

**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

CO11

Settembre 2015

INDICE

1 Premessa	3
2 Osservazioni sulle modalità di esecuzione delle attività di monitoraggio	3
3 Valutazione dei risultati del monitoraggio.....	4
3.1 Documenti analizzati.....	4
3.2 Osservazioni in merito alla completezza dei risultati restituiti	5
3.3 Osservazioni specifiche sui risultati ottenuti	5
3.3.1 VIB-AB-01.....	6
3.3.2 VIB-GE-01.....	7
3.3.3 VIB-GO-01	8
3.3.4 VIB-CS-21	9
4 Conclusioni	10

1 Premessa

La presente istruttoria analizza gli esiti della campagna di monitoraggio **CO11** riferita alle misure effettuate tra gennaio 2015 e marzo 2015, 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 gennaio 2015 e marzo 2015 nei comuni di Agrate Brianza (MI), Gessate (MI), Gorgonzola (MI), e Casalmaiocco (LO).

Tabella 1: Attività di monitoraggio di CTE.

Codice Punto	Tipologia recettore	Comune (Prov.)	Opera	Data
VIB-AB-01	residenziale	Agrate Brianza (MI)	Interconnessione A4	16/03/2015
VIB-GE-01	uffici	Gessate (MI)	Galleria artificiale Villoresi	20/01/2015
VIB-GO-01	residenziale	Gorgonzola (MI)	Svincolo di Gorgonzola	12/03/2015
VIB-CS-21	residenziale	Casalmaiocco (LO)	Galleria artificiale di Cologno	22/01/2015

Nell presente istruttoria non sarà valutata la misura sul punto VIB-SG-01, eseguita nel trimestre in oggetto e relazionata nel report di CTE, poiché il rilievo è finalizzato al monitoraggio dello stato dei beni storico-architettonici.

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.

Codice Punto	Data	Attività lavorativa
VIB-AB-01	16/03/2015	- Idraulica TW0Q1: posa tubazioni idrauliche e canalette, ripristino canaletta esistente, formazione idraulica di piattaforma, posa in opera canaletta grigliata. - Rilevato RIOQ1: stesa rilevato stradale, stesa misto stabilizzato, stesa base, stesa binder. - Barriere acustiche BA0Q1: posa ferro, cassero e getto fondazione barriera acustica; posa barriere CB-02/03_AB-02/03. - Illuminazione IE0Q1: scavo e posa tubazioni, posa linee per illuminazione, scavo e posa plinti.
VIB-GE-01	20/01/2015	- Trincea TR005: scavo zona SP216, idraulica impianti TW007. - Deviante SP216 IR003: realizzazione rilevato, completamento idraulica.
VIB-GO-01	12/03/2015	- Trincea TR006: posa pali illuminazione e conduttori, posa fibra ottica, sistemazione scarpate, stesa misto cementato, posa cavi presidio idraulico SL 106. - Area casello CS0S2: scavo e posa tubazioni, posa impermeabilizzazione, tracciamento piazzale e aiuole, posa impianti elettrici finiture cartongessi pavimenti e rivestimenti in ceramica, fornitura e posa isole prefabbricate, assemblaggio e posa elettrica pensilina, stesa misto cementato, getto cls e finiture, stabilizzazione a calce e compattazione con rullo. - Rampe casello RA0S2: posa pali illuminazione e conduttori.
VIB-CS-21	22/01/2015	- GA007 - Galleria Artificiale Cologno da prog. 27+386,44 a prog. 27+727,44: armatura, casserratura 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.

ID Elaborato	Titolo
MONTEEM 0 CO VB 401 A	Monitoraggio Ambientale Bollettino Corso d'Opera CO11 – 1° Trimestre 2015 - 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/s²] 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
Aree critiche	$3,6 \cdot 10^{-3}$	71
Abitazione notte (22.00-7.00)	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazione giorno (7.00-22.00)	$7,2 \cdot 10^{-3}$	77
Uffici	$14,4 \cdot 10^{-3}$	83
Fabbriche	$28,8 \cdot 10^{-3}$	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-AB-01

La misura del rilievo di **CO11** presso il recettore **VIB-AB-01** è stata effettuata il giorno 16/03/2015 dalle 13.30 alle 17.30 (4 ore) al 2° e 3° piano f.t. sul lato sud dell'edificio, in corrispondenza delle camere da letto.

L'edificio oggetto di monitoraggio è localizzato in un'area che risulta essere di tipo rurale con alcuni insediamenti industriali sparsi.

Dalla Time History (durata complessiva pari a 4 ore) è ben evidenziato l'evento E1 connesso all'azionamento di un rullo in azione di compattazione in prossimità dello svincolo con la A4. Le differenze più elevate si osservano relativamente ai canali CH3 e CH6 e cioè, per entrambi i piani, lungo la direzione Z, verticale rispetto al tracciato stradale in progetto.

Tabella 5: Risultati del monitoraggio CO11 per il punto VIB-AB-01.

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi			
					Asse X	Asse Y	Asse Z	
VIB-AB-01 CO11	E1: Azionamento rullo compattatore	156 s	2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,14	0,14	0,78	
				Lw [dB]	42,8	42,8	57,8	
			3° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,23	0,39	0,50	
				Lw [dB]	47,1	51,8	54,0	
	Misura Complessiva	14400 s	2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,12	0,13	0,18	
				Lw [dB]	41,1	42,1	45,2	
			3° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,19	0,29	0,18	
				Lw [dB]	45,7	49,4	45,1	
	AO	7200 s	2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,10	0,096	0,13	
				Lw [dB]	40,1	39,6	42,3	
			3° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,27	0,20	0,16	
				Lw [dB]	48,7	46,1	44,3	
					Valori limite (disturbo) a_{weq} [mm/s²]	7,2	7,2	7,2
					Soglia di percezione [mm/sec²](UNI 9614)	3,6	3,6	5,0
				Valori limite Lweq [dB]	77	77	77	

Considerando la misura complessiva non si osservano elevati scostamenti rispetto al rilievo AO. Nella Time History si segnalano alcuni picchi (in particolare per il canale CH6 che corrisponde alla direzione Z al 3° piano); si prende atto di quanto dichiarato nel Bollettino di CTE e che cioè questi picchi non sono riconducibili alle lavorazioni e solo in parte sono afferenti alle attività all'interno dell'abitazione: pulizie domestiche dalle 15 alle 16 circa che non hanno interessato le stanze con gli accelerometri.

Sempre dalla Time History si osserva la presenza di un picco per il canale CH3 (in corrispondenza cioè dell'asse Z del piano basso) registrato intorno alle 14:15. Dal report di CTE non si evince con chiarezza la possibile origine di tale innalzamento (che comunque non è riconosciuto come evento di cantiere). Si chiede che nei prossimi bollettini, siano individuate ed esplicitate le origini dei picchi presenti nella Time History, almeno di quelli più evidenti, siano essi attribuibili alle lavorazioni di cantiere o di altra fonte.

Non si registra, allo stato attuale, alcun superamento dei limiti previsti.

3.3.2 VIB-GE-01

Presso il recettore **VIB-GE-01** la campagna **CO11** è stata effettuata il giorno 20/01/15 dalle 10.08 alle 12.08 (2 ore).

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 (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 recettore 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 non risulta distinguibile un singolo evento E1, bensì l'intera misura risulta caratterizzata dalle attività di cui sopra.

In generale, si registra un incremento complessivo dei livelli accelerometrici, sia rispetto l'AO che rispetto la precedente campagna di monitoraggio. Si prende atto di quanto dichiarato nel bollettino di CTE e che cioè non si esclude un contributo delle macchine operatrici localizzate al piano inferiore del recettore oggetto di monitoraggio.

Tabella 6: Risultati della prima misura del monitoraggio CO11 per il punto VIB-GE-01.

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi		
					Asse X	Asse Y	Asse Z
VIB-GE-01 CO09	Misura Complessiva	7200 s	1° FT	$a_{w\text{eq}}$ [mm/s ²]	-	-	-
				Lw [dB]	-	-	-
			2° FT	$a_{w\text{eq}}$ [mm/s ²]	0,33	0,43	1,22
				Lw [dB]	50,4	52,7	61,7
	AO	7200 s	1° FT	$a_{w\text{eq}}$ [mm/s ²]	-	-	-

				Lw [dB]	-	-	-
			2° FT	a_{weq} [mm/s²]	0,19	0,26	0,84
				Lw [dB]	45,8	48,4	58,5
				Valori limite (disturbo) a_{weq} [mm/s²]	7,2	7,2	7,2
				Soglia di percezione [mm/sec²] (UNI 9614)	3,6	3,6	5,0
				Valori limite L_{weq} [dB]	77	77	77

3.3.3 VIB-GO-01

Presso il recettore **VIB-GO-01** la misura della campagna **CO11** è stata effettuata il giorno 12/03/15 dalle 11.15 alle 16.15 (4 ore di rilievo + 1 ora circa di fermo lavorazioni – pausa pranzo): la terna è stata ubicata in corrispondenza della sala da pranzo al terzo piano f.t. (l'unico non occupato dei tre), sul lato dell'edificio più esposto alle lavorazioni.

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 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 risultano aver incrementato i livelli accelerometrici di 1 ordine di grandezza rispetto alla fase AO, tale differenza è infatti osservabile confrontando sulla Time History la parte mascherata (pausa pranzo dalle 11.55 alle 13.05) dalla restante parte del rilievo in cui si osserva un incremento approssimativo delle accelerazioni di circa 10 dB.

La lavorazione più impattante risulta essere la stabilizzazione a calce – compattazione del sottofondo con rullo in concomitanza della quale si registrano nella Time History dei picchi (eventi E1) i cui livelli non superano comunque i limiti.

Più in generale, i valori sono inferiori alle precedenti campagne, e non si registra alcun superamento dei limiti previsti.

Tuttavia, pur non registrandosi criticità, i risultati delle misure eseguite nel trimestre qui considerato confermano quanto già osservato nelle precedenti campagne e cioè come le attività delle macchine operatrici (rullo compattatore, escavatori, ecc.) contribuiscano ad un incremento significativo dei livelli (nella misura è evidente l’incremento dei livelli che si ha nel periodo a cantiere attivo confrontato con quello della pausa pranzo). Al fine di prevenire potenziali situazioni di criticità, si ribadisce perciò la raccomandazione – come regola generale - che per l’utilizzo delle suddette macchine siano adottate adeguate modalità operative al fine di contenere il disturbo.

Tabella 7: Risultati del monitoraggio CO11 per il punto VIB-GO-01.

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi			
					Asse X	Asse Y	Asse Z	
VIB-GO-01 CO11	E1: Azionamento rullo compattatore	1050 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
			3° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,57	0,50	0,74	
				Lw [dB]	55,1	54,0	57,5	
	Misura Complessiva	14400 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
			3° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,40	0,35	0,31	
				Lw [dB]	52,0	50,9	49,8	
	AO	7200 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,044	0,033	0,071	
				Lw [dB]	32,8	30,3	37	
			3° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,099	0,081	0,14	
				Lw [dB]	39,9	38,1	43,0	
					Valori limite (disturbo) a_{weq} [mm/s²]	7,2	7,2	7,2
					Soglia di percezione [mm/sec²](UNI 9614)	3,6	3,6	5,0
					Valori limite Lweq [dB]	77	77	77

3.3.4 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 **CO11** è stata effettuata il giorno 22/01/2015 dalle ore 10:00 alle 12:00. Essendo l'edificio privo di un locale al piano inferiore, è stata posizionata, come per i rilievi precedenti, solo la terna al piano superiore.

La Time History mostra un andamento particolare per l'accelerometro collegato al canale CH5 (asse Y), i cui valori sono infatti più elevati rispetto a quanto riscontrato sugli assi X e Z. I dati mostrano tuttavia livelli accelerometrici molto bassi, inferiori sia ai limiti previsti, sia a quelli ottenuti dalle rilevazioni svolte in fase di AO (dati estrapolati dalla pausa pranzo durante la campagna CO07, come richiesto dal ST).

Tabella 9: Risultati del monitoraggio CO11 per il punto VIB-CS-21.

Punto	Evento	Durata	Piano	Parametro	Assi			
					Asse X	Asse Y	Asse Z	
VIB-CS-21 CO09	Misura Complessiva	7200 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
			2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,27	0,35	0,23	
				Lw [dB]	48,5	50,9	47,2	
	AO	7200 s	1° FT	a_{weq} [mm/s ²]	-	-	-	
				Lw [dB]	-	-	-	
			2° FT	a_{weq} [mm/s ²]	0,36	0,46	0,25	
				Lw [dB]	51,2	53,2	47,9	
					Valori limite (disturbo) a_{weq} [mm/s²]	7,2	7,2	7,2
					Soglia di percezione [mm/sec²](UNI 9614)	3,6	3,6	5,0
					Valori limite Lweq [dB]	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").