

## NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

### Adeguamento del sistema

A7 – A10 – A12

### PROGETTO DEFINITIVO Progetto di Cantierizzazione

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

### SCHEDE DI RILIEVO VIBRAZIONI (indagini pregresse – 2004)

<b>IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA</b> Ing. Ferruccio Bucalo Ord. Ingg. Genova N. 4940 <b>RESPONSABILE UFFICIO MAM</b>	<b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b> Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 <b>RESPONSABILE AREA DI PROGETTO GENOVA</b>	<b>IL DIRETTORE TECNICO</b> Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 <b>RESPONSABILE FUNZIONE STP</b>
---	---	--

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO										DATA: FEBBRAIO 2011	REVISIONE													
	DIRETTORIO		FILE									n.	data												
	codice commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo																					
	1	1	0	7	1	2	0	4	M	A	M	C	A	M	B	X	V	I	B	0	0	2	SCALA: –		

 <b>ingegneria europea</b>	<b>COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO</b> Ing. Ilaria Lavander	ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI : Dott. Francesco Cipolli
		IL RESPONSABILE ATTIVITA' SPECIALISTICA: Ing. Sara Frisiani
CONSULENZA A CURA DI :	COORDINAMENTO SCIENTIFICO Ing. Mauro Di Prete	

<b>VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA</b> DIREZIONE OPERATIVA PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASPI Ing. Alberto Selleri	<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b>  Ing. Giorgio Fabriani	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b> 
---	--	--



## **INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>LE INDAGINI SPERIMENTALI</b>	<b>5</b>
3.1	OBBIETTIVI DELLE INDAGINI	5
3.2	DATA E LUOGO DI ESECUZIONE DEI RILIEVI	5
3.3	SORGENTI VIBRATORIE	6
3.4	POSIZIONAMENTO DEI TRASDUTTORI	6
3.5	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	7
3.6	MODALITÀ DI ACQUISIZIONE E DI ELABORAZIONE DEI DATI	9
3.7	RISULTATI DELLE MISURE	9
<b>4</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>SCHEDE DI INQUADRAMENTO DEI PUNTI DI MISURA E RISULTATI DELLE MISURE</b>	<b>13</b>

## 1 INTRODUZIONE

La presente sezione riferisce sui rilievi sperimentali eseguiti al fine di valutare l'impatto da vibrazioni indotte dal transito autoveicolare circolante su tratti autostradali in viadotto.

Al tal fine sono state eseguite due campagne di misura alla base di due viadotti delle autostrade A7 e A10.

I rilievi sono stati eseguiti al fine di valutare i possibili effetti delle vibrazioni indotte dal traffico autostradale in termini di "annoyance" sulla popolazione e in termini di danno strutturale.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Allo stato attuale non esistono atti legislativi che regolino la materia dell'inquinamento derivante da moti vibratorii.

Tuttavia, in sede nazionale ed internazionale esistono delle normative alle quali fare riferimento per quanto riguarda:

- i parametri fisici idonei a valutare la sismicità presente all'interno di un edificio;
- i valori limite oltre i quali è possibile il verificarsi di un effetto non voluto.
- le tecniche di misura;

In generale vengono considerati due effetti distinti: l'uno riguardante il disturbo delle vibrazioni sull'uomo, l'altro relativo al possibile danno che le vibrazioni possono arrecare alle strutture.

La valutazione delle vibrazioni presenti all'interno degli edifici in relazione al loro effetto sull'uomo è regolamentata da normative quali la UNI 9614 [1], la UNI 11048 [3] e la ISO 2631-2 [7]. Tali normative indicano nel valore (o nel relativo Livello) dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza il parametro a cui fare riferimento per una valutazione della vibrazione in termini di disturbo alle persone. In particolare per vibrazioni di livello costante o non costante si fa riferimento al valore equivalente dell'accelerazione ponderata in frequenza. Per vibrazioni impulsive invece si deve fare riferimento al valore di picco dell'accelerazione ponderata in frequenza. La norma UNI 9614 riporta i valori limite a cui fare riferimento per la valutazione delle vibrazioni.

La valutazione delle vibrazioni in relazione al danno strutturale può essere fatta basandosi su apposite normative quali la UNI 9916 [2] e la DIN 4150-3 [4]. Tali normative indicano nella velocità di picco delle particelle (ppv) il parametro da utilizzare ai fini di una caratterizzazione della sismicità in termini di danno strutturale. La norma DIN 4150-3 indica dei valori limite a cui fare riferimento sia per vibrazioni transienti che continue.

## 3 LE INDAGINI SPERIMENTALI

### 3.1 Obiettivi delle indagini

Scopo delle indagini sperimentali e quello di acquisire dati in merito alle vibrazioni che sono indotte dal traffico autostradale in viadotto. La valutazione delle vibrazioni misurata è stata fatta in relazione ai potenziali effetti di:

- disturbo alle persone che soggiornano negli edifici
- danno strutturale agli edifici stessi.

Per procedere simultaneamente alle due valutazioni è stata utilizzata una tecnica di misura che permette di acquisire dati sia in termini di accelerazioni (dati necessari a fini della valutazione del disturbo) sia in termini di velocità (dati necessari a fini della valutazione del danno strutturale) utilizzando una sola tipologia di trasduttore.

### 3.2 Data e luogo di esecuzione dei rilievi

I rilievi atti a valutare le vibrazioni indotte dai transiti autoveicolari sono stati eseguiti in due siti denominati VIB001 e VIB002 situati nel comune di Genova.

Il sito VIB001 è situato il località Branega al piede dell'omonimo viadotto. Nel sito i rilievi sono stati eseguiti il giorno 18/11/2004 dalle ore 10:08 alle ore 10:38.

Il sito VIB002 è situato il località Bolzaneto al piede dell'omonimo viadotto. Nel sito i rilievi sono stati eseguiti il giorno 18/11/2004 dalle ore 13:02 alle ore 13:32.

La seguente tabella riassume i luoghi e le date in cui sono state eseguite le attività sperimentali.

Cod. Punto	Località	Viadotto	Data
VIB001	Branega	Viadotto Branega (A10)	18/11/2004
VIB002	Bolzaneto	Viadotto Bolzaneto (A7)	18/11/2004

**Tabella 1 Aree oggetto di indagine sperimentale**

Informazioni più dettagliate sui luoghi di misura, gli stralci planimetrici indicanti la loro ubicazione e i relativi report fotografici sono riportate alla fine della presente relazione nelle "schede di inquadramento dei punti di misura".

### 3.3 Sorgenti vibratorie

Prima dell'esecuzione delle misure è stato eseguito un censimento delle sorgenti in essere nei siti di misura. Dall'analisi svolta è risultato il traffico autostradale come unica sorgente vibrante in essere.

Poiché i tratti di autostrada indagati risultano notevolmente trafficati, durante gli intervalli di misura sono transitati un notevole numero di mezzi leggeri e pesanti.

### 3.4 Posizionamento dei trasduttori

Al fine di acquisire dati utili per la valutazione della vibrazione in termini sia di disturbo alle persone che di danno strutturale è stata adottata una tecnica di misura mirata all'acquisizione dei valori assoluti delle accelerazioni delle vibrazioni (forma d'onda). Mediante questa tipologia di dato è possibile risalire ai dati in termini di velocità mediante integrazione numerica del segnale in accelerazione.

Dunque il parametro che è stato misurato al fine di descrivere la vibrazione è l'accelerazione del moto. Tale parametro è stato acquisito mediante trasduttori accelerometrici monoassiali di tipo piezoelettrico. Al fine di ottenere una descrizione completa del moto l'accelerazione è stata misurata lungo tre assi mutuamente ortogonali mediante una terna di accelerometri.

Le tre direzioni di misura sono state individuate e nominate secondo la seguente Tabella 2:

Direzione verticale	<b>Asse Z</b>
Direzione parallela al viadotto	<b>Asse X</b>
Direzione trasversale al viadotto	<b>Asse Y</b>

**Tabella 2 Direzioni di misura**

Per ogni sito sono state installate tre terne accelerometriche. La prima di queste (indicato con T1) è stata posizionata sulla pila del viadotto. La seconda e la terza (denominate T2 e T3) sono state posizionate nel terreno a distanze crescenti dal viadotto. In particolare la terna T2 è stata posizionata ad una distanza di 5 m dalla pila mentre la terna T3 è stata posizionata a 15 m nel sito VIB001 e a 20 m nel sito VIB002.

Gli accelerometri sono stati fissati, mediante attacco magnetico, su tre lati mutuamente ortogonali di un elemento cubico pesante appoggiato sul terreno. Per quanto attiene alle terne T1, installate sulla pila, gli accelerometri sono stati fissati, mediante attacco magnetico, su tre lati mutuamente ortogonali di un elemento cubico reso solidale alla pila mediante una resina epossidica.

Nelle schede di inquadramento dei punti di misura riportati alla fine della presente relazione viene riportato lo schema di ubicazione dei trasduttori e la documentazione fotografica relativa al posizionamento dei punti di misura.

### 3.5 Strumentazione utilizzata

Il moto vibratorio viene quantificato misurando l'accelerazione del moto in tre direzioni mutuamente ortogonali. Come trasduttori sono stati impiegati accelerometri piezoelettrici monoassiali. In particolare per ogni punto di misura è stata utilizzata una terna di accelerometri (un accelerometro per asse di misura).

Come detto in ogni sito sono stati posizionati tre punti di misura (tre terne accelerometriche).

I nove accelerometri appartenenti alle tre terne di misura inviano simultaneamente i segnali acquisiti ad un sistema di acquisizione dati.

Un Personal computer portatile permette il settaggio dei parametri di acquisizione e la visualizzazione real time dei dati acquisiti.

In relazione a quanto detto, la catena di misura completa è la seguente:

- N°9 accelerometri monoassiali piezoelettrici ICP (una terne);
- N°9 alimentatori/condizionatori di segnale per accelerometri ICP
- Un sistema di acquisizione dati;
- Un PC portatile;

Nelle seguenti tabelle si riporta la strumentazione utilizzata e le sue caratteristiche.

Strumento	Marca	Modello	S/N		
Accelerometri Piezoelettrici ICP	PCB Piezotronics	393A03	13022 13032 9985	13024 13033 9987	13031 9986 9988
Condizionatori di segnale	PCB Piezotronics	480C02			
Sistema di acquisizione:	IMC	SPARTAN_L	090064		
PC portatile	Acer	212TVX	-		

**Tabella 3. Strumenti utilizzati nella campagna di misura**

Grandezza	
Sensibilità	1 V/g
Range di frequenza	0.3 – 4000 Hz
Range di misura	± 5 g
Risoluzione	0.000005 g rms
Linearità	± 1 %
Sensibilità trasversale	<5 %

**Tabella 4 Caratteristiche tecniche degli accelerometri PCB 393A03**

Grandezza	
Guadagno	Unitario
Range di frequenza	0.05 – 500000 Hz
Range di misura	$\pm 5$ g
Noise	360 nV rms

**Tabella 5 Caratteristiche tecniche dei condizionatori PCB 480CO2**

Lo SPARTAN – L è un sistema di acquisizione dotato di 16 canali analogici d'ingresso differenziali isolati. Altre caratteristiche vengono di seguito riportate:

- Risoluzione di conversione 15 + segno con range d'ingresso: +/- 100 mV, +/- 500 mV, +/- 2 V, +/- 5V
- Sensori Pt100 e termocoppie tipo R,S,B,J,T,E,K,L,N possono essere collegati direttamente agli ingressi, le funzioni di linearizzazione real-time e di compensazione del giunto freddo sono incorporate ed eseguite da DSP.
- Il collegamento da ingressi ed uscite avviene tramite appositi connettori disponibili per segnali in tensione, segnali in corrente, sonde di temperatura (Pt 100 /termocoppie che assicurano una interconnettibilità di tipo universale.
- 2 base dei tempi indipendenti
- Possibilità di diversificare la velocità di memorizzazione dei dati in modo in modo indipendente per ogni singolo canale
- 20 kHz di campionamento complessivo
- Correzione automatica per il tempo di multiplexaggio
- Media on-line dei dati acquisiti
- Linearizzazione dei parametri acquisiti
- Funzioni estensive di trigger e monitoraggio allarmi
- Collegamento a PC tramite Ethernet (Netbeui)
- Alimentazione: 9...36 VDC con protezione dati e setup contro le interruzioni di alimentazione
- Hard Disk Controller incorporato per moduli PCMCIA completo di modulo con capacità 80 MB

Prima di iniziare i rilievi la catena di misura stata verificata misurando un moto vibratorio con accelerazione e frequenza nota.

Per detta operazione è stato utilizzato il seguente calibratore:

IMI mod. 699A02	
Ref. Level	1 g rms
Ref. Frequency	159.2 Hz

Per la calibrazione degli accelerometri sono state seguite le procedure standard nonché le indicazioni riportate all'interno della norma ISO 5347 "Metodi per la calibrazione dei rilevatori di calibrazione ed urti"; applicando solidalmente l'accelerometro al calibratore ed azionando quest'ultimo, è stato rilevato il livello di accelerazione raggiunto alla frequenza di 159.2 Hz. Eventuali disallineamenti rispetto al valore di riferimento sono stati corretti in fase di post-elaborazione del segnale.

### 3.6 Modalità di acquisizione e di elaborazione dei dati

Come più volte accennato, la grandezza misurata durante i rilievi è stata l'accelerazione delle particelle. In tutti i casi le misure sono state eseguite in continuo campionando le accelerazioni ad una frequenza di 500 Hz. Tale frequenza di campionamento permette la corretta acquisizione di segnali in un range di frequenza tra 0 e 250 Hz che appare più che idoneo in relazione ai contenuti armonici relativi ai transiti degli autoveicoli e a quanto richiesto dalle normative di settore.

I dati ricavati durante la campagna d'indagine sono stati elaborati con il software dedicato all'analisi dei segnali Famos 3.2.

Le operazioni eseguite sui dati grezzi vengono di seguito succintamente elencate:

- Realizzazione di un filtro passa alto con frequenza di taglio a 0.5 Hz al fine di eliminare ogni fenomeno di continua o deriva del segnale che indurrebbe errori nelle successive fasi di elaborazione;
- Ponderazione in frequenza (filtro per assi combinati UNI 9614) del segnale in accelerazione
- Determinazione dell'andamento temporale del livello di accelerazione ponderato in frequenza utilizzando la costante di tempo slow;
- Determinazione del livello equivalente, intergrato sul tempo di misura, dell'accelerazione ponderata in frequenza
- Integrazione numerica del segnale in accelerazione al fine di determinare le velocità di vibrazione

### 3.7 Risultati delle misure

Al termine della presente relazione vengono riportati gli andamenti temporali dei livelli dell'accelerazione ponderata in frequenza mediante il filtro per assi combinati riportato nella UNI 9614.

Tali time histories sono distinte per sito, punto e asse di misura.

In questi andamenti temporali si evidenziano dei valori di picco dovuti principalmente al transito degli autoveicoli sulle carreggiate autostradali.

Si denota inoltre che la variazione dei livelli di sismicità nel tempo supera i 5 dB per cui la vibrazione indotta dal transito autostradale può essere considerata di livello non costante secondo la definizione data dalla norma UNI 9614.

Stante ciò la valutazione della vibrazione in termini di disturbo alle persone deve essere fatta prendendo a riferimento il livello equivalente dell'accelerazione ponderata in frequenza.

Nella seguente tabella vengono riportati i livelli equivalenti dell'accelerazione ponderata in frequenza relativamente all'intera misura. Tali valori sono suddivisi oltre che per sito, anche per punto e asse di misura.

Edificio	Postazione	Asse	Lw_eq (dB)
VIB001	Pila (T1)	X	63.0
		Y	58.5
		Z	59.5
	Terreno 5 m (T2)	X	58.0
		Y	57.5
		Z	53.5
	Terreno 15 m (T3)	X	54.0
		Y	52.5
		Z	53.0
VIB002	Pila (T1)	X	72.0
		Y	68.0
		Z	67.5
	Terreno 5 m (T2)	X	59.5
		Y	58.5
		Z	66.5
	Terreno 20 m (T3)	X	57.5
		Y	58.0
		Z	61.5

**Tabella 6 Livelli equivalenti relativi all'intera misure**

Dall'analisi dei livelli equivalenti si nota come la sismicità indotta dai transiti autostradali alla base dei viadotti si è estremamente ridotta. Infatti i livelli equivalenti risultano ovunque al di sotto del valore limite notturno per gli edifici residenziali fissato dalla norma UNI 9614 pari a 74 dB. Si denota inoltre che, se si escludono i valori sulla pila, i livelli equivalenti sono al di sotto anche dei valori limite validi per edifici critici (71 dB).

Per quanto attiene alla valutazione del danno strutturale, nella seguente tabella vengono riportati i valori delle velocità di picco riscontrati durante le misure.

Come si può notare le velocità di picco misurate sono estremamente ridotte e risultano ovunque inferiori ai 3 mm/s indicati dalla norma DIN 4150-3 come valori limite relativamente al danno strutturale "di pelle" di strutture sensibili.

Edificio	Postazione	Asse	Velocità ppv (mm/s)
VIB001	Pila (T1)	X	2.2
		Y	1.5
		Z	1.3
	Terreno 5 m (T2)	X	0.5
		Y	0.4
		Z	0.5
	Terreno 15 m (T3)	X	0.3
		Y	0.2
		Z	0.4
VIB002	Pila (T1)	X	1.5
		Y	1.0
		Z	1.0
	Terreno 5 m (T2)	X	0.32
		Y	0.34
		Z	0.8
	Terreno 20 m (T3)	X	0.24
		Y	0.3
		Z	0.4

**Tabella 7 Velocità di picco indotte da transiti autoveicolari**

## 4 RIFERIMENTI NORMATIVI

- [1] UNI 9614 - Marzo 1990  
«Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo»;
- [2] UNI 9916 –Novembre 1991  
«Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici»;
- [3] UNI 11048 - Marzo 2003.  
«Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo»;
- [4] DIN 4150-3- Febbraio 1999  
«Structural vibration in buildings. Effects on structures»;
- [5] ISO 2631-1 - 1997  
«Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole body vibration»; general requirements.
- [6] ISO 2631-2 - 1989  
« Evaluation of human exposure to whole body vibration»; Continuous and shock induced vibration in buildings;
- [7] ISO 2631-2 - 2003  
«Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole body vibration»; vibration in buildings;

## **5 SCHEDE DI INQUADRAMENTO DEI PUNTI DI MISURA E OUTPUT DELLE MISURE**

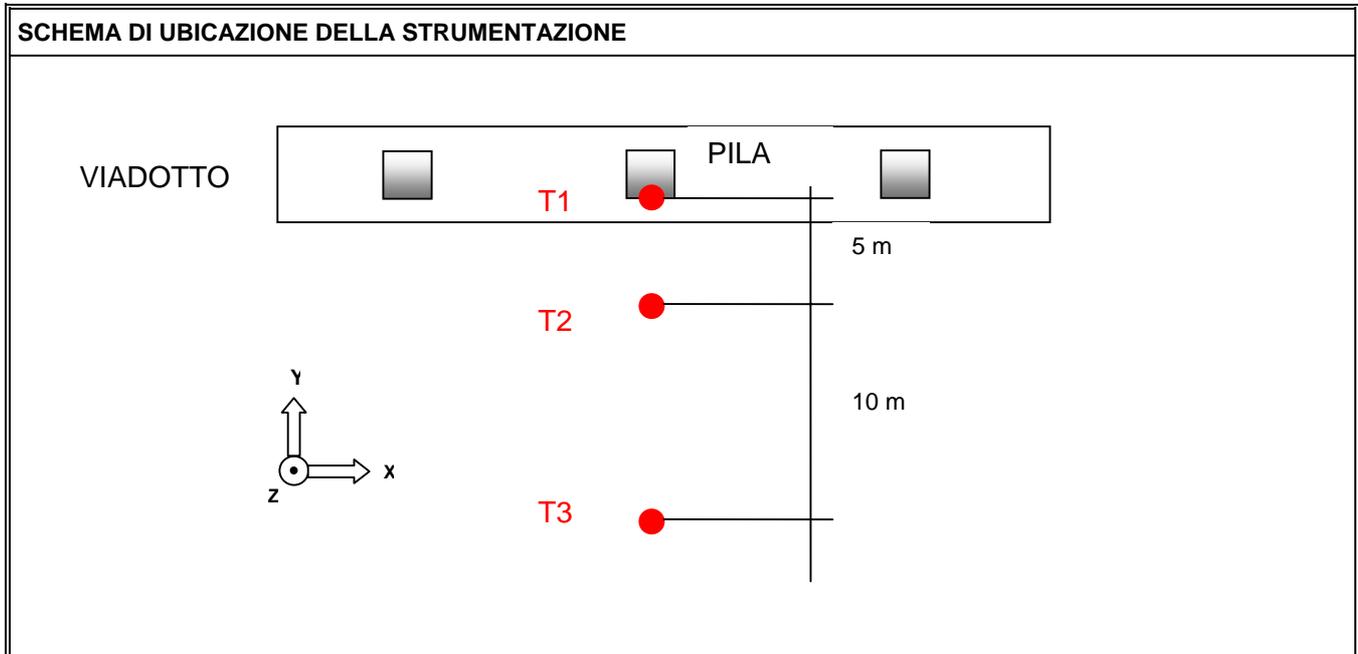
	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>per il nodo stradale e autostradale di Genova</b> <b>“Misure di sismicità indotta dal traffico veicolare</b> <b>in tratti in viadotto”</b>	<b>Codice punto:</b>  <b>VIB-001</b>
<b>Elaborazione:</b> 	Schede di inquadramento dei punti di misura e Risultati dei rilevati	<b>Pagina 14 di 14</b>

<b>LOCALIZZAZIONE DEL PUNTO DI MISURA</b>	
<b>Provincia:</b> Genova	<b>Comune:</b> Genova
<b>Località:</b> Branega	<b>Indirizzo:</b> Viadotto Branega



 	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>per il nodo stradale e autostradale di Genova</b> <b>“Misure di sismicità indotta dal traffico veicolare</b> <b>in tratti in viadotto”</b>	<b>Codice punto:</b>  <b>VIB-001</b>
	Elaborazione: 	Schede di inquadramento dei punti di misura e Risultati dei rilevati

<b>PERIODO DI MISURA:</b>			
Inizio: 18/11/04	Ore: 10:08	Fine: 18/11/04	Ore: 10:38



<b>STRUMENTAZIONE UTILIZZATA</b>
<b>Sistema di acquisizione:</b> IMC Mod. Spartan_L S/n 090064
<b>Trasduttori:</b> Accelerometri PCB mod. 393AO3 S/n 13022, 13024, 13031, 13032, 13033, 9986, 9985, 9987, 9988
<b>Condizionatori di segnale:</b> PCB mod. 480CO2

<b>POSIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE:</b>			
	<b>Asse</b>	<b>Orientazione rispetto all' autostrada</b>	<b>S/N Accelerometro</b>
<b>T1 - Pila del viadotto</b>	X	Parallelo	13022
	Y	Ortogonale	13024
	Z	Verticale	13031
<b>T2 - Terreno a 5 m dalla pila</b>	X	Parallelo	9985
	Y	Ortogonale	9987
	Z	Verticale	9988
<b>T3 - Terreno a 15 m dalla pila</b>	X	Parallelo	13032
	Y	Ortogonale	13033
	Z	Verticale	9986

<b>SORGENTI DI VIBRAZIONE</b>			
Attività di cantiere:	<input type="checkbox"/>		
Impianti industriali:	<input type="checkbox"/>		
Traffico veicolare:	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Autostrade (Viadotto)</i> <input type="checkbox"/> <i>Strade Provinciali</i> <input type="checkbox"/> <i>Strade locali</i>	<input type="checkbox"/> <i>Tangenziali</i> <input type="checkbox"/> <i>Viabilità principale urbana</i> <input type="checkbox"/> <i>Strade interpoderali</i>	<input type="checkbox"/> <i>Strade Statali</i> <input type="checkbox"/> <i>Viabilità secondaria urbana</i> <input type="checkbox"/> <i>Altre:</i>
Traffico ferroviario:	<input type="checkbox"/> <i>Linea AV</i>	<input type="checkbox"/> <i>Linee nazionali</i>	<input type="checkbox"/> <i>Linee regionali</i>
Altre sorgenti:	<input type="checkbox"/>		

<p><b>autostrade</b> // per l'italia</p> <p><b>spea</b> <small>autostrade</small>    ingegneria europea</p>	<p align="center"><b>Studio di Impatto Ambientale</b>  <b>per il nodo stradale e autostradale di Genova</b>  <b>“Misure di sismicità indotta dal traffico veicolare</b>  <b>in tratti in viadotto”</b></p>	<p><b>Codice punto:</b></p> <p align="center"><b>VIB-001</b></p>
<p>Elaborazione: </p>	<p>Schede di inquadramento dei punti di misura e Risultati dei rilevati</p>	<p><b>Pagina 16 di 16</b></p>

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA POSTAZIONE DI MISURA T1**



**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA POSTAZIONE DI MISURA T2**

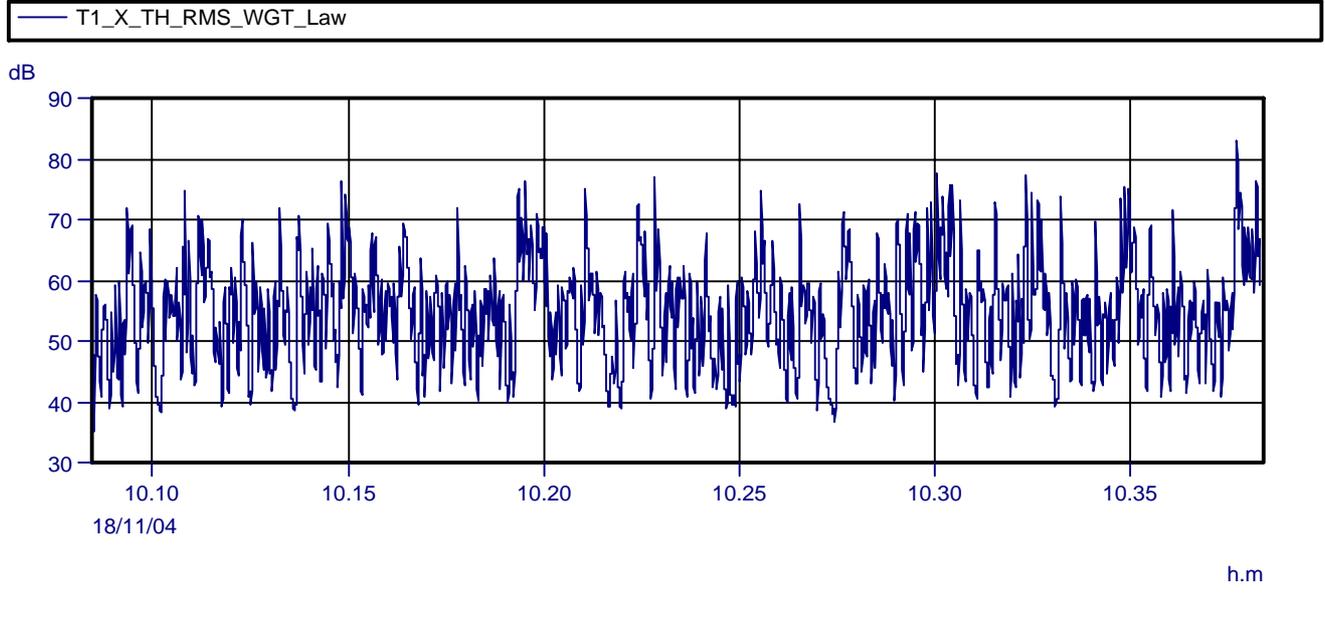


<p><b>autostrade</b> // per l'italia</p> <p><b>spea</b> <small>autostrade</small>    ingegneria europea</p>	<p><b>Studio di Impatto Ambientale</b>  <b>per il nodo stradale e autostradale di Genova</b>  <b>“Misure di sismicità indotta dal traffico veicolare  in tratti in viadotto”</b></p>	<p><b>Codice punto:</b>   <b>VIB-001</b></p>
<p>Elaborazione:  <small>S.r.l.</small></p>	<p>Schede di inquadramento dei punti di misura e Risultati dei rilevati</p>	<p><b>Pagina 17 di 17</b></p>

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA POSTAZIONE DI MISURA T3**



**TIME HISTORY DEI LIVELLI DELL'ACCELERAZIONE PONDERATA IN FREQUENZA**



**Lw\_eq = 63.0 dB**

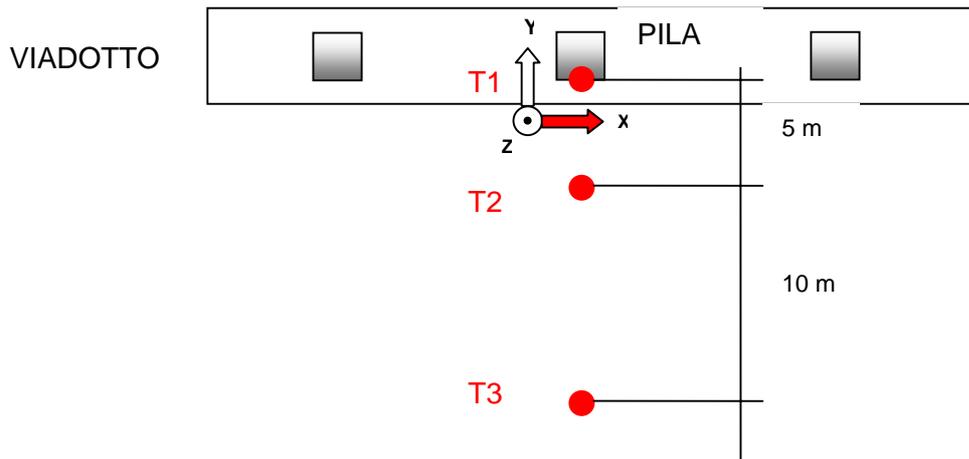
**Velocità (ppv) = 2.2 mm/s**

**UBICAZIONE E ORIENTAZIONE DELL'ACCELEROMETRO**

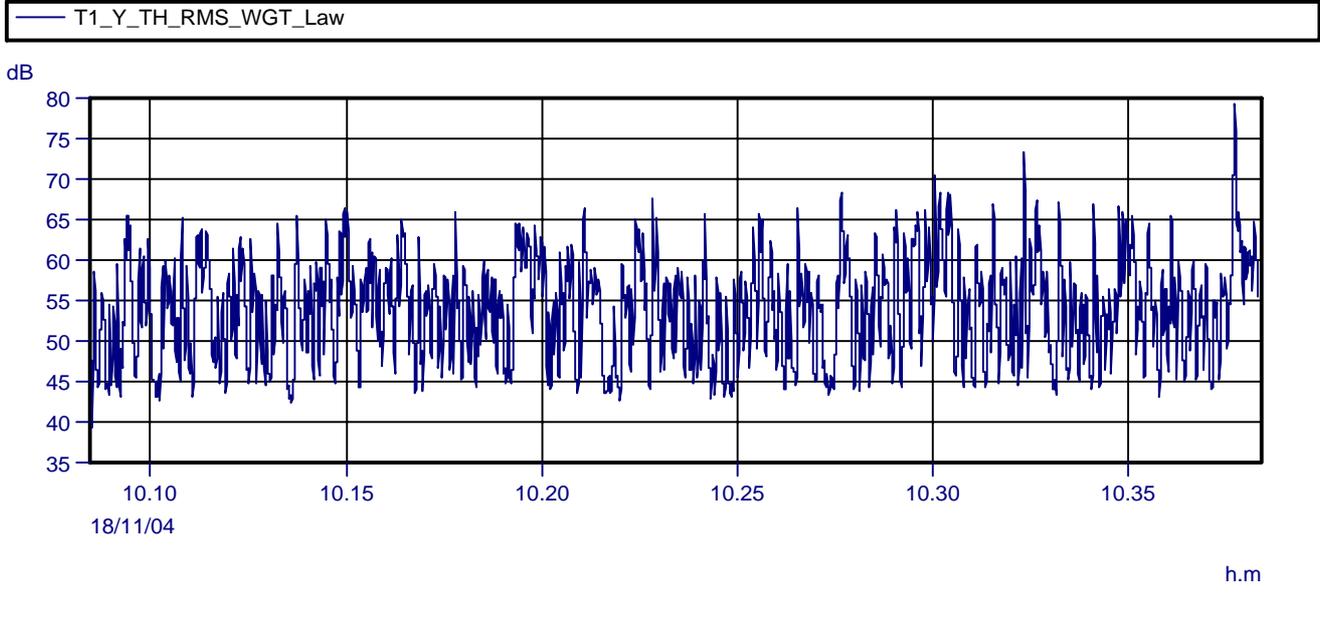
TERNA: T1

UBICAZIONE: PILA DEL VIADOTTO

ORIENTAZIONE: Asse X



**TIME HISTORY DEI LIVELLI DELL'ACCELERAZIONE PONDERATA IN FREQUENZA**



**Lw\_eq = 58.5 dB**

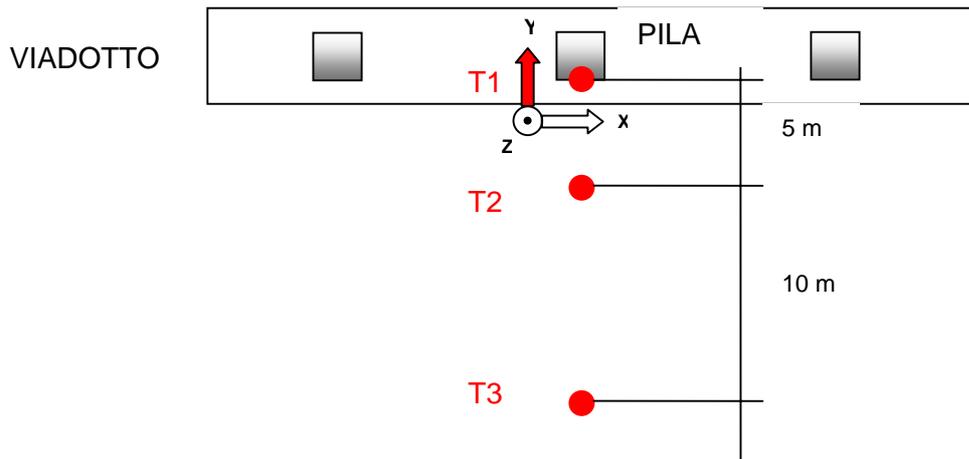
**Velocità (ppv) = 1.5 mm/s**

**UBICAZIONE E ORIENTAZIONE DELL'ACCELEROMETRO**

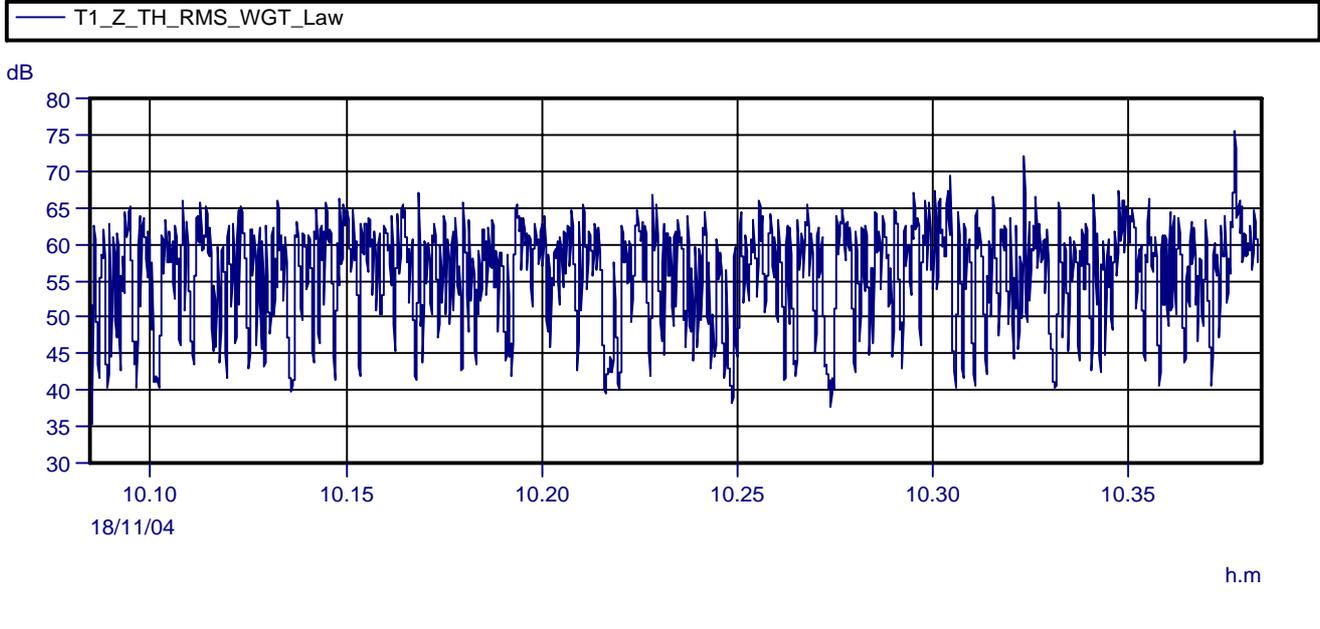
TERNA: T1

UBICAZIONE: PILA DEL VIADOTTO

ORIENTAZIONE: Asse Y



**TIME HISTORY DEI LIVELLI DELL'ACCELERAZIONE PONDERATA IN FREQUENZA**



**Lw\_eq = 59.5 dB**

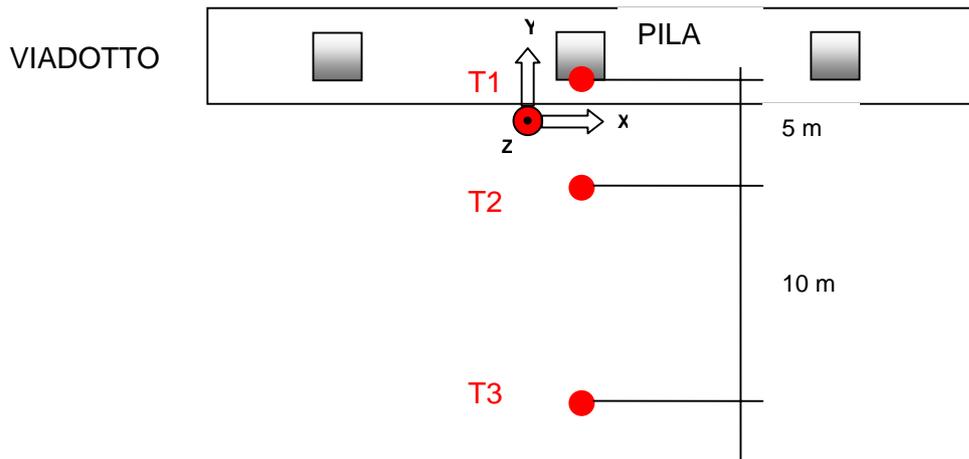
**Velocità (ppv) = 1.3 mm/s**

**UBICAZIONE E ORIENTAZIONE DELL'ACCELEROMETRO**

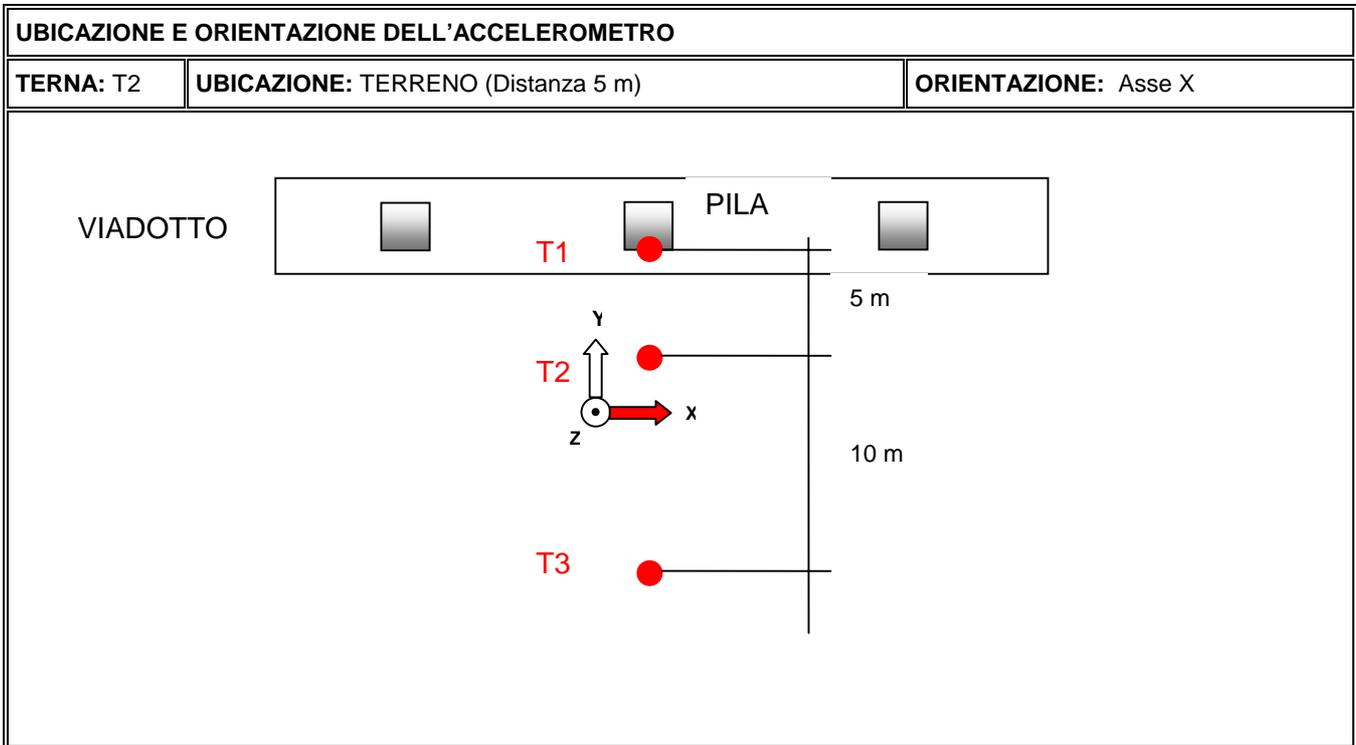
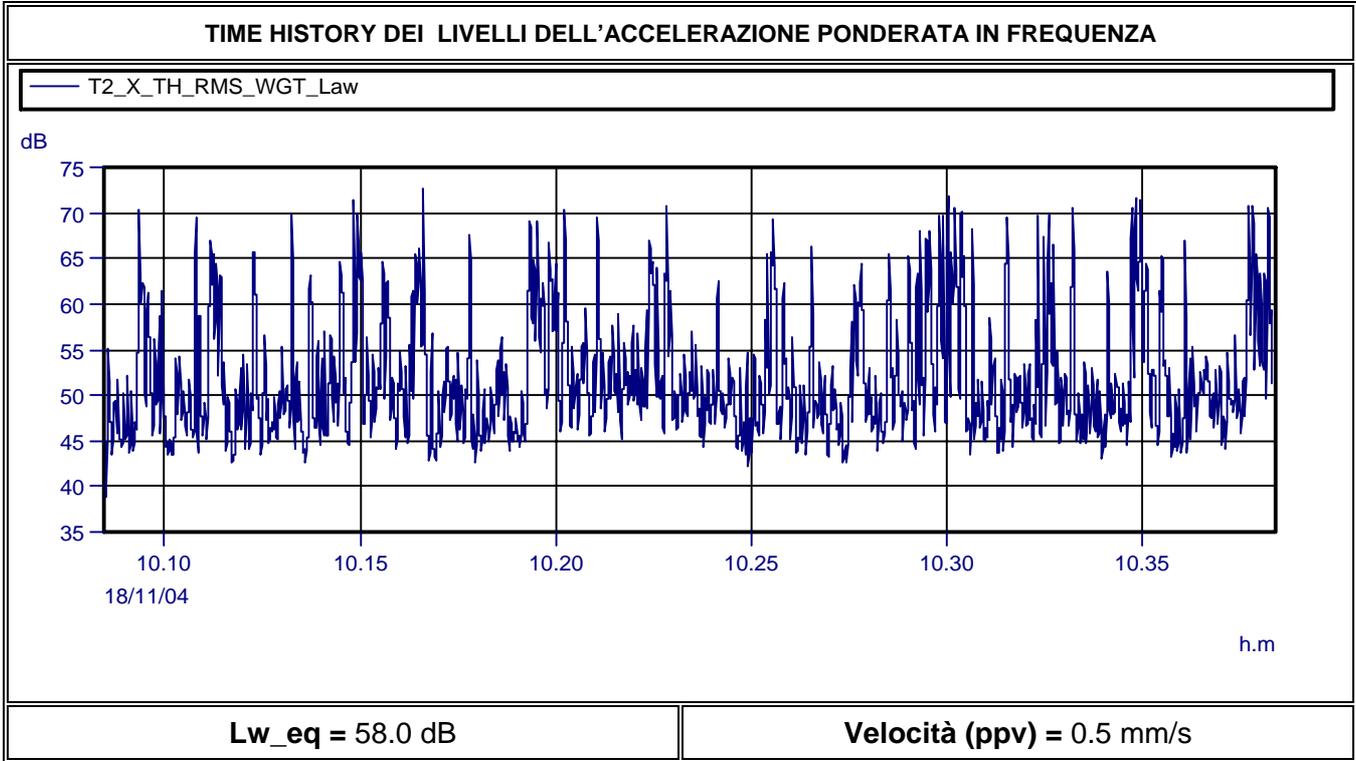
**TERNA: T1**

**UBICAZIONE: PILA DEL VIADOTTO**

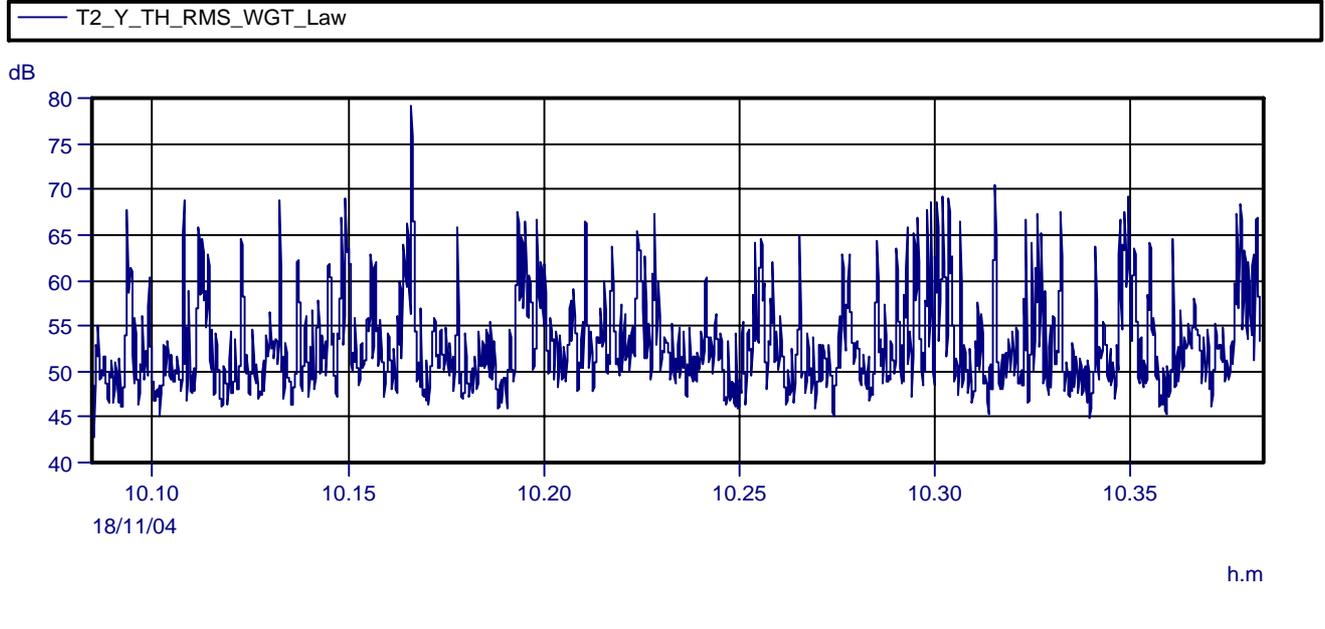
**ORIENTAZIONE: Asse Z**



	<p align="center"><b>Studio di Impatto Ambientale</b> per il nodo stradale e autostradale di Genova “Misure di sismicità indotta dal traffico veicolare in tratti in viadotto”</p>	<p>Codice punto:  <b>VIB-001</b></p>
<p>Elaborazione: </p>	<p>Schede di inquadramento dei punti di misura e Risultati dei rilevati</p>	<p><b>Pagina 21 di 21</b></p>



**TIME HISTORY DEI LIVELLI DELL'ACCELERAZIONE PONDERATA IN FREQUENZA**



**Lw\_eq = 57.5 dB**

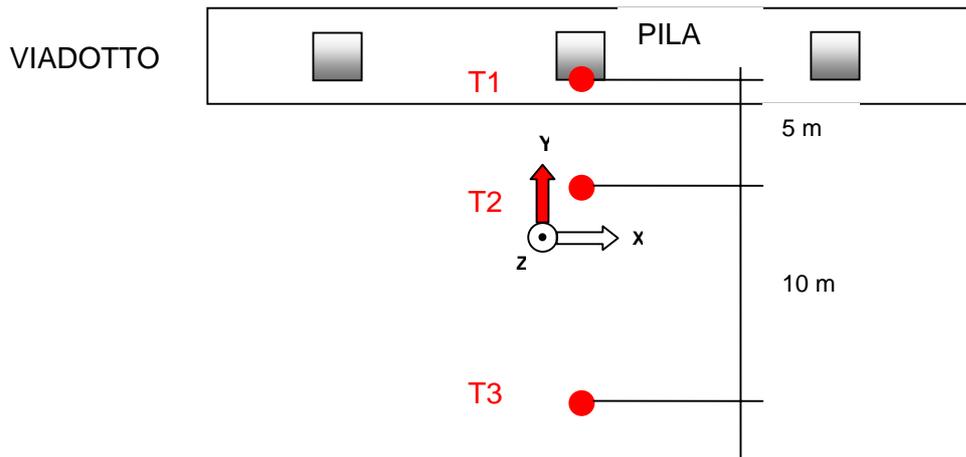
**Velocità (ppv) = 0.4 mm/s**

**UBICAZIONE E ORIENTAZIONE DELL'ACCELEROMETRO**

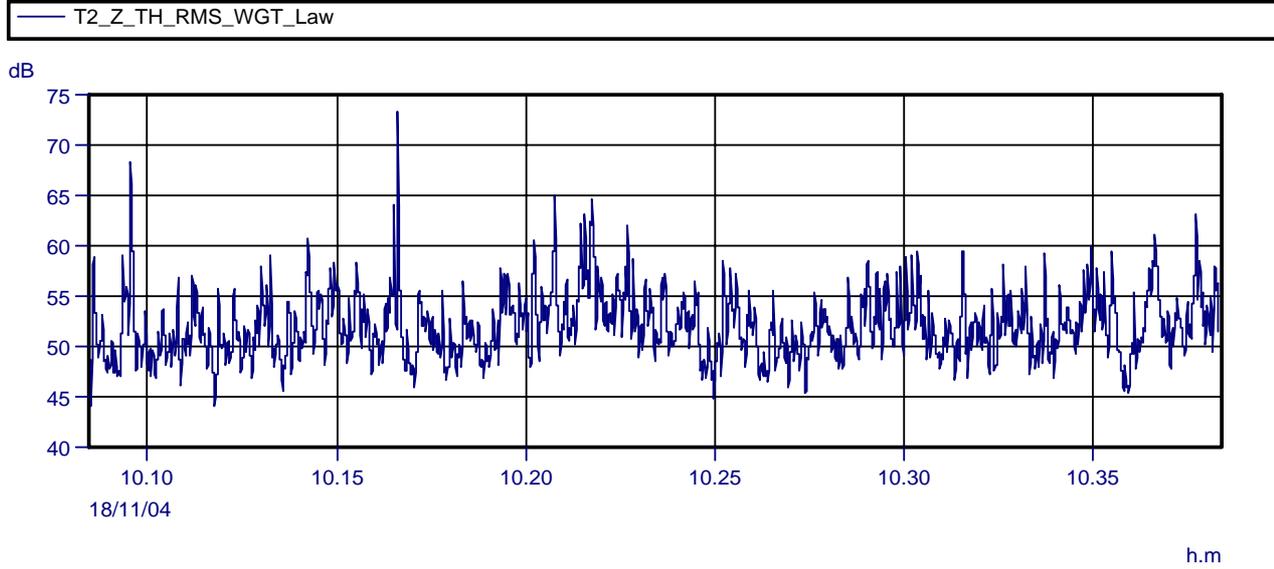
**TERNA:** T2

**UBICAZIONE:** TERRENO (Distanza 5 m)

**ORIENTAZIONE:** Asse Y



**TIME HISTORY DEI LIVELLI DELL'ACCELERAZIONE PONDERATA IN FREQUENZA**



**Lw\_eq = 53.5 dB**

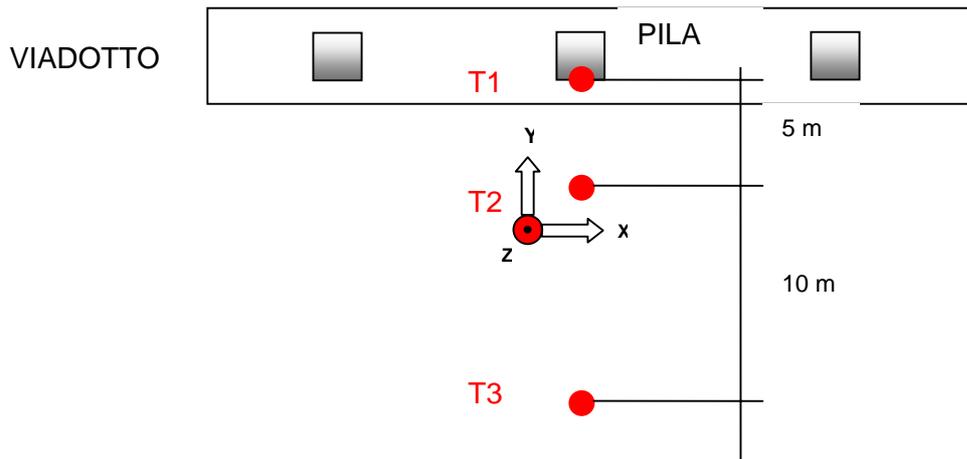
**Velocità (ppv) = 0.5 mm/s**

**UBICAZIONE E ORIENTAZIONE DELL'ACCELEROMETRO**

TERNA: T2

UBICAZIONE: TERRENO (Distanza 5 m)

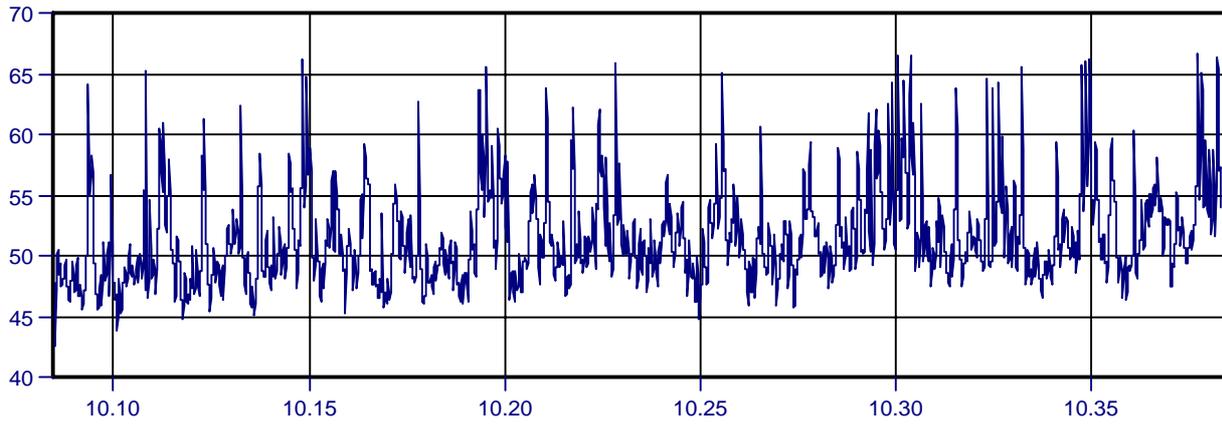
ORIENTAZIONE: Asse Z



**TIME HISTORY DEI LIVELLI DELL'ACCELERAZIONE PONDERATA IN FREQUENZA**

T3\_X\_TH\_RMS\_WGT\_Law

dB



18/11/04

h.m

**Lw\_eq = 54.0 dB**

**Velocità (ppv) = 0.3 mm/s**

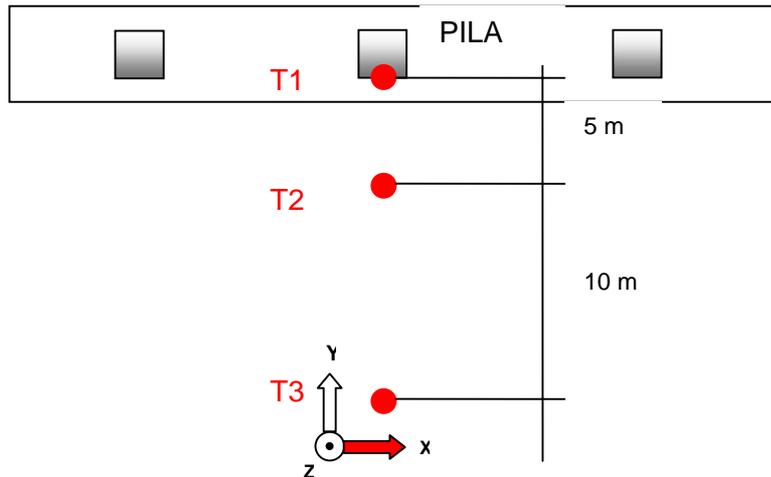
**UBICAZIONE E ORIENTAZIONE DELL'ACCELEROMETRO**

**TERNA:** T3

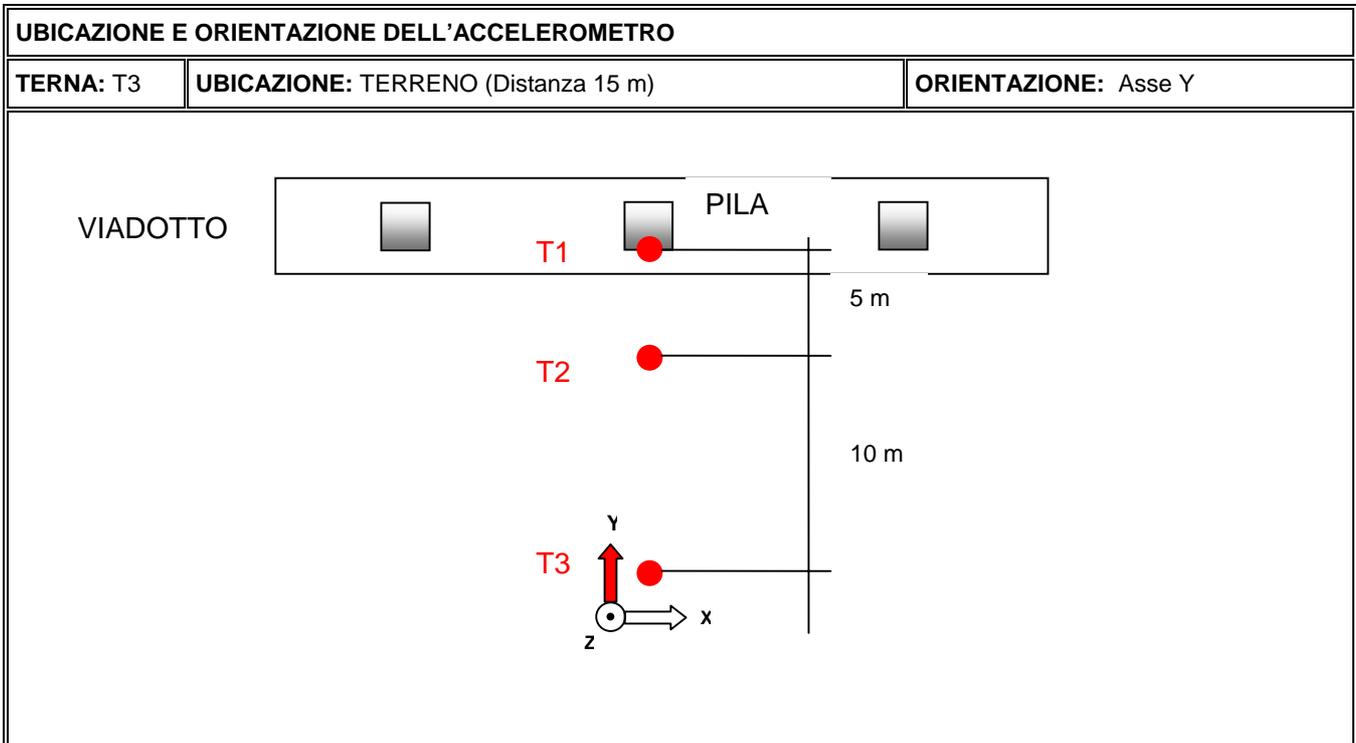
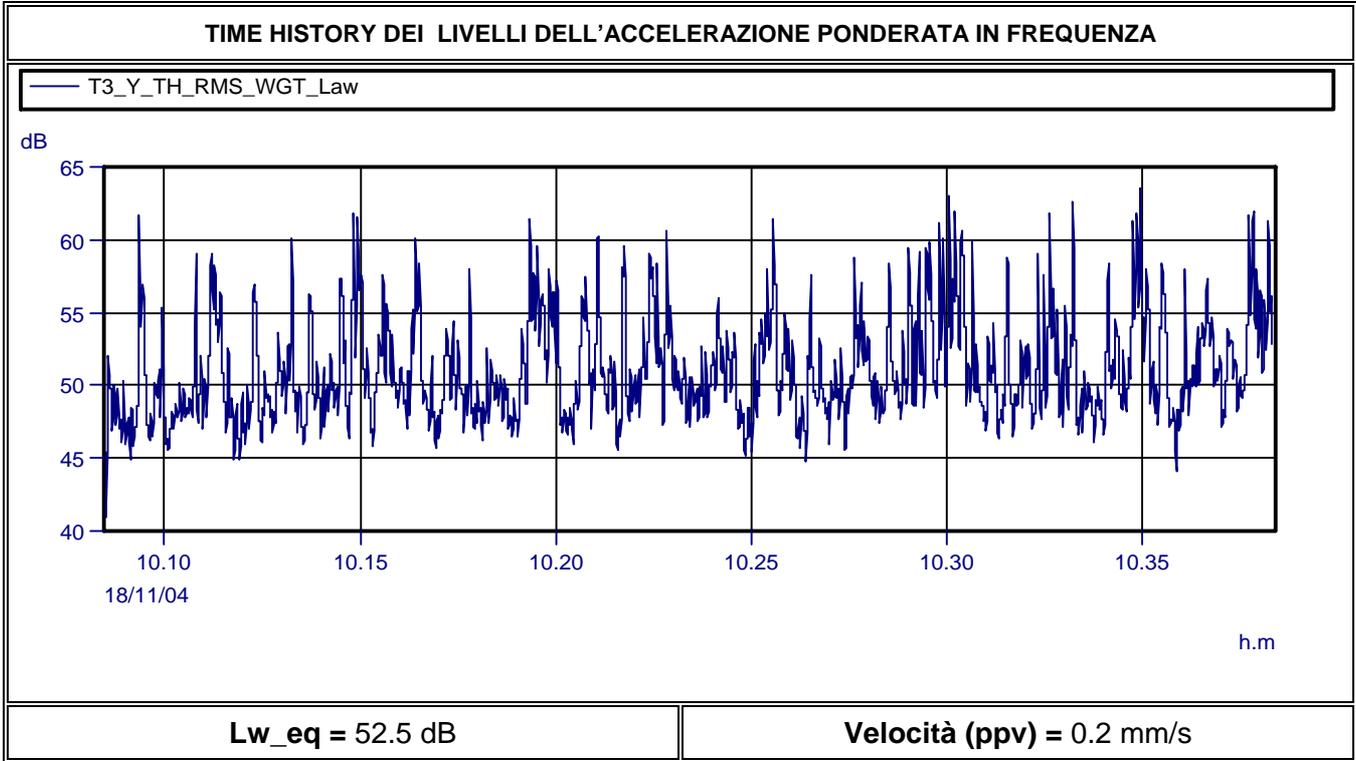
**UBICAZIONE:** TERRENO (Distanza 15 m)

**ORIENTAZIONE:** Asse X

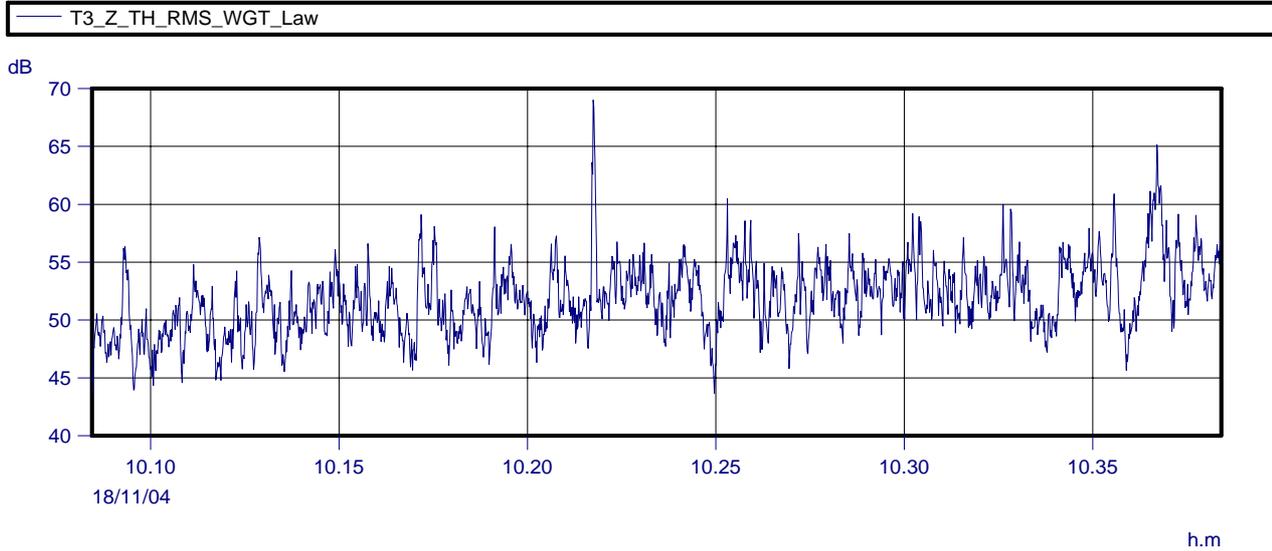
VIADOTTO



	<p align="center"><b>Studio di Impatto Ambientale</b> per il nodo stradale e autostradale di Genova “Misure di sismicità indotta dal traffico veicolare in tratti in viadotto”</p>	<p><b>Codice punto:</b>  <b>VIB-001</b></p>
<p>Elaborazione: </p>	<p>Schede di inquadramento dei punti di misura e Risultati dei rilevii</p>	<p><b>Pagina 25 di 25</b></p>



**TIME HISTORY DEI LIVELLI DELL'ACCELERAZIONE PONDERATA IN FREQUENZA**



**Lw\_eq = 53.0 dB**

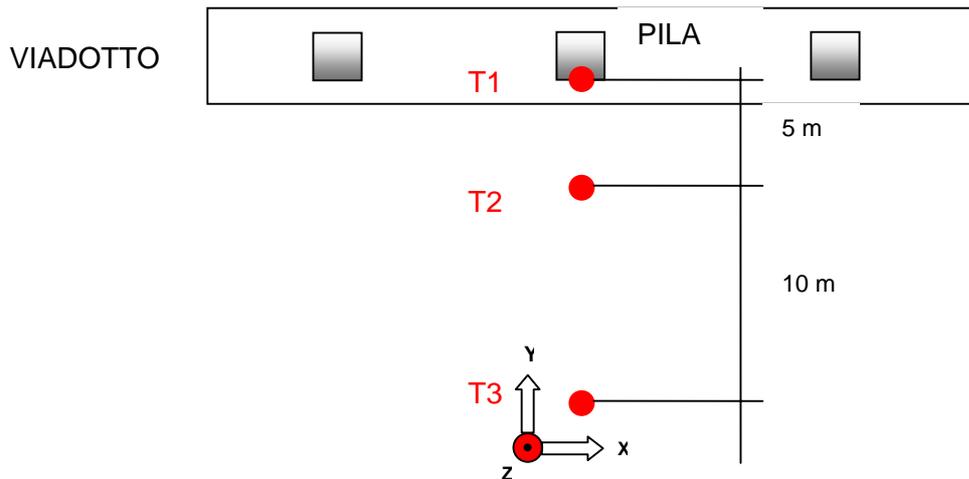
**Velocità (ppv) = 0.4 mm/s**

**UBICAZIONE E ORIENTAZIONE DELL'ACCELEROMETRO**

**TERNA: T3**

**UBICAZIONE: TERRENO (Distanza 15 m)**

**ORIENTAZIONE: Asse Z**



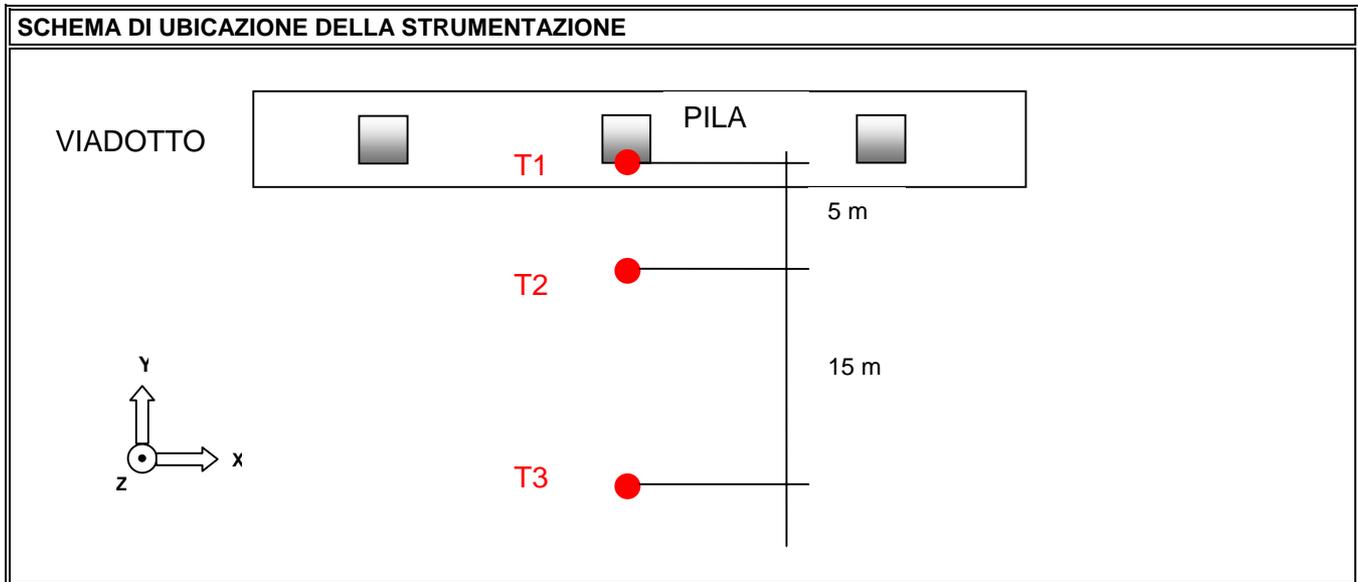
<b>autostrade</b> // per l'italia <b>spea</b> <small>autostrade</small> ingegneria europea	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>per il nodo stradale e autostradale di Genova</b> <b>“Misure di sismicità indotta dal traffico veicolare</b> <b>in tratti in viadotto”</b>	<b>Codice punto:</b>  <b>VIB-002</b>
<b>Elaborazione:</b> 	<b>Schede di inquadramento dei punti di misura e Risultati dei rilevati</b>	<b>Pagina 27 di 27</b>

<b>LOCALIZZAZIONE DEL PUNTO DI MISURA</b>	
<b>Provincia:</b> Genova	<b>Comune:</b> Genova
<b>Località:</b> Bolzaneto	<b>Indirizzo:</b> Viadotto Bolzaneto



<b>autostrade</b> // per l'italia <b>spea</b> <small>autostrade</small> <b>ingegneria europea</b>	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>per il nodo stradale e autostradale di Genova</b> <b>“Misure di sismicità indotta dal traffico veicolare</b> <b>in tratti in viadotto”</b>	<b>Codice punto:</b>  <b>VIB-002</b>
	<b>Elaborazione:</b> 	<b>Schede di inquadramento dei punti di misura e Risultati dei rilevati</b>

<b>PERIODO DI RILIEVO:</b>			
<b>Inizio:</b> 18/11/04	<b>Ore:</b> 13.02	<b>Fine:</b> 18/11/04	<b>Ore:</b> 13:32



<b>STRUMENTAZIONE UTILIZZATA</b>
<b>Sistema di acquisizione:</b> IMC Mod. Spartan_L S/n 090064
<b>Trasduttori:</b> Accelerometri PCB mod. 393AO3 S/n 13022, 13024, 13031, 13032, 13033, 9986, 9985, 9987, 9988
<b>Condizionatori di segnale:</b> PCB mod. 480CO2

<b>POSIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE:</b>			
	<b>Asse</b>	<b>Orientazione rispetto all' autostrada</b>	<b>S/N Accelerometro</b>
<b>T1 - Pila del viadotto</b>	X	Parallelo	13022
	Y	Ortogonale	13024
	Z	Verticale	13031
<b>T2 - Terreno a 5 m dalla pila</b>	X	Parallelo	9985
	Y	Ortogonale	9987
	Z	Verticale	9988
<b>T3 - Terreno a 20 m dalla pila</b>	X	Parallelo	13032
	Y	Ortogonale	13033
	Z	Verticale	9986

<b>SORGENTI DI VIBRAZIONE</b>			
Attività di cantiere:	<input type="checkbox"/>		
Impianti industriali:	<input type="checkbox"/>		
Traffico veicolare:	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Autostrade (Viadotto)</i>	<input type="checkbox"/> <i>Tangenziali</i>	<input type="checkbox"/> <i>Strade Statali (Distanza 10 m)</i>
	<input type="checkbox"/> <i>Strade Provinciali</i>	<input type="checkbox"/> <i>Viabilità principale urbana</i>	<input type="checkbox"/> <i>Viabilità secondaria urbana</i>
	<input type="checkbox"/> <i>Strade locali</i>	<input type="checkbox"/> <i>Strade interpoderali</i>	<input type="checkbox"/> <i>Altre:</i>
Traffico ferroviario:	<input type="checkbox"/> <i>Linea AV</i>	<input type="checkbox"/> <i>Linee nazionali</i>	<input type="checkbox"/> <i>Linee regionali</i>
Altre sorgenti:	<input type="checkbox"/>		

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA POSTAZIONE DI MISURA T1**



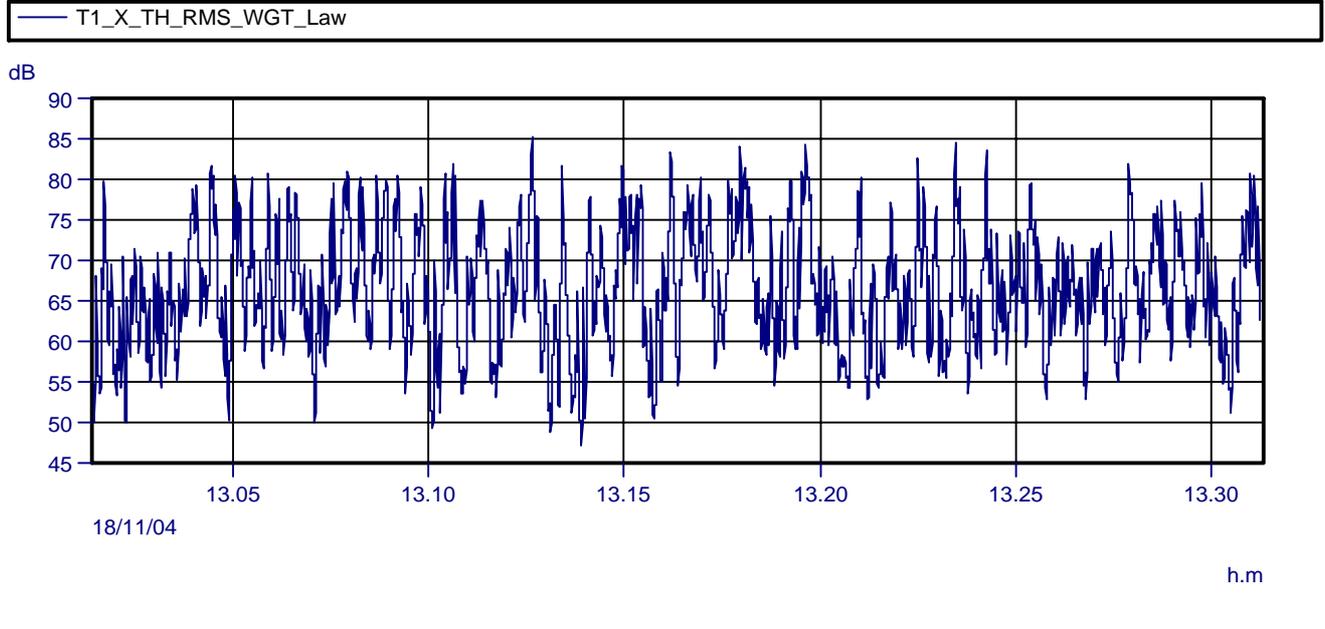
**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA POSTAZIONE DI MISURA T2**



**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA POSTAZIONE DI MISURA T3**



**TIME HISTORY DEI LIVELLI DELL'ACCELERAZIONE PONDERATA IN FREQUENZA**



**Lw\_eq = 72.0 dB**

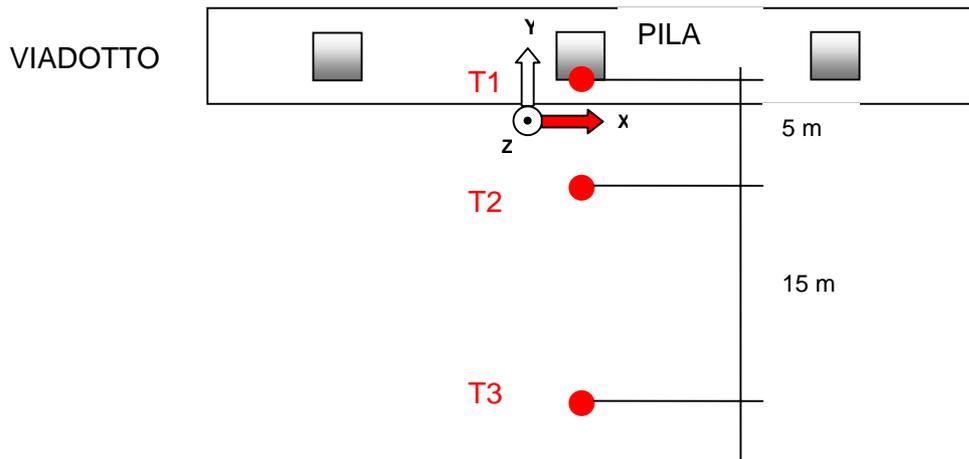
**Velocità (ppv) = 1.5 mm/s**

**UBICAZIONE E ORIENTAZIONE DELL'ACCELEROMETRO**

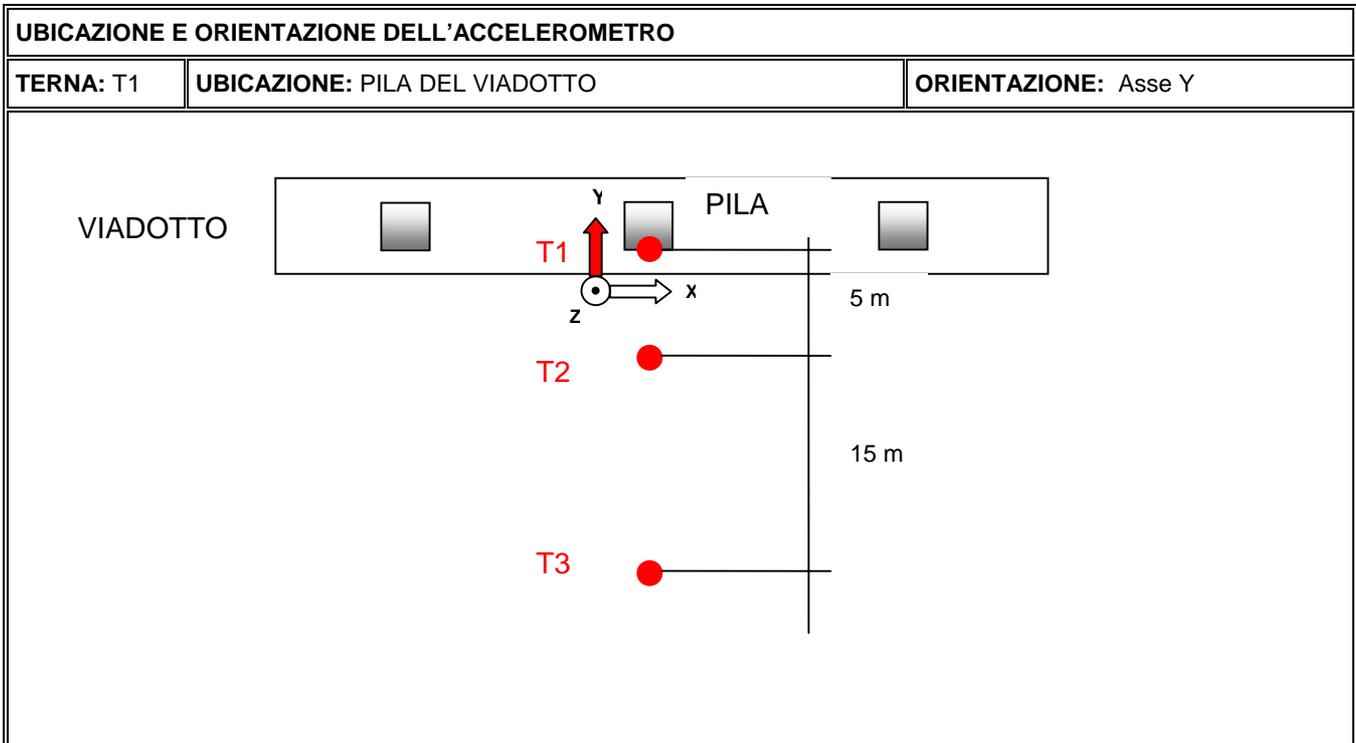
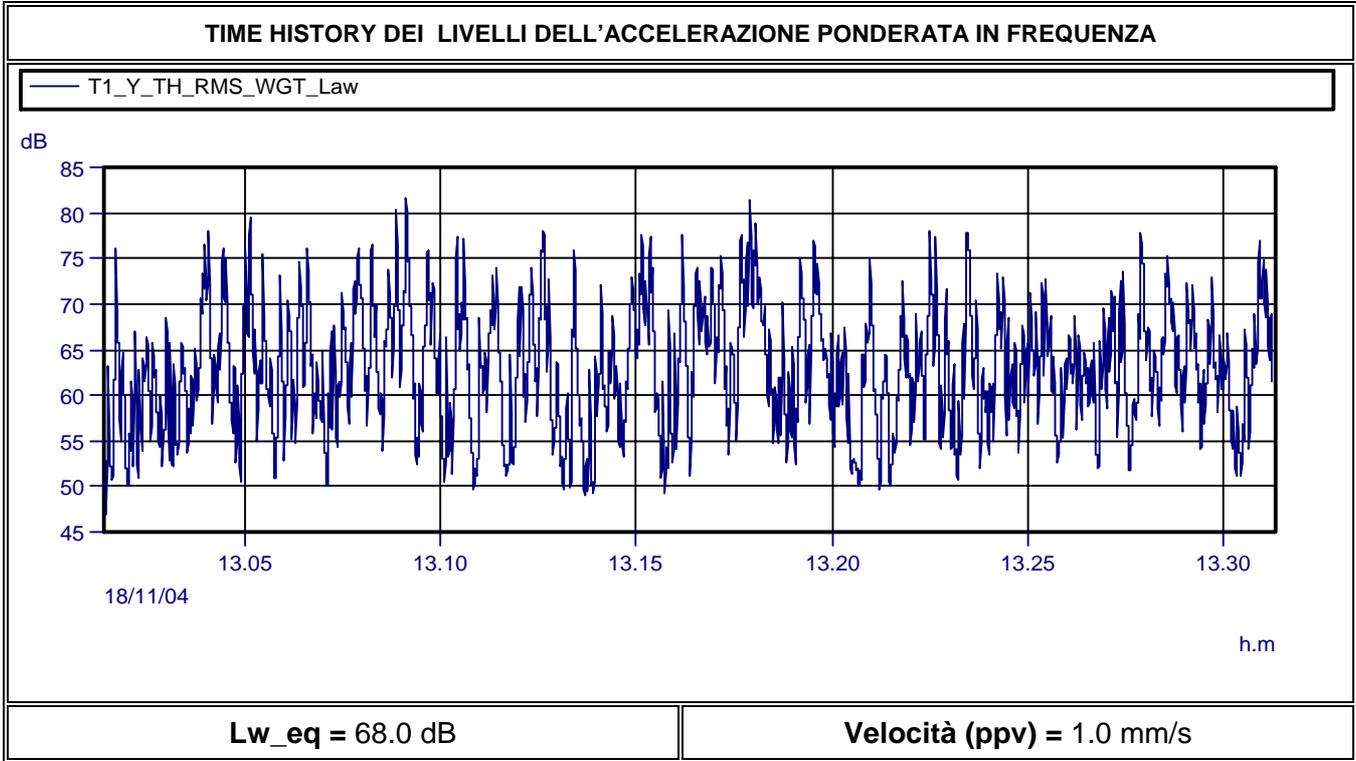
**TERNA: T1**

**UBICAZIONE: PILA DEL VIADOTTO**

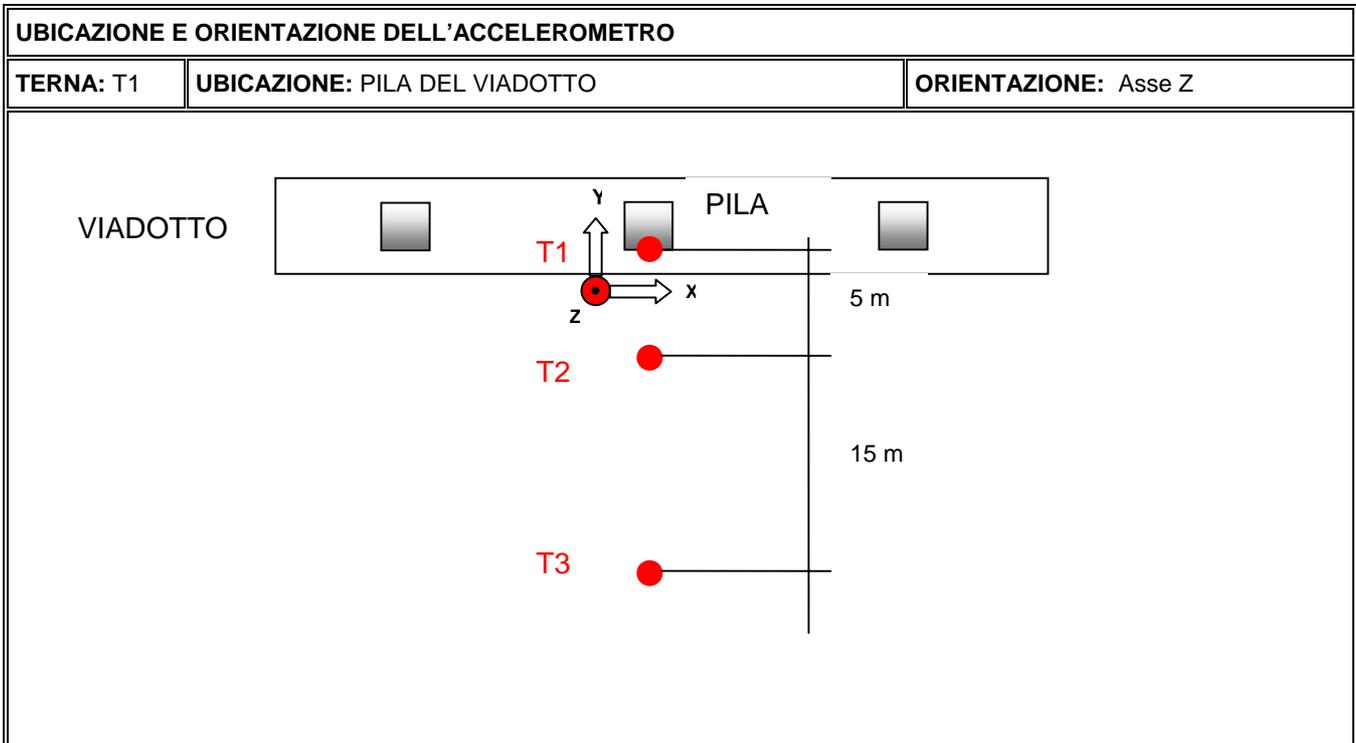
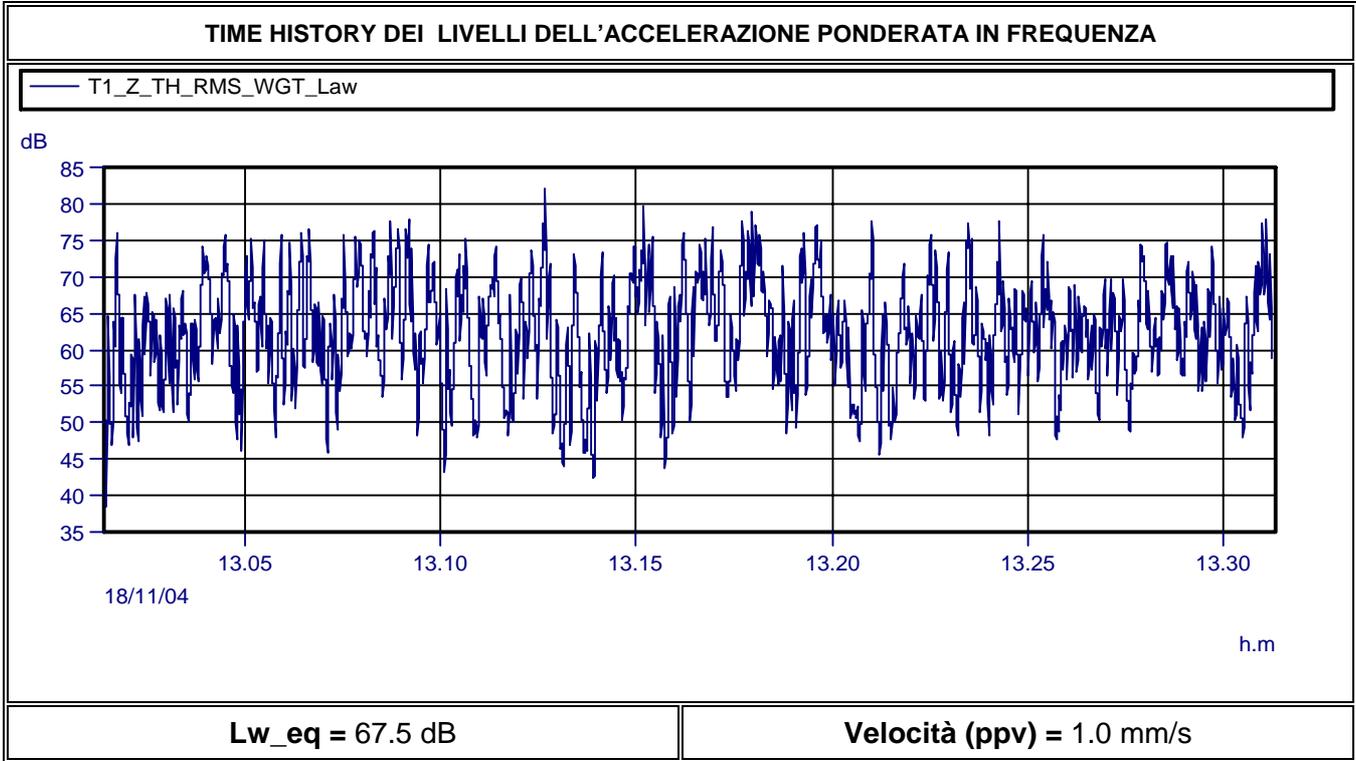
**ORIENTAZIONE: Asse X**



<b>autostrade</b> // per l'italia <b>spea</b> ingegneria europea <small>autostrade</small>	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> per il nodo stradale e autostradale di Genova <b>“Misure di sismicità indotta dal traffico veicolare  in tratti in viadotto”</b>	<b>Codice punto:</b>  <b>VIB-002</b>
	Elaborazione: 	<b>Schede di inquadramento dei punti di misura e Risultati dei rilevati</b>



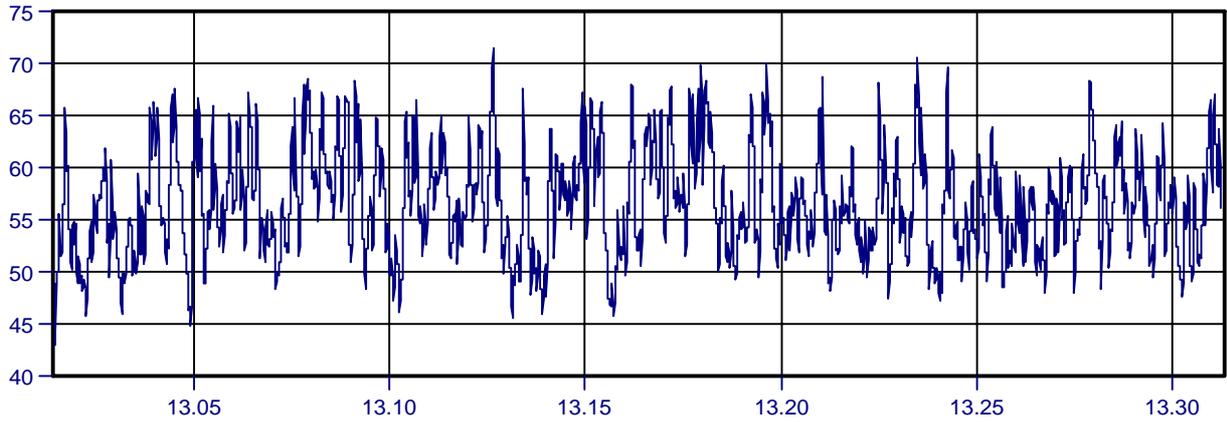
<b>autostrade</b> // per l'italia <b>spea</b> ingegneria europea <small>autostrade</small>	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> per il nodo stradale e autostradale di Genova <b>“Misure di sismicità indotta dal traffico veicolare in tratti in viadotto”</b>	<b>Codice punto:</b>  <b>VIB-002</b>
	Elaborazione: <b>vrp</b> S.r.l.	Schede di inquadramento dei punti di misura e Risultati dei rilevii



**TIME HISTORY DEI LIVELLI DELL'ACCELERAZIONE PONDERATA IN FREQUENZA**

T2\_X\_TH\_RMS\_WGT\_Law

dB



18/11/04

h.m

**Lw\_eq = 59.5 dB**

**Velocità (ppv) = 0.32 mm/s**

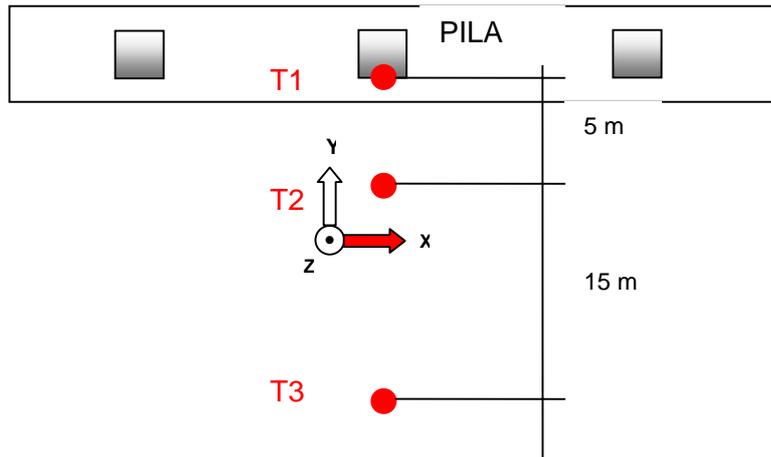
**UBICAZIONE E ORIENTAZIONE DELL'ACCELEROMETRO**

**TERNA:** T2

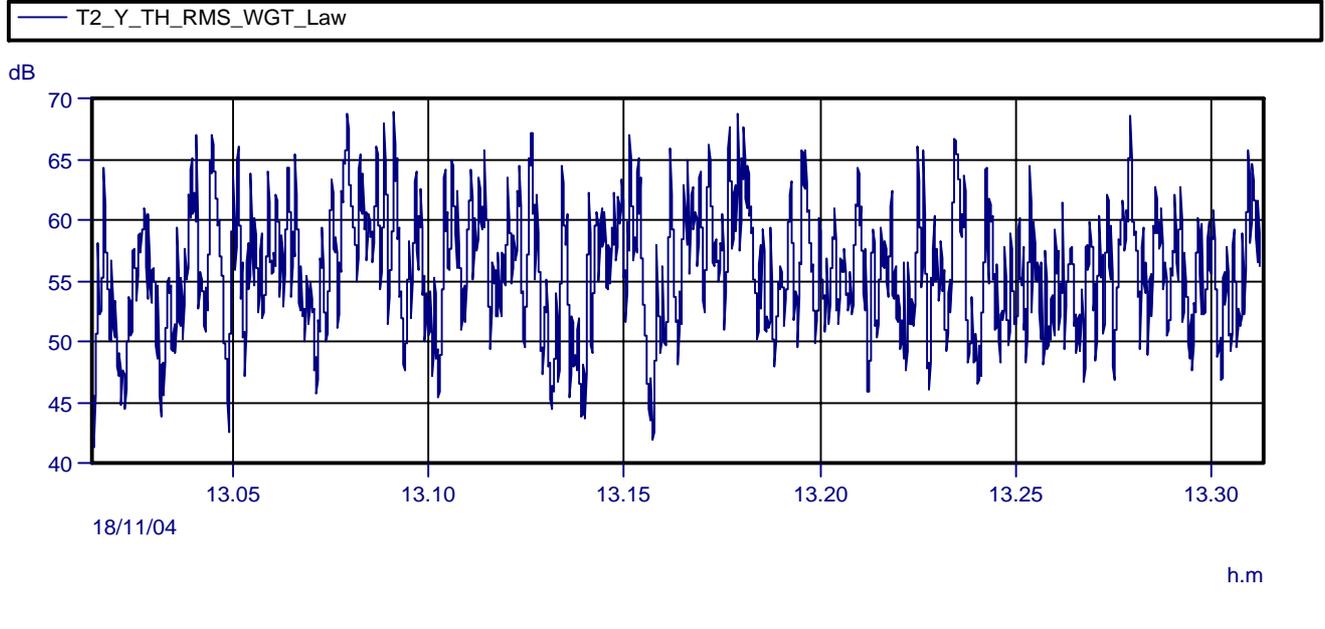
**UBICAZIONE:** TERRENO (Distanza 5 m)

**ORIENTAZIONE:** Asse X

VIADOTTO



**TIME HISTORY DEI LIVELLI DELL'ACCELERAZIONE PONDERATA IN FREQUENZA**



**Lw\_eq = 58.5 dB**

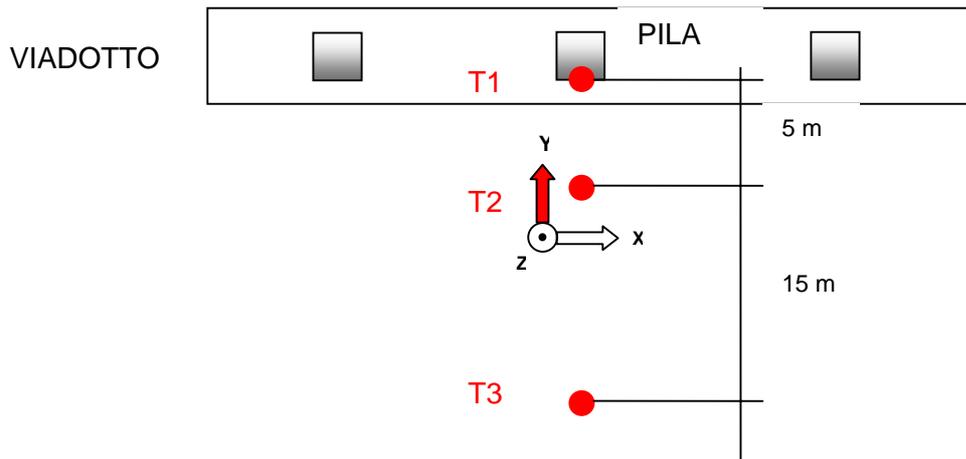
**Velocità (ppv) = 0.34 mm/s**

**UBICAZIONE E ORIENTAZIONE DELL'ACCELEROMETRO**

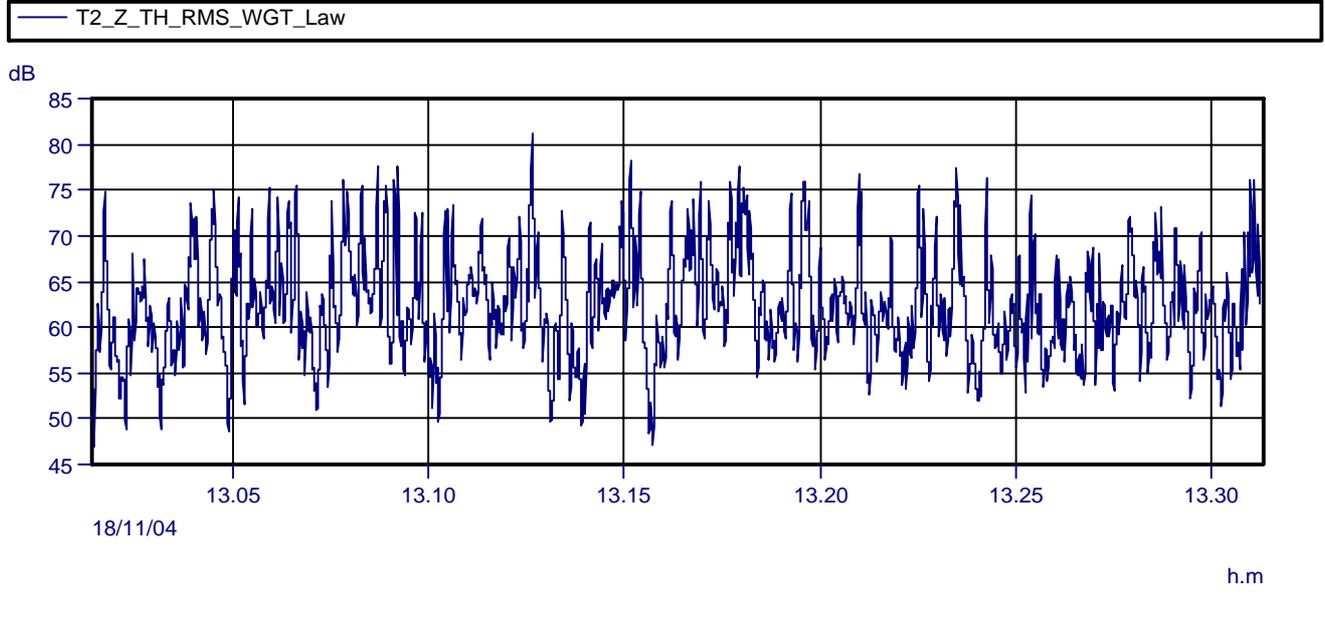
**TERNA:** T2

**UBICAZIONE:** TERRENO (Distanza 5 m)

**ORIENTAZIONE:** Asse Y



**TIME HISTORY DEI LIVELLI DELL'ACCELERAZIONE PONDERATA IN FREQUENZA**



**Lw\_eq = 66.5 dB**

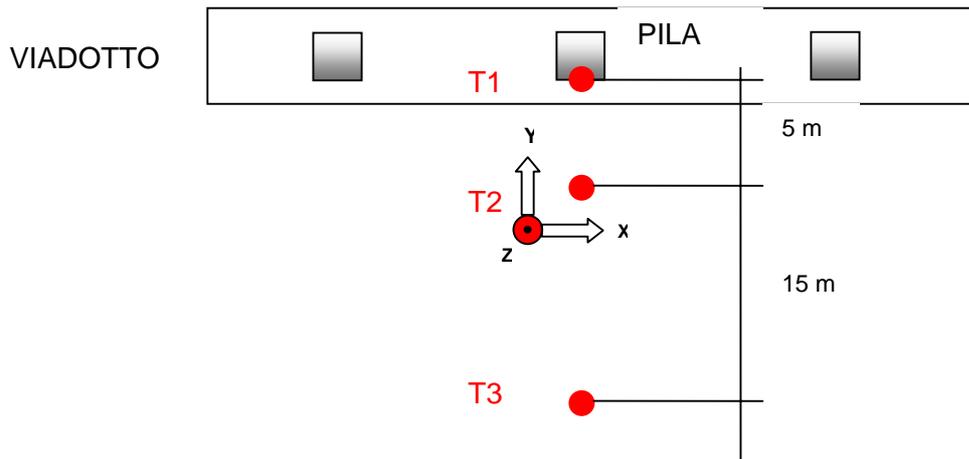
**Velocità (ppv) = 0.8 mm/s**

**UBICAZIONE E ORIENTAZIONE DELL'ACCELEROMETRO**

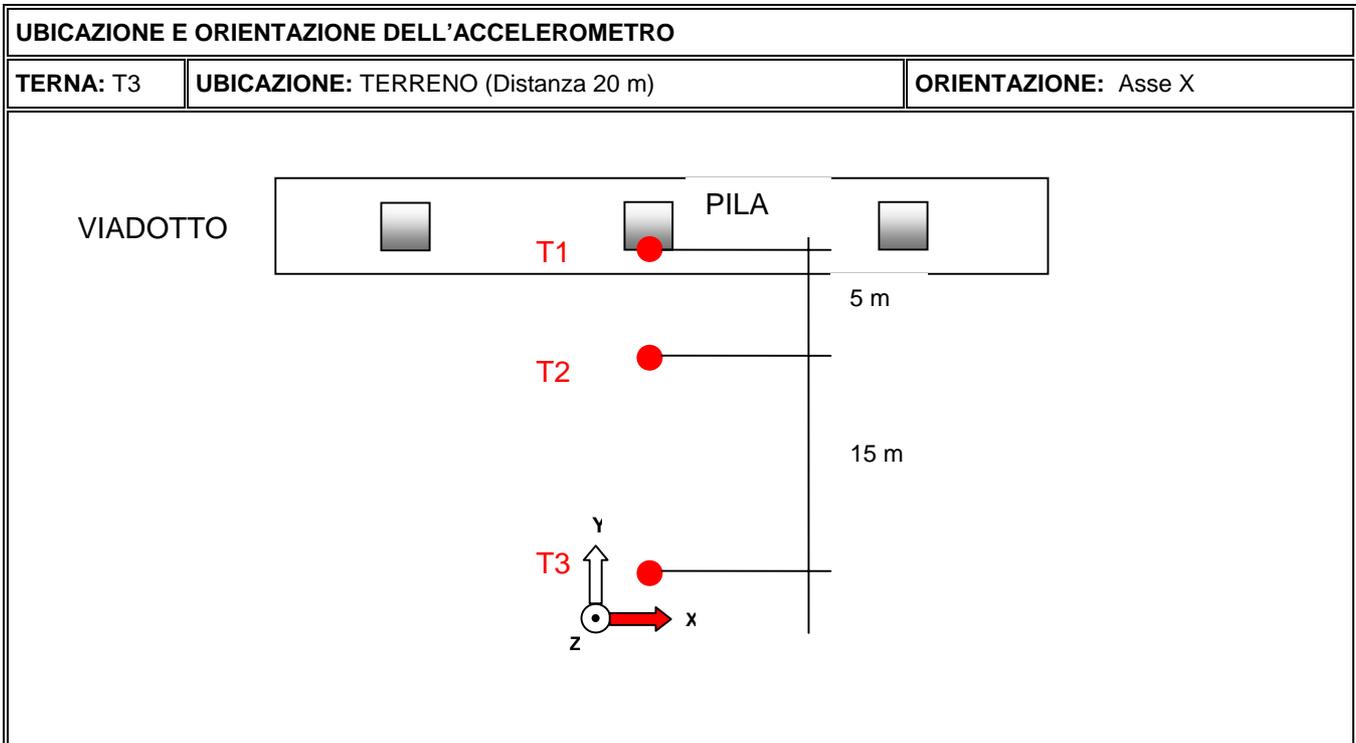
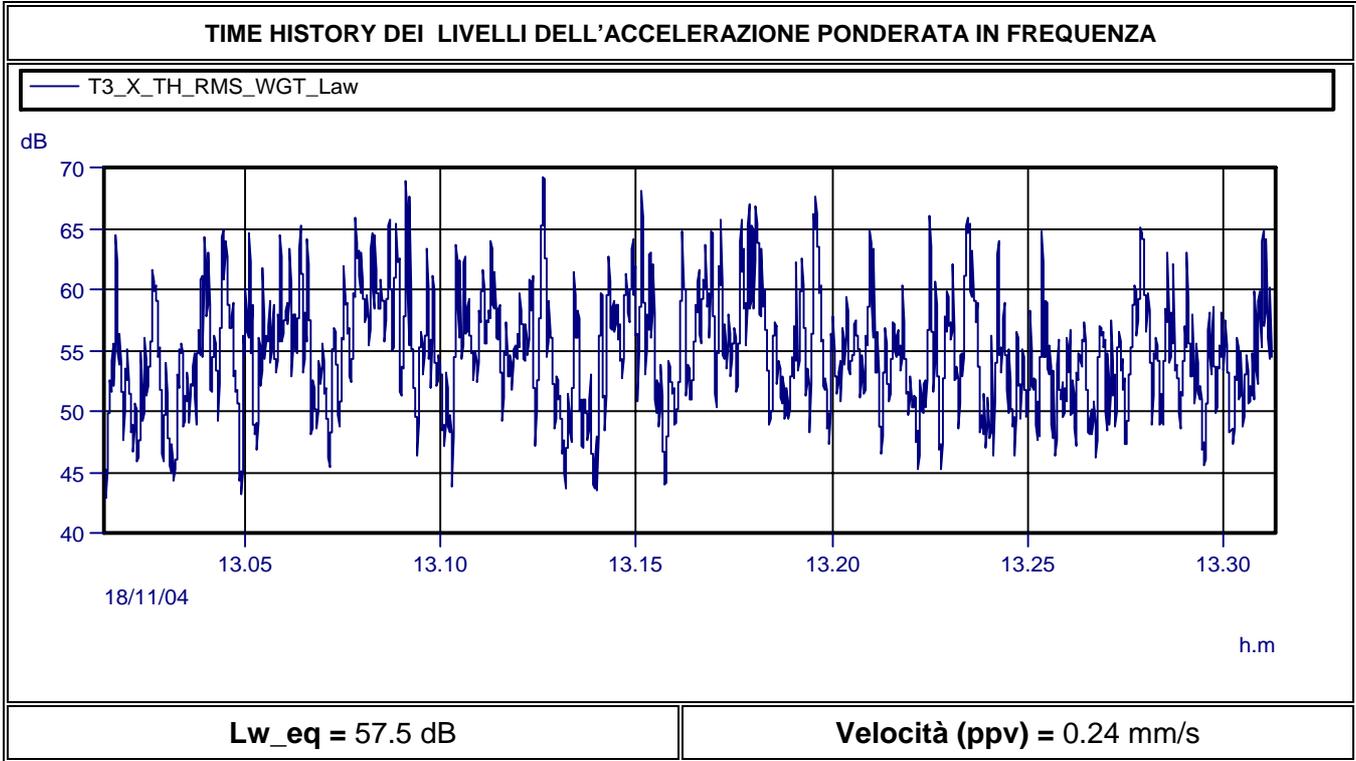
**TERNA: T2**

**UBICAZIONE: TERRENO (Distanza 5 m)**

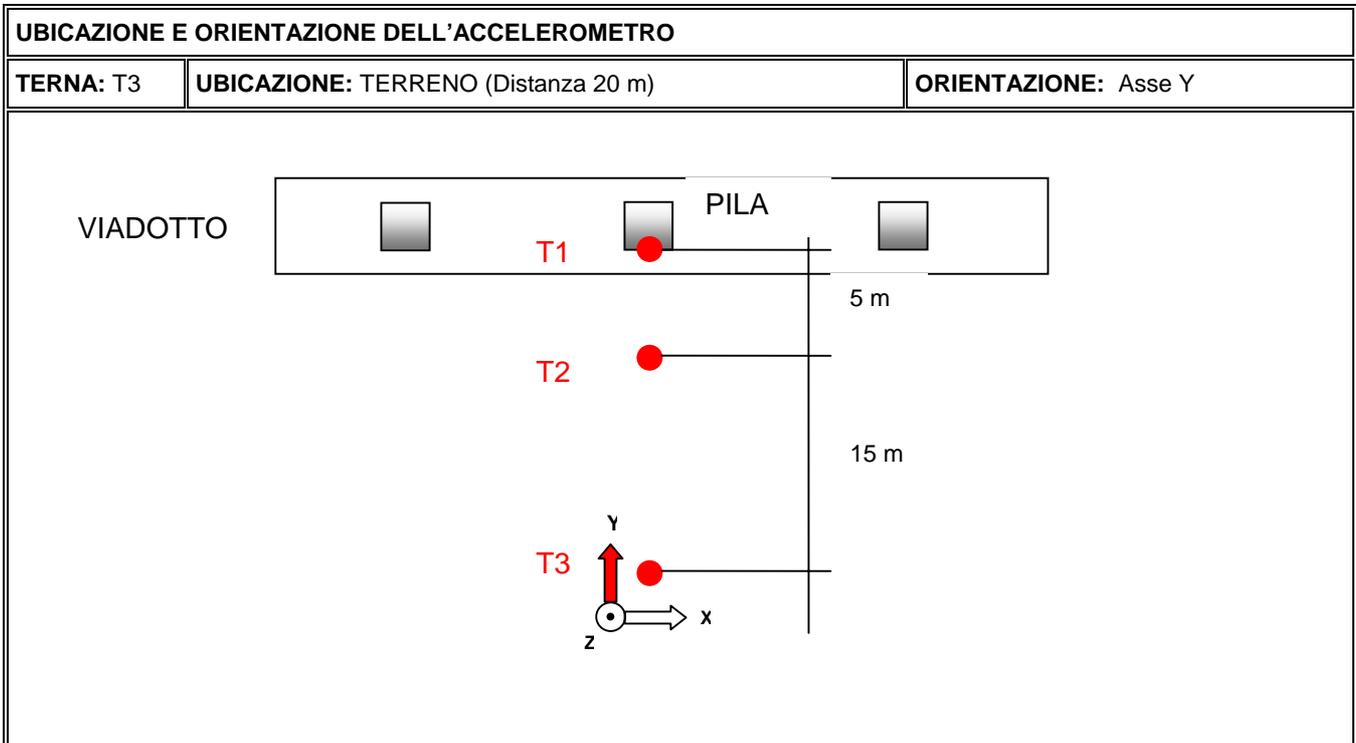
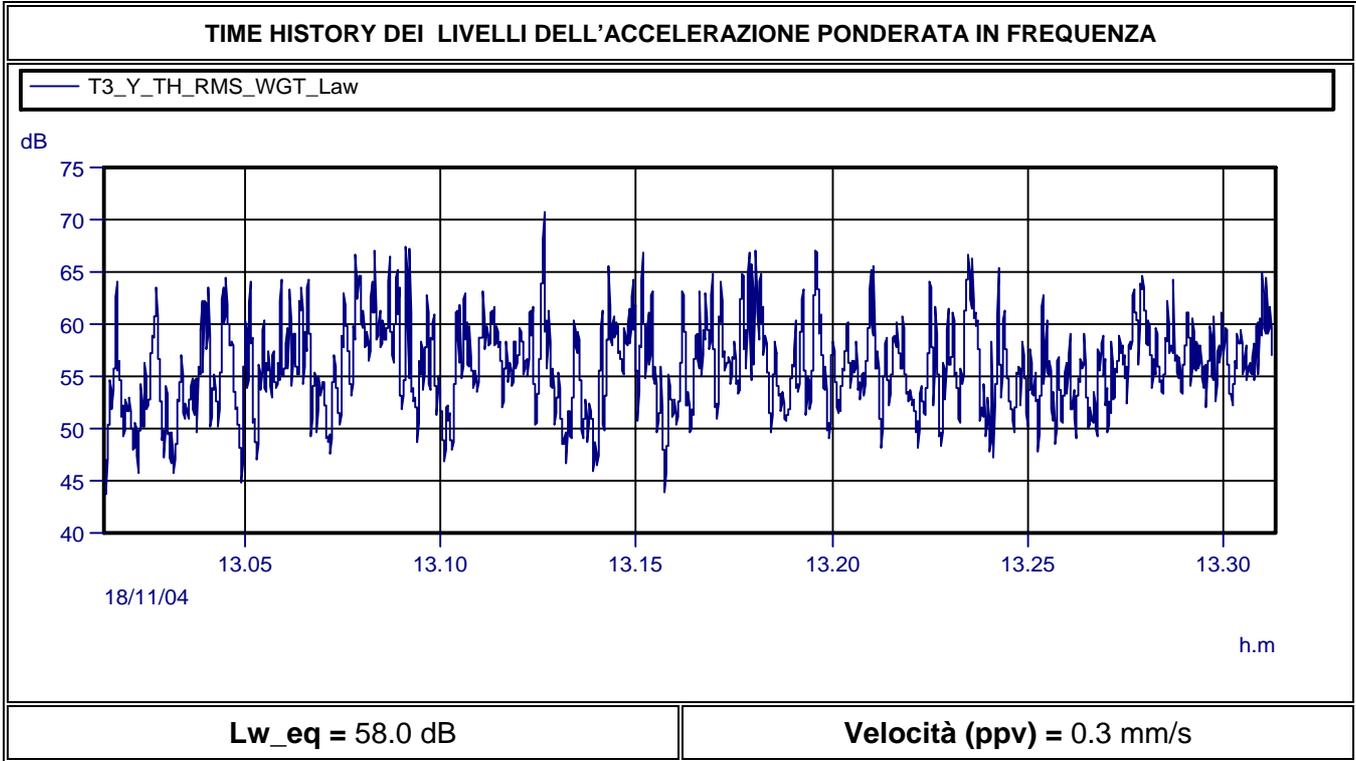
**ORIENTAZIONE: Asse Z**



	<p align="center"><b>Studio di Impatto Ambientale</b> per il nodo stradale e autostradale di Genova “Misure di sismicità indotta dal traffico veicolare in tratti in viadotto”</p>	<p><b>Codice punto:</b>  <b>VIB-002</b></p>
<p>Elaborazione: </p>	<p>Schede di inquadramento dei punti di misura e Risultati dei rilevii</p>	<p><b>Pagina 37 di 37</b></p>



<b>autostrade</b> // per l'italia <b>spea</b> ingegneria europea <small>autostrade</small>	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> per il nodo stradale e autostradale di Genova <b>“Misure di sismicità indotta dal traffico veicolare  in tratti in viadotto”</b>	<b>Codice punto:</b>  <b>VIB-002</b>
	Elaborazione: 	<b>Schede di inquadramento dei punti di misura e Risultati dei rilevati</b>



<b>autostrade</b> // per l'italia <b>spea</b> ingegneria europea <small>autostrade</small>	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> per il nodo stradale e autostradale di Genova <b>“Misure di sismicità indotta dal traffico veicolare  in tratti in viadotto”</b>	<b>Codice punto:</b>  <b>VIB-002</b>
	Elaborazione: 	<b>Schede di inquadramento dei punti di misura e Risultati dei rilevii</b>

