevano livelli di vibrazione perlopiù compresi tra 56 e 68 dB, mentre al piede dell'edificio i livelli misurati sono compresi tra 54 e 66 dB in ambiente esterno (S1\_P2) e tra 66 e 74 all'interno (S1\_P3). In quanto ai valori massimi del numero di eventi nelle diverse postazioni si riscontra che in P1 si verificano 57 eventi tra 74 e 76 dB, in P2 si verificano 45 eventi tra 62 e 64 dB, in P3 si verificano 87 eventi tra 70 e 72 dB e in P4 si verificano 68 eventi tra 64 e 66 dB.

La Fig. 15 riporta la media degli spettri dei livelli equivalenti di transito lineari per ciascuna postazione di misura (asse Z). Il maggiore contributo energetico rilevato presso il punto in adiacenza alla galleria artificiale (P1) risulta evidente nel campo di frequenze compreso tra 8 e 50 Hz, che dominano largamente sulle altre misure. Nel campo delle frequenze più basse i contributi maggiori si riscontrano invece in corrispondenza del punto P4, sul solaio dell'ultimo piano della scuola, ma in termini assoluti i valori si mantengono molto inferiori rispetto alle parti dominanti dell'intero spettro. Da sottolineare la componente spettrale a 80 Hz rilevata presso il piano terra dell'edificio (P3), verosimilmente riconducibile ai modi di vibrare propri del solaio oggetto di misura.

I risultati delle misure di rumore eseguite presso la postazione P4\_R all'ultimo piano della scuola documentano livelli equivalenti di transito compresi tra 26,7 e 56,8 dB(A), con una media algebrica di 37,1 dB(A). Ne conseguono livelli equivalenti sul periodo di riferimento riconducibili al rumore ferroviario stimati pari a circa 19 dB(A) sia in periodo diurno che notturno.

Per la Sezione 2 presso il parcheggio adiacente la Stazione ferroviaria di Ponte Gardena sono stati rilevati 133 transiti in corrispondenza della postazione di misura posizionata sul tracciato ferroviario (P1). Le postazioni esterne P2, P3 e P4 documentano invece un numero ridotto di transiti acquisiti nel pomeriggio del 28/2 e nella mattinata del 1/3 per un totale di circa 37 convogli.

In Fig. 16 è riportata la distribuzione in classi di livello dei di Lw in analogia alla Sezione 1 (asse Z). In prossimità della linea (P1) i livelli rilevati si collocano prevalentemente nel campo 80-86 dB. Nel punto di misura esterno alla barriera antirumore (P2) sono stati rilevati livelli di transito compresi tra 76 e 86 dB, nel punto P3 da 62 a 66 dB e in P4 da 70 a 80 dB. Si rileva da questi grafici che il decadimento dei livelli di vibrazione in funzione della distanza dalla linea ferroviaria non si presenta sempre decrescente come atteso, ma piuttosto irregolare. Tale fenomeno potrebbe essere riconducibile alla presenza di discontinuità nel sottosuolo determinate, ad esempio, da elementi di sostegno delle cordature delle aiuole, condotti di scarico delle acque, come evidenziato dalla presenza di griglie di raccolta, ecc. Da ricordare inoltre che la base di dati utilizzata per la realizzazione delle classificazioni si presenta disomogenea in quanto a consistenza dei campioni acquisiti. In Fig. 17 è inoltre riportato il confronto degli spettri medi rilevati (asse Z). Anche in questo caso sono evidenti alcune componenti particolarmente rilevanti, ed in specifico quella a 63 Hz presso tutti i punti di misura e quella a 40 Hz per la postazione P2, a maggior sostegno di quanto indicato in precedenza

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	RH	IM0004001	B	26 di 28

sulla possibile presenza di elementi di discontinuità nel sottosuolo.

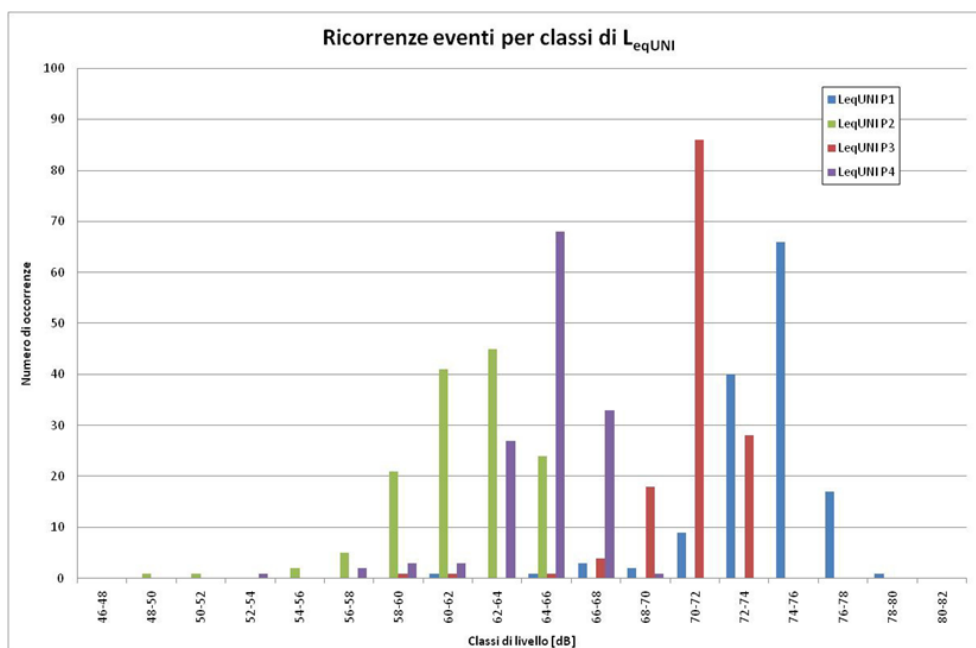


Fig. 14 - Distribuzione occorrenze eventi per classi di  $L_w$  Sezione 1

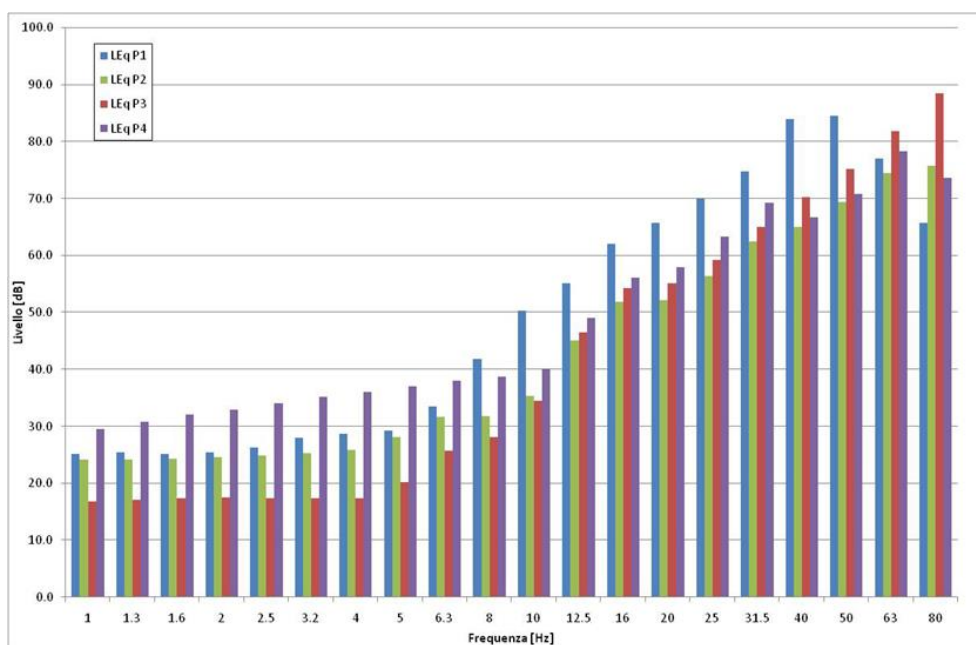


Fig. 15 - Spettro medio  $Leq$  eventi nella Sezione 1

APPALTATORE:		<b>PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"</b>				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
<b>04 - STUDIO ACUSTICO E STUDIO VIBRAZIONALE</b> Report misure vibrazioni	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	RH	IM0004001	B	27 di 28

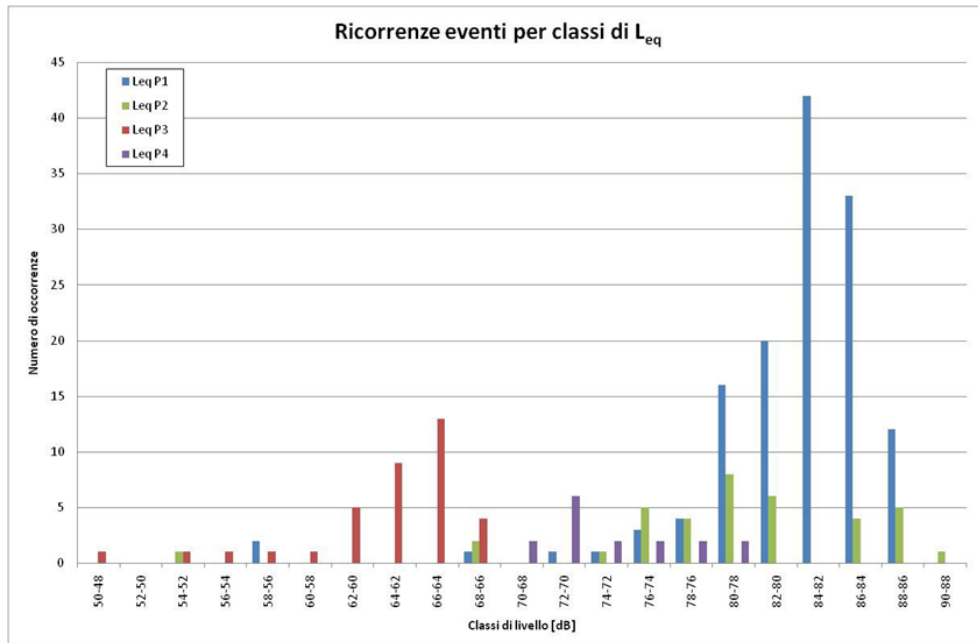


Fig. 16 - Distribuzione occorrenze eventi per classi di  $L_w$  Sezione 2

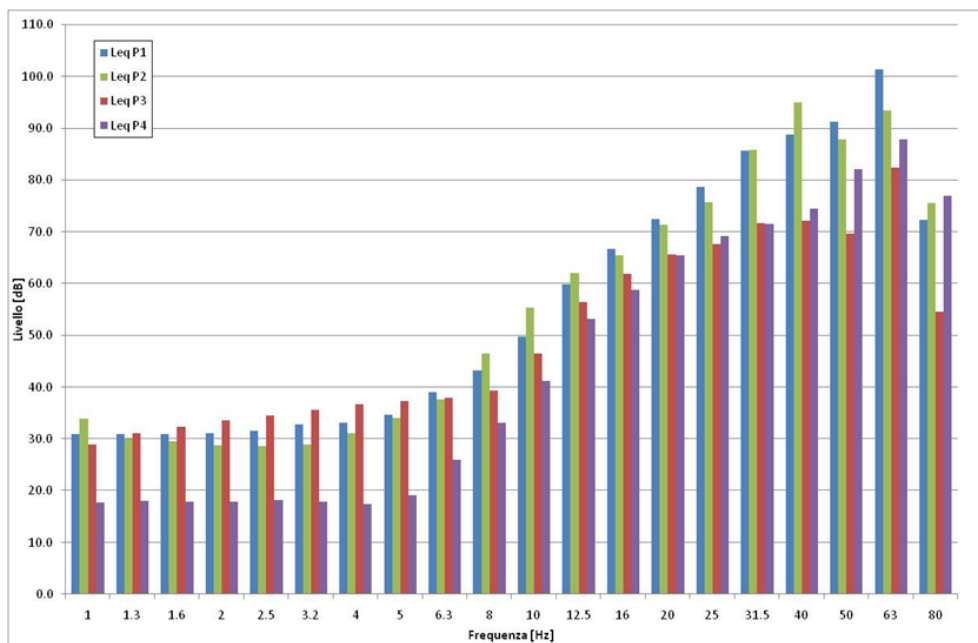


Fig. 17 - Spettro medio  $L_{eq}$  eventi nella Sezione 2