

Genova, 30 novembre 2021



**Progettazione esecutiva ed esecuzione
dei lavori di realizzazione delle tratte
funzionali Brin-Canepari e Brignole-
Martinez, Metropolitana di Genova**

**Attività di Cantiere
Monitoraggio *corso d'operam*
Vibrazioni**

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	VALUTAZIONE.....	4
2.1	DESCRIZIONE DELL'AREA	4
2.2	PUNTI DI MONITORAGGIO.....	5
2.3	STRUMENTI DI MISURA	6
2.4	RISULTATI	7
3	CONSIDERAZIONI FINALI.....	9

1 INTRODUZIONE

Questa relazione tecnica rende conto dei risultati del monitoraggio ambientale delle vibrazioni meccaniche relative alla fase *corso d'operam* delle attività di cantiere per l'esecuzione dei lavori di realizzazione delle tratte funzionali Brin-Canepari della Metropolitana di Genova.

Per quanto attiene l'impatto dell'energia meccanica prodotta dal cantiere, ovvero dai macchinari che in esso operano, il riferimento è costituito dalle norme tecniche di seguito riportate.

- UNI 9614:2017, Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo

*La norma definisce il metodo di misurazione delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne o esterne agli edifici e i criteri di valutazione del disturbo delle persone all'interno degli edifici stessi. La norma si applica a tutti i fenomeni che possono dare origine a vibrazioni negli edifici; a titolo esemplificativo e non esaustivo: **traffico su gomma e su rotaia**, attività industriali e funzionamento di macchinari, **attività stradali e di cantiere di varia natura**, esplosioni e scoppi, attività umane di qualsiasi natura.*

- UNI 9916:2014, Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici

La norma fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misurazione, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii per permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

2 VALUTAZIONE

2.1 Descrizione dell'area

L'area di cantiere è particolarmente complessa dal punto di vista urbanistico poiché vede la presenza e la commistione di diverse funzioni urbanistiche:

- Residenziale,
- Commerciale
- Scolastico (Istituto Comprensivo Certosa)
- Produttivo (terziario e piccolo artigianato).

Inoltre sull'area insiste un tratto della principale via di comunicazione stradale urbana che collega il centro urbano con l'alta Val Polcevera.

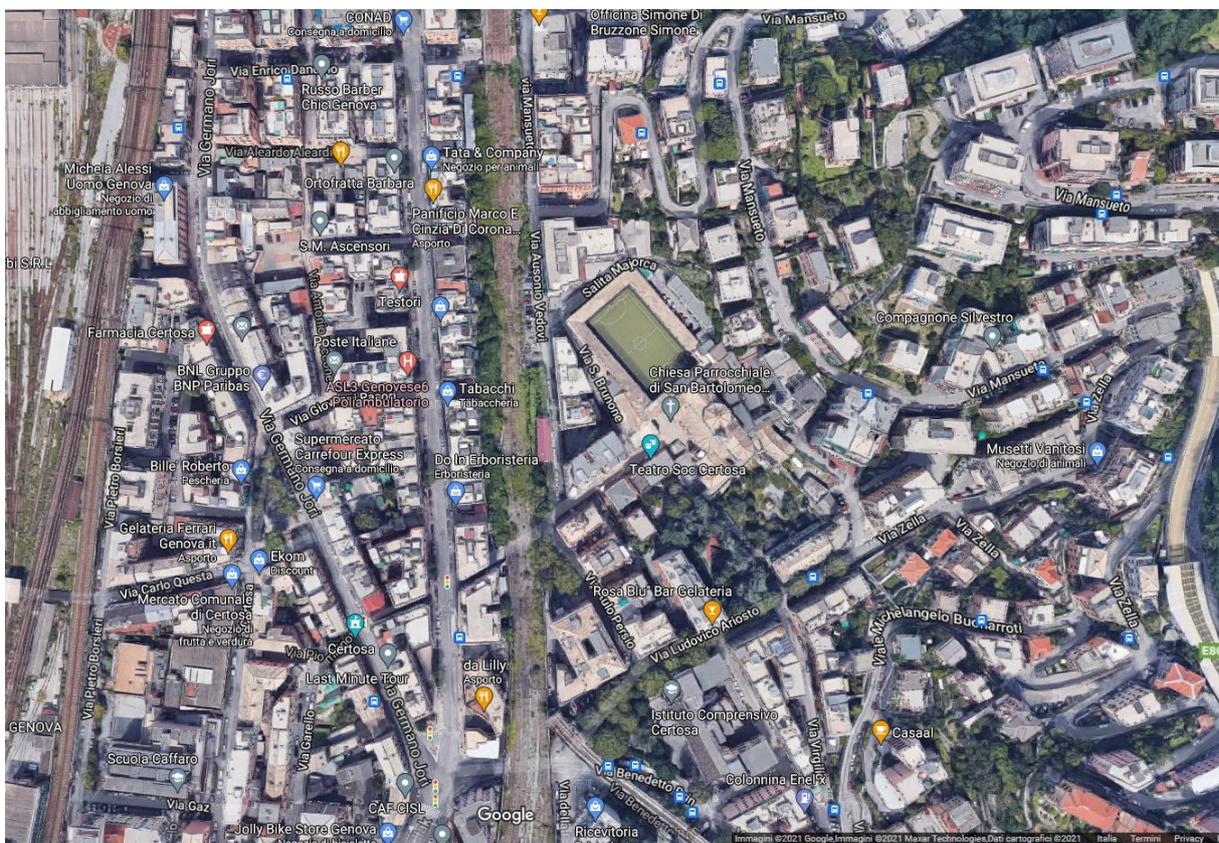


Figura 1 – Territorio di insediamento del cantiere.

Il territorio urbano coinvolto dal cantiere si trova tra la linea ferroviaria Genova-Milano (via Isola del Cantone) ed il ramo Milano-Genova della autostrada A7 "Serravalle".

2.2 Punti di monitoraggio

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) relativo al Progetto definitivo delle opere di prolungamento della tratta Brin-Canepari della Metropolitana di Genova ha individuato nel suo Allegato 1: "Appendice monitoraggio demolizione" i siti presso cui predisporre le stazioni di monitoraggio per l'attività di demolizione del fabbricato sito in Via Ariosto 2.

Il punto di monitoraggio di riferimento per questa fase è costituito dalla

- Stazione 1

Per una sua definizione si rimanda al piano di monitoraggio come si riportato dallo stralcio in Figura 2.



Figura 2 – Stralcio del Piano di Monitoraggio relativo alla STAZIONE 1.

2.3 Strumenti di misura

Le vibrazioni meccaniche sono state rilevate con uno strumento concepito per la misura e la sorveglianza delle vibrazioni meccaniche prodotte dalle attività di cantiere e dai mezzi di trasporto, ivi compresi quelli su ferro.

La tabella seguente riporta una riproduzione del Certificato di Taratura della catena di misura.





Certificat d'étalonnage

CE-DTE-L-20-PVE 1433

Dé livré à :

Nom et emplacement du laboratoire effectuant l'étalonnage:
ACOEM France SAS - 200, Chemin des Ormeaux 69578 Limonest

Appareil testé
Désignation : Vibromètre

Constructeur : 01dB

Type : ORION N° de série : 10413

N° d'identification :

Date d'émission : 28/07/2020

Ce certificat comprend 3 pages

Le responsable métrologique du laboratoire
François MAGAND



Certificat d'étalonnage n°:
CE-DTE-L-20-PVE-78433

Page 2 sur 3

Identification :

	Vibromètre
Constructeur	01dB
Type	ORION
Numéro de série :	10413

Programme d'étalonnage:
L'étalonnage de l'instrument porte sur la mesure du niveau vibratoire à la fréquence de 16Hz.

Méthode d'étalonnage:
L'instrument est mesuré dans une salle climatisée. Une excitation vibratoire est appliquée successivement sur chaque axe (X, Y et Z) en utilisant un pot vibrant électrodynamique. L'étalonnage utilise une méthode par comparaison. Le niveau de référence est mesuré par un vélocimètre Laser à effet Doppler.

Conditions de l'étalonnage:

Date d'étalonnage	28/07/2020
Nom de l'opérateur	Maxime Donet
Instruction d'étalonnage	VMT1002000-INS-050
Température	(25,0 +/- 5) °C
Humidité relative	(50,0 +/- 30) %

ACOEM

Certificat d'étalonnage n°:
CE-DTE-L-20-PVE-78433

Page 3 sur 3

Moyens de mesure utilisés pour l'étalonnage:

Designation	Constructeur	Type	N° de série	N° d'identification
Vibromètre laser	POLYTEC	OPV-5000	155910	APM 5048
Transfèreomètre / Frequency Analyzer	Solartron	125L	200174	APM 3299

Tous les moyens de mesure utilisés sont rattachés aux étalons de référence de la société ACOEM France. Les étalons de référence de la société ACOEM France sont rattachés aux étalons nationaux par un étalonnage COFRAC. La liste de ces étalons est disponible sur simple demande auprès du responsable métrologique du laboratoire.

Résultats:

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux incertitudes types (k=2). La valeur mesurée et l'incertitude élargie associée représentent l'intervalle qui contient la grandeur mesurée avec une probabilité d'environ 95%. Les incertitudes types prennent en compte les différentes composantes d'incertitudes, étalons de référence, moyens d'étalonnage, conditions d'environnement, contribution de l'instrument étalonné, répétabilité, selon les recommandations de la norme ISO/IEC Guide 98-3 (GUM).

Sensibilité de référence du capteur interne (mV/g)				
voie X	voie Y	voie Z		
602	512	500		

Mesure du niveau sur l'axe X:

Fréquence Hz	Niveau de référence PPV mm/s pk	Niveau mesuré PPV mm/s pk	Ecart %	Incertitude %
16	10,24	10,82	7	4

Mesure du niveau sur l'axe Y:

Fréquence Hz	Niveau de référence PPV mm/s pk	Niveau mesuré PPV mm/s pk	Ecart %	Incertitude %
16	10,00	10,65	7	4

Mesure du niveau sur l'axe Z:

Fréquence Hz	Niveau de référence PPV mm/s pk	Niveau mesuré PPV mm/s pk	Ecart %	Incertitude %
16	9,99	10,66	7	4

Fin du certificat d'étalonnage

ACOEM

Tabella 1 – Catena di misura delle vibrazioni meccaniche.

2.3.1 Caratteristica del campionamento vibrazionale

<p>Numero misure di disturbo: 8 Numero misure di danno: 1 Tempo di misura: 24 ore; Campionamento: 1 s; Posizione dell'accelerometro: al centro della stanza.</p>	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabella 2 – Esempio di misura

2.4 Risultati

La tabella seguente riporta, in sintesi, i risultati delle misure.

Data misura	V_{imm} (m/s ²)	V_{sor} (m/s ²)
22/09/2021	0,048	0,046
23/09/2021	0,033	0,03
24/09/2021	0,005	Non calcolabile
27/09/2021	0,013	0,006
28/09/2021	0,011	Non calcolabile
29/09/2021	0,003	Non calcolabile
06/10/2021	0,009	Non calcolabile
21/10/2021	0,003	Non calcolabile

Tabella 3 – Sintesi delle misure di disturbo

Nell'Appendice 1 sono riportate le storie temporali delle misure di vibrazione effettuate.

Il valore di V_{res} , utilizzato per il calcolo di V_{sor} , è stato misurato nella fase di *ante operam* e, nei casi in cui questo è risultato essere superiore al valore di V_{imm} , non è stato possibile calcolare V_{sor} .

File	20211021_073616_221806.CMG
Ubicazione	
Inizio	21/10/2021 07:36:30
Fine	21/10/2021 22:18:00
Device type	ORION
Device serial number	10512
Sensor type	InternalAccelerometer
Sensor serial number	00384
No events were observed	

Tabella 4 – Sintesi delle misure di danno

3 CONSIDERAZIONI FINALI

Le considerazioni sulle misure di vibrazione necessitano un richiamo alla norma tecnica di riferimento (rif. UNI 9614:2017): la misura del disturbo consiste nella differenza tra la vibrazione immessa (V_{imm}) e la vibrazione residua (V_{res}) riferita ad almeno i 15 eventi più energetici tenuto conto dello scarto tipo come descritto nella norma di riferimento; il valore indicato si riferisce per l'appunto ai 15 eventi più energetici rilevati dal sistema di misura. Va inoltre ricordato che il valore di V_{res} è stato misurato nella fase di *ante operam*.

Le misure hanno rilevato il superamento del limite indicato nella norma tecnica ($7,2 \text{ mm/s}^2$) nelle giornate del mercoledì 22 e giovedì 23 settembre.

Va inoltre precisato che le misure di disturbo sono state effettuate in un'ala del palazzo disabitata, poiché oggetto di esproprio ai fini della realizzazione del cantiere in oggetto.

L'analisi dei dati è stata effettuata utilizzando un software (dB Trait 6[®]) che rileva gli eventuali eventi che superano i limiti imposti dalla norma tecnica di riferimento (rif. UNI 9916:2014). I dati rilevati non hanno fatto emergere alcun evento che superasse i limiti proposti dalla norma tecnica.

SERVIZI INDUSTRIALE GENOVA SIGE Srl

Dott. Alfonso Pavone **Tecnico Competente in Acustica Ambientale** **ENTECA: 2674**



Dott. Marco Bicenio **Tecnico Competente in Acustica Ambientale** **ENTECA: 11783**



Dott. Christian Roggerone **Tecnico Fonometrista**



APPENDICE 1

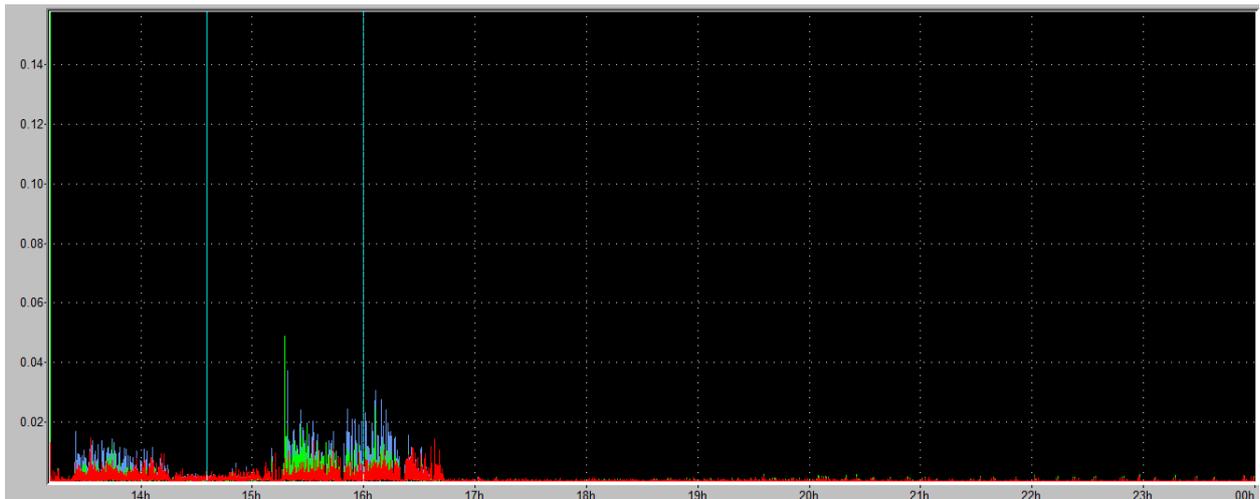


Figura 3 –Storia temporale della misure di vibrazione del 22/09 presso la STAZIONE 1. Il grafico riporta le tre componenti spaziali delle vibrazioni misurate.

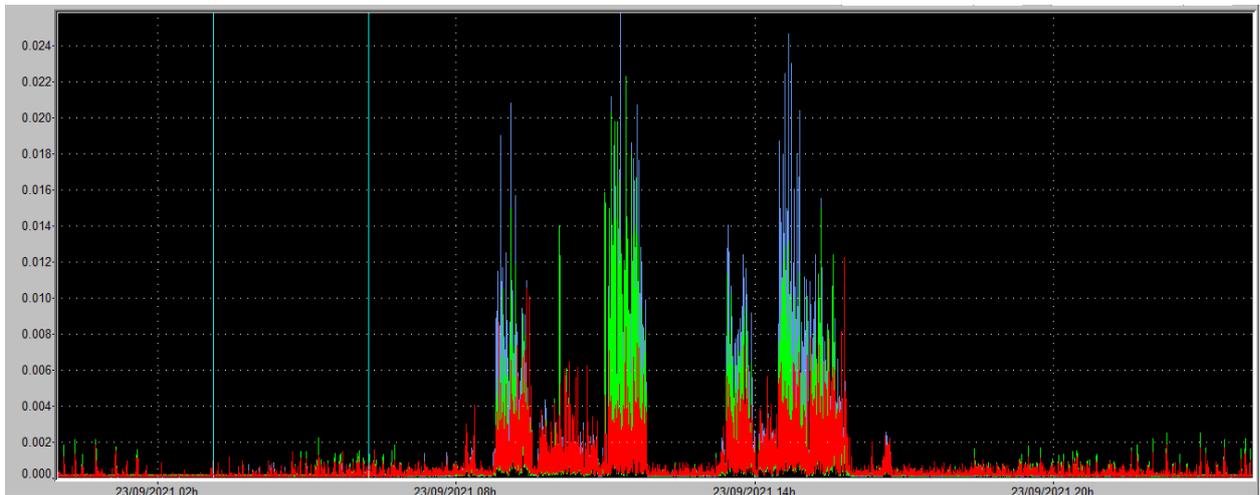


Figura 4 –Storia temporale della misure di vibrazione del 23/09 presso la STAZIONE 1. Il grafico riporta le tre componenti spaziali delle vibrazioni misurate.

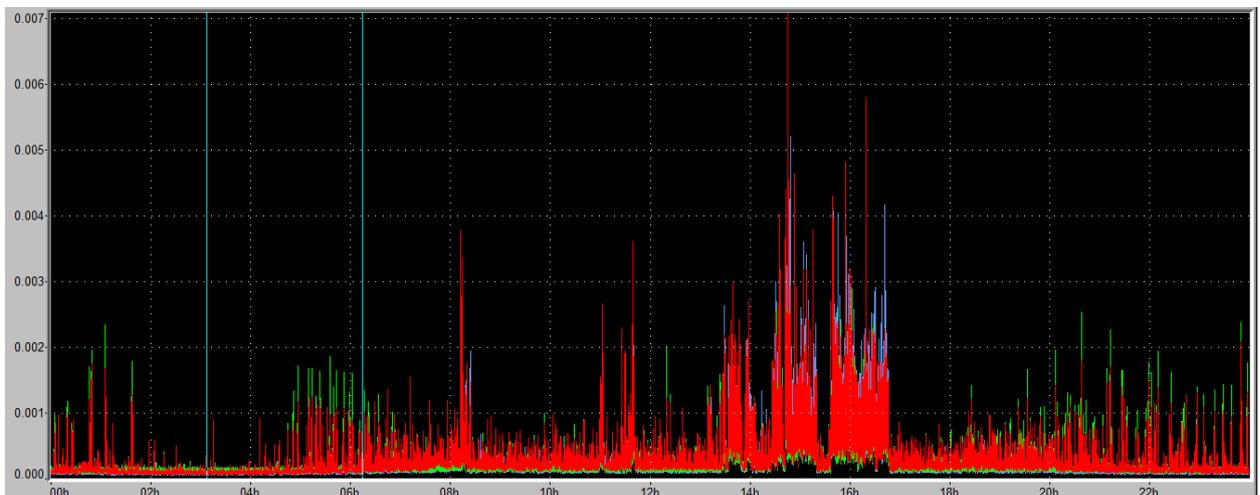


Figura 5 –Storia temporale della misure di vibrazione del 24/09 presso la STAZIONE 1. Il grafico riporta le tre componenti spaziali delle vibrazioni misurate.

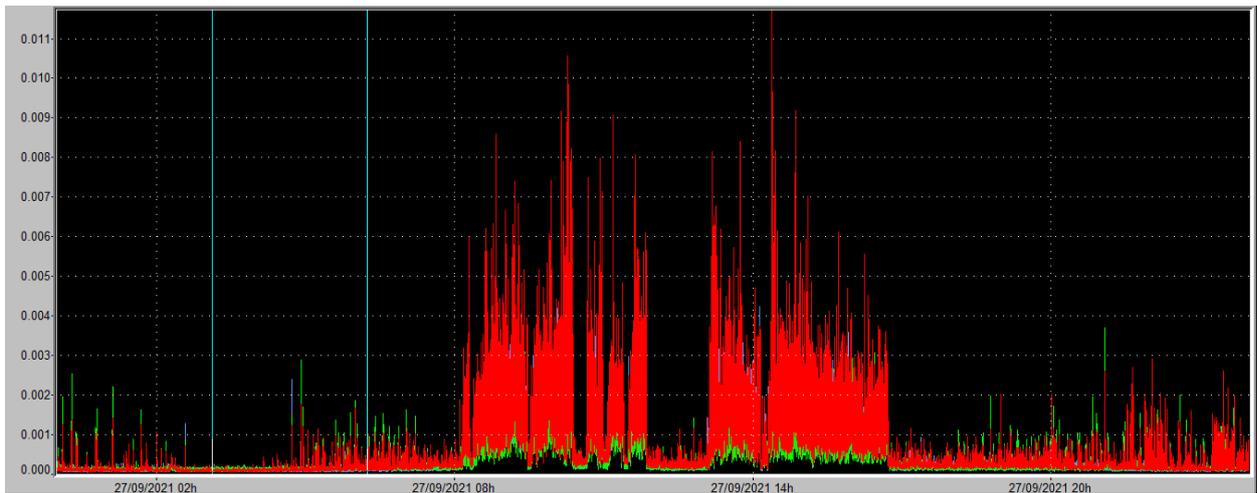


Figura 6 –Storia temporale della misure di vibrazione del 27/09 presso la STAZIONE 1. Il grafico riporta le tre componenti spaziali delle vibrazioni misurate.

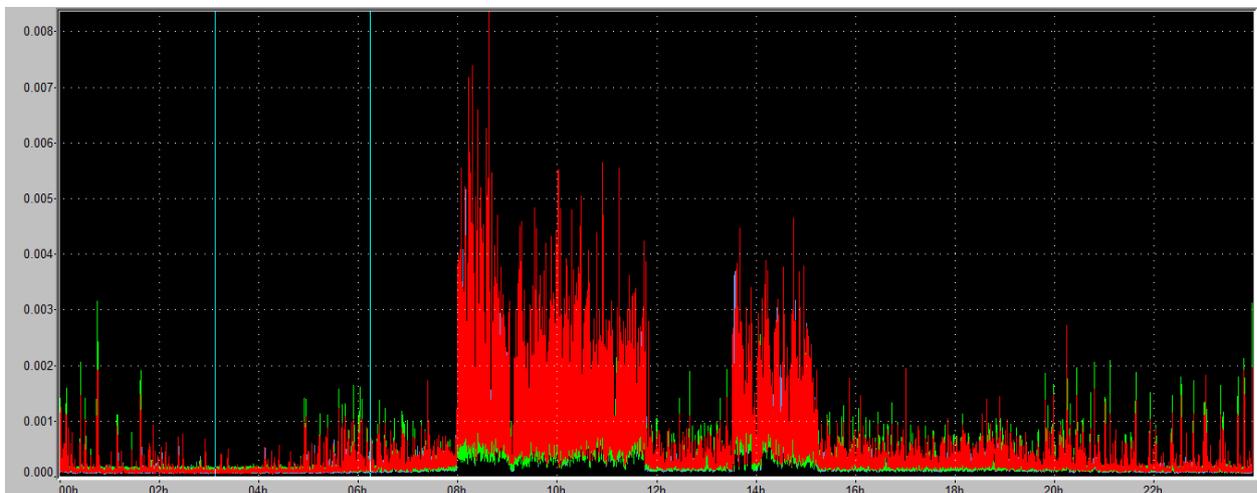


Figura 7 –Storia temporale della misure di vibrazione del 28/09 presso la STAZIONE 1. Il grafico riporta le tre componenti spaziali delle vibrazioni misurate.

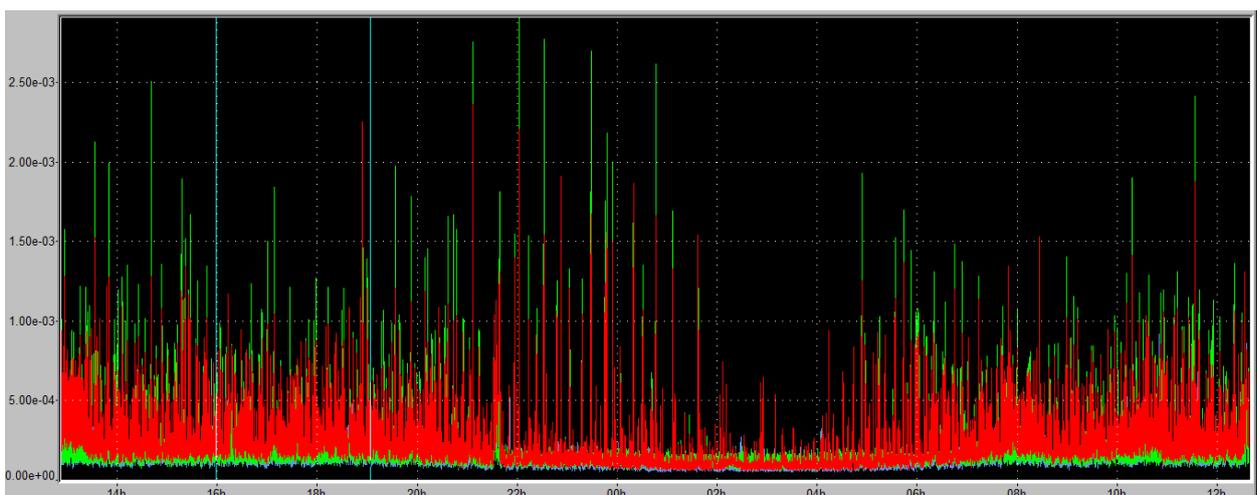


Figura 8 –Storia temporale della misure di vibrazione del 29/09 presso la STAZIONE 1. Il grafico riporta le tre componenti spaziali delle vibrazioni misurate.

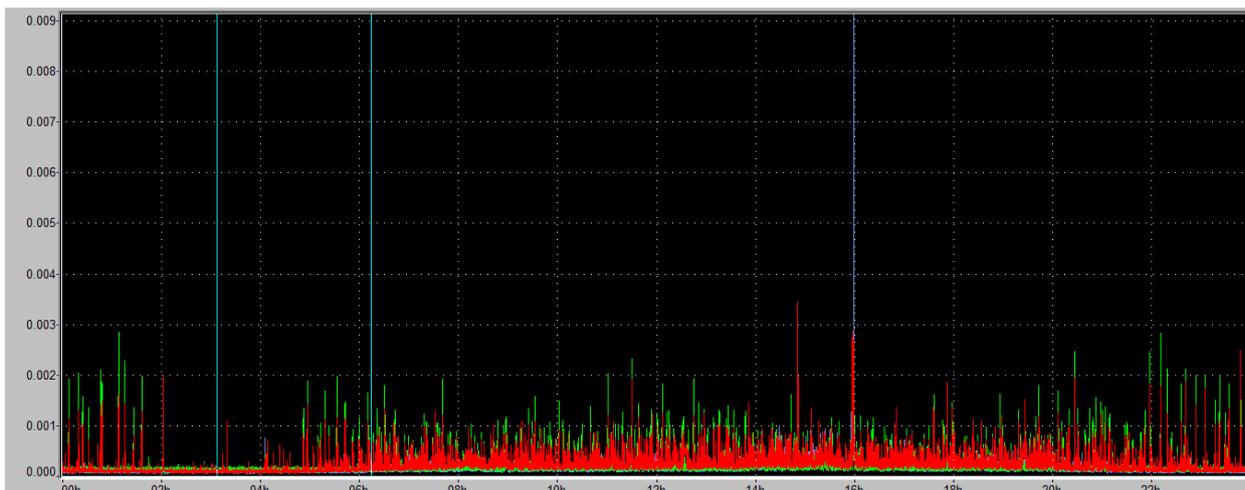


Figura 9 –Storia temporale della misure di vibrazione del 06/10 presso la STAZIONE 1. Il grafico riporta le tre componenti spaziali delle vibrazioni misurate.

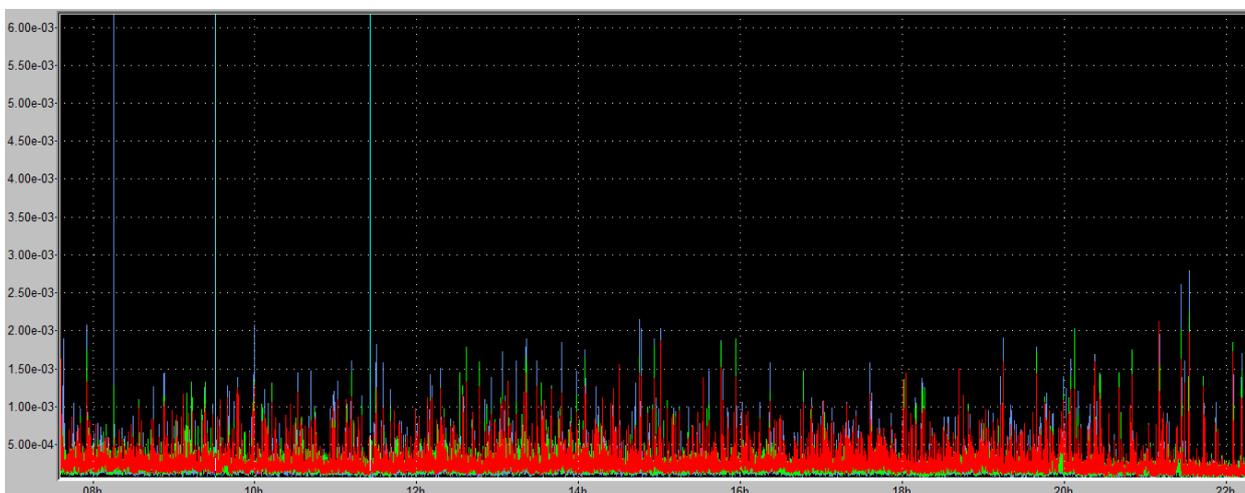


Figura 10 –Storia temporale della misure di vibrazione del 21/10 presso la STAZIONE 1. Il grafico riporta le tre componenti spaziali delle vibrazioni misurate.