

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V./A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO ESECUTIVO**

**Rapporto Annuale 2016
Monitoraggio Ambientale
Ante Operam
Vibrazioni – Lotto 2**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI	
Consorzio Cociv Ing. N. Meistro		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 0	E	C V	R O	I M 0 0 A 6	0 1 4	A

Progettazione:

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	CONTEC AQS	20/04/17	COCIV	20/04/17	A. Mancarella	20/04/17	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00
Vibrazioni – Lotto 2

Foglio
2 di 27

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 27</p>

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
2.1	Norma ISO 2631/2	8
2.2	Norma UNI 9614	10
3	METODICHE E ATTIVITA' DI CAMPO	13
3.1	Strumentazione utilizzata	15
4	PRESENTAZIONE E DISCUSSIONE DEI RISULTATI.....	17
4.1	COV4/ CA39 - NV03 – GASG – GNSD	18
4.2	NV03 – GASF - GNSD	22
5	CONCLUSIONI	26
5.1	COV/ CA39- NV03 – GASG – GNSD - GASF	26
	ALLEGATO 1	27

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2
	Foglio 4 di 27

1 PREMESSA

Il presente documento illustra i risultati relativi al monitoraggio ambientale della componente “Vibrazioni” eseguito per il lotto 2 nel 2016 nella fase di Ante Operam.

Le attività di monitoraggio sono state eseguite secondo quanto previsto dal Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) cod.IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-C00.

Si precisa che tale progetto, che rappresenta un aggiornamento del precedente del 2012, è stato trasmesso al MATTM nel gennaio 2016 nell’ambito della verifica di attuazione (art. 185, comma 7, del D.Lgs. 163/2006 e ss.mm.ii.) al fine di recepire modifiche progettuali e aggiornamenti normativi su tematiche ambientali intervenute nel tempo e al fine di ottemperare a quanto richiesto nelle determinazioni ministeriali relative al lotto 1 e al lotto 2 (DVA-2014-0021283 del 27/06/2014 e DVA-2014-0035438 del 30/10/2014).

Tale progetto di monitoraggio, che prevede, rispetto al precedente del 2012, un aggiornamento di alcune attività in termini di metodiche, frequenze e punti, è stato attuato a partire dal mese di aprile 2016.

Le campagne sono state, pertanto, eseguite sino a marzo 2016 coerentemente con quanto riportato nel PMA rev. B (IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-B00), mentre a partire dal mese di aprile 2016 hanno rispettato le indicazioni di cui all’aggiornamento del PMA (IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-C00).

Si segnala che nel periodo Luglio 2016, a causa di problematiche legate al cambio di Società esecutrice delle attività di monitoraggio per cause non dipendenti dal Consorzio COCIV, non è stato possibile garantire tutte le frequenze di monitoraggio previste dal PMA doc. IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-C00.

Inoltre si precisa che per quanto riguarda i punti per i quali, ad aprile 2016, non era ancora iniziato l’Ante Operam, le attività di monitoraggio svolte hanno seguito e seguiranno l’articolazione temporale indicate dal PMA rev C (IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-C00).

Da ultimo è opportuno segnalare che nel presente report si è scelto di adottare, a favore di chiarezza, una nuova modalità di rendicontazione delle attività di monitoraggio ambientale condotte su stazioni di misura afferenti a WBS ricadenti in più lotti costruttivi.

Come noto, infatti, per ragioni connesse a finanziamenti economici, l’Opera Terzo Valico è stata suddivisa in lotti costruttivi non funzionali.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2</p> <p style="text-align: right;">Foglio 5 di 27</p>

Parimenti nel Piano di Monitoraggio Ambientale è stata data evidenza di quali punti di monitoraggio afferissero ai singoli lotti funzionali; alcuni punti, avendo lo scopo di monitorare l'eventuale impatto ambientale di più WBS, risultano essere riferiti a più di un lotto.

La modalità di rendicontazione finora adottata nei reports semestrali del monitoraggio ambientale prevede di strutturare la documentazione per lotti; ne consegue che i risultati di una misura afferente a più di un lotto risulterebbe "duplicata" in più documenti, appesantendo inutilmente la lettura degli elaborati.

Considerato che nel 2016, con l'attivazione del lotto 3, sono stati attivati la maggior parte delle stazioni di misura previste da PMA, si è ritenuto evitare la "duplicazione" di numerose informazioni.

Nel seguito viene riportata una tabella riassuntiva con indicate tutte le misure effettuate nel semestre di riferimento ed il relativo report in cui sono illustrati compiutamente gli esiti delle misure.

Ciò consentirà un'agevole consultazione dei risultati delle attività di monitoraggio, anche per i punti appartenenti a più lotti.

 GENERAL CONTRACTOR Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2
	Foglio 6 di 27

Punto	Opera	L1	L2	L3	Data	Elaborati di riferimento		
						L1	L2	L3
VIL-GE-030	NV03 - GASG - GNSD (Lotto 2) - CA39/COV4 (Lotto 3-4)		2	3	24/10/2016	-	presente report	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A6-015-A00
VIL-GE-040	NV03-GASF-GNSD (Lotto 1)		2		26/10/2016	-	presente report	-
VIL-SS-530	GN1C (Lotto 3)			3	25/10/2016	-	-	IG51-00-E-CV-RO-IM-00-A6-015-A00

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2
	Foglio 7 di 27

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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 2631/2 "*Evaluation of human exposure to whole body vibration/Continuous and shockinduced 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 DPCM 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*".

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 riguarda l'esposizione umana alle vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi X, Y e Z per persone in piedi, sedute o coricate. Questa seconda edizione, emanata nel 2003, annulla e sostituisce la prima edizione (ISO 2631/2:1989).

L'Allegato A della ISO 2631/2 definisce i criteri di valutazione della risposta soggettiva alle vibrazioni e introduce la frequenza di ponderazione W_m , (posizione del soggetto non definita) che sostituisce la pregressa $W-B_c$, in modo compatibile con la definizione matematica dei coefficienti di frequenza contenuti nella ISO 2631/1.

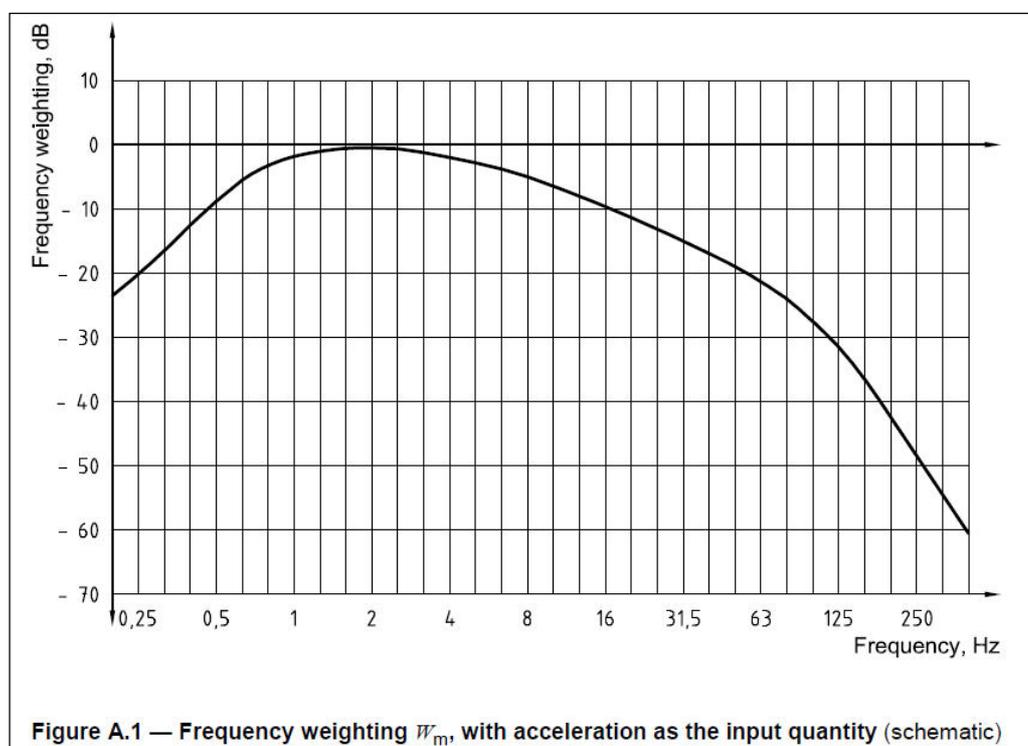


Table A.1 — Values of the frequency weighting W_m for acceleration as the input quantity
(in one-third-octave bands, calculated using the true mid-frequencies, band limitation 1 Hz to 80 Hz included)

x	Frequency, Hz		W_m Factor	W_m dB
	Nominal	True		
-7	0,2	0,1995	0,0629	-24,02
-6	0,25	0,2512	0,0994	-20,05
-5	0,315	0,3162	0,156	-16,12
-4	0,4	0,3981	0,243	-12,29
-3	0,5	0,5012	0,368	-8,67
-2	0,63	0,6310	0,530	-5,51
-1	0,8	0,7943	0,700	-3,09
0	1	1,000	0,833	-1,59
1	1,25	1,259	0,907	-0,85
2	1,6	1,585	0,934	-0,59
3	2	1,995	0,932	-0,61
4	2,5	2,512	0,910	-0,82
5	3,15	3,162	0,872	-1,19
6	4	3,981	0,818	-1,74
7	5	5,012	0,750	-2,50
8	6,3	6,310	0,669	-3,49
9	8	7,943	0,582	-4,70
10	10	10,00	0,494	-6,12
11	12,5	12,59	0,411	-7,71
12	16	15,85	0,337	-9,44
13	20	19,95	0,274	-11,25
14	25	25,12	0,220	-13,14
15	31,5	31,62	0,176	-15,09
16	40	39,81	0,140	-17,10
17	50	50,12	0,109	-19,23
18	63	63,10	0,0834	-21,58
19	80	79,43	0,0604	-24,38
20	100	100,0	0,0401	-27,93
21	125	125,9	0,0241	-32,37
22	160	158,5	0,0133	-37,55
23	200	199,5	0,00694	-43,18
24	250	251,2	0,00354	-49,02
25	315	316,2	0,00179	-54,95
26	400	398,1	0,000899	-60,92

NOTE x is the frequency band number according to IEC 61260:1995.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2 Foglio 10 di 27

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 r.m.s. ponderato in frequenza, il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (diurno, dalle 7:00 alle 22:00, e notturno, 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

$$L_w = 20 \cdot \log\left(\frac{a_w}{a_0}\right)$$

Dove:

$a_0 = 10^{-6} \text{ m/s}^2$, valore efficace dell'accelerazione di riferimento.

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. Per la valutazione del disturbo, i valori dell'accelerazione equivalente ponderata in frequenza o i corrispondenti livelli possono essere confrontati con i limiti riportati nei prospetti II e III.

Prospetto II – Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per l'asse z

	a m/s^2	L dB
area critica	$8,0 \cdot 10^{-3}$	74
abitazioni (notte)	$7,0 \cdot 10^{-3}$	77
abitazioni (giorno)	$10,0 \cdot 10^{-3}$	80
uffici	$20,0 \cdot 10^{-3}$	83
fabbriche	$40,0 \cdot 10^{-3}$	86

Prospetto III – Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per gli assi x e y

	a m/s^2	L dB
area critica	$9,0 \cdot 10^{-3}$	71
abitazioni (notte)	$8,0 \cdot 10^{-3}$	74
abitazioni (giorno)	$7,2 \cdot 10^{-3}$	77
uffici	$14,4 \cdot 10^{-3}$	80
fabbriche	$28,8 \cdot 10^{-3}$	83

Nel caso si impieghi il filtro valido per posture non note o variabili nel tempo, vanno assunti come limiti i valori definiti per gli assi X e Y.

Le vibrazioni di livello non costante possono essere misurate rilevando, in un intervallo di tempo rappresentativo, l'accelerazione equivalente ($a_{w,eq}$) o il livello equivalente dell'accelerazione ($L_{w,eq}$) così definiti:

$$a_{w,eq} = \left[(1/T) \int_0^T [a_w(t)]^2 dt \right]^{0,5}$$

$$L_{w,eq} = 10 \log \left[(1/T) \int_0^T [a_w(t)/a_0]^2 dt \right]$$

dove: $a_w(t)$ è l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza espressa in $m*s^{-2}$;

T è la durata del rilievo espresso in secondi;

$a_0 = 10^{-6} m*s^{-2}$ è l'accelerazione di riferimento.

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.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2
	Foglio 12 di 27

I limiti (Tabella 2-5) 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.

Tabella 2-4 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	3.6×10^{-3}	71
Abitazioni (Notte)	5.0×10^{-3}	74
Abitazioni (Giorno)	7.2×10^{-3}	77
Uffici	14.4×10^{-3}	83
Fabbriche	28.8×10^{-3}	89

Tabella 2-5 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	5.0×10^{-3}	3.6×10^{-3}
Abitazioni (Notte)	7.0×10^{-3}	5.0×10^{-3}
Abitazioni (Giorno)	0.30	0.22
Uffici	0.64	0.46
Fabbriche	0.64	0.46

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2 Foglio 13 di 27

3 METODICHE E ATTIVITA' DI CAMPO

Le misurazioni in fase Ante Operam hanno lo scopo di definire la situazione prima della costruzione della nuova linea ferroviaria (“*stato di bianco*”). In particolare, le rilevazioni Ante Operam rappresentano i valori di confronto per i livelli di vibrazione indotti nella fase in Corso d’Opera (in corrispondenza del fronte dei lavori e del passaggio dei mezzi di cantiere lungo la viabilità stradale) e nella fase Post Operam (passaggio dei treni sulla nuova linea ferroviaria).

Le misure di vibrazioni relative alla fase Ante Operam della tratta A.V./A.C. Milano-Genova Terzo Valico dei Giovi, sono state pianificate ed eseguite in coerenza con quanto previsto dal documento “*Monitoraggio Ambientale Relazione generale*” cod.IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-C00 e hanno riguardato il Lotto 2 della Tratta A.V./A.C.

Il monitoraggio ambientale della componente vibrazioni ha lo scopo di controllare gli effetti di disturbo (*annoyance*) sulla popolazione attraverso una serie di misure sui ricettori sensibili e/o su quelli più esposti, nelle zone interessate dai lavori del Lotto 2 - Tratta AV/AC Terzo Valico dei Giovi.

Il monitoraggio della componente Vibrazioni prevede tre diverse tipologie di misura:

- misurazione delle vibrazioni indotte in prossimità del fronte di avanzamento lavori (**VIL**): ha lo scopo di determinare il livello delle vibrazioni indotto dalle lavorazioni sui ricettori sensibili;
- misurazione delle vibrazioni indotte nelle aree di cantiere (**VIC**): ha lo scopo di determinare il livello delle vibrazioni indotte dai macchinari, dai mezzi e dalle attività svolte nelle aree di cantiere monitoraggio;
- misurazione delle vibrazioni indotte in prossimità della linea ferroviaria (**VIF**): ha lo scopo di determinare il livello delle vibrazioni indotte dal passaggio dei treni sui ricettori sensibili.

Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni, i valori delle accelerazioni impulsive o i corrispondenti valori riscontrati sui tre assi, distinti in funzione della destinazione d’uso dell’edificio ove sono state rilevate, possono essere confrontati con i limiti imposti dalla normativa.

Le vibrazioni trasmesse negli edifici sono classificate in tre tipologie:

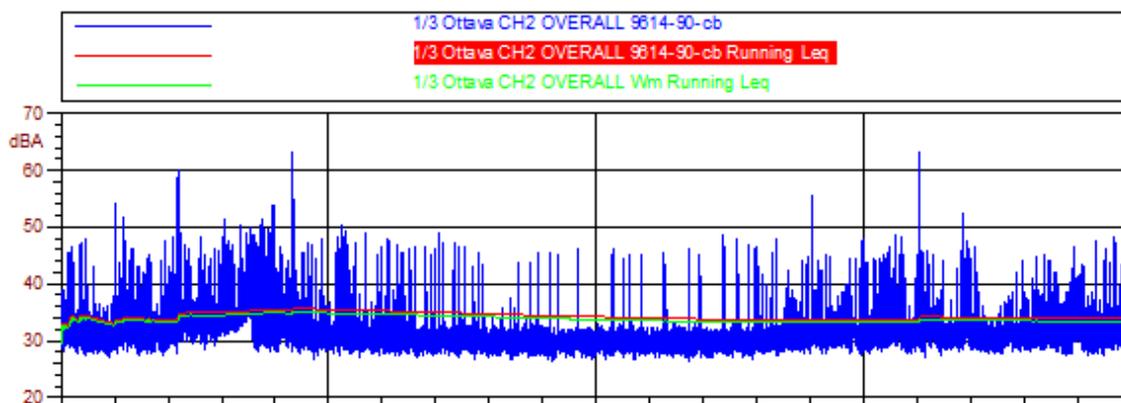
- di livello costante, quando il livello dell’ accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante la costante di tempo “ slow” (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB;
- di livello non costante, quando il livello suddetto varia nel tempo in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB;
- impulsive, quando danno luogo ad un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può causare una serie di oscillazioni della struttura che si estinguono nel tempo.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2
	Foglio 14 di 27

Le misure consistono in misure di 24 ore triassiali in continuo con registrazione della forma d'onda e successiva analisi del segnale.

Il parametro fisico monitorato è l'accelerazione del moto dei punti fisici appartenenti ai ricettori. Tali accelerazioni sono state misurate in direzione verticale (asse z) e nelle due direzioni ortogonali alla verticale (asse x e y). Il segnale è stato acquisito mediante costante di tempo "slow" e con una frequenza di campionamento di 1600 Hz.

Per l'elaborazione e la restituzione dei dati acquisiti durante la misurazione ci si è avvalsi del software *Noise & Vibration Works* versione 2.8.0. Tale software viene usato come supporto per la gestione, elaborazione e conseguente creazione dei rapporti di fine misura. I risultati, una volta elaborati, vengono messi a confronto con la vigente normativa al fine di individuare eventuali criticità.



Dall'analisi delle time-histories sono stati ricavati i livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza ed i livelli massimi di accelerazione ponderata in frequenza nei due periodi di riferimento Diurno e Notturno.

I livelli di accelerazione ponderata in frequenza, riportati nella scheda di fine misura, sono stati ottenuti applicando al segnale, acquisito mediante costante di tempo "slow", gli opportuni filtri di ponderazione W_{comb} e W_m .

I filtri di ponderazione W_{comb} e W_m sono stati introdotti rispettivamente dalla UNI 9614 e dalla ISO 2631-2:2003, come già riportato nel Capitolo 2.

Il posizionamento dei sensori è stato effettuato mediante fissaggio ad un supporto metallico posizionato sulla pavimentazione del solaio. I sensori sono stati sempre collocati in ambienti di vita selezionando dove possibile i solai di luce più elevata e collocando la strumentazione in posizione centrale per cogliere i valori corrispondenti alla massima risposta dinamica delle strutture soggette a sollecitazione.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2
	Foglio 15 di 27

3.1 Strumentazione utilizzata

Le attività di monitoraggio sono state svolte utilizzando la seguente strumentazione:

- PC Portatile Asus 6000
- Accelerometri monoassiali PCB PIEZOTRONICS modello 393A03 / Sensibilità: 500 mV/g. Range di frequenza: 0,5-200 Hz
- Sistema di acquisizione dati: HARMONIE octav modello E729
- Software dedicato per l'acquisizione dati (Samurai™)
- Software dedicato per l'analisi e l'elaborazione delle misure (NWW Noise & Vibration Works, versione 2.8.0)

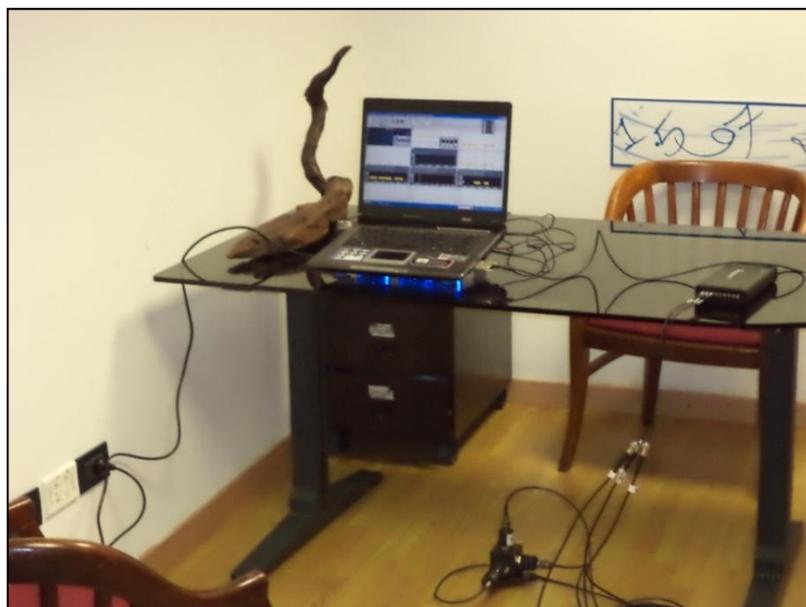


Figura 3.1.1 Strumentazione utilizzata nelle attività di monitoraggio

In particolare il software 'Samurai™', utilizzato per l'acquisizione dei dati, è un software operativo di 'SoundBook™' Che consente l'esportazione delle misure in fogli 'Excel' o applicativi dedicati come 'NWW'.

Gli accelerometri sono connessi al sistema di acquisizione tramite un collegamento ben saldo per fare in modo che il segnale sia trasmesso in modo continuo, senza intermittenze che causerebbero una perdita dei dati. I cavi di collegamento inoltre vengono fermati con un adesivo per minimizzare le frustate del cavo che possono introdurre rumore nella misura.

Sono stati utilizzati tre accelerometri monoassiali PCB PIEZOTRONICS modello 393A03.

Le caratteristiche dei suddetti accelerometri vengono riportate nella tabella a seguire.

PCB 393A03		
<i>Voltage sensitive</i>	1000	mV/g
<i>Measurement range</i>	5	±g pk
<i>Frequency range (± 5 %)</i>	0,5-2000	Hz
<i>(± 10 %)</i>	0,3-4000	Hz
<i>(± 3 dB)</i>	0,2-6000	Hz
<i>Resoltion</i>	0,0001	g pk
<i>Amplitude linearity</i>	±1	%
<i>Transverse sensitivity</i>	≤5	%
<i>Shock limit</i>	5000	±g pk
<i>Excitation voltage</i>	18-30	VDC
<i>Outpu impedance</i>	<250	Ω
<i>Output bias</i>	8-12	VDC
<i>Discharge time constant</i>	1-3	sec
<i>Size</i>	30,2x55,6	mm
<i>Weight</i>	210	gm

Figura 3.1.2 Caratteristiche accelerometri monoassiali PCB PIEZOTRONICS modello 393A03

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2 Foglio 17 di 27

4 PRESENTAZIONE E DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Nel prospetto sottostante viene riportato un riepilogo delle attività svolte tra il mese di luglio e dicembre 2016 per il monitoraggio della componente in oggetto.

Punto di Misura	Lotti	Cantiere/WBS Indagato	Durata misure	Data Misura	Fase Temporale
VIL-GE-030	2/3	COV4/CA39-NV03-GASG-GNSD	24 h	24/10/2016	Ante Operam
VIL-GE-040	2	NV03-GASF-GNSD	24 h	26/10/2016	Ante Operam

I risultati vengono mostrati in base alle *Work Breakdown Structure* (WBS) oggetto di indagine. Di seguito si riporta il prospetto con la descrizione dei Cantieri/WBS indagati nel corso delle Campagne di monitoraggio eseguite nell'anno 2016.

CANTIERE/WBS	DESCRIZIONE
COV4/CA39	Cantiere viabilità Chiaravagna
NV03	Adeguamento Via Chiaravagna
GASG	Imbocco lato Sud Adeguamento via Chiaravagna (NV03)
GNSD	Galleria Naturale Adeguamento via Chiaravagna (NV03)
GASF	Imbocco lato Nord adeguamento Via Chiaravagna

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2
	Foglio 18 di 27

4.1 COV4/ CA39 - NV03 – GASG – GNSD

La stazione di monitoraggio indicata nel PMA con la codifica VIL-GE-030 è un edificio a destinazione d'uso residenziale composto da 4 piani f.t., situato in una traversa di via Chiaravagna denominata Via Panigaro, 6.

Il ricettore è in affaccio sul futuro COV4 e sarà interessato dalle lavorazioni relative alle WBS GASG, GNSD e NV03.



4.1.1 Stralcio planimetrico area di indagine



4.1.2 Rapporto fotografico

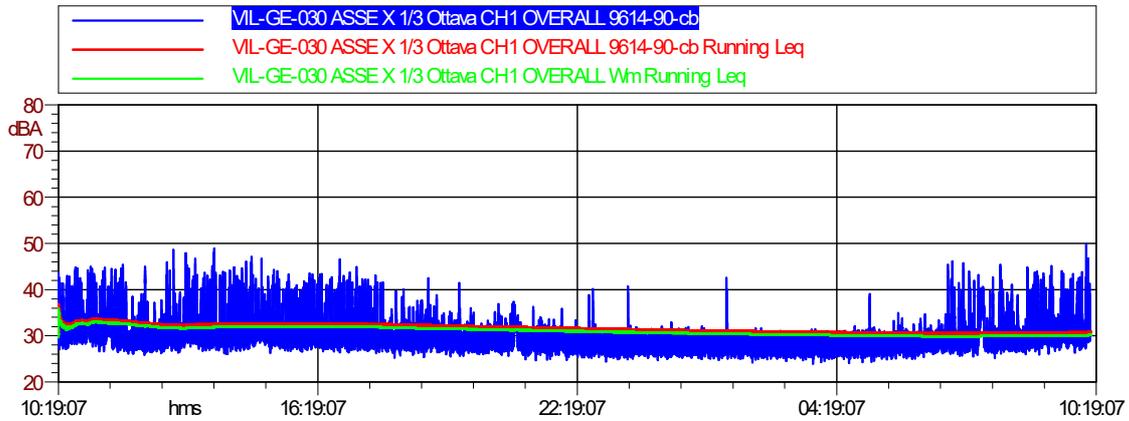
Si riporta di seguito la tabella riepilogativa dei livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq_UNI9614-90-cb), sia per il periodo di

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2
	Foglio 19 di 27

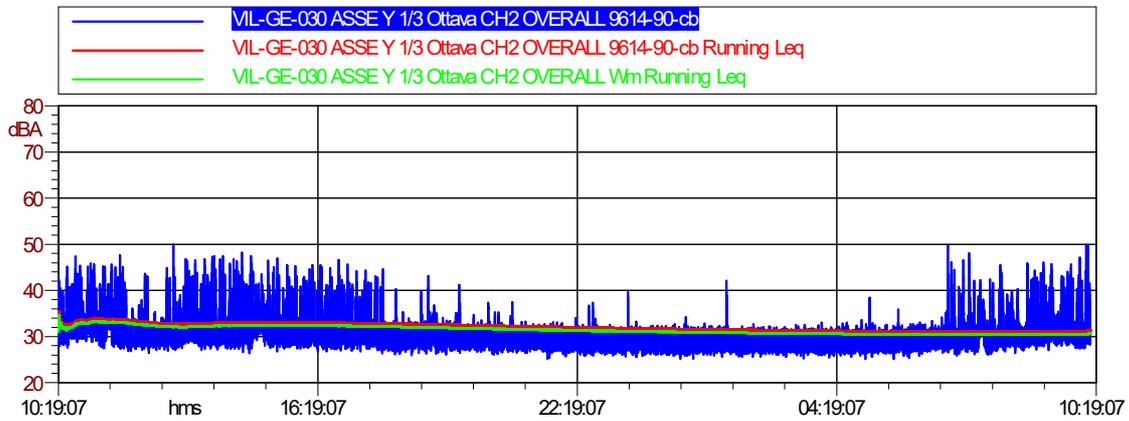
riferimento diurno (07:00 – 22:00) che per quello notturno (22:00 – 07:00). Tali livelli di accelerazione vengono poi relazionati ai limiti imposti dalla Norma tecnica UNI 9614:1990, che per la destinazione d'uso del ricettore corrispondono a 77 dB per il periodo diurno e 74 dB per quello notturno.

PUNTO	DATA	CANTIERE WBS	LIVELLI EQUIVALENTI ACCELERAZIONE [dB]					
			DIURNO			NOTTURNO		
			X	Y	Z	X	Y	Z
VIL-GE-030	24/10/2016	COV4/CA39-NV03- GASG-GNSD	31,7	32,1	32,6	28,4	29,3	29,6
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE			77 dB			74dB		

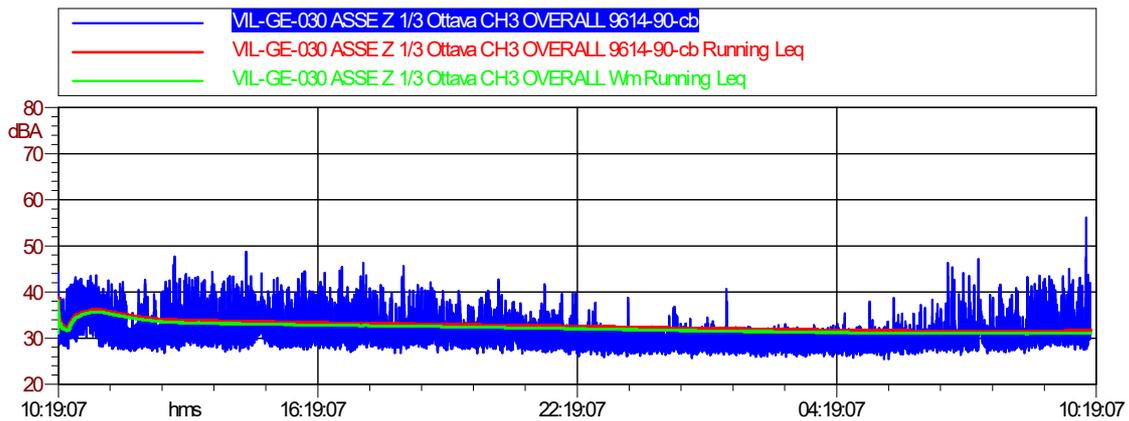
Viene nel seguito riportata, per ogni singolo canale (asse) della terna accelerometrica, la time-history del valore dell'accelerazione ponderata con il filtro per assi combinati UNI9614, e l'andamento del Running Leq che rappresenta il parametro da confrontare con i limiti normativi.



4.1.3 Time history Asse X



4.1.4 Time history Asse Y



4.1.5 Time history Asse Z

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2</p> <p>Foglio 21 di 27</p>

La rilevazione eseguita nel mese di ottobre 2016 ha evidenziato un clima vibrazionale contraddistinto da livelli di accelerazione ponderata in frequenza caratteristici di un'area scarsamente antropizzata e non servita da infrastrutture viarie e di trasporto. In particolare, tale misurazione ha mostrato livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza dell'ordine di 28-33 dB lungo tutti gli assi di propagazione e per entrambi i periodi di riferimento.

I livelli equivalenti di accelerazione risultano abbondantemente al di sotto dei limiti imposti dalla Norma UNI 9614.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2
	Foglio 22 di 27

4.2 NV03 – GASF - GNSD

La stazione di monitoraggio indicata nel PMA con la codifica VIL-GE-040 è un edificio a destinazione d'uso residenziale composto da 3 piani f.t., situato in una traversa di via Chiaravagna denominata Salita Cassinella.

Il ricettore è in affaccio su Via Chiaravagna e dista pochi metri dalla futura GASF.



4.22.1 Stralcio planimetrico area di indagine



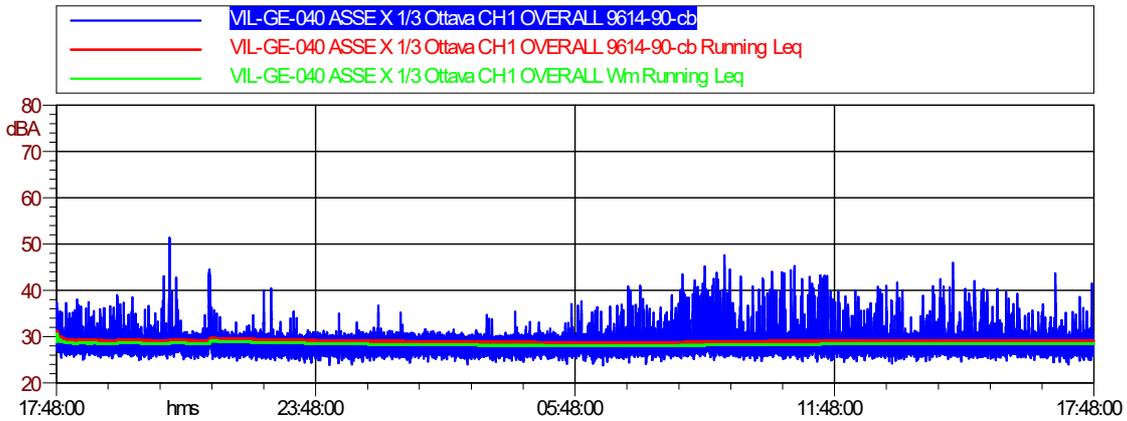
4.22.2 Rapporto fotografico

Si riporta di seguito la tabella riepilogativa dei livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza secondo la pesatura per assi combinati (Leq_UNI9614-90-cb), sia per il periodo di riferimento diurno (07:00 – 22:00) che per quello notturno (22:00 – 07:00). Tali livelli di accelerazione vengono poi relazionati ai limiti imposti dalla Norma tecnica UNI 9614:1990, che per la destinazione d'uso del ricettore corrispondono a 77 dB per il periodo diurno e 74 dB per quello notturno.

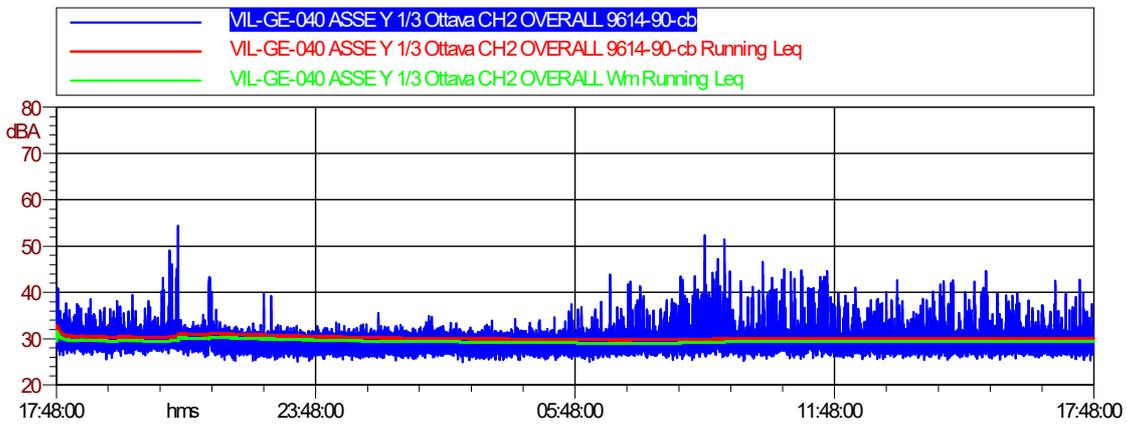
GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2 Foglio 23 di 27

PUNTO	DATA	CANTIERE WBS	LIVELLI EQUIVALENTI ACCELERAZIONE [dB]					
			DIURNO			NOTTURNO		
			X	Y	Z	X	Y	Z
VIL-GE-040	26/10/2016	NV03-GASF-GNSD	29,4	30,6	30,1	28,2	29,1	29,2
LIMITI UNI 9614 CIVILE ABITAZIONE			77 dB			74dB		

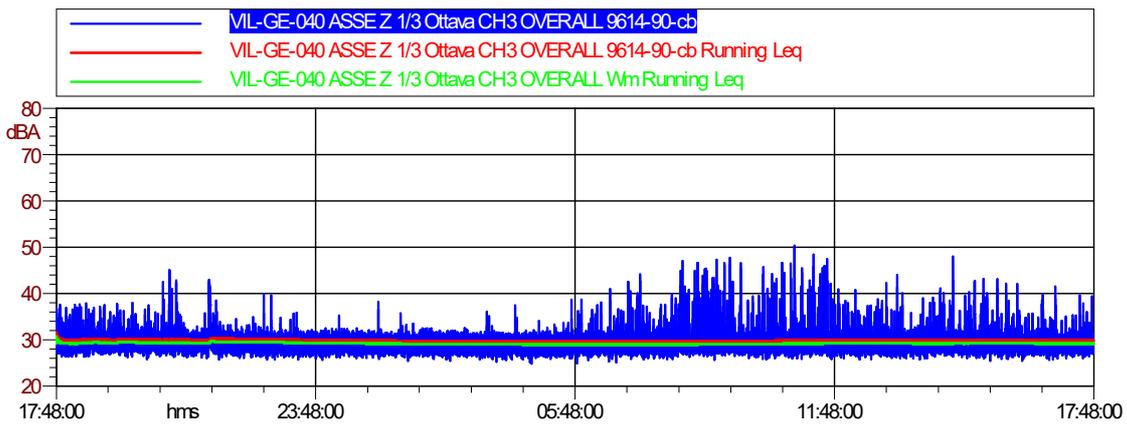
Viene nel seguito riportata, per ogni singolo canale (asse) della terna accelerometrica, la time-history del valore dell'accelerazione ponderata con il filtro per assi combinati UNI9614, e l'andamento del Running Leq che rappresenta il parametro da confrontare con i limiti normativi.



4.22.3 Time history Asse X



4.22.4 Time history Asse Y



4.22.5 Time history Asse Z

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2
	Foglio 25 di 27

La rilevazione eseguita nel mese di ottobre 2016 ha evidenziato un clima vibrazionale contraddistinto da livelli di accelerazione ponderata in frequenza caratteristici di un'area scarsamente antropizzata e non servita da infrastrutture viarie e di trasporto. In particolare, tale misurazione ha mostrato livelli equivalenti di accelerazione ponderata in frequenza dell'ordine di 28-31 dB lungo tutti gli assi di propagazione e per entrambi i periodi di riferimento.

I livelli equivalenti di accelerazione risultano abbondantemente al di sotto dei limiti imposti dalla Norma UNI 9614.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2
	Foglio 26 di 27

5 CONCLUSIONI

Le attività di monitoraggio ambientale della componente *Vibrazioni* sono state effettuate in coerenza con quanto previsto dal documento “PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE” cod.IG51-00-E-CV-RG-IM00-00-001-C00 e ha riguardato il Lotto 2 della Tratta A.V./A.C Terzo Valico dei Giovi.

La rilevazione in fase di Ante Operam, eseguita per il Lotto 2, hanno avuto quale scopo la caratterizzazione dello stato vibrazionale del territorio prima dell’inizio delle attività di costruzione al fine di disporre di uno stato di riferimento rispetto a cui comparare i livelli di vibrazione che verranno a determinarsi in fase di Corso d’Opera (in corrispondenza del fronte dei lavori e per il passaggio dei mezzi di cantiere lungo la viabilità stradale) e di Post Operam (transito dei treni sulla nuova linea ferroviaria).

Come previsto dalle metodiche del Programma di Monitoraggio, le misurazioni sono state eseguite con postazione fissa a funzionamento automatico su un arco temporale di 24 ore al fine di definire la variabilità dei livelli di accelerazione nei periodi di riferimento diurno e notturno.

5.1 COV/ CA39- NV03 – GASG – GNSD - GASF

L’area oggetto di indagine risulta essere a vocazione esclusivamente agricola, di fronte ai ricettori c’è una cava. Il clima vibrazionale risulta essere alquanto modesto e dominato dagli eventi legati al passaggio di mezzi veicolari lungo Via Chiaravagna. I valori di accelerazione ponderata in frequenza registrati nel corso della rilevazione sono risultati largamente inferiori ai limiti fissati dalla Norma tecnica UNI 9614:1990 “*Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo*” e pari a 77 dB per il periodo Diurno e 74 dB per il periodo Notturmo per edifici a destinazione d’uso residenziale.

Tuttavia, vista la prossimità del fabbricato alla futura linea AV/AC Terzo Valico dei Giovi, si ritiene opportuno attenzionare l’eventuale evolversi dello scenario vibrazionale, soprattutto in fase di Post Operam, al fine di evitare problemi di *annoyance* ai soggetti esposti.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-IM00-A6-014-A00 Vibrazioni – Lotto 2	Foglio 27 di 27

ALLEGATO 1
CERTIFICATI DI TARATURA DELLA STRUMENTAZIONE

Centro di Taratura LAT N° 192
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di TaraturaPagina 1 di 5
Page 1 of 5**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3523-16***Certificate of Calibration*

- data di emissione <i>date of issue</i>	2016-01-22
- cliente <i>customer</i>	LANDE SPA Via Cardinale Guglielmo Sanfelice, 8 80134 NAPOLI
- destinatario <i>receiver</i>	
- richiesta <i>application</i>	SKYLAB ORD.1
- in data <i>date</i>	2016-01-11
<u>Si riferisce a</u> <i>referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	CATENA ACCELEROMETRICA
- costruttore <i>manufacturer</i>	SINUS PCB
- modello <i>model</i>	HARMONIE 393A03
- matricola <i>serial number</i>	5505 31827-31185-31187
- data ricevimento oggetto <i>date of receipt item</i>	2016-01-13
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2016-01-22
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	3533

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N°192 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N°192 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Vice Responsabile del Centro
Vice Head of the Centre

F. Gaggero



Via Ippolito d'Aste, 5
 16121 Genova (GE)
 Tel. +39 010 5995460
 Fax +39 010 5995790
 http://www.cetena.it
 e-mail: franco.pacini@cetena.it
 federico.gaggero@cetena.it

Centro di Taratura LAT N° 192
 Calibration Centre
 Laboratorio Accreditato di Taratura

Pagina 2 di 5
 Page 2 of 5

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3523-16
 Certificate of Calibration

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

In the following, information is reported about:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
description of the item to be calibrated (if necessary)
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
technical procedures used for calibration performed
- gli strumenti/campioni che garantiscono la catena della riferibilità del Centro;
instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
site of calibration (if different from the Laboratory)
- le condizioni ambientali e di taratura;
calibration and environmental conditions
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.
calibration results and their expanded uncertainty

CONDIZIONI AMBIENTALI DI TARATURA

ENVIRONMENT CALIBRATION CONDITIONS:

Temperatura Aria <i>Air Temperature: (21± 3) °C</i>	23	Temperatura stimata Trasduttore °C <i>Estimated Transducer Temperature:</i>	23
--	----	--	----

PROCEDURA

PROCEDURE:

Lo strumento è stato tarato in accordo con la norma ISO 16063-21 "Vibration calibration by comparison to a reference transducer"

The instrument has been calibrated in accordance with ISO 16063-21 "Vibration calibration by comparison to a reference transducer"

Codice di procedura <i>Code of procedure:</i>	PA07-REV.04	Materiale superficie di montaggio: acciaio <i>Material surface mounting</i>	Coppia di serraggio [N m] : 2 <i>Torque</i>
Adattatore utilizzato: WA 0567+L <i>Adapters Used</i>		Lubrificante utilizzato: WD-40 (olio) <i>Lubricant used</i>	Orientamento trasduttore: verticale - 0° <i>Orientation transducer</i>

CAPACITÀ METROLOGICHE ED INCERTEZZE DEL CENTRO

Metrological abilities and uncertainties of the Centre:

Grandezza <i>Quantity</i>	Strumento in Taratura <i>Device Under Test</i>	Campo di Misura <i>Range of measurements</i>	Gamma di frequenza <i>Frequency Range</i>	Incertezza (*) <i>Uncertainty</i>	Note
Accelerazione (3) <i>Acceleration</i>	Catena accelerometrica a trasduttore a singola faccia e analizzatore con trasduttore accoppiato <i>Accelerometric chain with single face transducer and coupler transducer analyzer</i>	da 1 ms ⁻² a 200 ms ⁻²	5+10000 Hz	2·10 ⁻²	
	Calibratore vibrometrico-Calibrator -accelerazione - <i>acceleration</i> -frequenza - <i>frequency</i>	da 10 ms ⁻² a 20 ms ⁻²	da 80 a 160 Hz	1·10 ⁻² 0,1·10 ⁻²	(1)
	Funzione di trasferimento: condizionatore di segnale in carica e tensione <i>Transfer function: signal conditioners</i>	da 0,1 a 10	da 5 a 10KHz	0,5·10 ⁻²	(2)

(*) L'incertezza di misura è espressa al livello di fiducia del 95 %

(1): si determina anche il valore di velocità e spostamento – *also the velocity and displacement value are calculated*

(2): solo il modulo della funzione di trasferimento – *Only the Magnitude of the Transfer Function*

Centro di Taratura LAT N° 192
 Calibration Centre
 Laboratorio Accreditato di Taratura

Pagina 3 di 5

Page 3 of 5

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3523-16
Certificate of Calibration
RIFERIBILITÀ E CAMPIONI DI PRIMA LINEA - STRUMENTAZIONE UTILIZZATA PER LA TARATURA
First Line Standards - Instrumentation used for the measurements

Strumento <i>Instrument</i>	Costruttore <i>Manufacturer</i>	Tipo <i>Type</i>	Numero di serie <i>Serial Number</i>	Data ultima taratura <i>Date of last calibration</i>	Tracciabilità <i>Traceability</i>
Multimetro <i>Multimeter</i>	KEYSIGHT TECHNOLOGIES	3458A	MY45051299	29/01/2015	KEYSIGHT TECHNOLOGIES n. 3458AMY45051299
Analizzatore <i>Analyzer</i>	Brüel & Kjaer	3160 A4/2	106218	30/01/2015	rapporto CETENA n.12161
Trasduttore di riferimento <i>Reference transducer</i>	Brüel & Kjaer	8305-001	2388778	23/01/2015	INRIM n. 15-0032-01
Trasduttore di riferimento <i>Reference transducer</i>	Brüel & Kjaer	4371	11153	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161
Trasduttore di riferimento <i>Reference transducer</i>	Brüel & Kjaer	4533-B-001	31351	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	Brüel & Kjaer	8305S	2388749	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	Brüel & Kjaer	2647	2404213	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	Brüel & Kjaer	2647	2404212	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	Brüel & Kjaer	2647-B	2985984	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	Brüel & Kjaer	2647-B	2985985	18/02/2015	rapporto CETENA n.12161

CAMPIONI DI SECONDA LINEA - Accessori
Second Line Standards - Accessories

Strumento <i>Instrument</i>	Costruttore <i>Manufacturer</i>	Tipo <i>Type</i>	Numero di serie <i>Serial Number</i>	Data ultima taratura <i>Date of last calibration</i>	Tracciabilità <i>Traceability</i>
Tavola Vibrante <i>Vibration Exciter</i>	Brüel & Kjaer	4808-W-001	2982225	2015/02/18	rapporto CETENA n.12161
Tavola Vibrante <i>Vibration Exciter</i>	Brüel & Kjaer	4809	2953559	2015/02/18	rapporto CETENA n.12161
Accelerometro <i>Accelerometer</i>	Brüel & Kjaer	4393	1203363	2015/02/18	rapporto CETENA n.12161
Accelerometro <i>Accelerometer</i>	Brüel & Kjaer	4393	1203400	2015/02/18	rapporto CETENA n.12161
Accelerometro <i>Accelerometer</i>	Brüel & Kjaer	4393	1203387	2015/02/18	rapporto CETENA n.12161
Masse <i>Mass</i>					

Centro di Taratura LAT N° 192
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3523-16
Certificate of Calibration

Pagina 4 di 5

Page 4 of 5

1. MISURANDO, MODALITÀ E CONDIZIONI DI MISURA

Il misurando è il rapporto tra l'accelerazione indicata dallo strumento in taratura e l'accelerazione applicata alla superficie di riferimento dei trasduttori, nella configurazione "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo" con filtri di ponderazione indicati nella stessa norma UNI 9614 del 1990 (Par.4.2 Misura dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza-prospetto I). La taratura è stata eseguita per confronto con la catena accelerometrica di riferimento tipo A del CETENA.

2. RISULTATI E INCERTEZZE DI MISURA

Le prove sono state eseguite montando l'accelerometro in taratura sulla tavola vibrante BK4808 e come meglio specificato nelle procedure di taratura del CETENA. E' stato quindi misurato il rapporto tra l'accelerazione indicata dallo strumento in taratura e l'accelerazione della tavola vibrante, misurata mediante la catena accelerometrica di riferimento tipo A del CETENA.

Tutte le prove sono state ripetute per ogni asse di lavoro (X, Y, Z). La taratura è stata eseguita alla temperatura media di 23 °C, con variazioni comprese entro $\pm 0.5^\circ\text{C}$.

Nelle tabelle sono riportati i valori di:

- frequenza impostata
- accelerazione impostata a_i
- pesatura strumento in taratura calcolata come: $L_s = 20 \log_{10} a_s/a_i$ (dove a_s è l'accelerazione letta sullo strumento in taratura)
- pesatura norma di riferimento UNI 9614-1990
- errore calcolato come: $E = L_s - L_n$
- incertezza estesa associata allo strumento in taratura U

L'incertezza tipo u (espressa in dB), associata allo strumento in taratura, è stata calcolata con la seguente formula:

$$u = 8,7 \sqrt{\left(\frac{u_s}{a_s}\right)^2 + \left(\frac{u_i}{a_i}\right)^2} [dB]$$

dove u_s ed u_i sono rispettivamente le incertezze dell'accelerazione letta sullo strumento in taratura e dell'accelerazione impostata. L'incertezza estesa U qui indicata è espressa come l'incertezza tipo moltiplicata per il fattore di copertura $k = 2$, che per una distribuzione normale corrisponde ad una probabilità di copertura di circa il 95%.

L'incertezza tipo è stata determinata in accordo con le indicazioni contenute nella guida EA-4/02.

Centro di Taratura LAT N° 192
 Calibration Centre

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3523-16

Pagina 5 di 5

Certificate of Calibration

Page 5 of 5

RISULTATI DI TARATURA

 CALIBRATION RESULTS: Riferimento in dB: $1E^{-6} \text{ m/s}^2$

Analizzatore: SINUS

HARMONIE

n.5505

Accelerometri: PCB

tipo 393A03

n.31827-31185-31187

Tabella 1

CANALE 1-31827			POSTURA: ASSI X-Y			Accel. Sensibilità nom. [mV/g]: 995			Guadagno Canale [V]
Frequenza [Hz]	ai [m/s ²]	Ls [dB]	Ln [dB]	E [dB]	U (%)				
5	3	-7,86	-8	0,14	2	10			
10	5	-13,94	-14	0,06	2	10			
20	7	-20,04	-20	-0,04	2	10			
31,5	10	-24,10	-24	-0,10	2	10			
40	12	-26,12	-26	-0,12	2	10			
50	15	-28,21	-28	-0,21	2	10			
80	20	-32,27	-32	-0,27	2	10			
CANALE 2-31185			POSTURA: ASSI X-Y			Accel. Sensibilità nom. [mV/g]: 1020			Guadagno Canale [V]
Frequenza [Hz]	ai [m/s ²]	Ls [dB]	Ln [dB]	E [dB]	U (%)				
5	3	-8,13	-8	-0,13	2	10			
10	5	-14,16	-14	-0,16	2	10			
20	7	-20,11	-20	-0,11	2	10			
31,5	10	-24,17	-24	-0,17	2	10			
40	12	-26,11	-26	-0,11	2	10			
50	15	-28,12	-28	-0,12	2	10			
80	20	-32,15	-32	-0,15	2	10			
CANALE 3-31187			POSTURA: ASSE Z			Accel. Sensibilità nom. [mV/g]: 999			Guadagno Canale [V]
Frequenza [Hz]	ai [m/s ²]	Ls [dB]	Ln [dB]	E [dB]	U (%)				
5	3	0,32	0	0,32	2	10			
10	5	-1,87	-2	0,13	2	10			
20	7	-7,95	-8	0,05	2	10			
31,5	10	-12,00	-12	0,00	2	10			
40	12	-13,93	-14	0,07	2	10			
50	15	-15,96	-16	0,04	2	10			
80	20	-19,96	-20	0,04	2	10			

Firma Responsabile Tecnico



Centro di Taratura LAT N° 192
Calibration CentrePagina 1 di 5
Page 1 of 5**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3299-15**
Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2015-05-19
- cliente <i>customer</i>	LANDE SRL VIA SAN FELICE, 8 80134 NAPOLI
- destinatario <i>receiver</i>	
- richiesta <i>application</i>	SKY LAB ORD.48
- in data <i>date</i>	2015-05-18
Si riferisce a <i>referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	CALIBRATORE
- costruttore <i>manufacturer</i>	PCB
- modello <i>model</i>	394C06
- matricola <i>serial number</i>	LW6219
- data ricevimento oggetto <i>date of receipt item</i>	2015-05-19
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2015-05-19
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	3309

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N°192 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N°192 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %.

Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Vice Responsabile del Centro
Vice Head of the Centre
F.PACINI

Centro di Taratura LAT N° 192
 Calibration Centre
 Laboratorio Accreditato di Taratura

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3299-15
Certificate of Calibration

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

In the following, information is reported about:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
description of the item to be calibrated (if necessary)
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
technical procedures used for calibration performed
- gli strumenti/campioni che garantiscono la catena della riferibilità del Centro;
instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
relevant calibration certificates of those standards with the issuing Body
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
site of calibration (if different from the Laboratory)
- le condizioni ambientali e di taratura;
calibration and environmental conditions
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.
calibration results and their expanded uncertainty

CONDIZIONI AMBIENTALI DI TARATURA
ENVIRONMENT CALIBRATION CONDITIONS:

Temperatura Aria <i>Air Temperature: (21± 3) °C</i>	22	Temperatura stimata Trasduttore °C <i>Estimated Transducer Temperature:</i>	21
--	----	--	----

PROCEDURA
PROCEDURE:

 Lo strumento è stato tarato in accordo con la norma ISO 16063-21 "Vibration calibration by comparison to a reference transducer"
The instrument has been calibrated in accordance with ISO 16063-21 "Vibration calibration by comparison to a reference transducer"

Codice di procedura <i>Code of procedure:</i>	Materiale superficie di montaggio: CU-FE <i>Material surface mounting</i>	Coppia di serraggio [N m] : 2 <i>Torque</i>
Adattatori utilizzati: CU-ESA <i>Adapters Used</i>	Lubrificante utilizzato: WD-40 (olio) <i>Lubricant used</i>	Orientamento trasduttore: verticale - 0° <i>Orientation transducer</i>

CAPACITÀ METROLOGICHE ED INCERTEZZE DEL CENTRO
Metrological abilities and uncertainties of the Centre:

Grandezza <i>Quantity</i>	Strumento in Taratura <i>Device Under Test</i>	Campo di Misura <i>Range of measurements</i>	Gamma di frequenza <i>Frequency Range</i>	Incertezza (*) <i>Uncertainty</i>	Note
Accelerazione (3) <i>Acceleration</i>	Catena accelerometrica a trasduttore a singola faccia e analizzatore con trasduttore accoppiato <i>Accelerometric chain with single face transducer and couplet transducer analyzer</i>	da 1 ms ⁻² a 200 ms ⁻²	5÷10000 Hz	2·10 ⁻²	
	Calibratore vibrometrico-Calibrator -accelerazione - <i>acceleration</i> -frequenza - <i>frequency</i>	da 10 ms ⁻² a 20 ms ⁻²	da 80 a 160 Hz	1·10 ⁻² 0,1·10 ⁻²	(1)
	Funzione di trasferimento: condizionatore di segnale in carica e tensione <i>Transfer function: signal conditioners</i>	da 0,1 a 10	da 5 a 10KHz	0,5·10 ⁻²	(2)

(*) L'incertezza di misura è espressa al livello di fiducia del 95 %

 (1): si determina anche il valore di velocità e spostamento – *also the velocity and displacement value are calculated*

 (2): solo il modulo della funzione di trasferimento – *Only the Magnitude of the Transfer Function*

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3299-15
Certificate of Calibration
RIFERIBILITÀ E CAMPIONI DI PRIMA LINEA - STRUMENTAZIONE UTILIZZATA PER LA TARATURA
First Line Standards - Instrumentation used for the measurements

Strumento <i>Instrument</i>	Costruttore <i>Manufacturer</i>	Tipo <i>Type</i>	Numero di serie <i>Serial Number</i>	Data ultima taratura <i>Date of last calibration</i>	Tracciabilità <i>Traceability</i>
Multimetro <i>Multimeter</i>	KEYSIGHT TECHNOLOGIES	3458A	MY45051299	42033	KEYSIGHT TECHNOLOGIES n. 3458AMY45051299
Analizzatore <i>Analyzer</i>	Brüel & Kjaer	3160 A4/2	106218	42034	rapporto CETENA n.12161
Trasduttore di riferimento <i>Reference transducer</i>	B&K	8305-001	2388778	42027	INRIM n. 15-0032-01
Trasduttore di riferimento <i>Reference transducer</i>	B&K	4371	11153	42053	rapporto CETENA n.12161
Trasduttore di riferimento <i>Reference transducer</i>	B&K	4533-B-001	31351	42053	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	B&K	2647	2404213	42053	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	B&K	2647	2404212	42053	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	B&K	2647-B	2985984	42053	rapporto CETENA n.12161
Condizionatore di riferimento <i>Reference transducer conditioner</i>	B&K	2647-B	2985985	42053	rapporto CETENA n.12161

CAMPIONI DI SECONDA LINEA - Accessori
Second Line Standards - Accessories

Strumento <i>Instrument</i>	Costruttore <i>Manufacturer</i>	Tipo <i>Type</i>	Numero di serie <i>Serial Number</i>	Data ultima taratura <i>Date of last calibration</i>	Tracciabilità <i>Traceability</i>
Tavola Vibrante <i>Vibration Exciter</i>	Brüel & Kjaer	4808-W-001	2982225	42053	rapporto CETENA n.12161
Tavola Vibrante <i>Vibration Exciter</i>	Brüel & Kjaer	4809	2953559	42053	rapporto CETENA n.12161
Accelerometro <i>Accelerometer</i>	Brüel & Kjaer	4518-003	51239	42053	rapporto CETENA n.12161
Accelerometro <i>Accelerometer</i>	Brüel & Kjaer	4384	30132	42053	rapporto CETENA n.12161
Masse <i>Mass</i>					

Centro di Taratura LAT N° 192
 Calibration Centre
 Laboratorio Accreditato di

 Pagina 4 di 5
 Page 4 of 5

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3299-15
Certificate of Calibration
Tab.1

Massa <i>Mass</i>	g	26,8	67
velocità angolare nominale <i>nominal angular velocity</i>	rad/s	1000,28	1000,28
velocità angolare misurata <i>measured angular velocity</i>	rad/s	1000,31	999,74
scarto velocità angolare <i>% angular velocity</i>	%	0,003	-0,055
Incertezza estesa <i>U</i> <i>expand uncertainty U</i>	%	1	1
accelerazione nominale <i>nominal acceleration</i>	m/s ²	9,81	9,81
accelerazione media <i>mean acceleration</i>	m/s ²	9,676	9,608
scarto accelerazione <i>percentual difference acceleration</i>	%	-1,37	-2,06
Incertezza estesa <i>U</i> <i>expand uncertainty U</i>	%	1	1
velocità nominale <i>nominal velocity</i>	mm/s	9,81	9,81
velocità media <i>mean velocity</i>	mm/s	9,673	9,611
scarto velocità <i>percentual difference velocity</i>	%	-1,37	-2,01
Incertezza estesa <i>U</i> <i>expand uncertainty U</i>	%	1	1
spostamento nominale <i>nominal displacement</i>	µm	9,80	9,80
spostamento media <i>mean displacement</i>	µm	9,670	9,613
scarto spostamento <i>percentual difference displacement</i>	%	-1,37	-1,95
Incertezza estesa <i>U</i> <i>expand uncertainty U</i>	%	1	1

 Firma Responsabile Tecnico
 F.Pacini



CERTIFICATO DI TARATURA LAT 192 N° 3299-15

Certificate of Calibration

RISULTATI DI TARATURA

CALIBRATION RESULTS:

Tab. 2

m Massa Mass	Distorsione% <i>Percentual Distortion</i>			Moti trasversali <i>Transversal Motion</i>
	2a	3a	Total Harmonic Distortion THD %	
g				%
26,8	0,25	0,23	0,782	2,2
67	0,31	0,28		2,7

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente al documento EA-4/02 e sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to EA-4/02. They were estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il responsabile tecnico
F. Pacini

