

**SUPPORTO TECNICO ALL'OSSERVATORIO AMBIENTALE  
PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DELLA  
"TANGENZIALE EST ESTERNA DI MILANO"**

**ISTRUTTORIA TECNICA**

Piano di Monitoraggio Ambientale

VIBRAZIONI

Risultati Monitoraggio Corso d'Opera

CO10

**Settembre 2015**

## INDICE

<b><u>1</u></b>	<b><u>Premessa</u></b>	<b>3</b>
<b><u>2</u></b>	<b><u>Osservazioni sulle modalità di esecuzione delle attività di monitoraggio</u></b>	<b>3</b>
<b><u>3</u></b>	<b><u>Valutazione dei risultati del monitoraggio</u></b>	<b>4</b>
3.1	<u>Documenti analizzati</u>	4
3.2	<u>Osservazioni in merito alla completezza dei risultati restituiti</u>	5
3.3	<u>Osservazioni specifiche sui risultati ottenuti</u>	5
3.3.1	<u>VIB-GE-01</u>	6
3.3.2	<u>VIB-GO-01</u>	7
3.3.3	<u>VIB-CS-21</u>	9
<b><u>4</u></b>	<b><u>Conclusioni</u></b>	<b>10</b>

## 1 Premessa

La presente istruttoria analizza gli esiti della campagna di monitoraggio **CO10** riferita alle misure effettuate nei mesi di ottobre e dicembre 2014, e relative alla Tangenziale Est Esterna di Milano e opere connesse sulla componente Vibrazioni.

Il processo di audit da parte del Supporto Tecnico (ST), eseguito tramite l'analisi dei risultati e delle informazioni trasmesse, è stato condotto con i seguenti obiettivi:

- la verifica della corretta esecuzione delle attività di monitoraggio rispetto alle previsioni del PMA Esecutivo circa l'ubicazione dei punti, la frequenza delle misure, le metodiche di misurazione;
- la valutazione della completezza delle informazioni e dei dati restituiti;
- l'analisi e l'interpretazione dei risultati ottenuti.

L'attività istruttoria è stata inoltre condotta nell'ottica di esaminare eventuali criticità messe in luce dall'attività di monitoraggio (ad es. relative alla localizzazione dei punti di misura o alla presenza di eventuali sorgenti di disturbo) e di individuare le possibili soluzioni/modifiche da apportare nelle successive campagne di indagine.

## 2 Osservazioni sulle modalità di esecuzione delle attività di monitoraggio

La metodica di monitoraggio prevista dal Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), per la fase CO è stata effettuata secondo quanto previsto dalla Relazione Specialistica e più in generale nel rispetto della normativa nazionale ed in accordo con le pertinenti norme tecniche nazionali ed internazionali.

Con riferimento alla norma UNI 9614 e UNI EN ISO 2631, il parametro utilizzato per la caratterizzazione delle vibrazioni è stata l'accelerazione quadratica media (r.m.s) ponderata, espressa in  $m/sec^2$ , usando fattori di ponderazione in bande di terzi d'ottava per le direzioni z, x-y e per postura non nota o variabile.

Le attività di monitoraggio sono state svolte nei mesi di ottobre e dicembre 2014 nei comuni di Gorgonzola (MI), Gessate (MI) e Casalmaiocco (LO).

**Tabella 1: Attività di monitoraggio di CTE.**

Codice Punto	Tipologia recettore	Comune (Prov.)	Opera	Data
VIB-GE-01	uffici	Gessate (MI)	Galleria artificiale Villoresi	09/10/2014
VIB-GO-01	residenziale	Gorgonzola (MI)	Svincolo di Gorgonzola	08/10/2014
				10/12/2014
VIB-CS-21	residenziale	Casalmaiocco (LO)	Galleria artificiale di Cologno	09/10/2014

Le misure in continuo hanno avuto durata di due ore e sono state eseguite nella finestra temporale in cui, nelle vicinanze del ricettore monitorato, venivano eseguite le operazioni/lavorazioni critiche in relazione alle vibrazioni prodotte.

Le attività di cantiere impattanti per la componente Vibrazioni nel periodo in esame, così come riportate nella documentazione analizzata, sono le seguenti.

**Tabella 2: Attività di cantiere presenti durante le attività di monitoraggio.**

<b>Codice Punto</b>	<b>Data</b>	<b>Attività lavorativa</b>
<b>VIB-GE-01</b>	09/10/2014	- Trincea TR005: posa guard rail, scavo zona SP216, stesura misto cementato, realizzazione pavimentazione - stesa base. - Idraulica TW007: idraulica impianti. - Deviazione SP216 IR003: realizzazione rilevato, completamento idraulica.
<b>VIB-GO-01</b>	08/10/2014	- Trincea TR006: montaggio armatura metallica, getto fondazioni ed elevazioni vasca di protezione idraulica VF00002; formazione rilevato. - RA0S2 Rampa A Vasca di protezione idraulica VF00003: realizzazione cordolo elevazione, impermeabilizzazione zona anteriore muro di controripa, rinterro a tergo muro di controripa e realizzazione rilevato. - Realizzazione fondazione per barriera antirumore BA0S2. - Ripristino e manutenzione Piste di Cantiere.
	10/12/2014	- CV0S2 - Ponte canale/cavalcavia: montaggio ferro armatura e getto elevazioni. - Ripristino e manutenzione Piste di Cantiere.
<b>VIB-CS-21</b>	09/10/2014	- GA007 - Galleria Artificiale Cologno da prog. 27+386,44 a prog. 27+727,44: armatura, casseratura e getto elevazioni laterali conci 2 e 3 - canna sud; installazione linea di wellpoint - canna nord e sud; scavo conci 7-8-9-10-11-12 canna nord e sud con posa delle trincee drenanti; esecuzione trincee drenanti da concio 8 a 12 - canna nord e sud; getto magrone da concio 8 a 12 - canna nord e su; prescavo nicchia con pulizia diaframmi.

L'esame della documentazione trasmessa (elencata al paragrafo "3.1 – Documenti analizzati"), ha consentito di verificare che l'ubicazione della stazione di monitoraggio è coerente con quanto riportato nel PMA e con quanto concordato con il ST e che le operazioni di misurazione sono state svolte secondo le modalità previste dal PMA.

### **3 Valutazione dei risultati del monitoraggio**

#### **3.1 Documenti analizzati**

Ai fini della verifica della completezza dei dati raccolti e dell'analisi ed interpretazione dei risultati ottenuti nella fase CO del monitoraggio, è stato esaminato il seguente documento.

**Tabella 3: Documenti analizzati.**

<b>ID Elaborato</b>	<b>Titolo</b>
MONTEEM 0 CO VB 304 A	Monitoraggio Ambientale Bollettino Corso d'Opera CO10 – 4° Trimestre 2014 - Vibrazioni

### 3.2 Osservazioni in merito alla completezza dei risultati restituiti

La *Relazione* di restituzione dei risultati, di cui al paragrafo precedente “3.1 – Documenti analizzati” è da ritenersi completa, ed elaborata secondo lo schema di relazione tipo condivisa con il ST e può essere considerata sostanzialmente esaustiva per quanto riguarda le informazioni riportate.

### 3.3 Osservazioni specifiche sui risultati ottenuti

Dalla misura complessiva sono stati estratti ed analizzati da parte di CTE gli eventi di cantiere ricadenti nelle seguenti categorie:

1. Eventi generati dall'attività di cantiere – E1;
2. Eventi generati dalla movimentazione dei mezzi di cantiere – E2;
3. Eventi generati dalla presenza contemporanea degli eventi 1 e 2 – E3;

Nelle tabelle che seguono vengono riportati:

- i valori dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza equivalente  $a_{weq}$  [mm/s<sup>2</sup>] per il punto di misura per ciascuno degli eventi individuati tra le categorie di cui sopra;
- la misura complessiva.

E' stata utilizzata la curva di pesatura per “postura non nota o variabile” (UNI 9614 Prospetto I); ai livelli riscontrati banda per banda (terzi di ottava nell'intervallo 1-80 Hz) è stata sottratta una quantità pari a quella definita dall'attenuazione dei filtri di ponderazione (UNI 9614 Prospetto I). In questo caso è stato utilizzato il filtro valido per posture non note o variabili nel tempo e dunque si assumono come limiti i valori relativi agli assi X e Y riferiti al livello di disturbo sull'uomo, mentre la soglia minima di percezione è posta dalla norma a 74 dB per l'asse Z e a 71 dB per gli assi X e Y. Nelle Schede di misura sono inoltre presentati gli spettri ottenuti secondo i filtri Wd (assi X, Y) e Wk (asse Z) della UNI ISO 2631-1 e Wm (unico per i tre assi, per postura non nota).

Secondo quanto previsto dal PMA, nelle tabelle che seguono vengono riportati per confronto anche i valori della campagna di misura AO.

I valori ottenuti nel corso dei rilievi sono confrontati con i valori soglia individuati dalla norma tecnica UNI 9614:1990.

**Tabella 4: Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza valide per gli assi Z, X, e Y (Prospetto III UNI 9614:1990).**

Destinazione d'uso	Accelerazione asse X, Y, Z Prospetto III UNI 9614	
	$m/s^2$	dB
<b>Aree critiche</b>	$3,6 \cdot 10^{-3}$	71
<b>Abitazione notte (22.00-7.00)</b>	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74
<b>Abitazione giorno (7.00-22.00)</b>	$7,2 \cdot 10^{-3}$	77
<b>Uffici</b>	$14,4 \cdot 10^{-3}$	83
<b>Fabbriche</b>	$28,8 \cdot 10^{-3}$	89

In generale, l'analisi dei dati e della *Relazione* non ha messo in risalto la presenza di criticità nei livelli di vibrazioni rilevati. Presso nessuno dei recettori, infatti, si sono verificati superamenti dei limiti indicati dalla normativa tecnica in materia (norma UNI 9614).

### 3.3.1 VIB-GE-01

Presso il recettore **VIB-GE-01** la campagna **CO10** è stata effettuata il giorno 09/10/2014 dalle ore 09.52 alle ore 11.52.

Come per il rilievo svolto durante la fase AO e le successive campagne di CO, gli accelerometri sono stati posizionati esclusivamente negli uffici del 2° piano f.t., in quanto al piano inferiore risultano localizzate le macchine operatrici (impiegate nella costruzione/assemblaggio di scambiatori di calore e punzonatrici, piegatrici, strumentazione per la saldatura, sistemi di movimentazione del materiale etc.).

La struttura oggetto di monitoraggio è localizzata nella zona industriale del comune di Gessate, in località "Il Cascinello".

Le lavorazioni, riportate nell'apposita sezione, risultano localizzate a nord del ricettore in corrispondenza della variante IR003 ed in corrispondenza della trincea TR005, ad ovest del punto di monitoraggio, a partire circa 220 m dalla postazione (intersezione trincea TR005 e SP216). Si prende atto di quanto dichiarato nel bollettino di CTE e che cioè in corrispondenza del sedime del tracciato principale le lavorazioni risultano continuative e tali da coinvolgere un numero elevato di mezzi (autocarri per il trasporto del materiale di risulta ed escavatori gommati) e che pertanto le lavorazioni in essere influenzano la misura complessiva mentre non sono distinguibili singoli eventi di cantiere.

In generale si registra un abbassamento complessivo dei livelli accelerometrici rispetto alla campagna precedente e, ad esclusione dell'asse Z, i valori sono comparabili a quelli dell'AO; i risultati, riportati in tabella, non evidenziano superamenti dei limiti previsti, nè livelli di vibrazioni particolarmente elevati o criticità.

**Tabella 5: Risultati della prima misura del monitoraggio CO10 per il punto VIB-GE-01.**

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi			
					Asse X	Asse Y	Asse Z	
VIB-GE-01 CO10	Misura Complessiva	7200 s	1° FT	$a_{\text{weq}}$ [mm/s <sup>2</sup> ]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
			2° FT	$a_{\text{weq}}$ [mm/s <sup>2</sup> ]	0,20	0,26	1,11	
				Lw [dB]	46,1	48,4	60,9	
	AO	7200 s	1° FT	$a_{\text{weq}}$ [mm/s <sup>2</sup> ]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
			2° FT	$a_{\text{weq}}$ [mm/s <sup>2</sup> ]	0,19	0,26	0,84	
				Lw [dB]	45,8	48,4	58,5	
					<b>Valori limite (disturbo) <math>a_{\text{weq}}</math> [mm/s<sup>2</sup>]</b>	7,2	7,2	7,2
					<b>Soglia di percezione [mm/sec<sup>2</sup>](UNI 9614)</b>	3,6	3,6	5,0
					<b>Valori limite Lweq [dB]</b>	77	77	77

### 3.3.2 VIB-GO-01

Presso il recettore **VIB-GO-01** durante la campagna **CO10** sono stati effettuati due rilievi: il primo il giorno 08/10/2014 dalle ore 13.48 alle ore 15.48, il secondo il 10/12/2014, dalle 10.00 alle 12.00.

A differenza dei precedenti rilievi, nel trimestre in esame, la terna è stata ubicata al piano intermedio (secondo piano f.t.) in corrispondenza della camera da letto, sul lato dell'edificio più esposto alle lavorazioni; ciò al fine di minimizzare il disturbo determinato dalla presenza di persone al piano inferiore (primo piano f.t.) e superiore (terzo piano f.t.). Si prende atto di quanto dichiarato nel bollettino di CTE e che cioè con i proprietari non è stato possibile concordare un'altra data utile all'esecuzione di un rilievo "indisturbato" simultaneamente al piano inferiore e superiore.

Pur non ritenendo sufficienti le motivazioni relative alla mancata esecuzione della misura in esterno si concorda con quanto proposto da CTE per il punto in questione, ovvero nella prossima campagna di CO, verrà effettuato un rilievo di 4 ore, con acquisizione del periodo "pausa pranzo" (12.00 - 13.00) da utilizzare come bianco di riferimento per il piano intermedio. Inoltre in considerazione del disturbo riscontrato al primo e al terzo piano si concorda con la rilocalizzazione della misura al secondo piano.

Poiché le misure nel trimestre in esame, sono state eseguite in una posizione differente rispetto ai rilievi AO e in attesa dei risultati della prossima campagna, il confronto con i dati dell'AO devono essere considerati a titolo indicativo.

Si segnala, comunque, che i valori di AO riportati nel Bollettino di CTE per il punto in questione non sono corretti, come già segnalato in precedenti istruttorie.

Il cascinale, sede della "Comunità Solidale della Pagnana", è localizzato tra l'area industriale di Gessate e l'abitato di Gorgonzola. Nell'area non risultano fonti vibrazionali di rilievo in quanto sia la Strada Provinciale che il tracciato ferroviario distano oltre 500 m dall'edificio, mentre la viabilità podereale di accesso è scarsamente percorsa da autoveicoli.

Durante la misura di ottobre 2014 le attività di cantiere risultano posizionate in tutta l'area localizzata a nord ed a est rispetto alla postazione, a partire da una distanza minima di circa 80 m dalla stessa.

Le lavorazioni più significative e direttamente correlabili con i picchi osservabili nella Time History risultano le seguenti:

- Manutenzione e ripristino delle piste di cantiere, effettuate con l'utilizzo di numero 3 escavatori e localizzate a circa 80 m dalla postazione (asse A del RA0S2).
- Formazione del rilevato e successiva compattazione con rullo a circa 100 m dalla postazione.

A partire dalle 14.40 fino alle 15.01 si osserva l'attivazione del sistema vibrante del rullo compattatore, il quale determina all'interno di tale intervallo diversi picchi di intensità e durata variabile. Il più gravoso determina innalzamenti significativi delle accelerazioni lungo l'asse Z.

Relativamente alla misura complessiva si osservano incrementi significativi dei livelli rilevati sia rispetto all'AO, sia rispetto ai rilievi precedenti.

In ogni caso non si registra alcun superamento dei limiti previsti dalla norma UNI 9614.

**Tabella 6: Risultati del monitoraggio CO10 di ottobre 2014 per il punto VIB-GO-01**

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi			
					Asse X	Asse Y	Asse Z	
VIB-GO-01 CO10	E1: formazione rilevato e compattazione	101 s (da 14.47.59 a 14.49.40 )	basso	$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]				
				Lw [dB]				
			Alto (intermedio)	$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]	0,60	0,53	3,40	
				Lw [dB]	55,6	54,6	70,6	
	Misura Complessiva	7200 s	basso	$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]				
				Lw [dB]				
			Alto (intermedio)	$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]	0,55	0,48	1,50	
				Lw [dB]	54,8	53,6	63,4	
	AO*	7200 s	1° FT	$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]	0,044	0,033	0,071	
				Lw [dB]	32,8	30,3	37	
			3° FT	$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]	0,099	0,081	0,14	
				Lw [dB]	39,9	38,1	43	
					<b>Valori limite (disturbo) <math>a_{weq}</math> [mm/s<sup>2</sup>]</b>	7,2	7,2	7,2
					<b>Soglia di percezione [mm/sec<sup>2</sup>](UNI 9614)</b>	3,6	3,6	5,0
				<b>Valori limite Lweq [dB]</b>	77	77	77	

\*i dati di AO sono stati corretti rispetto a quelli riportati nel bollettino di CTE.

Durante la misura del 10 dicembre 2014 le lavorazioni di cantiere risultano posizionate in tutta l'area localizzata a nord ed a est rispetto alla postazione, a partire da una distanza minima di circa 80 m dalla stessa.

Le lavorazioni più significative e direttamente correlabili con i picchi osservabili nella Time History risultano le seguenti:

- Manutenzione e ripristino delle piste di cantiere, effettuata con l'utilizzo di numero 1 o 2 escavatori ed evacuazione mediante autocarro di alcuni cumuli di terreno localizzati a circa 80 m dalla postazione (asse A del RA0S2).

In particolare: a partire dalle 10.25 fino alle 10.35 entra in funzione il secondo escavatore con relativo allontanamento di materiale inerte mediante autocarro. La somma della lavorazione con escavatori (E1) e movimentazione con autocarro (E2) è stata indicata con la sigla E3. Tale evento determina un significativo incremento dei valori delle accelerazioni rispetto l'AO per tutti e 3 gli assi.

Non si registra comunque alcun superamento dei limiti previsti dalla norma UNI 9614.

In conclusione, pur non registrandosi criticità, i risultati delle misure eseguite nel trimestre qui considerato evidenziano come le attività delle macchine operatrici (rullo compattatore, escavatori,

ecc.) contribuiscano ad un incremento significativo dei livelli rispetto alla situazione AO. Al fine di prevenire potenziali situazioni di criticità, si raccomanda – come regola generale - che per l'utilizzo di tali macchine siano adottate adeguate modalità operative al fine di contenere il disturbo.

**Tabella 7: Risultati del monitoraggio CO10 di dicembre 2014 per il punto VIB-GO-01.**

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi			
					Asse X	Asse Y	Asse Z	
VIB-GO-01 CO10	E3: ripristino piste di cantiere	638 s (da 10.25.13 a 10.35.51 )	basso	$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]				
				Lw [dB]				
			Alto (intermedio)	$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]	0,60	0,63	0,61	
				Lw [dB]	55,6	56,0	55,6	
	Misura Complessiva	7200 s	basso	$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]				
				Lw [dB]				
			Alto (intermedio)	$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]	0,43	0,41	0,40	
				Lw [dB]	52,7	52,3	52,1	
	AO*	7200 s	1° FT	$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]	0,044	0,033	0,071	
				Lw [dB]	32,8	30,3	37	
			3° FT	$a_{weq}$ [mm/s <sup>2</sup> ]	0,099	0,081	0,14	
				Lw [dB]	39,9	38,1	43	
					<b>Valori limite (disturbo) <math>a_{weq}</math> [mm/s<sup>2</sup>]</b>	7,2	7,2	7,2
					<b>Soglia di percezione [mm/sec<sup>2</sup>](UNI 9614)</b>	3,6	3,6	5,0
					<b>Valori limite Lweq [dB]</b>	77	77	77

\*i dati di AO sono stati corretti rispetto a quelli riportati nel bollettino di CTE.

### 3.3.3 VIB-CS-21

Il recettore **VIB-CS-21** è localizzato nella parte nord-ovest del territorio comunale di Casalmaiocco, al confine con il comune di Dresano. L'area è di tipo misto con presenza sia di abitazioni che di insediamenti produttivi.

La campagna **CO10** è stata effettuata il giorno 09/10/2014 dalle ore 13.10 alle 15.10. Essendo l'edificio privo di un locale al piano inferiore, è stata posizionata, come per i rilievi precedenti, solo la terna al piano superiore.

Relativamente alla misura complessiva si osserva, rispetto alla misura di AO, un incremento moderato dei valori accelerometrici rilevati per gli assi Y e Z e rispettivamente pari a 1,2 dB e 1,8 dB. Si prende atto di quanto dichiarato nel Bollettino di CTE e che cioè durante la misura il traffico in corrispondenza della SP159 è risultato, come di consueto, molto sostenuto, non è stato perciò possibile distinguere la movimentazione dei soli mezzi di cantiere.

I valori registrati si mantengono inferiori ai limiti previsti.

**Tabella 8: Risultati del monitoraggio CO10 per il punto VIB-CS-21.**

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi			
					Asse X	Asse Y	Asse Z	
VIB-CS-21 CO10	Misura Complessiva	7200 s	1° FT	<b>a<sub>weq</sub> [mm/s<sup>2</sup>]</b>	-	-	-	
				<b>L<sub>w</sub> [dB]</b>	-	-	-	
			2° FT	<b>a<sub>weq</sub> [mm/s<sup>2</sup>]</b>	0,35	0,53	0,31	
				<b>L<sub>w</sub> [dB]</b>	51,0	54,4	49,7	
	AO	7200 s	1° FT	<b>a<sub>weq</sub> [mm/s<sup>2</sup>]</b>	-	-	-	
				<b>L<sub>w</sub> [dB]</b>	-	-	-	
			2° FT	<b>a<sub>weq</sub> [mm/s<sup>2</sup>]</b>	0,36	0,46	0,25	
				<b>L<sub>w</sub> [dB]</b>	51,2	53,2	47,9	
					<b>Valori limite (disturbo) a<sub>weq</sub> [mm/s<sup>2</sup>]</b>	7,2	7,2	7,2
					<b>Soglia di percezione [mm/sec<sup>2</sup>](UNI 9614)</b>	3,6	3,6	5,0
					<b>Valori limite L<sub>w</sub>eq [dB]</b>	77	77	77

## 4 Conclusioni

Sulla base delle valutazioni e delle verifiche condotte, si propone all'Osservatorio Ambientale di approvare la presente istruttoria e i documenti a cui si riferisce (paragrafo "3.1 Analisi della documentazione").