





ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:
SS. 318 DI “VALFABBRICA”. TRATTO PIANELLO – VALFABBRICA
SS. 76 “VAL D’ESINO”. TRATTI FOSSATO VICO – CANCELLI E ALBACINA – SERRA SAN QUIRICO
“PEDEMONTANA DELLE MARCHE”, TRATTO FABRIANO – MUCCIA – SFERCIA

PROGETTO ESECUTIVO

<p>CONTRAENTE GENERALE:</p>  <p style="text-align: center;"><i>Il responsabile del Contraente Generale:</i></p> <p style="text-align: center;">Ing. Federico Montanari</p>	<p style="text-align: right;"><i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i></p> <p style="text-align: right;">Ing. Salvatore Lieto</p>
--	--

<p>PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese</p> <p><i>Mandataria:</i></p>			
			

<p>RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER I/ATI Ing. Antonio Grimaldi GEOLOGO Dott. Geol. Fabrizio Pontoni COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Michele Curiale</p>			
--	---	--	---

<p>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p>Ing. Giulio Petrizzelli</p>	
---	--

<p>2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord MONITORAGGIO AMBIENTALE COMPONENTE VIBRAZIONI Relazione specialistica</p>	<p>SCALA:</p> <p style="text-align: center;">-</p> <p>DATA:</p> <p style="text-align: center;">Giugno 2017</p>
--	--

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (Assegnato CIPE 23-12-2015)

Codice Elaborato:									
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.		
L 0 7 0 3	2 1 2	E	2 7	M A 0 7 0 0	R E L	0 1	B		

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
A	Dic-2016	Emissione per progetto esecutivo	ARIEN	D.D'Alessandro	S. Lieto	A. Grimaldi
B	Giu-2017	Revisione a seguito osservazioni RINA	ARIEN	D.D'Alessandro	S. Lieto	A. Grimaldi

INDICE

1. PREMESSA	3
2. OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	5
3. QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO	6
3.1 NORMATIVA COMUNITARIA	6
3.2 NORMATIVA NAZIONALE	6
4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	14
4.1 DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE	14
5. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI	15
6. ATTIVITA' DI MONITORAGGIO	16
6.1 PARAMETRI DEL MONITORAGGIO	16
6.2 ATTIVITÀ PRELIMINARI	17
6.3 SOPRALLUOGO IN CAMPO	17
6.4 REQUISITI PER L'ESECUZIONE DEL MONITORAGGIO	17
7. METODOLOGIE DI RILEVAMENTO	18
7.1 DESCRIZIONE	18
8. IDENTIFICAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO	20
8.1 CRITERI ADOTTATI	20
8.2 IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI	20
9. TEMPISTICA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO	21
9.1 MONITORAGGIO ANTE OPERAM (AO)	21
9.2 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA (CO)	21
10. ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DATI	23
10.1 EMERGENZE	23
10.2 SINTESI DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO ESEGUITE NELLA FASE ANTE OPERAM	24
11. PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO	25
12. ALLEGATI	26
12.1 SCHEDE RICETTORI	27
12.2 SCHEDE DI MISURA TIPO	29

1. PREMESSA

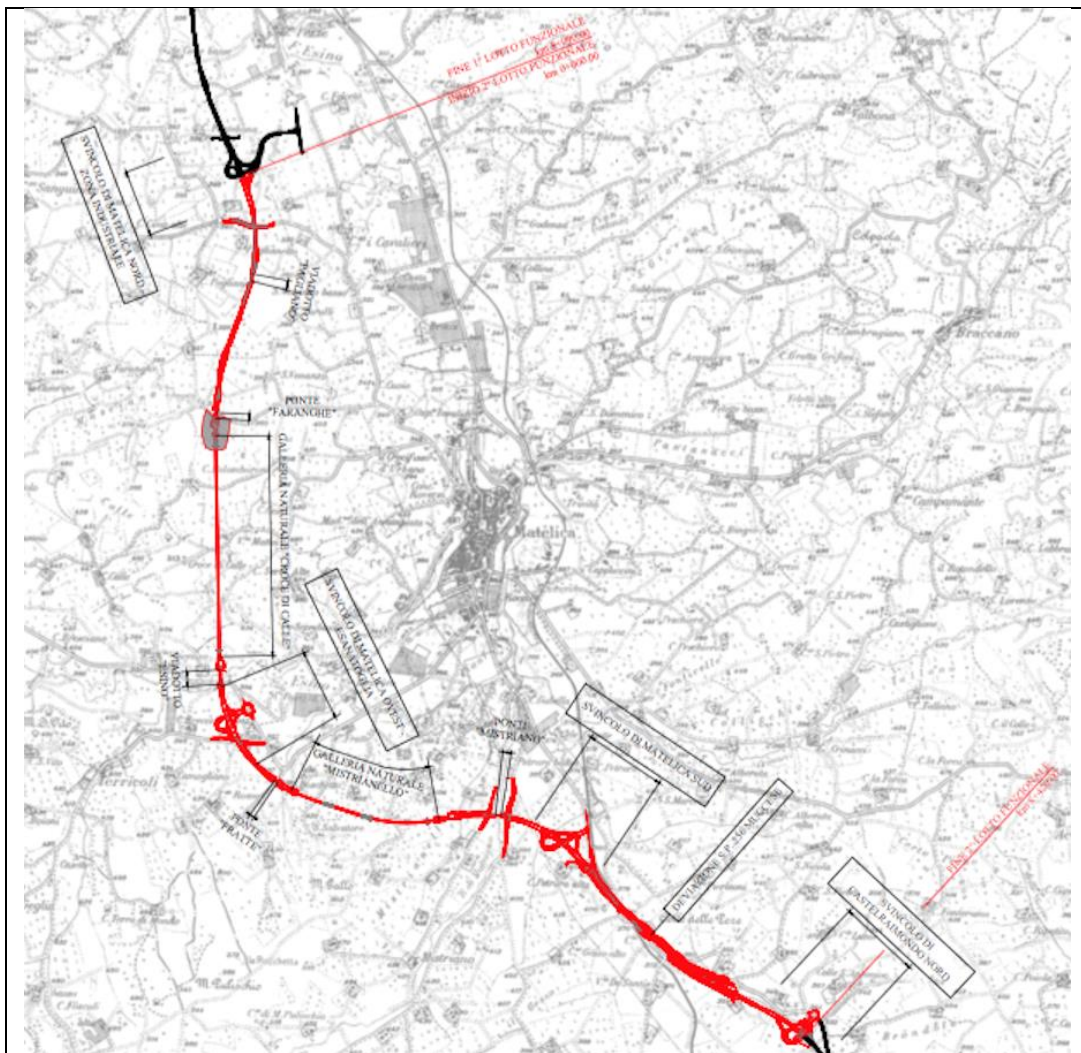
Nel presente documento si relaziona in merito alla sezione del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) relativa alla componente “Vibrazioni” per l’opera:

«secondo stralcio funzionale» «Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord» della “Pedemontana delle Marche”,

inserito nell’ambito del Maxilotto 2 dell’Asse viario Marche-Umbria e Quadrilatero di penetrazione interna.

L’intervento prevede la realizzazione di una nuova infrastruttura stradale, di lunghezza pari a 8,4 km, che si sviluppa da Nord verso Sud, attraverso un tracciato con sezione tipo C1 (secondo il D.M. 05/11/2001) composto da un asse principale e tre svincoli:

- Svincolo di Matelica Ovest;
- Svincolo di Matelica Sud;
- Svincolo di Castelraimondo Nord.



L’infrastruttura da realizzare prevede:

- opere d’arte maggiori, costituite due gallerie, quattro ponti ed un viadotto indicati dettagliatamente nelle tabelle che seguono:

GALLERIE	Progr. in. [km]	Progr. fin. [km]	L [m]
Galleria Croce di Calle	1+796,58	3+310,92	1514,34
Galleria Mistrianiello	5+000,00	5+270,00	270,00

PONTI	Progr. in. [km]	Progr. fin. [km]	L [m]
Ponte Pagliano	0+675,00	0+725,00	50,00
Ponte Faranghe	1+636,00	1+676,00	40,00
Ponte Fratte	4+255,90	4+278,90	23,00
Ponte Mistriano	5+805,90	5+845,90	40,00

VIADOTTO	Progr. in. [km]	Progr. fin. [km]	L [m]
Viadotto Esino	3+387,90	3+487,90	100,00

- opere d'arte minori, costituite da:
 - Opere di sostegno;
 - Sottovia;
 - Cavalcavia;
 - Tombini.

- opere di completamento stradale.

Il presente elaborato è stato redatto tenendo conto delle criticità emerse nell'iter approvativo dei precedenti livelli di progettazione, nonché di quelle rilevate in fase di sviluppo della Progettazione Esecutiva.

Inoltre per la predisposizione della relazione specialistica della componente vibrazioni, relativamente al presente stralcio funzionale, ci si è basati sulla continuità operativa con i PMA dei sub lotti precedenti.

Infatti, con riferimento agli elaborati redatti per gli altri sub lotti, sono stati adoperati:

- i medesimi criteri per l'individuazione dei ricettori;
- le stesse tipologie di misure;

Inoltre la divulgazione e la rappresentazione dei dati del monitoraggio avverrà su medesima piattaforma web-gis, secondo quanto previsto da una Raccomandazione del CIPE.

Le modalità operative del monitoraggio sono le medesime di quelle adottate su gli altri lotti della SS 318 e SS 76, nonché per il I° stralcio funzionale della Pedemontana Marche.

In particolare per ciascuna fase del monitoraggio AO, CO, PO le modalità operative prevedono:

- Schede di sopralluogo;
- Attività in campo;
- Schede di monitoraggio;
- Relazioni semestrali e/o di fase;
- Pubblicazione e divulgazione dati con piattaforma web-gis.

2. OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio ambientale della componente “Vibrazioni” viene condotto con l’obiettivo di verificare che i ricettori interessati dalla realizzazione dell’infrastruttura siano soggetti a livelli vibrazionali in linea con le previsioni progettuali e con gli standard di riferimento.

Più precisamente per perseguire tale obiettivo si:

- fornirà un quadro completo delle caratteristiche vibrazionali dell’ambiente antropico prima dell’apertura dei cantieri;
- procederà alla scelta degli indicatori ambientali che possano rappresentare nel modo più significativo possibile (per le opere principali e maggiormente impattanti per la componente in esame) la “situazione zero” a cui riferire l’esito dei successivi rilevamenti dei livelli vibrazionali nelle fasi di corso d’opera e post opera;
- documenterà l’eventuale alterazione, nelle fasi di realizzazione dei parametri rilevati nello stato ante opera;
- individueranno eventuali situazioni critiche nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere eventuali modifiche alla gestione delle attività del cantiere.

Il presente PMA è stato redatto in conformità alle prescrizioni e raccomandazioni della Delibera CIPE n. 109 del 23 dicembre 2015, di seguito riportate, riconducibili anche indirettamente alla componente RUMORE:

Prescrizione n.2

Il piano di monitoraggio ambientale allegato al progetto esecutivo dovrà adeguarsi alle norme tecniche dell’allegato XXI del decreto legislativo n. 163/2006 con particolare riguardo alla definizione delle soglie di attenzione e alle procedure di prevenzione e di risoluzione delle criticità già individuate da tutti i Soggetti competenti o che emergeranno dalle ulteriori rilevazioni ante-operam . Dovranno altresì essere giustificati alla luce delle predette valutazioni, tutti i criteri di campionamento nello spazio e nel tempo, esplicitando le modellistiche ed evidenziando in particolare le situazioni di criticità richiedenti misure più approfondite rispetto agli standard medi adottati.

Prescrizione n.27

Il monitoraggio ambientale dovrà essere eseguito sia ante-operam (durante il periodo di redazione del progetto esecutivo) che durante l’esecuzione dell’opera e post-operam.

3. QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO

La normativa di settore sulle vibrazioni è ancora mancante, tuttavia esiste una normativa tecnica di supporto utilizzata per valutare il disturbo alle persone e per gli eventuali danni alle strutture.

Più precisamente la valutazione delle vibrazioni può essere condotta utilizzando gli standard appositamente elaborati sia in sede internazionale (ISO) sia in sede nazionale (UNI):

3.1 NORMATIVA COMUNITARIA

- NORMA INTERNAZIONALE ISO 2631/1 (edizione 1997) Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo - Parte 1: Specifiche generali;
- NORMA INTERNAZIONALE ISO 2631/2 (edizione 2003) Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo - Parte 2: Vibrazioni continue ed impulsive negli edifici (da 1 a 80 Hz);
- NORMA INTERNAZIONALE ISO 4866 (edizione 1990) Vibrazioni meccaniche ed impulsi - Vibrazioni degli edifici - Guida per la misura delle vibrazioni e valutazione dei loro effetti sugli edifici;
- DIN 4150-3 1999 Le vibrazioni nelle costruzioni Parte 3: Effetti sui manufatti.

3.2 NORMATIVA NAZIONALE

- UNI ISO 5348:2007 Vibrazioni meccaniche e urti - Montaggio meccanico degli accelerometri;
- NORMA UNI 11048 (2003) Vibrazioni meccaniche ed urti - metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo;
- NORMA UNI 9916 (1991) Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici;
- NORMA UNI 9670 (prima edizione 1990) Risposta degli individui alle vibrazioni - Apparecchiatura di misura;
- NORMA UNI 9614 (1990) Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo;
- NORMA UNI 9513 (1989) Vibrazioni e Urti. Vocabolario-

In particolare, gli effetti delle vibrazioni sull'uomo all'interno degli edifici sono descritti nella UNI 9614 e nella norma ISO 2631 che concorda parzialmente con la prima. Infatti, anche se i contenuti delle due normative sono sostanzialmente analoghi, la norma UNI risulta maggiormente chiara ed accessibile dal punto di vista tecnico.

Per la valutazione dei danni strutturali, le normative di riferimento sono la ISO 4866 e la UNI 9916, che riportano essenzialmente gli stessi contenuti tecnici. Inoltre, poiché quest'ultima, nell'indicazione dei valori limite, fa esplicito riferimento alla norma tedesca DIN 4150-3, anche quest'ultima è da tenere in considerazione.

In conclusione quindi le norme UNI 9614, UNI 9916 e DIN 4150-3 risultano di particolare interesse per il presente lavoro in quanto, oltre ad indicare le grandezze da rilevare, riportano dei valori limite mediante i quali valutare i valori rilevati.

Con riferimento alle norme sopra riportate si riportano, per completezza, le principali nozioni che saranno impiegate nello studio della componente "Vibrazioni".

La misura della vibrazione viene effettuata, al fine di una sua valutazione, in termini di disturbo alle persone sulla base di quattro parametri fisici in grado di determinare il comportamento umano alle vibrazioni: intensità, frequenza, direzione e durata.

La norma UNI 9614 definisce le metodologie di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti interne o esterne agli edifici stessi ed in particolare all'interno del testo si fa specifico riferimento alle cause di vibrazioni che, oltre a quelle naturali (fenomeni sismici, ecc.), possono essere legate ad attività umane quali ad esempio il traffico di veicoli su gomma.

Per la valutazione del disturbo la UNI 9614 individua nell'accelerazione del moto vibratorio, il parametro fisico che può caratterizzare le vibrazioni ai fini della valutazione del disturbo indotto sulle persone. Tenuto conto che l'accelerazione è una grandezza vettoriale, per eseguire una descrizione completa del fenomeno vibratorio è necessario misurare la variabilità temporale della grandezza in tre direzioni mutuamente ortogonali.

Un secondo parametro da valutare ai fini del disturbo alle persone è il contenuto in frequenza dell'oscillazione dei punti materiali. Con riferimento al corpo umano, è noto che esso percepisce in maniera più marcata fenomeni vibratorii caratterizzati da basse frequenze (1-16 Hz) mentre, per frequenze più elevate la percezione diminuisce. In ogni caso il campo di frequenze oggetto d'interesse è quello compreso tra 1 e 80 Hz.

Per lo studio di vibrazioni multifrequenza, ossia composte dalla sovrapposizione di armoniche di diversa frequenza, del tipo di quelle indotte da lavorazioni, occorre definire indicatori di tipo psico-fisico, legati alla capacità percettiva dell'uomo e, pertanto, è necessario definire un parametro globale che tenga conto del fatto che la risposta dell'organismo umano alle vibrazioni dipende oltre che dalla loro intensità anche dalla loro frequenza. La norma UNI 9614 individua tale parametro nell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza a_w , che risulta essere il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerogramma misurato adottando degli opportuni filtri che rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo.

$$a_w = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a_w(t)^2 dt}$$

dove T è il tempo di durata della misura e $a_w(t)$ è l'accelerogramma misurato adottando i filtri di pesatura riportati nella stessa norma.

Evidentemente tenuto conto che non risulta noto a priori se l'individuo soggetto al fenomeno vibratorio si trovi in posizione sdraiata, seduta o in piedi, bisognerà utilizzare la curva di pesatura per "postura non nota o variabile" (UNI 9614 Prospetto I).

Sulla base di quanto detto conviene esprimere il valore dell'accelerazione in dB utilizzando la relazione seguente:

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

in cui a_0 è l'accelerazione di riferimento pari a 10^{-6} m/s^2 .

Per i casi in cui si utilizzano sistemi di acquisizione senza filtri di ponderazione, il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza può essere calcolato effettuando un'analisi dell'accelerogramma misurato in terzi d'ottava nell'intervallo 1-80 Hz. Per i livelli riscontrati banda per banda va sottratta una quantità pari a quella definita dall'attenuazione dei filtri di ponderazione (UNI 9614 Prospetto I). Pertanto il livello dell'accelerazione complessiva misurata in frequenza si ottiene mediante la relazione:

$$L_w = 10 \log \left(\sum_i 10^{L_{i,w}/10} \right)$$

dove $L_{i,w}$ sono i livelli rilevati per terzi d'ottava ponderati in frequenza come sopra indicato.

Per quanto riguarda i valori di soglia delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza a cui fare riferimento, vengono considerati i valori indicati nelle tabelle che seguono relative all'asse Z ed agli assi X e Y.

Nel caso s'impieghi il filtro valido per posture non note o variabili nel tempo, si assumono come limiti i valori relativi agli assi X e Y.

VALORI E LIVELLI LIMITE DELLE ACCELERAZIONI COMPLESSIVE PONDERATE IN FREQUENZA VALIDI PER L'ASSE z		
Destinazione d'uso	Accelerazione	
	m/s ²	dB
Aree critiche	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni notte	7,0 10 ⁻³	77
Abitazioni giorno	10,0 10 ⁻³	80
Uffici	20,0 10 ⁻³	86
Fabbriche	40,0 10 ⁻³	92

VALORI E LIVELLI LIMITE DELLE ACCELERAZIONI COMPLESSIVE PONDERATE IN FREQUENZA VALIDI PER GLI ASSI x E y		
Destinazione d'uso	Accelerazione	
	m/s ²	dB
Aree critiche	3,6 10 ⁻³	71
Abitazioni notte	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni giorno	7,0 10 ⁻³	77
Uffici	14,4 10 ⁻³	83
Fabbriche	28,8 10 ⁻³	89

Nelle predette tabelle sono riportati valori riferiti a vibrazioni di livello costante con periodi di riferimento diurni compresi tra le ore 7:00 e le ore 22:00 e notturni tra le 22:00 e le 7:00.

Si osserva che la UNI 9614 definisce livelli di vibrazione, costante, non costante ed impulsive. Più precisamente si hanno:

- vibrazioni 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 dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante la costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB;
- impulsive: quando sono generate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

Nel caso di vibrazioni di livello non costante il parametro da rilevare, in un intervallo di tempo rappresentativo, è l'accelerazione equivalente $a_{w,eq}$ o il livello equivalente dell'accelerazione $L_{w,eq}$ così definiti:

$$a_{w,eq} = \left[\left(\frac{1}{T} \right) \int_0^T [a_w(t)]^2 dt \right]^{0.5}$$

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

dove $a_w(t)$ è il valore “istantaneo” dell’accelerazione ponderata in frequenza, T è la durata del rilievo e a_0 è il valore dell’accelerazione di riferimento, pari a 10^{-6} m/s².

Per la valutazione del disturbo, i valori dell’accelerazione equivalente ponderata in frequenza o i corrispondenti livelli possono essere confrontati con i valori limite riportati nelle due tabelle precedenti.

Nel caso di vibrazioni di tipo impulsivo, se il numero di eventi giornalieri N è non maggiore di 3, il valore dell’accelerazione complessiva ponderata in frequenza va confrontato con i limiti di seguito riportati:

VALORI E LIVELLI LIMITE DELLE ACCELERAZIONI COMPLESSIVE PONDERATE IN FREQUENZA VALIDI PER VIBRAZIONI IMPULSIVE				
Destinazione d’uso	Asse Z		Asse X e Y	
	m/s ²	dB	m/s ²	dB
Aree critiche	5 10 ⁻³	74	3,6 10 ⁻³	71
Abitazioni notte	7 10 ⁻³	76	5,0 10 ⁻³	74
Abitazioni giorno	0,3	109	0,22	106
Uffici	0,64	116	0,46	113
Fabbriche	0,64	116	0,46	113

Nel caso in cui il numero di impulsi giornaliero sia maggiore di 3, i limiti della precedente tabella, relativamente alle “Abitazioni giorno”, alle “Fabbriche “ e agli “Uffici” vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata. Nessuna riduzione è prevista per le “Aree critiche” e per le “Abitazioni notte”.

I nuovi limiti si ottengono dai precedenti (valori in m/s²) moltiplicandoli per il coefficiente F così definito:

IMPULSI DI DURATA INFERIORE AD UN SECONDO	IMPULSI DI DURATA SUPERIORE AD UN SECONDO
$F = 1.7N^{-0.5}$	$F = 1.7N^{-0.5}t^{-k}$

con :

- t= durata dell’evento
- k=1.22 per pavimenti in calcestruzzo
- k=0.32 per pavimenti in legno.

Nel caso in cui i limiti così calcolati fossero minori dei limiti previsti per le vibrazioni di livello costante dovranno essere adottati come limiti questi ultimi valori.

Si precisa che gli ambienti critici, in relazione al disturbo alle persone, sono le camere operatorie ospedaliere e i laboratori in cui si svolgono operazioni manuali particolarmente delicate.

Se i valori limite riportati nelle tabelle che precedono vengono superati allora i fenomeni vibratorii possono essere considerati oggettivamente disturbanti per un individuo presente all’interno di un edificio. Il giudizio sull’accettabilità del disturbo deve essere emesso considerando la frequenza e la durata delle vibrazioni disturbanti.

Per la valutazione del fenomeno vibratorio gli strumenti di misura (trasduttori) devono essere posizionati nei punti in cui la vibrazione interessa l’organismo ad essa soggetto. Nel caso in cui la posizione delle persone sia variabile la misura deve essere eseguita al centro degli ambienti in cui soggiornano le persone esposte.

Infine la norma UNI 9614 introduce i criteri per la scelta della strumentazione di misura, per il confronto con le vibrazioni residue e per la compilazione del report di misura;

In presenza di livelli elevati e prolungati di vibrazioni, si manifestano danni strutturali ad edifici e/o strutture. Tuttavia tali livelli risultano essere più alti di quelli normalmente tollerati dagli esseri umani, i cui livelli sono riportati nella norma UNI 9614 precedentemente descritta.

Se si mettono a confronto i valori riportati nelle norme che riportano i danni sull'uomo (UNI 9614) con i valori nelle norme che riguardano i danni strutturali (UNI 9916) si osserva che le prime riportano dei valori limite più restrittivi. Questo in pratica significa che soddisfatto l'obiettivo di garantire livelli di vibrazione accettabili per le persone, risulta automaticamente realizzata l'esigenza di evitare danni strutturali agli edifici, almeno per quanto concerne le abitazioni civili. Come unica eccezione sono da annoverare le vibrazioni che incidono su monumenti e beni artistici di notevole importanza storico-monumentale, i quali devono essere trattati come punti singolari con studi e valutazioni mirate.

La norma UNI 9916 (i cui contenuti risultano in sostanziale accordo con la ISO 4866 e in cui viene richiamata, sebbene non faccia parte integrante della norma, la DIN 4150) fornisce una guida per la scelta dei metodi di misura, del trattamento dei dati e della valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici (risposta strutturale, integrità architettonica, ecc.). Altro scopo della norma è di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime.

In questa norma vengono prese in considerazione gamme di frequenza variabili da 0.1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali degli edifici sottoposti o a sollecitazioni naturali (vento, terremoti, ecc.) o a sollecitazioni causate dall'uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). Esistono casi in cui l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio ma, tuttavia, le eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio.

La UNI 9916 fornisce una classificazione degli edifici basata sulla loro resistenza strutturale alle vibrazioni oltre che sulla tolleranza degli effetti vibratorii sugli edifici in ragione del loro valore architettonico, archeologico e storico.

I fattori dai quali dipende la reazione di una struttura agli effetti delle vibrazioni sono:

- la categoria della struttura;
- le fondazioni;
- la natura del terreno.

La categoria di struttura è classificata in una scala dove ad un numero crescente di categoria corrisponde una minore resistenza alle vibrazioni in base ad una ripartizione in due gruppi di edifici:

- GRUPPO 1: edifici vecchi e antichi o strutture costruite con criteri tradizionali;
- GRUPPO 2: edifici e strutture moderne.

L'associazione della categoria viene fatta risalire alle caratteristiche tipologiche e costruttive della costruzione ed al numero di piani.

Le fondazioni sono classificate in tre classi.

- Classe A comprende fondazioni su pali legati in calcestruzzo armato e acciaio, platee rigide in calcestruzzo armato, pali di legno legati tra loro e muri di sostegno a gravità.
- Classe B comprende pali non legati in calcestruzzo armato, fondazioni continue, pali e platee in legno.

- Classe C infine comprende i muri di sostegno leggeri, le fondazioni massicce in pietra e la condizione di assenza di fondazioni, con muri appoggiati direttamente sul terreno.

Il terreno viene classificato in sei classi:

- Tipo a: rocce non fessurate o rocce molto solide, leggermente fessurate o sabbie cementate;
- Tipo b: terreni compattati a stratificazione orizzontale;
- Tipo c: terreni poco compattati a stratificazione orizzontale;
- Tipo d: piani inclinati, con superficie di scorrimento potenziale;
- Tipo e: terreni granulari, sabbie, ghiaie (senza coesione) e argille coesive sature;
- Tipo f: materiale di riporto.

L'appendice D della UNI 9916 contiene i criteri di accettabilità dei livelli delle vibrazioni con riferimento alla DIN 4150. La parte 3 della DIN 4150 indica i punti in cui eseguire i rilievi all'interno di una abitazione e indica le velocità massime ammissibili per vibrazioni transitorie e continue.

In riferimento a vibrazioni transitorie la DIN 4150 indica tre posizioni in cui eseguire i rilievi:

- in corrispondenza delle fondazioni;
- sul solaio più elevato in corrispondenza del muro perimetrale;
- al centro dei solai.

Per le vibrazioni transitorie nella tabella che segue si riportano, per diverse tipologie di costruzioni, i valori di riferimento per vi sulle fondazioni ed a livello del solaio superiore.

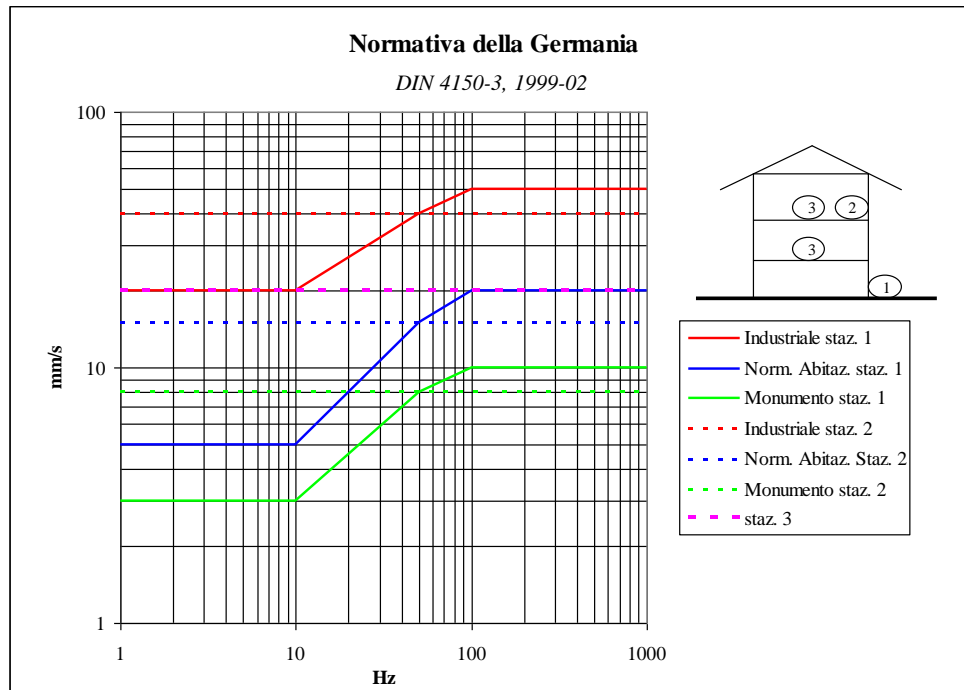
Riga	Tipi di edificio	Valori di riferimento per velocità di oscillazione in mm/s			
		Fondazioni frequenze			Ultimo solaio, orizzontale
		da 1 a 10 Hz	da 10 a 50 Hz	da 50 a 100 Hz *	Tutte le frequenze
1	Costruzioni per attività commerciale, costruzioni industriali e costruzioni con strutture simili	20	da 20 a 40	da 40 a 50	40
2	Edifici abitativi o edifici simili per costruzione o utilizzo	5	da 5 a 15	da 15 a 20	15
3	Edifici che per la loro particolare sensibilità alle vibrazioni non rientrano nelle precedenti classificazioni e che sono da tutelare in modo particolare (monumenti sotto la protezione delle belle arti)	3	da 3 a 8	Da 8 a 10	8

(*) Per frequenze superiori ai 100 Hz possono essere adottati come minimo i valori per 100 Hz

La figura riportata successivamente riassume quanto esposto per le vibrazioni transitorie e per essa si osserva che per :

- misure in staz. 1 (fondazione) si prende a riferimento il valore maggiore delle tre componenti;
- misure in staz. 2 (ultimo solaio orizzontale del fabbricato) si prende in considerazione il valore maggiore tra le due componenti orizzontali;

- misure in staz. 3 (mezzeria solaio) si prende in considerazione la vibrazione in direzione verticale.



Per le vibrazioni prolungate la norma DIN 4150 richiede l'esecuzione di misure all'ultimo solaio dell'edificio e in mezzeria dei solai. Nella tabella che segue sono riportati i valori di riferimento per ciascuna componente orizzontale misurate all'ultimo solaio dell'edificio

Riga	Tipo di edificio	Valori di riferimento per velocità di oscillazione in mm/s
		Ultimo solaio, orizzontale, tutte le frequenze
1	Costruzioni per attività commerciale, costruzioni industriali e costruzioni con strutture similari	10
2	Edifici abitativi o edifici simili per costruzione o utilizzo	5
3	Edifici che per la loro particolare sensibilità alle vibrazioni non rientrano nelle precedenti classificazioni e che sono da tutelare in modo particolare (monumenti sotto la protezione delle belle arti)	2,5

Per velocità massima è da intendersi la velocità massima di picco ricavabile dalla velocità massima r.m.s. attraverso la moltiplicazione di quest'ultima con il fattore di cresta F. Tale parametro esprime il rapporto tra il valore di picco e il valore efficace. Per onde sinusoidali si assume $F = 1.41$; in altri casi si possono assumere valori maggiori. Nei casi più critici (ed es. esplosioni di mina) F può raggiungere il valore 6.

La ISO 4866, per concludere fornisce una classificazione degli effetti di danno a carico delle strutture secondo tre livelli:

- Danno di soglia: formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici in gesso o sulle superfici di muri a

secco; inoltre formazioni di fessure filiformi nei giunti di malta delle costruzioni in muratura di mattoni.

- Danno minore: formazione di fessure più aperte, distacco e caduta di gesso o di pezzi di intonaco dai muri; formazione di fessure in murature di mattoni.
- Danno maggiore: danneggiamento di elementi strutturali; fessure nei pilastri; aperture di giunti; serie di fessure nei blocchi di muratura.

4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE

Il presente elaborato, relativo alla componente “Vibrazioni”, è stato predisposto sulla base di quanto emerso dalla seguente documentazione:

- Studio di Impatto Ambientale;
- Progetto definitivo;
- Progetto esecutivo;
- Delibera CIPE con relativi allegati n. 109 del 23 dicembre 2015.
- Studi di settore.

5. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI

La Delibera CIPE n. 109 del 23 dicembre 2015 contiene una serie di prescrizioni e raccomandazioni, di seguito riportate, riconducibili alla componente vibrazioni, che costituiscono un utile supporto per il monitoraggio della stessa.

In particolare:

Prescrizione n.2

Il piano di monitoraggio ambientale allegato al progetto esecutivo dovrà adeguarsi alle norme tecniche dell'allegato XXI del decreto legislativo n. 163/2006 con particolare riguardo alla definizione delle soglie di attenzione e alle procedure di prevenzione e di risoluzione delle criticità già individuate da tutti i Soggetti competenti o che emergeranno dalle ulteriori rilevazioni ante-operam. Dovranno altresì essere giustificati alla luce delle predette valutazioni, tutti i criteri di campionamento nello spazio e nel tempo, esplicitando le modellistiche ed evidenziando in particolare le situazioni di criticità richiedenti misure più approfondite rispetto agli standard medi adottati.

Prescrizione n.27

Il monitoraggio ambientale dovrà essere eseguito sia ante-operam (durante il periodo di redazione del progetto esecutivo) che durante l'esecuzione dell'opera e post-operam.

6. ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

6.1 PARAMETRI DEL MONITORAGGIO

Di fondamentale importanza nelle attività di monitoraggio della componente “vibrazioni” è la scelta dei parametri, in modo tale da poter seguire l'evoluzione del fenomeno fisico in tutte le fasi in cui si eseguono i rilievi. I parametri da considerare devono descrivere al meglio il fenomeno e devono risultare facilmente misurabili.

La propagazione delle vibrazioni attraverso un mezzo elastico può essere caratterizzata attraverso tre grandezze di base:

- vettore spostamento;
- vettore velocità;
- vettore accelerazione.

Tali grandezze possono essere espresse rispettivamente in m, m/s e m/s², oppure in dB. In quest'ultimo caso vengono considerate opportune grandezze di riferimento per lo spostamento, la velocità e l'accelerazione.

Il valore quadratico medio consente di caratterizzare un fenomeno estremamente variabile su un certo intervallo temporale. Si definisce valore quadratico medio (RMS – Root Mean Square) di accelerazione il valore generato dalla seguente espressione:

$$a_{RMS,T} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [a(t)]^2 dt}$$

essendo a(t) il valore istantaneo dell'accelerazione.

Nel corso del monitoraggio sarà valutata l'accelerazione equivalente secondo la norma UNI 9614:

$$a_{w,eq} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [a_w(t)]^2 dt}$$

dove $a_w(t)$ è l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza e T è la durata della misura.

Si definisce come a_{max} il massimo tra i valori di accelerazione $a_{RMS,1}$ su tempo di integrazione pari ad un secondo, calcolato per tutti gli istanti che compongono il tempo di misura.

Per quanto riguarda i valori di velocità si definisce $v_{max,f}$ il valore massimo su una singola banda di frequenza riscontrato sull'intero periodo di misura. I criteri di accettabilità indicati nella norma UNI 9916 sono da confrontare con tale valore.

Si definisce valore di picco la massima oscillazione in valore assoluto dell'accelerazione ponderata in frequenza, mentre con fattore di cresta si indica il rapporto tra il valore di picco ed il valore efficace.

Durante i rilievi i parametri da acquisire sono la time history del rilievo per tutte le bande di frequenza da 1 a 80 Hz - con una risoluzione pari ad un secondo - l'accelerazione massima (e massima ponderata) e la velocità massima (con relativa frequenza) per tutto il periodo di misura, lo spettro dell'accelerazione per tutto il periodo di misura.

Potranno essere inoltre valutati i superamenti della soglia di sensibilità secondo la norma UNI 9614, riportando data ed ora di inizio dell'evento, durata, valori di accelerazione e velocità, valori di cresta e di picco per eventi impulsivi, spettro di accelerazione per tutta la durata dell'evento.

Ulteriori valori e/o informazioni da prendere in considerazione per il monitoraggio sono:

- Parametri identificativi del ricevitore e relative coordinate;
- Descrizione e fotografia del posizionamento della strumentazione;

- Caratteristiche della sorgente vibrazionale;
- Caratteristiche costruttive degli edifici;
- Eventuale condizioni di traffico su strade e/o linee ferroviarie presenti nei pressi del ricettore;
- Descrizione delle attività di cantiere ed eventuali anomalie.

6.2 ATTIVITÀ PRELIMINARI

L'attività di misura in campo prevede un'organizzazione preliminare che passa attraverso l'analisi del programma di cantiere (tale attività è essenziale nella fase di corso d'opera per poter controllare le lavorazioni previste) e la preparazione di tutto il materiale necessario per l'effettuazione delle attività di campo.

Pertanto prima di procedere con l'uscita sul campo è necessario:

- predisporre tutte le attrezzature ed il materiale necessario all'esecuzione della misura;
- definire il programma delle attività di monitoraggio, in funzione del cronoprogramma dei lavori, e trasmetterlo al Committente, alla Direzione Lavori e all'Organo Competente deputato al Controllo;
- acquisire eventualmente, dalle figure responsabili, le schede dei macchinari che saranno utilizzati nell'attività di cantiere al fine di avere un quadro informativo quanto più aggiornato delle emissioni vibrazionali in relazione alle lavorazioni da effettuarsi (questa attività si esegue solo in CO).

6.3 SOPRALLUOGO IN CAMPO

Le attività di sopralluogo saranno svolte al fine di:

- verificare la fattibilità delle misure;
- acquisire i permessi necessari all'esecuzione dei rilievi;
- rilocalizzare, se necessario, il punto di monitoraggio.

Durante il sopralluogo, qualora per accedere alla postazione di misura si renda necessario attraversare proprietà private, o nel caso in cui la postazione stessa si trovi all'interno di una proprietà privata, si potrà procedere all'acquisizione di un permesso in cui saranno indicati:

- le modalità di accesso alla postazione di misura;
- l'attività che sarà svolta dal personale tecnico;
- il codice del punto di monitoraggio.

6.4 REQUISITI PER L'ESECUZIONE DEL MONITORAGGIO

Per l'esecuzione delle attività di monitoraggio della componente vibrazioni dovrà essere utilizzata strumentazione conforme alle normative vigenti (in accordo alla norma UNI 9614, la strumentazione utilizzata deve rispondere alle norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225) e fornita di certificato di taratura valido.

Le operazioni di monitoraggio comprendono:

- posizionamento e smontaggio della strumentazione;
- esecuzione dei rilievi;
- redazione delle schede di misura;
- redazione delle relazioni periodiche di monitoraggio per la componente vibrazioni.

7. METODOLOGIE DI RILEVAMENTO

7.1 DESCRIZIONE

Le metodologie di rilevamento e campionamento sono desunte dalla normativa vigente. Pertanto per quanto non esplicitamente riportato nelle pagine che seguono si rimanda alla normativa applicabile.

Per l'esecuzione delle attività di monitoraggio sono previste due misure di 30 minuti all'interno di un tempo di osservazione di 24 ore, una da effettuarsi nel periodo di riferimento diurno e l'altra nel periodo di riferimento notturno.

I rilievi sono da effettuarsi all'interno degli edifici, in modo tale da evitare l'influenza sulla misura delle condizioni meteorologiche del sito oggetto di monitoraggio.

Il fenomeno vibratorio si manifesta con livelli più elevati nei piani alti degli edifici. Gli strumenti saranno pertanto collocati al centro del solaio, in particolare in uno dei locali più sensibili (per esempio, una stanza della zona notte).

Per edifici a due piani i rilievi vanno eseguiti al piano terra (piano delle fondazioni) ed al piano più alto. Per edifici di altezza maggiore è previsto un ulteriore rilievo presso un piano intermedio.

Tutte le misure suddette sono previste sincrone con rilevazione contemporanea degli indicatori presso gli assi x, y e z. Ciò è possibile tramite l'utilizzo di tre sensori monoassiali o di un sensore triassiale.

Durante il monitoraggio si prevede la valutazione dell'accelerazione equivalente o del livello equivalente di accelerazione, in un intervallo di tempo rappresentativo.

Per integrazione dei valori di output dell'accelerometro si ottengono i valori di velocità e di spostamento.

Ad ogni grandezza (accelerazione, velocità e spostamento) è associata la valutazione di differenti effetti generati dal fenomeno vibratorio. In particolare:

- l'accelerazione è utilizzata per la valutazione del disturbo alle attività umane e si può facilmente ricavare tramite misura con accelerometri;
- la misura della velocità può dare indicazioni riguardo i danni alle strutture;
- lo spostamento (non facilmente misurabile) può interpretarsi come la capacità del fenomeno vibratorio di generare danni nelle strutture.

Il fissaggio degli accelerometri deve essere sufficientemente rigido, in modo tale da non indurre alterazioni alla misura. A tale proposito la norma UNI ISO 5348 descrive le corrette modalità di fissaggio. Devono essere evitati elementi di supporto al trasduttore, o comunque deve essere rigido per il campo di frequenze che va da 1 a 300 Hz; esso può essere fissato all'elemento strutturale per mezzo di viti o resine incollanti. In caso di rivestimenti non connessi rigidamente alle strutture o di pavimenti galleggianti le misure risulterebbero alterate e pertanto non valide.

Si ricorda che il monitoraggio della componente "Vibrazioni" non va eseguito quando la temperatura scende al di sotto dello zero. Infatti la propagazione delle vibrazioni è legata alla fluttuazione del livello di falda, che caratterizza la tipologia del fenomeno in frequenza e in intensità. Anche il cambiamento della rigidità strutturale degli strati superficiali (per esempio per fenomeni di gelo invernale) può influenzare notevolmente la propagazione delle vibrazioni.

Anche lo strumentazione di misura potrebbe reagire con una diversa sensibilità per temperature prossime alla temperatura di gelo.

Un altro elemento che influenza fortemente il fenomeno vibratorio è la variazione del traffico, e quindi sono da escludersi i periodi anomali quali giorni festivi e prefestivi ed il mese di agosto.

La strumentazione impiegata nelle attività di rilievo è costituita da tre accelerometri monoassiali disposti secondo le direzioni delle tre componenti ortogonali di accelerazione (alternativamente può essere utilizzato un sensore triassiale), un amplificatore di carica, un analizzatore di spettro in tempo reale e un computer portatile dedicato all'acquisizione dei dati. La norma UNI 9614 prescrive per la strumentazione utilizzata la rispondenza alle norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225. Ogni sensore utilizzato dovrà riportare la curva di taratura, la risposta in frequenza, il campo di misura, la precisione, la linearità, la sensibilità e le modalità di alimentazione.

I sismografi saranno ottemperanti alle norme ISO 2631, UNI 9614 e UNI 9916, con range di frequenza 1 – 300 Hz, range di misura pari a 50 m/s², risoluzione $\leq 0,1$ mm/s², linearità $\leq \pm 1\%$ e sensibilità trasversale $\leq \pm 5\%$.

Tutta la catena di misura da utilizzarsi sarà accompagnata da certificato di taratura in corso di validità rilasciato da laboratori accreditati SIT.

In base alla durata prevista per la misura, sarà adeguatamente dimensionato il sistema di alimentazione dello strumento. Analogamente, in base ai parametri da acquisire, alla frequenza di memorizzazione e alla durata del rilievo, sarà opportuno calcolare il tempo necessario a riempire la memoria dello strumento. I calcoli suddetti consentiranno di pianificare eventuali interventi di sostituzione delle batterie e scarico della memoria, evitando indesiderate interruzioni della misura.

Prima di procedere con il rilievo si dovrà calibrare lo strumento, mediante l'utilizzo di calibratori tarati; si documenta la misura con una fotocamera digitale avendo cura di indicare precisamente il posizionamento della strumentazione in modo tale da poter replicare la misura nel modo più preciso possibile.

Si osserva che i trasduttori non vanno fissati in presenza di punti singolari o di discontinuità. Si deve tener conto del disturbo elettrico a 50 Hz, in quanto potrebbe mascherare i fenomeni vibratorii relativamente a certe frequenze e l'accelerazione globale; al fine di evitare ciò si può isolare elettricamente la base dell'accelerometro, può essere usato un cavo appesantito (il disturbo può essere generato dal movimento del cavo) e si può impedire il funzionamento di macchinari in prossimità della strumentazione.

Si deve inoltre prestare particolare attenzione alla movimentazione di elettrodomestici e persone all'interno dell'edificio e durante il periodo di misura.

Tutte le informazioni raccolte saranno annotate sul posto in un rapporto sommario che sarà utilizzato in seguito per la compilazione della scheda di misura.

In allegato alla presente relazione si riporta una scheda di misura "tipo".

8. IDENTIFICAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO

8.1 CRITERI ADOTTATI

La scelta dei punti di monitoraggio non può prescindere dalla definizione dell'area entro cui stimare le potenziali interferenze. Nel caso di una infrastruttura lineare, come quella in oggetto, l'area di studio si configura solitamente come un corridoio per il quale serve definire la larghezza. Questa ultima viene determinata in maniera tale da comprendere l'area all'interno della quale si prevede che l'impatto dell'opera sia apprezzabile, tenendo conto delle caratteristiche morfologiche e urbanistiche del territorio e della tipologia dell'opera. La larghezza del corridoio può non essere costante lungo l'intero sviluppo dell'infrastruttura.

Fattori che determinano l'estensione dell'area di studio sono:

- lo spettro di eccitazione delle lavorazioni particolarmente impattanti;
- la tipologia dei ricettori esistenti o previsti dai programmi di urbanizzazione;
- le condizioni di propagazione delle vibrazioni determinate dalla distanza, dalla geolitologia, dalle caratteristiche geotecniche, dal livello di profondità della falda acquifera.

È evidente quindi che per la scelta dei punti di monitoraggio riveste particolare importanza la vicinanza del ricettore al cantiere operativo e la tipologia strutturale dell'opera; in tal senso è necessario prestare attenzione agli attraversamenti in galleria e ai ricettori in loro prossimità. Inoltre visto il territorio attraversato dall'opera, prettamente agricolo e rurale, nella scelta dei ricettori deve essere considerata sia la tipologia edilizia che il relativo stato di conservazione.

8.2 IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI

I punti di monitoraggio della componente vibrazioni sono riportati nella tabella che segue.

Codice punto	Coordinate		Progressiva (carreggiata)
	Latitudine	Longitudine	
VIB-01	43°14'19.75"N	13° 0'7.74"E	5+000

Il punto di monitoraggio individuato è riportato nelle planimetrie di individuazione dei ricettori che corredano il presente PMA.

Il ricettore, identificato come VIB-01, è ubicato in corrispondenza della progressiva 5+100 della nuova infrastruttura, nei pressi della galleria naturale Mistranello.

Dai sopralluoghi effettuati è emerso che dei quattro fabbricati presenti alla progressiva 5+100 (cfr. paragrafo 12.1), quello scelto come punto di monitoraggio è l'unico destinato a civile abitazione. In particolare quest'ultimo ha una struttura in muratura e si sviluppa su due livelli. Le altre strutture, alcune delle quali realizzate con elementi prefabbricati e/o lamiera, sono destinate a ricovero mezzi/attrezzi agricoli o conservazione dei prodotti agricoli.

9. TEMPISTICA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

Il PMA per la Componente "Vibrazioni" prevede:

- Monitoraggio Ante Operam;
- Monitoraggio Corso d'Opera.

In considerazione dell'opera che verrà realizzata, ovvero un'infrastruttura stradale, il monitoraggio non sarà eseguito in fase PO, atteso che durante l'esercizio della strada non si prevedono livelli vibrazionali tali da richiedere una specifica valutazione.

9.1 MONITORAGGIO ANTE OPERAM (AO)

Le misure di monitoraggio ante operam sono la base per il successivo confronto con i rilievi della fase corso d'opera.

Attività	N° Punti	Numero Misure
Rilievo delle vibrazioni al bianco	1	1

9.2 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA (CO)

Il fenomeno vibratorio nella fase del corso d'opera è legato essenzialmente all'attività di cantiere ed ha carattere transitorio: al termine delle attività di cantiere le vibrazioni non si ripetono più.

Il monitoraggio di questa fase va fatto sulla base del cronoprogramma dei lavori e per ogni postazione individuata in fase ante operam. Le misure vanno svolte in fase diurna e notturna, qualora siano previste lavorazioni h24.

La scelta del momento per l'esecuzione delle misure è fatta sulla base delle lavorazioni più critiche per il ricettore preso in considerazione; il Responsabile Ambientale avrà il compito di organizzare i rilievi, ma anche di annullarli se previsti in punti non sottoposti a lavorazioni critiche. I punti di monitoraggio possono anche essere spostati, intensificando il monitoraggio di determinate zone particolarmente esposte al fenomeno.

Per eseguire il monitoraggio in corso d'opera sono stati individuati i punti indicati nella tabella che segue:

Attività	N° Punti	Numero Misure
Rilievo delle vibrazioni indotte dalle lavorazioni	1	3

Lo scavo della galleria naturale avverrà con metodo tradizionale e quando lo stesso raggiungerà la progressiva in corrispondenza del ricettore VIB-01 i livelli vibrazionali saranno rilevati come descritto al capitolo "Metodologie di Rilevamento" e confrontati con i limiti applicabili.

L'analisi delle relazioni specifiche, allegate al progetto esecutivo, evidenzia che durante la realizzazione della galleria naturale Mistranello, le lavorazioni più significative e quindi da attenzionare riguarderanno la fase di consolidamento del fronte nonché la fase di scavo.

Particolare attenzione dovrà essere posta, inoltre, anche durante la fase di smarino sia per i mezzi impiegati per caricare i cassoni degli autocarri che per gli autocarri stessi che percorrendo la galleria raggiungeranno le aree di stoccaggio.

Nelle pagine successive è riportata una tabella più dettagliata con i punti che saranno sottoposti a monitoraggio.

I punti di monitoraggio individuati per le diverse fasi, sono riportati nelle planimetrie di

individuazione dei ricettori che corredano il presente PMA.

10. ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DATI

La normativa tecnica fornisce una serie di valori di confronto per eseguire l'analisi dei dati. Durante il corso d'opera i valori di riferimento indicati dalla normativa tecnica, ma anche i valori misurati in AO, sono la base da cui partire per un'analisi specifica delle sorgenti vibratorie e delle caratteristiche dei ricettori.

Nel corso del monitoraggio della componente "Vibrazioni" saranno rese disponibili le seguenti informazioni:

- Schede di misura;
- Relazioni per ogni punto di misura e per ogni misura;

Al termine di ogni rilievo svolto si produrrà una scheda di misura che riferirà le risultanze dei rilievi eseguiti, con particolare riferimento alla tipologia e rilevanza degli eventi fuori norma e alla loro possibile causa. In tale scheda saranno riportate le seguenti informazioni:

- Fase del monitoraggio;
- Data e ora di inizio e fine misura e durata complessiva della misura;
- Identificazione del tecnico rilevatore;
- Localizzazione precisa delle postazioni di misura;
- Informazioni dei luoghi in cui si è svolto il monitoraggio ed i punti in cui vengono localizzati i trasduttori;
- Descrizione degli ambienti sede delle postazioni;
- Attività monitorata;
- Descrizione della strumentazione utilizzata;
- Certificati di taratura della strumentazione utilizzata.

10.1 EMERGENZE

Il MA rileva i valori dei parametri significativi per il controllo della componente vibrazioni. Il PMA definisce i "limiti di legge" ed i "valori di attenzione" applicabili e relativi ai singoli parametri (dove questo è applicabile).

Per la componente vibrazione si prendono in considerazione come:

- **"limiti di legge"** i limiti indicati dalle norme UNI 9614 ed UNI 9916. A riguardo si ricorda che se si mettono a confronto i valori riportati nelle norme che riportano i danni sull'uomo (UNI 9614) con i valori riportati nelle norme che riguardano i danni strutturali (UNI 9916) si osserva che le prime riportano dei limiti più restrittivi. Quindi soddisfatto l'obiettivo di garantire livelli di vibrazione accettabili per le persone, risulta automaticamente realizzata l'esigenza di evitare danni strutturali agli edifici, almeno per quanto concerne le abitazioni civili;
- **"valori di attenzione"** quei valori che segnalano la presenza di un potenziale rischio per la salute umana e/o per l'ambiente. Tali valori risultano essere più restrittivi rispetto ai **"limiti di legge"** indicati precedentemente. L'utilizzo dei **"valori di attenzione"** fornisce il vantaggio di avere sotto controllo anche situazioni non critiche ma che lasciano presupporre un prossimo avvicinamento ai livelli di criticità ed il conseguente superamento dei **"limiti di legge"**. Il **"valore di attenzione"** è pari al relativo **"limite di legge"** detratto di 2 dB (ES). se il valore del limite nel periodo diurno è 77 dB, il relativo **"valore di attenzione"** nel periodo diurno è 75 dB).

Al superamento di tali limiti consegue la comunicazione da parte del RA del superamento, in

fase di CO al RSA, per l'individuazione e attivazione di tutte le opportune misure correttive all'esecuzione delle lavorazioni e per ogni opportuna modifica e/o integrazione delle opere di mitigazione di cantiere.

10.2 SINTESI DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO ESEGUITE NELLA FASE ANTE OPERAM

In ottemperanza alla prescrizione n. 27 della delibera CIPE del 23 dicembre 2015, durante il periodo di redazione del progetto esecutivo, è stato eseguito il monitoraggio ambientale della componente vibrazioni relativo alla fase ante operam.

Di seguito si riportano delle tabelle che sintetizzano gli esiti delle misure svolte:

PERIODO DIURNO PIANO TERRA							
a _w mms ⁻²			Limite a _w mms ⁻²	L _{aw} dB			Limite L _{aw} dB
x	y	z	x,y,z	x	y	z	x,y,z
0,025	0,018	0,012	7,0	27,95	24,10	21,58	77

PERIODO NOTTURNO PIANO TERRA							
a _w mms ⁻²			Limite a _w mms ⁻²	L _{aw} dB			Limite L _{aw} dB
x	y	z	x,y,z	x	y	z	x,y,z
0,007	0,005	0,004	5,0	16,90	13,97	12,94	74

L'esame dei valori riportati nelle tabelle che precedono evidenziano la presenza di vibrazioni che risultano essere entro la soglia globale di percezione, sia nel periodo diurno che notturno. Questo in pratica significa che per la fase ante operam, sono garantiti livelli di vibrazione accettabili per le persone in quanto in nessuna delle postazioni previste dal programma di indagine si sono superati i limiti previsti dalla normativa.

11. PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

Di seguito si riportano delle tabelle che sintetizzano le attività di monitoraggio. Inoltre nell'allegato 11.1 si riporta la scheda del ricettore individuato.

FASE ANTE OPERAM					
Codice punto	Coordinate		Opera	Prog.	N° di misure
VIB-01	43°14'19.75"N	13° 0'7.74"E	Galleria Naturale Mistranello	5+000	1

FASE CORSO D'OPERA					
Codice punto	Coordinate		Opera	Prog.	N° di misure
VIB-01	43°14'19.75"N	13° 0'7.74"E	Galleria Naturale Mistranello	5+000	3

12. ALLEGATI

12.1 SCHEDE RICETTORI

SCHEDA PUNTO DI MISURA:	VIB 01	
COORDINATE:	43°14'19.75"N	13° 0'7.74"E

STRALCIO PLANIMETRICO/ORTOFOTO

LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

Regione:	Marche	Provincia:	Ancona	Comune:	Matelica
Progressiva:	5+000	Dist. Tracciato:	50 m		

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



12.2 SCHEDA DI MISURA TIPO

CODICE PUNTO DI MISURA:	
COORDINATE :	
TIPO DI MISURA:	
FASE DI MONITORAGGIO:	
DATA E ORA:	

STRALCIO PLANIMETRICO/ORTOFOTO

STRALCIO PLANIMETRICO/ORTOFOTO			

LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

Regione:		Provincia:		Comune:	
Progressiva:		Dist. Tracciato:			

DESCRIZIONE DEL SITO/RICETTORE E CLASSIFICAZIONE	
Tipo edificio:	
Stato di conservazione:	
Tipologia fondazione:	
Numero piani fuori terra:	
Distanza tracciato:	

CARATTERIZZAZIONE SINTETICA DEL SITO		
ELEMENTI ANTROPICO INSEDIATIVI	ELEMENTI DI VALORE NATURALISTICO AMBIENTALE	ELEMENTI DI PROGETTO
<input type="checkbox"/> Attività agricola	<input type="checkbox"/> Area di pregio paesistico – ambientale	<input type="checkbox"/> Cantiere
<input type="checkbox"/> Attività produttiva	<input type="checkbox"/> Parco regionale	<input type="checkbox"/> Area tecnica
<input type="checkbox"/> Residenziale	<input type="checkbox"/> Riserva naturale / SIC / ZPS	<input type="checkbox"/> Galleria naturale
<input type="checkbox"/> Cascina, fabbricato rurale	<input type="checkbox"/> PLIS	<input type="checkbox"/> Galleria artificiale
<input type="checkbox"/> Aree degradate	<input type="checkbox"/> Bosco	<input type="checkbox"/> Trincea
<input type="checkbox"/> Scuola	<input type="checkbox"/> Corso d'acqua	<input type="checkbox"/> Rilevato
<input type="checkbox"/> Ospedale	<input type="checkbox"/> Falda	<input type="checkbox"/> Viadotto
<input type="checkbox"/> Nucleo / edificio di interesse storico	<input type="checkbox"/> Vincolo idrogeologico / rispetto pozzi idrici	<input type="checkbox"/> Svincolo
<input type="checkbox"/> Cimitero	<input type="checkbox"/> Altro:	<input type="checkbox"/> Area di servizio
<input type="checkbox"/> Altro:		<input type="checkbox"/> Altro:

INQUADRAMENTO DELLE SORGENTI DI VIBRAZIONE PRESENTI [descrizione e distanza]	
<input type="checkbox"/> Attività di cantiere:	
<input type="checkbox"/> Impianti industriali:	
<input type="checkbox"/> Traffico veicolare:	
<input type="checkbox"/> Traffico ferroviario:	
<input type="checkbox"/> Altre sorgenti:	

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto ricettore

Foto della strumentazione di misura all'interno del ricettore

DATA E ORA INIZIO MISURA	DATA E ORA TERMINE MISURA	DURATA MISURA

LOCALIZZAZIONE SPAZIALE

UBICAZIONE PUNTO			
Piano:			
Lato dell'edificio:			
Ambiente:			

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA (analizzatori, accelerometri, calibratori, ecc.)

--

OPERATORE

--

TIME HISTORY ACCELERAZIONE (PIANO TERRA/ULTIMO PIANO)

X

Y

Z

NOTE