

**Monitoraggio n° 2431/PD eseguito in data 3 febbraio 2014**

**Committente: PMV S.p.a**

**Cantiere: Tranvia di Mestre – via Olivi e via Cappuccina**



Commissionata da	PMV S.p.a. - Società del Patrimonio per la Mobilità Veneziana via Martiri della Libertà, 396 – 30173 Mestre (VE) P.IVA e C.F. 03493940278				
Archivio	Lavoro 2014\2431 PMV.docx				
Offerta / data	04/2014 del 20/01/2014				
Data	3 febbraio 2014				
Ordine/data	N° 146 del 3/2/2014				
Impaginata il	03/02/2014	Codici delle tipologie d'indagine			
Operatori: EG, NS	DIN				
Redatto	P. Ind. N. Sturm	Verificato	Geom. M. Grigolo	Approvato	E. Giuffrè

**METRALAB s.r.l.**

*Sede legale e operativa: Viale Spagna, 16 – 35020 Ponte S. Nicolò (PD)*

Tel. 049 723 018 – Fax 049 856 08 46

C.F. – P.IVA – Reg. Impr. Padova n° 04513960288 – REA 395909 – e.mail: [info@metralab.com](mailto:info@metralab.com)

capitale sociale € 20.000,00 i.v.

## ***Indice Generale***

1. Premessa .....	3
2. Descrizione del monitoraggio.....	4
2.1. Primo rilievo.....	5
2.1.1. Posizione dei punti di misura .....	5
2.1.2. Risultati delle prove.....	7
2.1.3. Dettaglio degli eventi rilevati .....	7
2.1.4. Grafici esemplificativi .....	8
2.2. Secondo rilievo.....	14
2.2.1. Posizione dei punti di misura .....	14
2.2.2. Risultati delle prove.....	16
2.2.3. Dettaglio degli eventi rilevati .....	16
2.2.4. Grafici esemplificativi .....	17
3. Considerazioni .....	23
4. Immagini fotografiche .....	24
5. Descrizione delle apparecchiature di misura .....	25
5.1. VIBRALOC - Monitor ed analizzatore di vibrazioni.....	25
6. Allegato A (norme di riferimento).....	26
6.1. Norma italiana - UNI 9916.....	26

## ***1. Premessa***

In data 3 febbraio 2014 presso la **tranvia di Mestre in via Olivi e via Cappuccina**, ed alla presenza dei signori:

- Ezio Giuffrè                      Amministratore – Metralab srl;
- Nicola Sturm                      P. Ind. – Metralab srl;

**Metralab s.r.l.**, incaricata da **PMV S.p.a. - Società del Patrimonio per la Mobilità Veneziana**, ha effettuato un monitoraggio di vibrazioni presso i siti in oggetto.

Il presente rapporto tecnico è composto di n° 29 (*ventinove*) pagine ed è formato da un indice generale, una premessa, una descrizione delle strutture indagate, la descrizione di ognuna delle indagini effettuate e la sintesi generale dei risultati. Eventuali disegni, grafici e gli elaborati relativi ad ognuna delle prove sono inseriti nel gruppo degli allegati e precedono eventuali stampati originali.

**Nota Generale** – *Metralab srl* si assume le responsabilità per la precisione delle rilevazioni effettuate e garantisce che tutta l'attrezzatura di misura è periodicamente verificata. L'elaborazione dei dati rappresenta un sussidio al tecnico incaricato al quale spettano verifica ed approvazione. Copie di questo documento si trovano nell'archivio cartaceo ed elettronico di *Metralab srl* con il nome di "2431 PMV.docx" e saranno conservate per almeno 10 anni.

## ***2. Descrizione del monitoraggio***

Nell'ambito della tranvia di Mestre, è stato condotto un monitoraggio delle vibrazioni indotte dal passaggio del tram nelle strutture adiacenti.

Il monitoraggio è finalizzato a rilevare entità e frequenza delle vibrazioni che si propagano nel terreno adiacente alla via di corsa, nelle fondazioni degli edifici ad essa circostanti, e in corrispondenza degli ancoraggi su quest'ultimi dei tiranti delle linee elettriche di alimentazione del tram.

Sono stati scelti due siti lungo la linea tranviaria ove effettuare il rilievo posizionando la strumentazione in corrispondenza di una sezione della via di corsa, a terra e all'interno dell'edificio più prossimo, in particolare il rilievo è stato effettuato in:

- **Primo rilievo: Via Olivi**, altezza dell'incrocio con via Mestrina, lato strada ovest
- **Secondo rilievo: Via Cappuccina**, tra gli incroci con via Fucini e via Capuana, altezza civico 52, lato strada ovest

Il monitoraggio vibrazionale è avvenuto utilizzando strumentazioni elettroniche denominate "Vibracloc", terne triassiali di geofoni che registrano la velocità di spostamento di un punto secondo tre direzioni tra loro perpendicolari, e restituiscono, mediante post elaborazione software, velocità e frequenza di vibrazione.

Una volta posizionati, gli strumenti sono stati avviati per l'acquisizione delle vibrazioni per un tempo di 10-20 secondi in concomitanza con il passaggio del tram in ciascuna delle due corsie relative ai due sensi di marcia stradali.

Gli assi di misura sono stati orientati con riferimento agli assi principali dell'edificio più prossimo e sono così denominati:

Canale V (V=1), verticale;

Canale L (L=2), longitudinale (parallelo al perimetro dell'edificio);

Canale T (T=3), trasversalmente (ortogonale al perimetro dell'edificio).

I segnali sono stati acquisiti con un frequenza di campionamento di 1kHz.

Gli strumenti utilizzati hanno numero di serie 463, 119 e 496.

I dati archiviati sono stati successivamente analizzati singolarmente tramite apposito software.

I risultati sono riportati nel paragrafo dei risultati delle prove.

## 2.1. *Primo rilievo*

### 2.1.1. *Posizione dei punti di misura*

Il rilievo è stato effettuato in via Olivi all'altezza dell'incrocio con via Mestrina, posizionando gli strumenti a lato ovest della strada.

In tale tratto sono presenti due corsie di percorrenza del tram, una a ovest (direzione di marcia verso nord) e una a est (direzione di marcia verso sud).



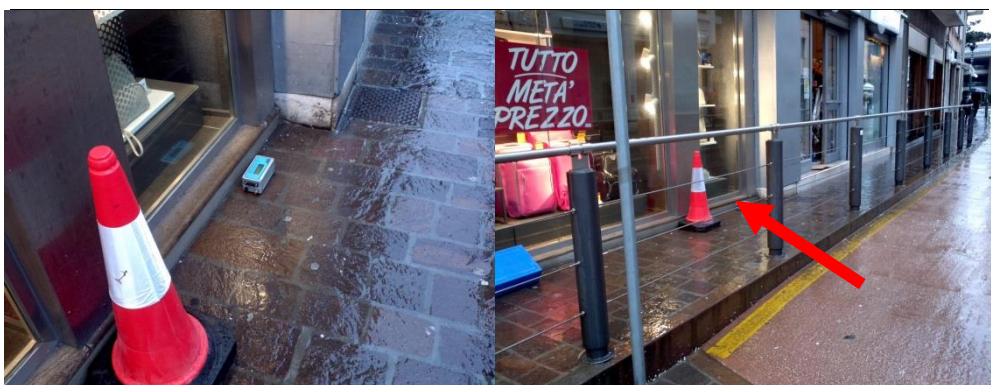
La velocità di vibrazione è stata misurata simultaneamente nei seguenti 3 punti:

- un punto della pavimentazione stradale immediatamente adiacente alla via di corsa;
- un punto solidale alle fondazioni perimetrali quanto più prossimo alla sorgente di vibrazione, ovvero lungo la facciata di un edificio, in corrispondenza del piano di calpestio a 2,3 metri circa dal primo punto;
- in un punto individuato al secondo piano dell'edificio e in corrispondenza della verticale del secondo punto; in tal caso si è scelto un solaio in corrispondenza di un ancoraggio dei tiranti della linea elettrica.





Terna triassiale in posizione adiacente alla via di corsa - Vibracloc n°119



Terna triassiale in posizione adiacente alle fondazioni dell'edificio - Vibracloc n°463



Terna triassiale a 2° piano in corrispondenza di tirante su muro esterno - Vibracloc n° 496

### 2.1.2. Risultati delle prove

I valori di picco di velocità di vibrazione rilevati:

- in prossimità della via di corsa non hanno mai superato il valore di 1,2 mm/s.
- in prossimità delle fondazioni dell'edificio non hanno mai superato il valore di 0,4 mm/s.
- a secondo piano in prossimità del tirante non hanno mai superato il valore di 0,3 mm/s.

In tabella vengono riportati in dettaglio gli eventi con il corrispettivo valore di velocità registrato per le tre componenti (Verticale, Longitudinale e Trasversale).

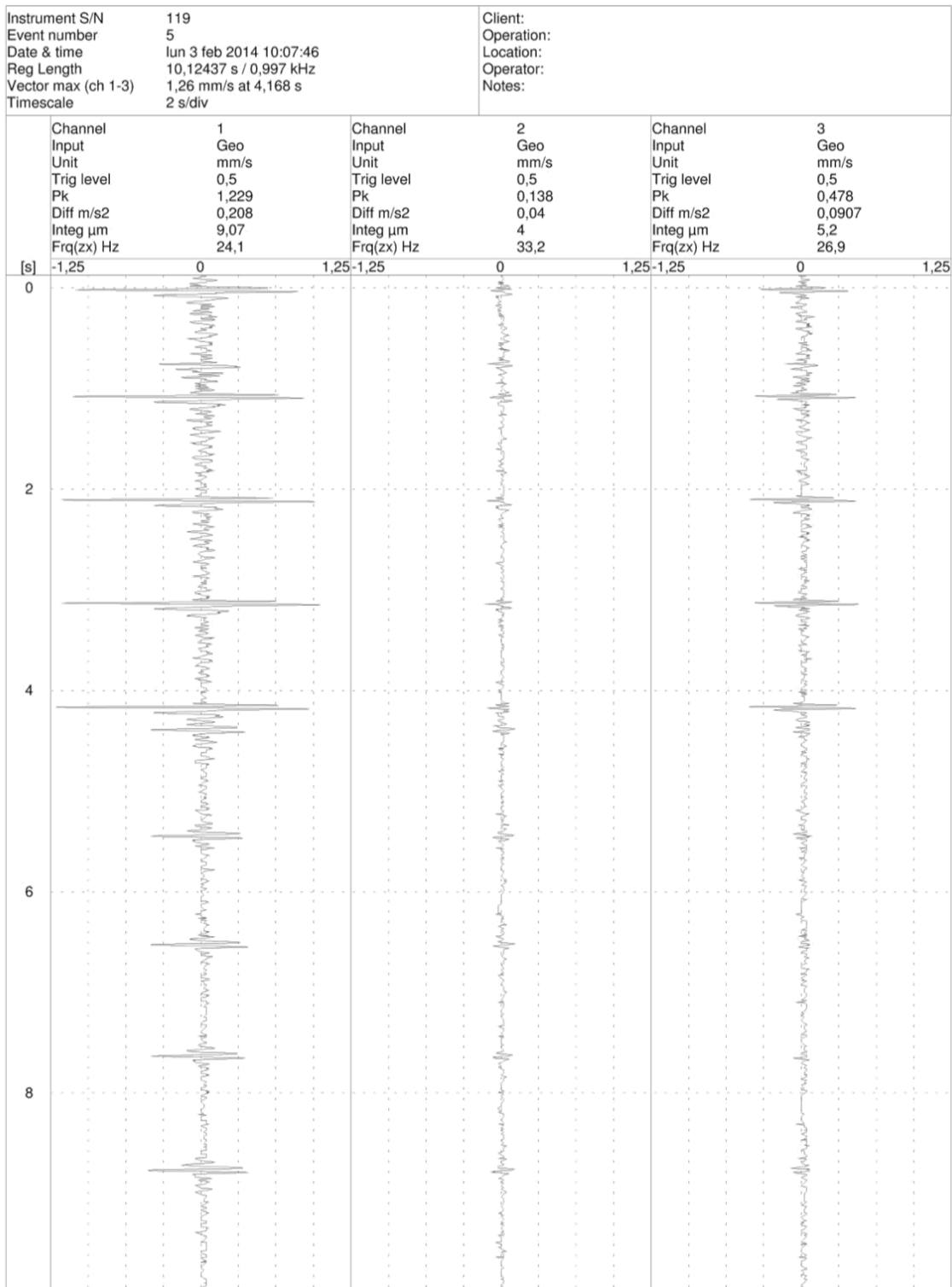
### 2.1.3. Dettaglio degli eventi rilevati

Evento n°	Ora [hh:mm]	Vibracloc n° di serie	Posizione	Corsia di transito del tram	Velocità Max direzione V [mm/s]	Velocità Max direzione L [mm/s]	Velocità Max direzione T [mm/s]
5	10:07	119	Via di corsa	Est	1,2	0,1	0,5
13	10:17	119	Via di corsa	Est	0,8	0,1	0,4
15	10:21	119	Via di corsa	Ovest	1,1	0,2	0,2
21	10:28	119	Via di corsa	Ovest	0,8	0,1	0,2
26	10:35	119	Via di corsa	Ovest	0,8	0,2	0,3
30	10:39	119	Via di corsa	Ovest	1,2	0,2	0,2
37	10:48	119	Via di corsa	Est	0,9	0,1	0,4
31	10:17	463	Fondazioni	Est	0,3	0,1	0,2
35	10:36	463	Fondazioni	Ovest	0,4	0,1	0,3
36	10:40	463	Fondazioni	Ovest	0,3	0,1	0,3
38	10:48	463	Fondazioni	Est	0,3	0	0,2
7	09:41	496	2° piano	Est	0,1	0,1	0,1
14	09:56	496	2° piano	Ovest	0,1	0,1	0,1
35	10:36	496	2° piano	Ovest+Est	0,1	0,1	0,1
40	10:42	496	2° piano	Ovest	0,1	0,1	0,1
42	11:16	496	2° piano	Est	0,3	0,1	0,2

### 2.1.4. Grafici esemplificativi

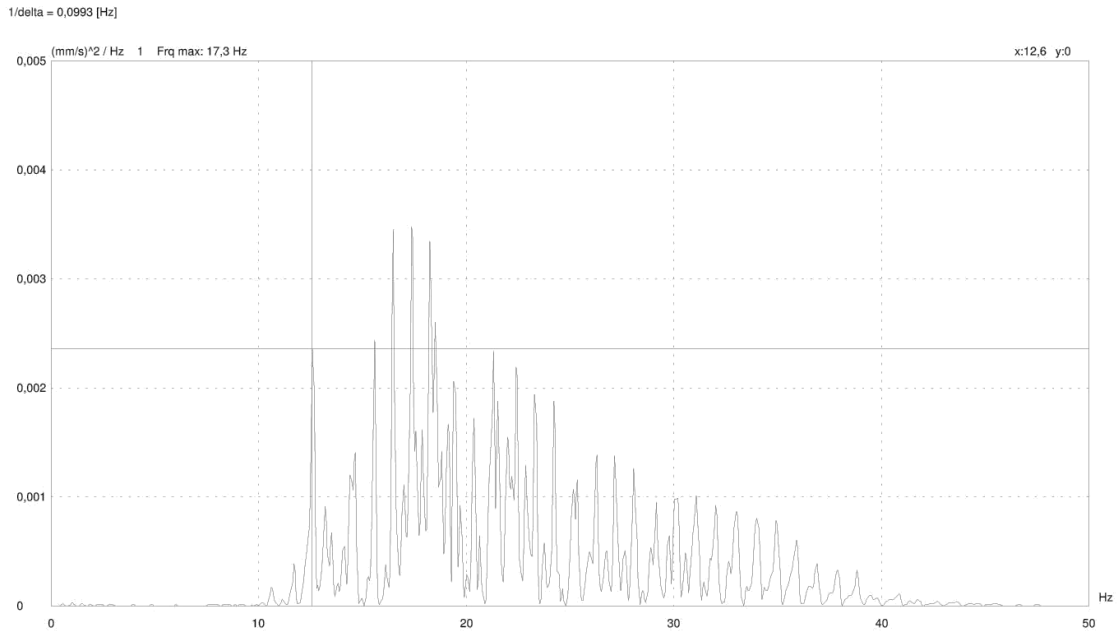
Di seguito si allegano alcuni grafici relativi agli eventi di vibrazione più significativi registrati; sono riportati i grafici temporali dei segnali acquisiti lungo i tre assi spaziali nonché gli spettri esemplificativi delle componenti in frequenza.

Evento <i>n°</i>	Ora [hh:mm]	Vibratloc <i>n° di serie</i>	Posizione	Corsia di transito del tram	Velocità Max direzione V [mm/s]	Velocità Max direzione L [mm/s]	Velocità Max direzione T [mm/s]
5	10:07	119	Via di corsa	Est	<b>1,2</b>	0,1	0,5





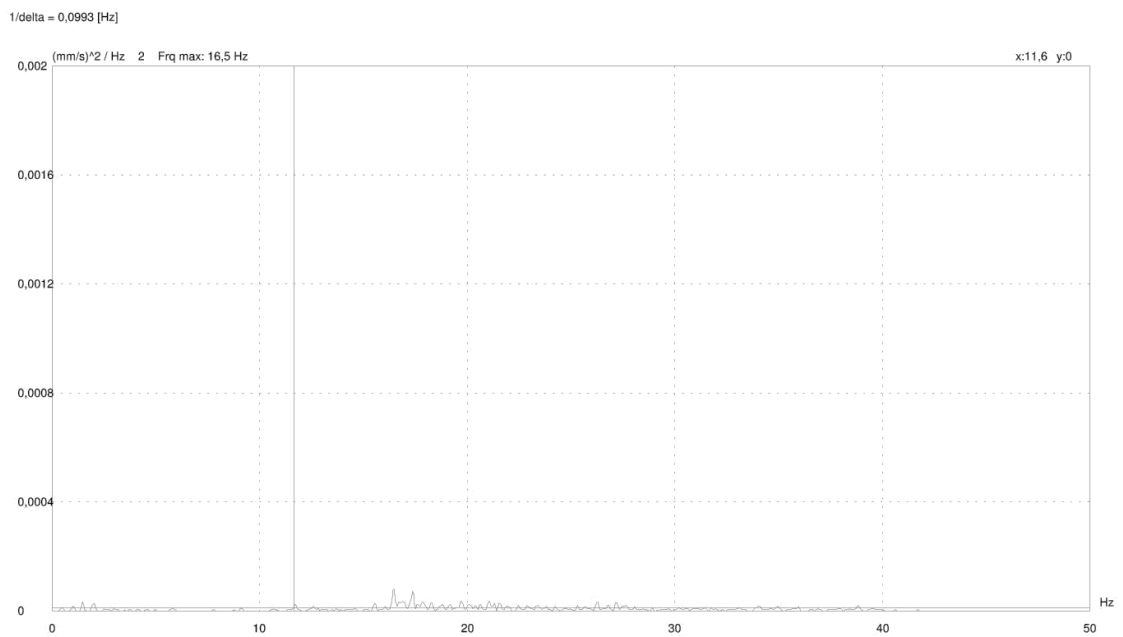
## Spettro della velocità verticale (canale V)



PSD Hanning (Interval: 0,018s - 10,088s)  
Instrument S/N 119, Event number 5, Date & time lun 3 feb 2014 10:07:46

version 2.10.2

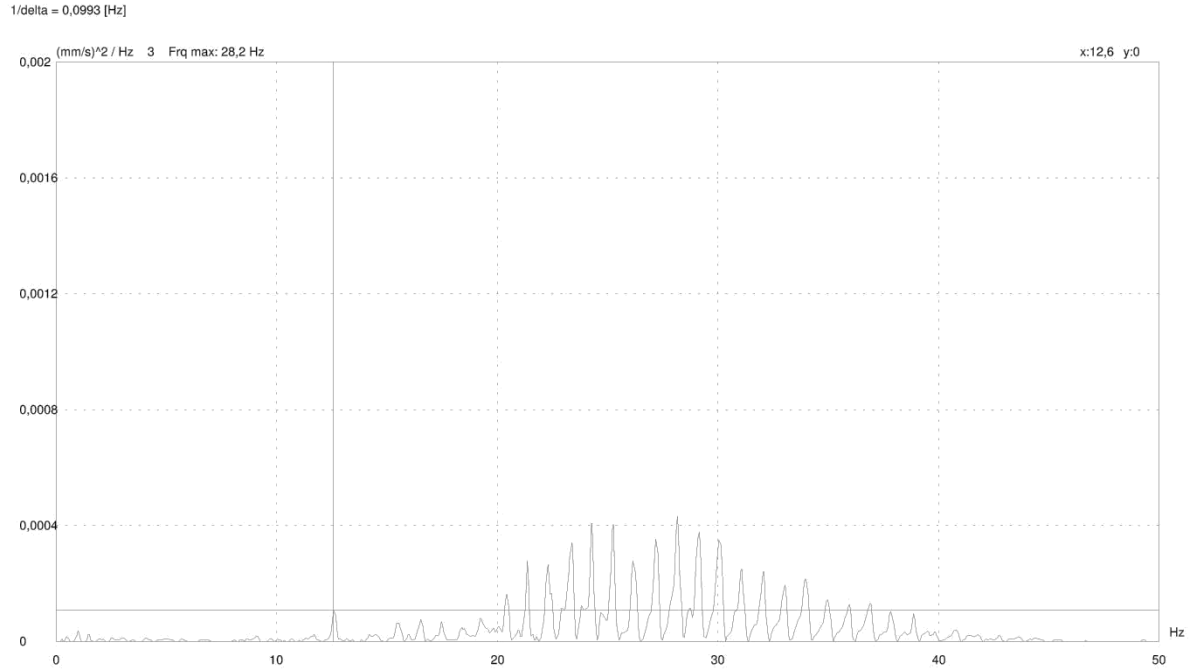
## Spettro della velocità orizzontale parallela alla strada (canale L)



PSD Hanning (Interval: 0,018s - 10,088s)  
Instrument S/N 119, Event number 5, Date & time lun 3 feb 2014 10:07:46

version 2.10.2

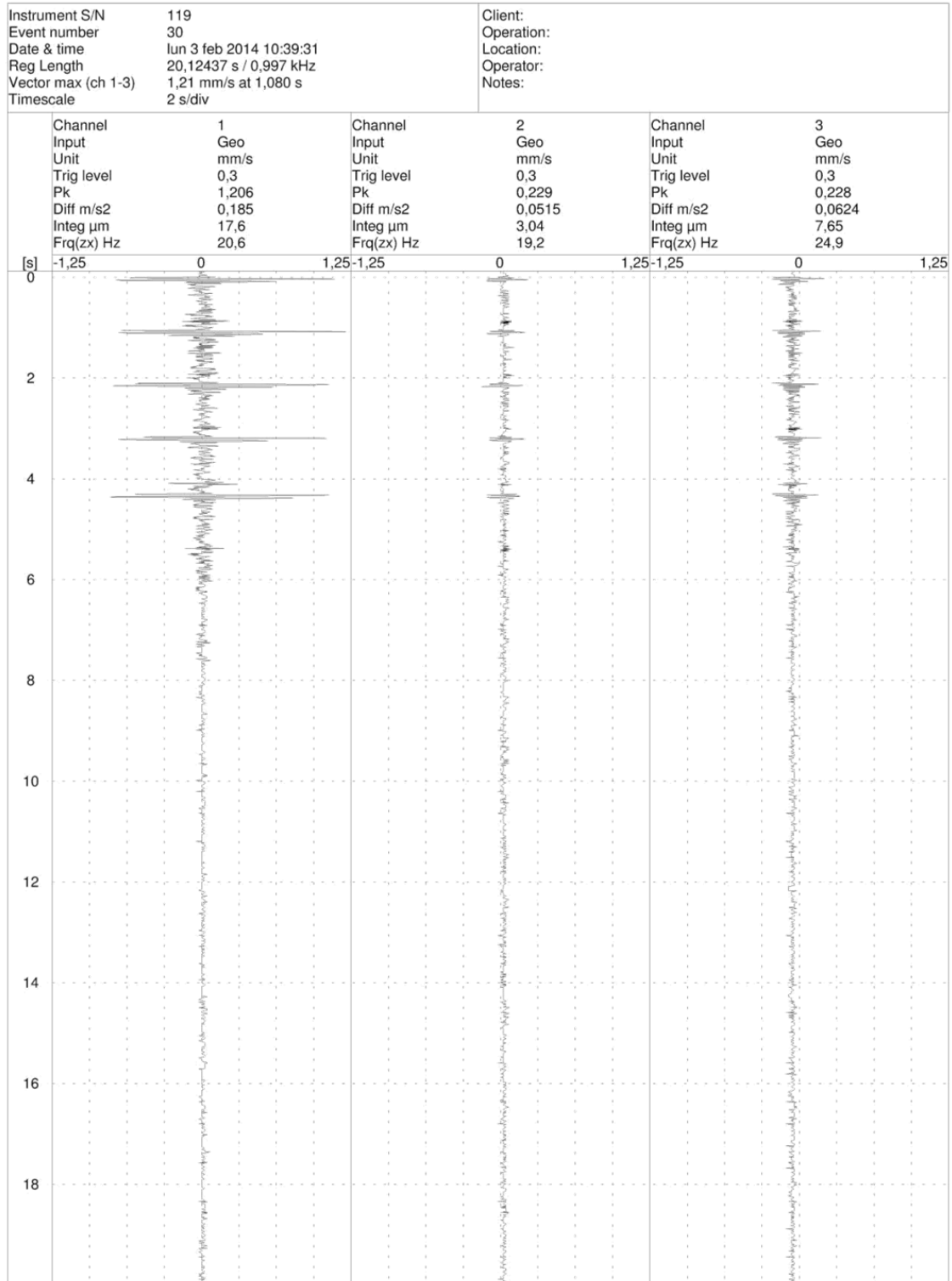
## Spettro della velocità orizzontale ortogonale alla strada (canale T)



PSD Hanning (Interval: 0,018s - 10,088s)  
Instrument S/N 119, Event number 5, Date & time lun 3 feb 2014 10:07:46

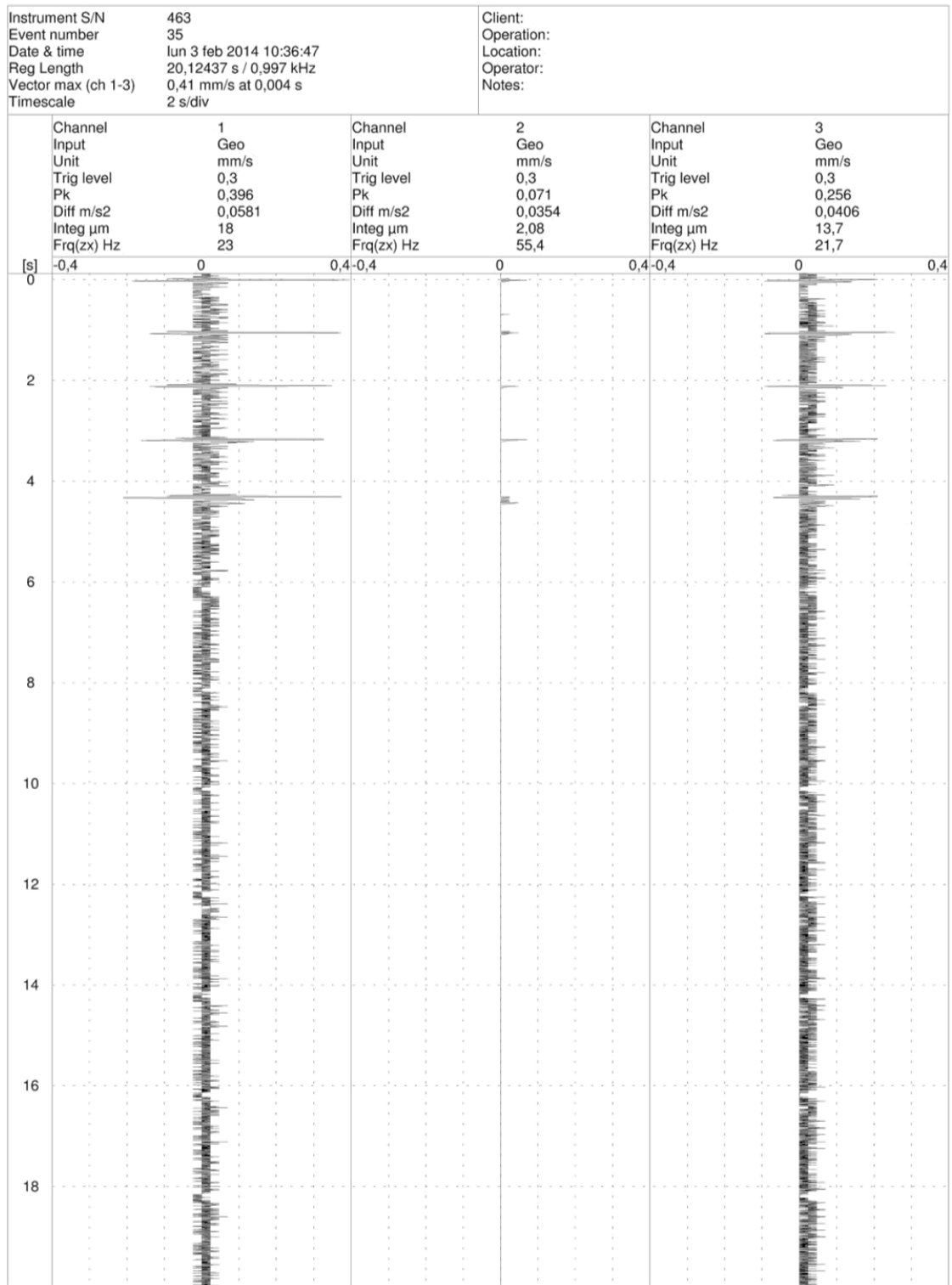
version 2.10.2

Evento n°	Ora [hh:mm]	Vibriloc n° di serie	Posizione	Corsia di transito del tram	Velocità Max direzione V [mm/s]	Velocità Max direzione L [mm/s]	Velocità Max direzione T [mm/s]
30	10:39	119	Via di corsa	Ovest	1,2	0,2	0,2



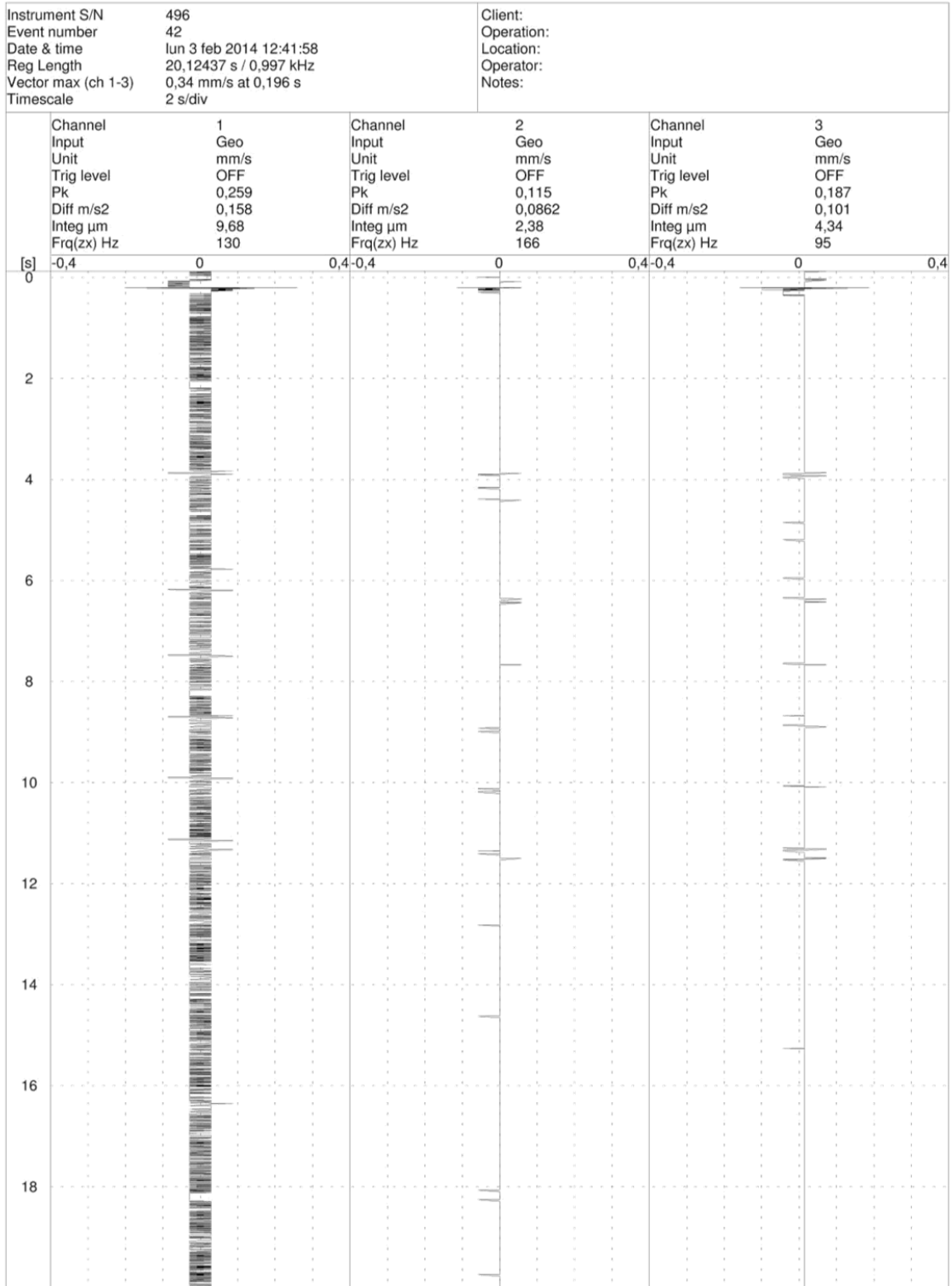
version 2.10.2

Evento n°	Ora [hh:mm]	Vibratloc n° di serie	Posizione	Corsia di transito del tram	Velocità Max direzione V [mm/s]	Velocità Max direzione L [mm/s]	Velocità Max direzione T [mm/s]
35	10:36	463	Fondazioni	Ovest	<b>0,4</b>	0,1	0,3



version 2.10.2

Evento	Ora	Vibriloc	Posizione	Corsia di transito del tram	Velocità Max direzione V	Velocità Max direzione L	Velocità Max direzione T
n°	[hh:mm]	n° di serie			[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]
42	11:16	496	2° piano	Est	<b>0,3</b>	0,1	0,2



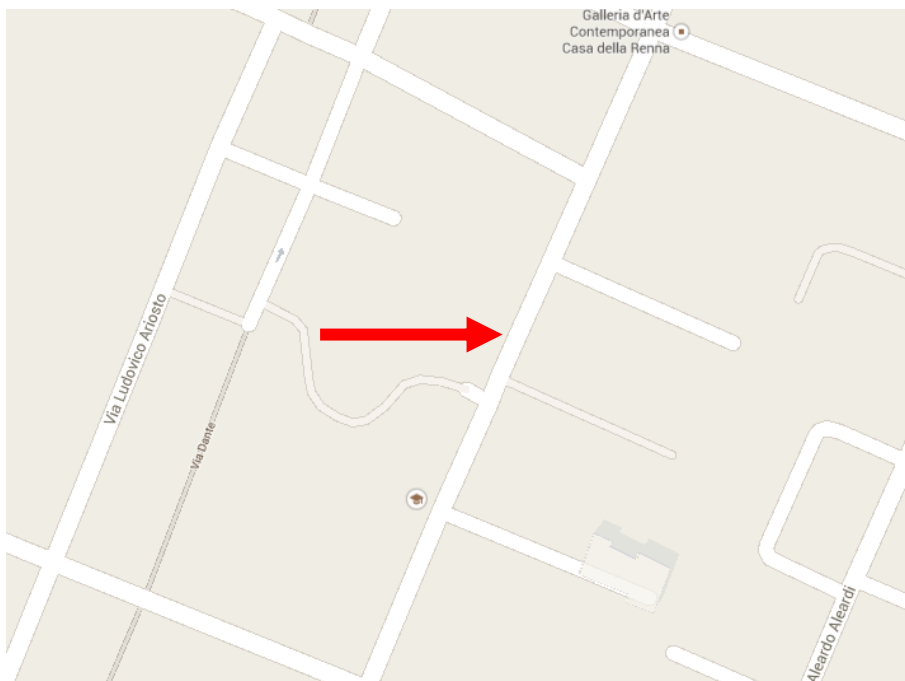
version 2.10.2

## 2.2. Secondo rilievo

### 2.2.1. Posizione dei punti di misura

Il rilievo è stato effettuato in via Cappuccina nel tratto intermedio tra gli incroci con via Fucini e via Capuana all'altezza del civico 52, posizionando gli strumenti a lato ovest della strada.

In tale tratto sono presenti due corsie di percorrenza del tram, una a ovest (direzione di marcia verso nord) e una a est (direzione di marcia verso sud).



La velocità di vibrazione è stata misurata simultaneamente nei seguenti 2 punti:

- un punto della pavimentazione stradale immediatamente adiacente alla via di corsa;
- un punto solidale alle fondazioni perimetrali quanto più prossimo alla sorgente di vibrazione, ovvero lungo la facciata di un edificio, in corrispondenza del piano di calpestio a 4,5 metri circa dal primo punto;





Terna triassiale in posizione adiacente alla via di corsa - Vibraloc n°496



Terna triassiale in posizione adiacente alle fondazioni dell'edificio - Vibraloc n°463

### 2.2.2. Risultati delle prove

I valori di picco di velocità di vibrazione rilevati:

- in prossimità della via di corsa non hanno mai superato il valore di 0,8 mm/s.
- in prossimità delle fondazioni dell'edificio non hanno mai superato il valore di 0,4 mm/s.

In tabella vengono riportati in dettaglio gli eventi registrati con il corrispettivo valore di velocità registrato per le tre componenti (Verticale, Longitudinale e Trasversale).

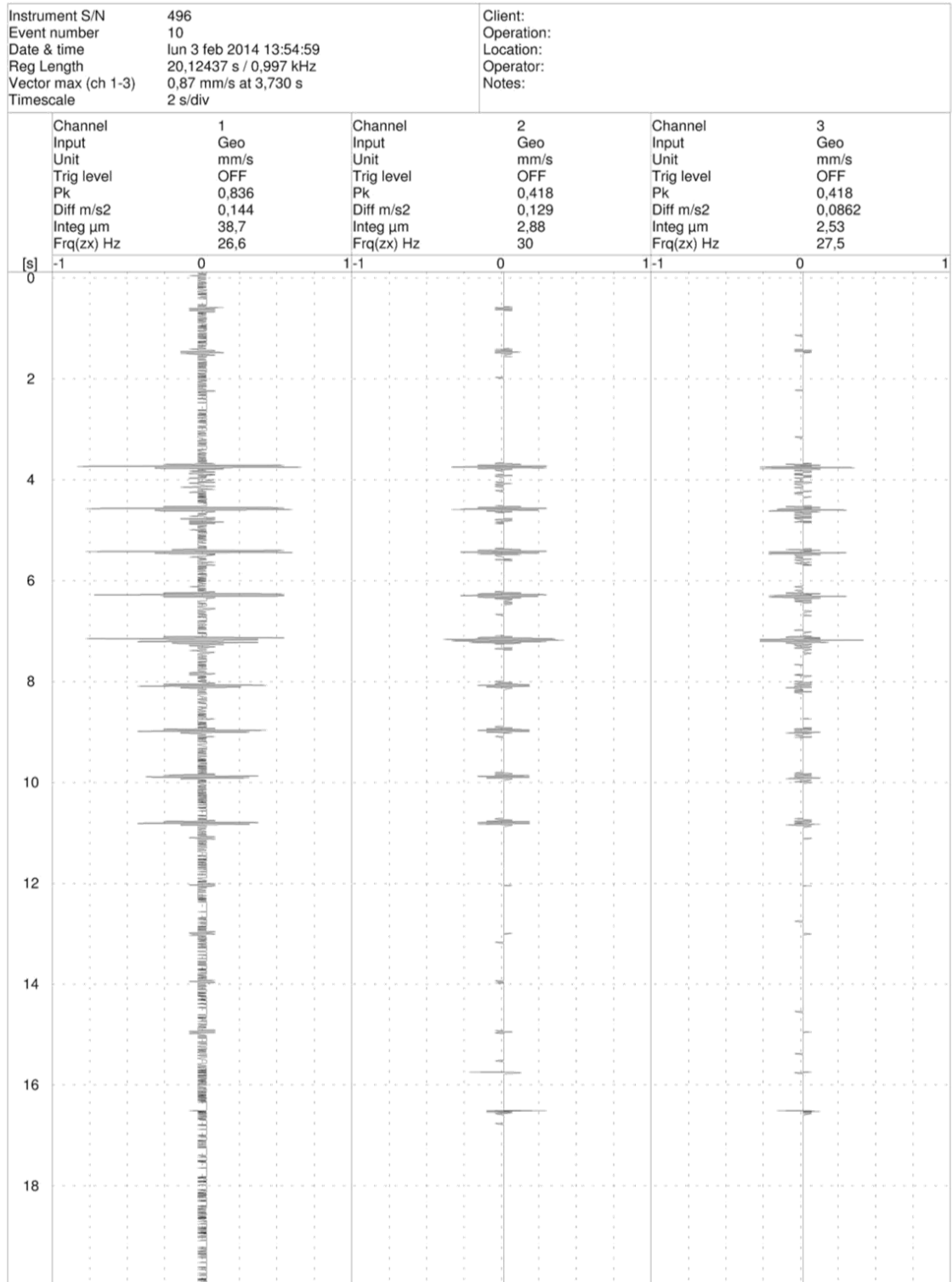
### 2.2.3. Dettaglio degli eventi rilevati

Evento n°	Ora [hh:mm]	Vibratloc n° di serie	Posizione	Corsia di transito del tram	Velocità Max direzione V [mm/s]	Velocità Max direzione L [mm/s]	Velocità Max direzione T [mm/s]
7	13:38	496	Via di corsa	Est	0,3	0,1	0,1
8	13:45	496	Via di corsa	Ovest	0,7	0,4	0,3
10	13:54	496	Via di corsa	Ovest	0,8	0,4	0,4
11	13:58	496	Via di corsa	Est	0,3	0,2	0,1
12	14:05	496	Via di corsa	Ovest	1	0,4	0,4
7	12:47	463	Fondazioni	Ovest	0,3	0,2	0
9	12:56	463	Fondazioni	Ovest	<b>0,4</b>	0,2	0,1
10	12:59	463	Fondazioni	Est	0,3	0,1	0
11	13:07	463	Fondazioni	Ovest	<b>0,4</b>	0,2	0,1

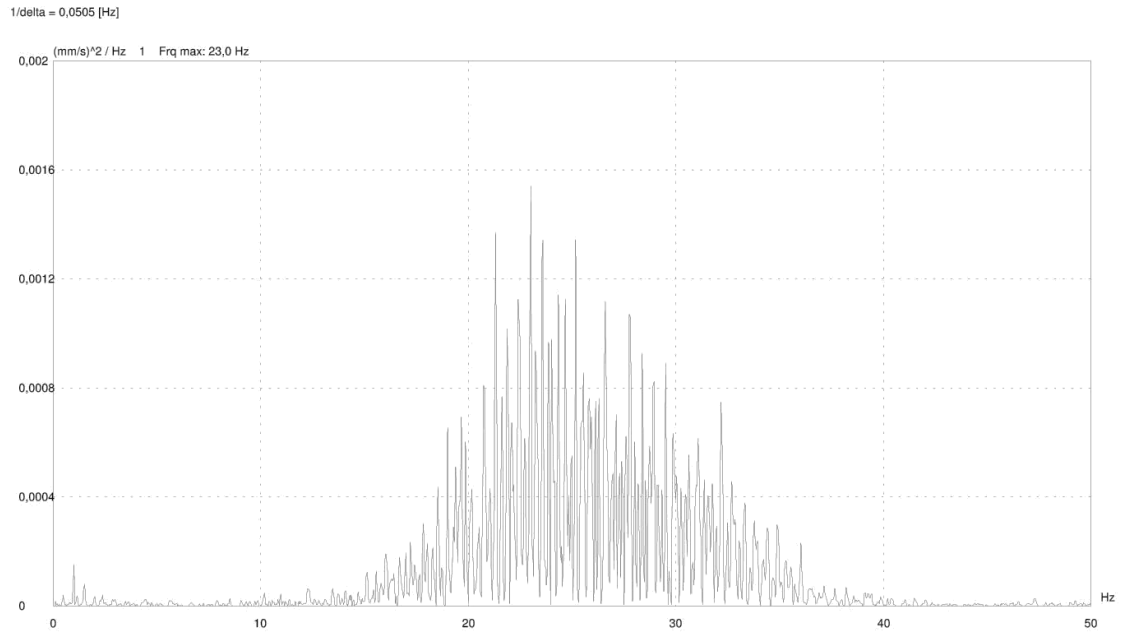
#### 2.2.4. Grafici esemplificativi

Di seguito si allegano alcuni grafici relativi agli eventi di vibrazione più significativi registrati; sono riportati i grafici temporali dei segnali acquisiti lungo i tre assi spaziali nonché gli spettri esemplificativi delle componenti in frequenza.

Evento <i>n°</i>	Ora <i>[hh:mm]</i>	Vibratloc <i>n° di serie</i>	Posizione	Corsia di transito del tram	Velocità Max direzione V <i>[mm/s]</i>	Velocità Max direzione L <i>[mm/s]</i>	Velocità Max direzione T <i>[mm/s]</i>
10	13:54	496	Via di corsa	Ovest	0,8	0,4	0,4



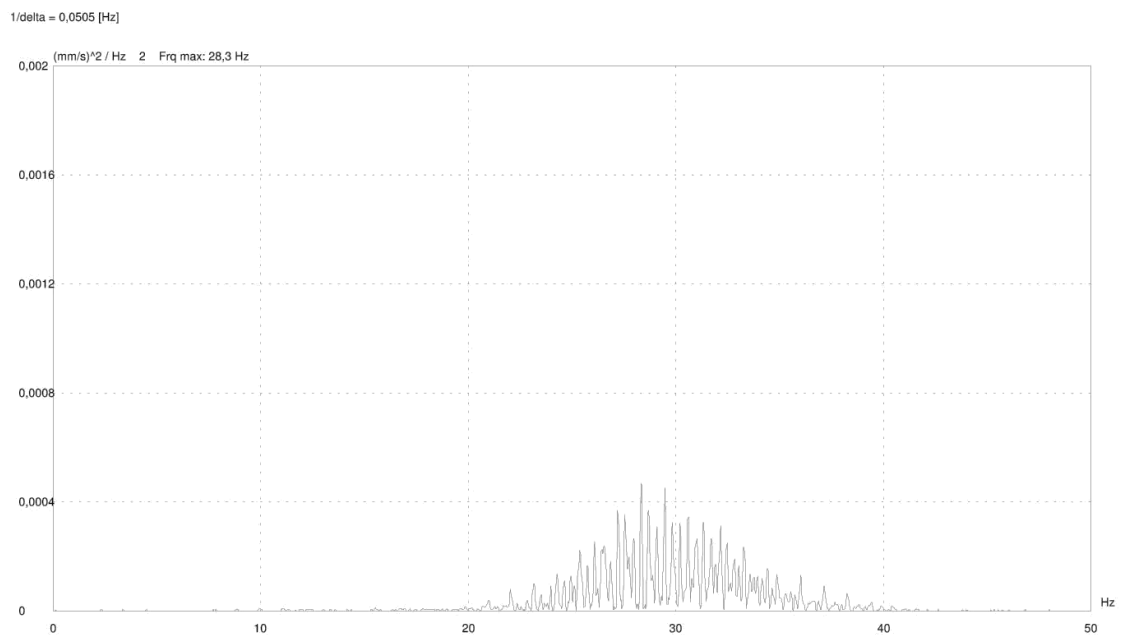
## Spettro della velocità verticale (canale V)



PSD Hanning (Interval: 0,036s - 19,841s)  
Instrument S/N 496, Event number 10, Date & time lun 3 feb 2014 13:54:59

version 2.10.2

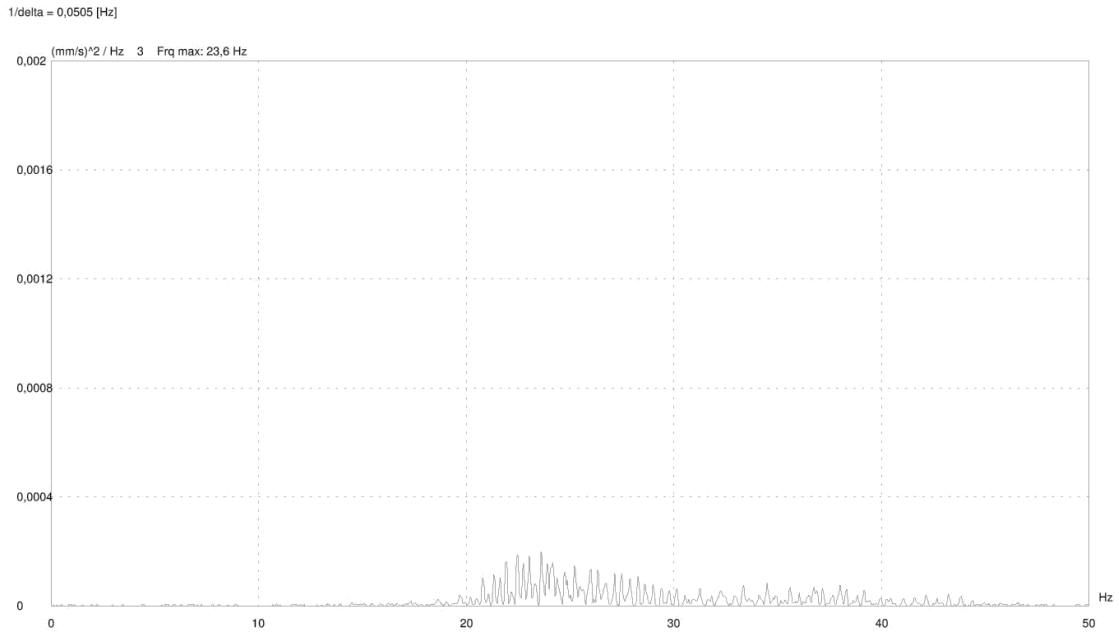
## Spettro della velocità orizzontale parallela alla strada (canale L)



PSD Hanning (Interval: 0,036s - 19,841s)  
Instrument S/N 496, Event number 10, Date & time lun 3 feb 2014 13:54:59

version 2.10.2

## Spettro della velocità orizzontale perpendicolare alla strada (canale T)

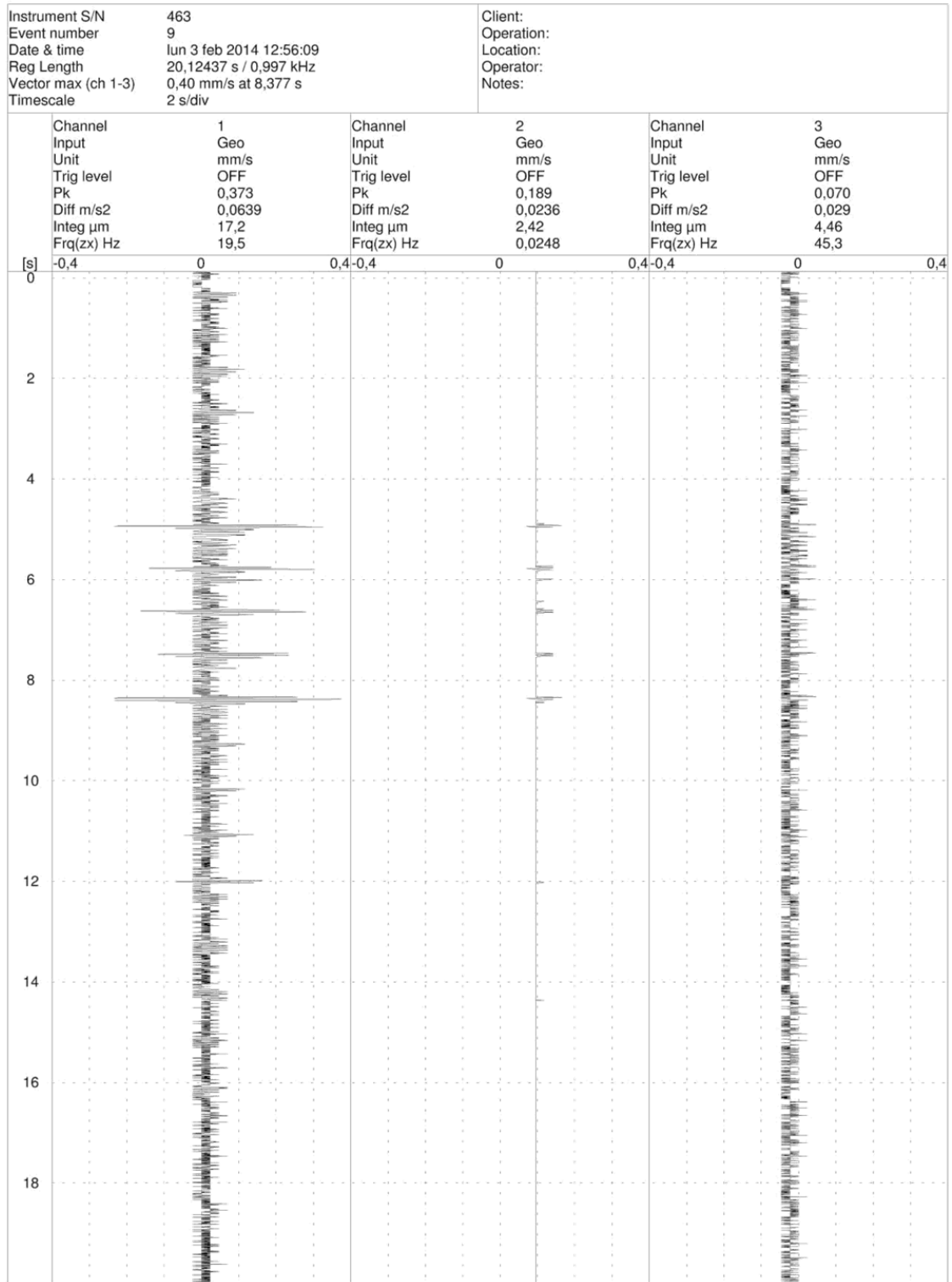


PSD Hanning (Interval: 0,036s - 19,841s)  
Instrument S/N 496, Event number 10, Date & time lun 3 feb 2014 13:54:59

version 2.10.2

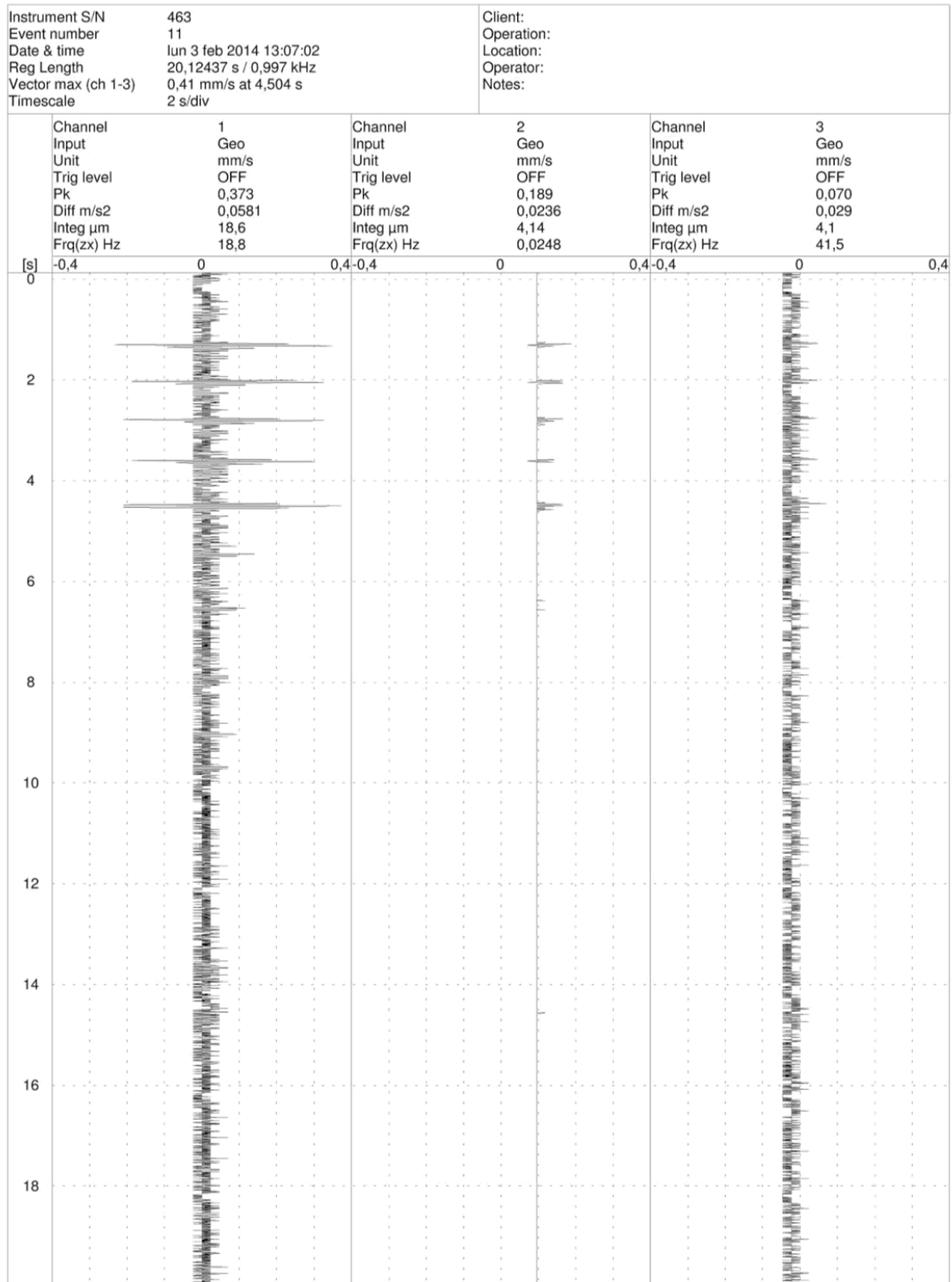


Evento n°	Ora [hh:mm]	Vibriloc n° di serie	Posizione	Corsia di transito del tram	Velocità Max direzione V [mm/s]	Velocità Max direzione L [mm/s]	Velocità Max direzione T [mm/s]
9	12:56	463	Fondazioni	Ovest	<b>0,4</b>	0,2	0,1



version 2.10.2

Evento <i>n°</i>	Ora <i>[hh:mm]</i>	Vibriloc <i>n° di serie</i>	Posizione	Corsia di transito del tram	Velocità Max direzione V <i>[mm/s]</i>	Velocità Max direzione L <i>[mm/s]</i>	Velocità Max direzione T <i>[mm/s]</i>
11	13:07	463	Fondazioni	Ovest	<b>0,4</b>	0,2	0,1



version 2.10.2

### 3. Considerazioni

Si riportano di seguito alcune indicazioni fornite dalla norma UNI9916:2004 relativa ai criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.

Come primo riferimento la norma rimanda alla DIN 4150, la quale fornisce come limite cautelativo per **vibrazioni di breve durata**, in corrispondenza delle fondazioni dell'edificio, nel caso di struttura molto sensibile **da 3 a 8 mm/s tra 10 e 50 Hz**.

Qualora dallo studio delle frequenze naturali dell'edificio si ritenesse che le vibrazioni possono dare luogo a fenomeni di **risonanza** tale limite cautelativo diventa di **2,5 mm/s** per tutte le frequenze.

Tali valori si intendono da confrontarsi con quelli rilevati secondo metodologie analoghe a quelle utilizzate nella presente campagna di indagini.

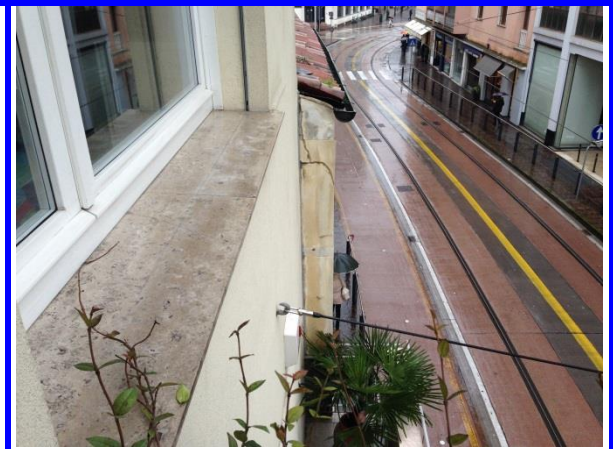
Altro riferimento più restrittivo può essere preso dalla SN 640312 del 1992 la quale, sempre nel caso di costruzioni particolarmente sensibili, indica come limite **per vibrazioni di qualsiasi durata da 1,5 a 3 mm/s tra 8 e 30 Hz**. Tali valori si riferiscono però al picco del modulo del vettore velocità, indicato nei grafici come "vector max".

Nel caso in esame, in fondazione il valore vettoriale di velocità non ha superato gli 0,41 mm/s, e gli 1,21 mm/s in vicinanza della via di corsa.

#### 4. Immagini fotografiche



Vibriloc in vicinanza della via di corsa  
del tram



Particolare del tirante prossimo al punto  
di monitoraggio del 2° piano

## 5. Descrizione delle apparecchiature di misura

### 5.1. VIBRALOC - Monitor ed analizzatore di vibrazioni



#### **Vibraloc Vibration Monitor**

Monitors and analyzes vibrations and air shock-waves

Si riportano di seguito le caratteristiche strumentali:

<b>Channels:</b>	3 geophone channels, 1 microphone channel
<b>Frequency range:</b>	2-250 Hz
<b>Record length Default:</b>	2 s, expands automatically to 10 s if signal is present
<b>User selectable:</b>	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 s
<b>Sampling frequency:</b>	1000, 2000 or 4000 Hz
<b>Measuring range:</b>	$\pm 250$ mm/s
<b>Trigger level:</b>	User selectable
<b>Memory:</b>	800 events at 1 s record length and 1000 Hz

Environmental parameters Operating Temperature  $-20^{\circ}\text{C}$  to  $+60^{\circ}\text{C}$

## **6. Allegato A (norme di riferimento)**

### **6.1. Norma italiana - UNI 9916**

Le vibrazioni possono essere causa, oltre che di disturbo per gli occupanti gli edifici, di riduzione della loro efficienza operativa e di malfunzionamento o danneggiamenti delle apparecchiature utilizzate, anche di pericoli per la stessa integrità strutturale o architettonica degli edifici nonché per la sicurezza degli occupanti,

Un altro problema particolarmente sentito riguarda la preservazione dei monumenti storici, conseguentemente la misura delle vibrazioni negli edifici è divenuta un problema di rilevante importanza, Essa può essere finalizzata a diversi obiettivi:

- riconoscimento del problema;
- verifiche o controlli;
- diagnostica;
- previsione,

Questi differenti obiettivi richiedono diversi metodi di approccio sia per quanto riguarda la misura delle vibrazioni e sia per il trattamento e la valutazione dei dati rilevati,

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,

Sono presi in considerazione solo gli effetti delle vibrazioni sugli edifici, Altri effetti delle vibrazioni, quali il movimento di oggetti non fissati all'interno degli edifici, la possibilità di danni ad apparecchiature e gli effetti delle vibrazioni sugli occupanti non sono trattati nella norma,

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,

Con riferimento ai criteri espressi dalla UNI 9916 si riportano di seguito le indicazioni essenziali delle DIN 4150, BS7385 e BS 5228,

#### **• Vibrazioni di breve durata**

I valori di riferimento relativi alle vibrazioni di breve durata (cioè tali da escludere problemi di fatica e amplificazioni dovute a risonanza nella struttura interessata) sono riportati nel prospetto D,1, per quanto riguarda sia le componenti orizzontali della velocità ai piani superiori, con particolare riferimento al piano più elevato,



Per la componente verticale dei singoli solai, la norma indica come valore di riferimento per la “peak component particle velocity”  $p,c,p,v$ , 20 mm/s limitamente alle prime due classi di edifici, Tale valore è indipendente dal contenuto in frequenza della registrazione e può essere inferiore per la terza classe di edifici,

**Prospetto D,1** - Valori di riferimento per le velocità di vibrazione ( $p,c,p,v$ ) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni di breve durata sulle costruzioni [DIN 4150-3]

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v in mm/s			
		Fondazioni			Piano alto
		Da 1 Hz fino a 10 Hz	Da 10 Hz fino a 50 Hz	Da 50 Hz fino a 100 Hz <sup>*)</sup>	Per tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	20	Varia linearmente da 20 ( $f=10$ Hz) fino a 40 ( $f=50$ Hz)	Varia linearmente da 40 ( $f=50$ Hz) fino a 50 ( $f=100$ Hz)	40
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5	Varia linearmente da 5 ( $f=10$ Hz) fino a 15 ( $f=50$ Hz)	Varia linearmente da 15 ( $f=50$ Hz) fino a 20 ( $f=100$ Hz)	15
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	3	Varia linearmente da 3 ( $f=10$ Hz) fino a 8 ( $f=50$ Hz)	Varia linearmente da 8 ( $f=50$ Hz) fino a 10 ( $f=100$ Hz)	8
*) Per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100 Hz.					

- **Vibrazioni permanenti**

In presenza di vibrazioni continue che possono indurre fenomeni di fatica o amplificazioni dovute a risonanza nella struttura interessata, i valori di riferimento per le componenti orizzontali del moto sono indicati nel prospetto D,2 e sono indipendenti dal contenuto in frequenza del segnale,

**Prospetto D,2** - Valori di riferimento per le componenti orizzontali della velocità di vibrazione ( $p,c,p,v$ ) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni durature sulle costruzioni [DIN 4150-3]

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in mm/s (per tutte le frequenze)
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	10
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	2,5

Questi valori di riferimento sono utilizzabili per tutti i piani e per le fondazioni; in generale risulterà significativa la misurazione al piano alto, ma non sono da escludere controlli ai piani intermedi o in fondazione qualora vi sia la possibilità di risonanza,

Per la componente verticale dei singoli solai, la norma indica come valore di riferimento per la “peak component particle velocity”  $p,c,p,v$ , 10mm/s limitamene alle prime due classi di edifici.

- **Vibrazioni trasmesse dal terreno**

La norma tratta solo il caso di vibrazioni trasmesse dal terreno: vibrazioni generate da sorgenti poste all'interno dell'edificio non sono contemplate, non sono ambito della norma le vibrazioni dovute a terremoto, sovrappressione di aria o vento.

I valori di riferimento forniti dalla norma, relativi a misurazioni in fondazione e riportati nel prospetto D.3 sono applicabili solo ad edifici bassi (fino a 3 piani) e riguardano vibrazioni transitorie che non danno luogo a risonanza nella struttura, In caso di risonanza tali valori devono essere ridotti del 50%,

**Prospetto D.3** - Valori di riferimento della velocità di vibrazione (*p,c,p,v*,) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni transitorie sulle costruzioni [BS 7385 parte 2]

Classe	Tipo di edificio	"Peak component particle velocity" nell'intervallo di frequenza dell'impulso predominante		
		Da 4 Hz a 15 Hz	Da 15 Hz a 40 Hz	Da 40 Hz a 250 Hz
1	Strutture a telaio o rinforzate. Edifici industriali e commerciali	50 mm/s		
2	Strutture non rinforzate. Edifici residenziali o piccoli edifici commerciali	Varia linearmente da 15 mm/s ( $f=4$ Hz) fino a 20 mm/s ( $f=15$ Hz)	Varia linearmente da 20 mm/s ( $f=15$ Hz) fino a 50 mm/s ( $f=40$ Hz)	50 mm/s
Nota 1 I valori indicati sono alla base dell'edificio.				
Nota 2 Per la classe 2, a frequenze minori di 4 Hz, non si deve superare uno spostamento massimo di 0,6 mm (da zero al picco).				

- **Vibrazioni trasmesse nel caso di battitura di pali**

La norma riguarda il controllo delle vibrazioni nel caso di battitura di pali, La grandezza riferimento non è la “peak component particle velocity” bensì la “peak particle velocity” *p.p.v.*, cioè il picco nel tempo del modulo del vettore velocità.

Nel prospetto D.4 sono indicati i valori di riferimento, al di sotto dei quali è ragionevole presumere che non si verifichi danno architettonico o “cosmetic” (cioè non strutturale), Essi sono applicabili ai tipi di edifici ivi descritti nel caso di vibrazione transitoria; se la vibrazione è continua i valori indicati devono essere ridotti del 50%.

**Prospetto D.4** - Valori di riferimento della velocità di vibrazione (*p,p,v.*) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni transitorie sulle costruzioni nel caso di battitura di pali [BS 5228 parte 4]

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.p.v. in mm/s		
		Fondazioni		
		Da 1 Hz fino a 10 Hz <sup>*)</sup>	Da 10 Hz fino a 50 Hz	Da 50 Hz fino a 100 Hz <sup>*)</sup>
A	Edifici residenziali costruiti a regola d'arte ed in buono stato di conservazione	5	10	20
B	Edifici costruiti per uso industriale e commerciale con struttura relativamente snella	10	20	40
C	Edifici massicci e rigidi costruiti per uso industriale e commerciale	15	30	60
*) Indicazioni fornite per estrapolazione. I dati relativi all'installazione dei pali indicano che le frequenze di vibrazione prevalenti sono contenute nell'intervallo da 10 Hz a 50 Hz.				