

**VARIANTE ALLA S.S.1 AURELIA (AURELIA BIS)  
VIABILITA' DI ACCESSO ALL'HUB PORTUALE DI LA SPEZIA  
INTERCONNESSIONE TRA I CASELLI DELLA A-12 E IL PORTO DI LA SPEZIA  
3° LOTTO TRA FELETTINO E IL RACCORDO AUTOSTRADALE**

**PROGETTO ESECUTIVO DI STRALCIO E COMPLETAMENTO C – 3° TRATTO**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**GE265**



**TECHINT**  
Engineering & Construction  
Mandataria

**CESI**  
Shaping a Better Energy Future  
Mandante

**ISMES**  
a CESI Company  
Mandante

**IIGEA**  
ENGINEERING  
SERVIZI INTEGRATI DI INGEGNERIA  
Mandante

VISTO: IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO

Ing. Fabrizio CARDONE

RESPONSABILE  
DELL'INTEGRAZIONE DELLE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Alessandro RODINO

SPECIALISTA

Dott. Paolo STIGLIANO

IL COORDINATORE DELLA  
SICUREZZA IN FASE DI  
PROGETTAZIONE

Dott. Domenico TRIMBOLI

**PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO AMBIENTALE**

**RUMORE E VIBRAZIONI**

Relazione tecnica

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

D P G E 0 2 6 5 E 2 0

NOME FILE  
T00MO05AMBRE01\_D

CODICE  
ELAB T 0 0 M O 0 5 A M B R E 0 1

REVISIONE

D

SCALA:

-

D	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS	Dicembre 2021	A. Zenti	F. Carnevale	P. Stigliano
C	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS	Dicembre 2021	A. Zenti	F. Carnevale	P. Stigliano
B	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS	Ottobre 2021	A. Zenti	F. Carnevale	P. Stigliano
A	EMISSIONE	Aprile 2021	-	F. Carnevale	A. Nardi
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



## INDICE

<b>RUMORE.....</b>	<b>1</b>
<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>4</b>
2.1 NORMATIVA TECNICA .....	4
2.2 NORMATIVA COMUNITARIA.....	5
2.3 NORMATIVA NAZIONALE .....	5
<b>3. DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>12</b>
3.1 CRITERI DI SCELTA E DEFINIZIONE DEI RICETTORI .....	12
3.2 ESTENSIONE TEMPORALE DEL M.A. ....	13
3.3 PARAMETRI CARATTERISTICI .....	16
3.3.1 <i>Indicatori acustici.....</i>	<i>16</i>
3.3.2 <i>Ulteriori indicatori della misura.....</i>	<i>17</i>
3.4 STRUMENTAZIONE DI MISURA.....	17
<b>4. METODOLOGIA DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>20</b>
<b>5. LOCALIZZAZIONE, FREQUENZA E PERIODICITÀ DEI PUNTI DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>23</b>
5.1 ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO.....	23
5.2 INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	24
<b>6. ATTIVITA' DI MISURA.....</b>	<b>25</b>
6.1 ATTIVITÀ IN CAMPO.....	25
6.1.1 <i>Sopralluogo in campo .....</i>	<i>25</i>
6.1.2 <i>Scelta del periodo di misura.....</i>	<i>26</i>
6.1.3 <i>Acquisizione dei permessi .....</i>	<i>26</i>
6.1.4 <i>Attività di misura.....</i>	<i>26</i>
6.1.5 <i>Posizionamento della strumentazione .....</i>	<i>27</i>
6.1.6 <i>Smontaggio della postazione.....</i>	<i>28</i>
6.2 ATTIVITÀ IN SEDE.....	29
6.2.1 <i>Attività preventiva all'uscita in campo.....</i>	<i>29</i>
6.2.2 <i>Attività successiva all'uscita in campo.....</i>	<i>29</i>
6.3 ANALISI DEI DATI.....	30
<b>7. RESTITUZIONE DEI DATI.....</b>	<b>31</b>
7.1 RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	31
7.2 RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO POST OPERAM.....	32
7.3 RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO CORSO D'OPERA.....	32
<b>8. PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>33</b>
8.1 ANTE OPERAM .....	33
8.2 CORSO D'OPERA .....	33
8.3 POST OPERAM.....	34

<b>VIBRAZIONI .....</b>	<b>35</b>
<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>36</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>39</b>
2.1 NORMA UNI 9614.....	40
2.2 NORMA UNI 9916.....	42
<b>3. DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>44</b>
3.1 CRITERI DI SCELTA E DEFINIZIONE DEI RICETTORI .....	44
3.2 ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO .....	45
3.2.1 Fase Ante-Operam .....	45
3.2.2 Fase Corso d'Opera.....	45
3.2.3 Fase Post Operam.....	45
3.3 PARAMETRI CARATTERISTICI .....	46
3.3.1 Indicatori vibrazionali.....	46
3.3.2 Ulteriori indicatori della misura.....	47
3.3.3 Condizionamento meteorologico e stagionale .....	48
<b>4. METODOLOGIA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>49</b>
4.1 STRUMENTAZIONE.....	49
4.1.1 Descrizione del set di strumenti .....	49
4.1.2 Posizionamento della strumentazione e fissaggio dei trasduttori .....	49
4.1.3 Requisiti tecnici.....	50
<b>5. LOCALIZZAZIONE, FREQUENZA E PERIODICITÀ DEI PUNTI DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>51</b>
5.1 ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO.....	51
5.2 INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	52
<b>6. ATTIVITA' DI MISURA .....</b>	<b>53</b>
6.1 ATTIVITÀ IN CAMPO.....	53
6.1.1 Sopralluogo in campo .....	53
6.1.2 Acquisizione dei permessi .....	54
6.1.3 Attività di misura.....	54
6.1.4 Posizionamento della strumentazione .....	55
6.1.5 Errori durante i rilievi.....	55
6.2 ATTIVITÀ IN SEDE.....	55
6.2.1 Attività preventiva all'uscita in campo.....	56
6.2.2 Attività successiva all'uscita in campo.....	56
6.3 ANALISI DEI DATI.....	56
<b>7. RESTITUZIONE DEI DATI .....</b>	<b>58</b>
7.1 RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	58
7.2 RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO POST OPERAM.....	58
7.3 RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO CORSO D'OPERA.....	59
<b>8. PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>60</b>
8.1 ANTE OPERAM .....	60
8.2 CORSO D'OPERA .....	61
8.3 POST OPERAM.....	61

## RUMORE

## 1. PREMESSA

Il presente documento definisce gli obiettivi e i criteri metodologici generali del Piano di Monitoraggio e Controllo Ambientale della Componente Rumore.

Nella redazione del documento si è tenuto conto di quanto indicato nella normativa vigente in materia ambientale, in conformità alle “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) e delle Opere soggette a procedura VIA” (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.).

I monitoraggi ambientali saranno articolati tenendo in considerazione sia gli impatti diretti che le attività di cantiere e l’esercizio dell’opera avranno sulle singole componenti, sia gli impatti indiretti correlati in particolare alle fasi realizzativa (ed associabili prevalentemente al traffico indotto per l’allontanamento e l’approvvigionamento di materiali e agli impatti da esso originati).

Per stimare l’incremento effettivo di tali emissioni e la quota parte degli impatti imputabili alle lavorazioni connesse alla realizzazione dell’opera, si rende necessario individuare i parametri indicativi dello stato attuale, effettuare quindi un monitoraggio AO e successivamente procedere ad un confronto tra i valori registrati e quelli ottenuti da monitoraggio in fase di costruzione, rappresenta la tipica metodologia applicativa.

La attività di monitoraggio prevista per la presente opera è stata progettata mantenendo la visione e la finalità proprie di ogni piano di monitoraggio, ovvero la sua articolazione nelle fasi di seguito descritte:

- Ante operam: durante questa fase si definisce lo stato zero relativamente alla componente indagata, del territorio prima della costruzione dell’opera e dell’apertura dei cantieri, acquisendo dati di riferimento per le fasi successive.
- Corso d’opera: durante questa fase si caratterizza l’impatto dei cantieri e qualsiasi attività ad essi connesse, compreso il traffico indotto e le attività finali di smantellamento, si effettua una valutazione degli impatti sui ricettori esposti più sensibili, predisponendo azioni correttive laddove necessario.
- Post operam: durante questa fase si verifica lo stato di esercizio dell’opera realizzata, con riferimento anche all’efficacia degli eventuali interventi di mitigazione previsti e segnalando possibile criticità.

Nel dettaglio all’interno del presente documento si forniranno indicazioni in merito ai parametri monitorati, scelti in base alla tipologia di impatto prevista, alle tipologie e metodologie di indagine e alla frequenza/periodicità delle misurazioni.

Verranno, inoltre, definiti puntualmente le postazioni di rilevamento in base alla disponibilità delle aree, alla loro accessibilità, al raggiungimento di accordi con i proprietari degli edifici e, laddove necessaria, alla possibilità di fornitura di energia elettrica.

Nel seguito saranno descritte le metodologie e le considerazioni che sono alla base del Piano, al fine di fornire le indicazioni necessarie per una corretta esecuzione delle operazioni di misura, restituzione dati e organizzazione degli stessi in una banca dati strutturata.

Nel documento vengono, inoltre, fornite delle indicazioni per facilitare la lettura dei dati relativi ai punti in cui si indica la necessità di un monitoraggio.

Il documento sarà completato con elaborati cartografici volti ad indicare il corretto posizionamento dei punti preposti alle campagne di monitoraggio; ogni punto sarà contraddistinto da un codice che ne indicherà alcune caratteristiche principali.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta di seguito l'analisi del complesso contesto normativo vigente in materia acustica:

### 2.1 NORMATIVA TECNICA

- EN 60651-1994 - Class 1 Sound Level Meters (CEI 29-1).
- EN 60804-1994 - Class 1 Integrating-averaging sound level meters (CEI 29-10).
- EN 61094/1-1994 - Measurements microphones - Part 1: Specifications for laboratory standard microphones.
- EN 61094/2-1993 - Measurements microphones - Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique.
- EN 61094/3-1994 - Measurements microphones - Part 3: Primary method for free-field calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique.
- EN 61094/4-1995 - Measurements microphones - Part 4: Specifications for working standard microphones.
- EN 61260-1995 - Octave-band and fractional-octave-band filters (CEI 29-4).
- IEC 942-1988 - Electroacoustics - Sound calibrators (CEI 29-14).

- ISO 226-1987 - Acoustics - Normal equal - loudness level contours.
- UNI 9884-1991 -Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale.

## 2.2 **NORMATIVA COMUNITARIA**

- Direttiva 2002/49/CE del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- Direttiva 2000/14/CE del 8 maggio 2000 relativa alla emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.

## 2.3 **NORMATIVA NAZIONALE**

La Legge quadro 447 del 26/10/95 è la normativa che stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

A questa legge sono collegati dei decreti che ne costituiscono dei regolamenti attuativi:

- DMA 11/12/96 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo";
- DPCM 18/9/97 "Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante";
- DMA 31/10/97 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale";
- DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- DPCM 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- DPR 11/12/97 n. 496 "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili";
- DMA 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- DPCM 31/3/98 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività di tecnico competente in acustica, ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera b), e dell'articolo 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" ;
- D.P.R. n. 459 -18 novembre 1998 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"
- D.P.C.M. 16 aprile 1999 n.215 "Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi"
- Decreto 20 maggio 1999 "Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico"
- DPR 30/03/2004 n. 142 " Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".

- Circolare 6 settembre 2004 - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004)
- Richiamiamo inoltre i seguenti riferimenti normativi:
- D.P.C.M. 1° marzo 1991: “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”.
- D.Lgs. 528 del 19 novembre 1999: “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n°494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili”.
- D.M. 29 novembre 2000: “Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”.
- D.M. 23 novembre 2001: “Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”.
- D.Lgs. 262 del 4 settembre 2002: “Macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto - emissione acustica ambientale - attuazione della direttiva 2000/14/CE”.

In particolare, esponiamo nel paragrafo seguente alcuni concetti dal decreto attuativo inerente alle infrastrutture stradali, direttamente applicabile all’infrastruttura in oggetto.

**DPR 142 del 30 marzo 2004: "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".**

Nel Decreto vengono regolamentati i seguenti aspetti:

- definizione del concetto di ricettore;
- classificazione delle infrastrutture stradali;
- diversificazione dei limiti acustici fra le infrastrutture esistenti e quelle di nuova realizzazione;
- diversificazione delle fasce territoriali di pertinenza dell’infrastruttura, in relazione alla tipologia della strada;
- interventi di mitigazione acustica da adottare in caso di superamento dei limiti.

In sostanza, il decreto, in analogia a quanto già normato per le infrastrutture ferroviarie, individua delle fasce territoriali di pertinenza (“fasce di rispetto”), all’interno delle quali il rumore prodotto dall’infrastruttura è normato esclusivamente dal decreto stesso. Inoltre, il rumore prodotto dalle strade non è soggetto ai vincoli del criterio differenziale.

Fuori dalle fasce di rispetto il rumore stradale contribuisce (insieme al rumore prodotto da altre sorgenti) alla determinazione del livello di immissione acustica, che è sottoposto ai limiti previsti dalla classificazione comunale di riferimento.

#### Limiti di immissione per le infrastrutture di nuova realizzazione

Il Decreto stabilisce che per le autostrade (tipo A), così come per le strade extraurbane principali (tipo B) e le strade extraurbane secondarie (tipo C1) sono fissate delle fasce territoriali di pertinenza dell’infrastruttura stessa di 250 metri a partire dal ciglio della strada; per le strade extraurbane secondarie di tipo C2 la fascia si riduce a 150 m. Per le

strade urbane di scorrimento (tipo D) è fissata una fascia di rispetto di 100 metri, mentre per le strade urbane di quartiere (tipo E), così come per le strade locali (tipo F), sono fissate delle fasce territoriali di pertinenza di 30 metri dal bordo carreggiata. I limiti acustici delle suddette fasce possono essere così sintetizzati:

Tipo di strada (secondo Codice della Strada)	Ampiezza fascia pertinenza acustica (metri)	Scuole, Ospedali, Case di cura e di riposo		Altri Recettori	
		Diurno (dBA)	Nott. (dBA)	Diurno (dBA)	Nott. (dBA)
A – Autostrada	250	50	40	65	55
B – Extraurbana principale	250	50	40	65	55
C – Extraurbana secondaria Ca → a carreggiate separate e IV CNR1980 Cb → tutte le altre	250	50	40	65	55
	150	50	40	65	55
D – Strada urbana di scorrimento	100	50	40	65	55
E – Strada urbana di quartiere	30	Definiti dai Comuni, nel rispetto della tabella C DPCM 14/11/1997 e della zonizzazione acustica (Legge Quadro)			
F – Strada locale	30				

**Tabella 1 – Fasce di pertinenza acustiche e valori limite di immissione di strade di nuova realizzazione**

Tipo di strada (secondo Codice della Strada)	Ampiezza Fascia pertinenza acustica (metri)	Scuole, Ospedali, Case di cura e di riposo		Altri Recettori	
		Diurno (dBA)	Nott. (dBA)	Diurno (dBA)	Nott. (dBA)
A – Autostrada	100 (A)	50	40	70	60
	150 (B)			65	55
B – Extraurbana principale	100 (A)	50	40	70	60
	150 (B)			65	55
C – Extraurbana secondaria Ca → a carreggiate separate e IV CNR1980 Cb → tutte le altre	100 (A)	50	40	70	60
	150 (B)			65	55
	100 (A)	50	40	70	60
	50 (B)			65	55
D – Strada urbana di scorrimento Da → a carreggiate separate e interquartiere Db → tutte le altre	100	50	40	70	60
	100	50	40	65	55
E – Strada urbana di quartiere	30	Definiti dai Comuni, nel rispetto della tabella C DPCM 14/11/1997 e della zonizzazione acustica (Legge Quadro)			
F – Strada locale	30				

**Tabella 2 – Fasce di pertinenza acustiche e valori limite di immissione di strade esistenti ed assimilabili (ampliamenti, affiancamenti, varianti)**

Per quanto riguarda i ricettori particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo, luoghi di culto), la fascia di rispetto deve essere raddoppiata; per le scuole, inoltre, si applica solo il limite diurno.

**Interventi di mitigazione acustica**

Il rispetto dei valori riportati nelle tabelle precedenti e, al di fuori della fascia di pertinenza acustica, il rispetto dei valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, è verificato in facciata degli edifici ad 1 metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione nonché dei ricettori.

Per i ricettori inclusi nella fascia di pertinenza acustica devono essere individuate ed adottate opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e direttamente sul ricettore, per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura, con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, tenuto conto delle implicazioni di carattere tecnico-economico.

Qualora i valori limite non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti (valori valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento):

- ✓ 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- ✓ 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori di carattere abitativo;
- ✓ 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

Un altro aspetto importante previsto dal Decreto, in analogia a quanto già in essere per le ferrovie, è il concetto che per le aree non ancora edificate, interessate dall'attraversamento di infrastrutture in esercizio, gli interventi per il rispetto dei limiti di immissione sono a carico del titolare della concessione edilizia rilasciata all'interno delle fasce di pertinenza.

In questa ottica la norma, prevede che, una volta approvato il progetto definitivo dell'infrastruttura e fissate le fasce di pertinenza, con dei limiti prestabiliti, sia una responsabilità del costruttore o di chi comunque autorizza la realizzazione dell'edificio (Amministrazione Comunale) rispettare i limiti acustici previsti.

Fuori dalle fasce di pertinenza, come detto in precedenza, si applicano i limiti definiti dai piani di classificazione acustica comunale. Richiamiamo nel seguito la normativa di riferimento.

**DPCM del 14/11/97 «Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore», pubblicato sulla G.U. n. 280 del 1/12/97, in attuazione alla Legge Quadro sul rumore (Art. 3 Comma 1, lettera a)**

Il DPCM 14/11/97 definisce per ogni classe di destinazione d'uso del territorio:

- valori limite di emissione,
- valori limite di immissione,
- valori di attenzione,
- valori di qualità.

Con riferimento alle varie classi di destinazione d'uso vengono individuati i valori limite di emissione, che fissano il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.

I valori limite si applicano a tutte le aree del territorio circostanti la sorgente di rumore secondo le rispettive classificazioni in zone, non viene specificato l'ambito spaziale di applicabilità del limite essendo evidentemente correlato alla magnitudo della fonte di emissione e alla tipologia di territorio circostante.

I rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

I limiti indicati non sono applicabili alle fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto in corrispondenza delle quali è compito dei Decreti Attuativi fornire indicazioni.

Per ogni classe di destinazione d'uso del territorio vengono individuati i valori limite di immissione, cioè il valore massimo assoluto di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente esterno, misurato in prossimità del ricettore.

I valori limite differenziali di immissione sono determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo e vengono fissati all'interno degli ambienti abitativi in ragione di:

- 5 dB per il periodo diurno (6.00-22.00);
- 3 dB per il periodo notturno (22.00-6.00).

Tali valori non si applicano:

- nelle aree classificate nella classe VI;
- se il rumore ambientale a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA di giorno e 40 dBA di notte;
- se il rumore ambientale a finestre chiuse sia inferiore a 35 dBA di giorno e 25 dBA di notte;
- al rumore da infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- al rumore da attività da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;
- al rumore da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Il rumore ambientale è il livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. In pratica è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalla specifica sorgente disturbante.

Il rumore residuo è il livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti.

<p><b>CLASSE I</b>          Aree particolarmente protette          Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo e allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.</p>
<p><b>CLASSE II</b>          Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale          Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali</p>
<p><b>CLASSE III</b>          Aree di tipo misto          Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici</p>
<p><b>CLASSE IV</b>          Aree di intensa attività umana          Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.</p>
<p><b>CLASSE V</b>          Aree prevalentemente industriali          Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.</p>
<p><b>CLASSE VI</b>          Aree esclusivamente industriali          Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi</p>

Con riferimento alle varie classi di destinazione d'uso vengono individuati i valori limite di emissione (Tabella 3), che fissano il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.

I valori limite si applicano a tutte le aree del territorio circostanti la sorgente di rumore secondo le rispettive zone, non viene specificato l'ambito spaziale di applicabilità del limite essendo evidentemente correlato alla magnitudo della fonte di emissione e alla tipologia di territorio circostante.

I rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

I limiti indicati non sono applicabili alle fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto in corrispondenza delle quali è compito dei Decreti Attuativi fornire indicazioni.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (6.00 - 22.00)	Notturmo (22.00 - 6.00)
I: aree particolarmente protette	45	35
II: aree prevalentemente residenziali	50	40
III: aree di tipo misto	55	45
IV: aree di intensa attività umana	60	50
V: aree prevalentemente industriali	65	55
VI: aree esclusivamente industriali	65	65

**Tabella 3 - Valori limite di emissione in dB(A)**

Per ogni classe di destinazione d'uso del territorio vengono individuati i valori limite di immissione (Tabella 4), cioè il valore massimo assoluto di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente esterno, misurato in prossimità del ricettore. Nel caso di infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali e di tutte le altre sorgenti regolate da Regolamenti di Esecuzione di cui all'articolo 11 della legge quadro 447/95, i limiti non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza. All'esterno delle fasce di rispetto tali sorgenti concorrono viceversa al raggiungimento dei limiti assoluti di rumore.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (6.00 - 22.00)	Notturmo (22.00 - 6.00)
I: aree particolarmente protette	50	40
II: aree prevalentemente residenziali	55	45
III: aree di tipo misto	60	50
IV: aree di intensa attività umana	65	55
V: aree prevalentemente industriali	70	60
VI: aree esclusivamente industriali	70	70

**Tabella 4 - Valori limite di immissione in dB(A)**

I valori di attenzione rappresentano il livello di rumore che segnala la presenza di un potenziale di rischio per la salute umana o per l'ambiente:

- se riferiti a 1 ora sono uguali ai valori di immissione aumentati di 10 dBA per il giorno e di 5 dBA per la notte;
- se relativi all'intero tempo di riferimento sono uguali ai valori di immissione.

I valori di attenzione non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime e aeroportuali.

Con riferimento alle varie classi di destinazione d'uso vengono infine individuati i valori di qualità.

Essi rappresentano i livelli di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla Legge Quadro.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (6.00 - 22.00)	Notturmo (22.00 - 6.00)
I: aree particolarmente protette	47	37
II: aree prevalentemente residenziali	52	42
III: aree di tipo misto	57	47
IV: aree di intensa attività umana	62	52
V: aree prevalentemente industriali	67	57
VI: aree esclusivamente industriali	70	70

**Tabella 5 - Valori di qualità in dB(A)**

### **3. DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO**

#### **3.1 CRITERI DI SCELTA E DEFINIZIONE DEI RICETTORI**

La scelta dei punti di monitoraggio si fonda sulle informazioni raccolte nell'analisi dei ricettori effettuato disposti lungo i nuovi tratti di viabilità di cantiere individuati dal progetto, dall'analisi dei dati di progetto relativi alla cantierizzazione (aggiornata) e all'esercizio dell'opera.

Nella definizione dei punti di misura si è scelto il metodo orientato al ricettore, e tutti i punti monitoraggio sono associati ad aree incluse nel censimento dei ricettori sensibili.

I criteri che hanno guidato la scelta dei punti di monitoraggio sono i seguenti:

- Classificazione e destinazione d'uso del ricettore.
- Clima acustico esistente.
- Impatto atteso: sono stati privilegiati ricettori in prossimità dell'infrastruttura o dei cantieri, valutando anche, in base alle informazioni di progetto, l'intensità delle sorgenti sonore previste.
- Propagazione del rumore: sono stati scelti ricettori in diretta visibilità dell'infrastruttura e dei cantieri, non coperti da ostacoli artificiali o dovuti alla conformazione del terreno.

Per ciascun punto di misura previsto nel progetto di monitoraggio ambientale si dovrà:

- effettuare la verifica preliminare di fattibilità delle misure;
- rilocalizzare i punti per i quali, in fase di verifica preliminare, non sia possibile effettuare il monitoraggio, salvaguardando le finalità delle misure previste;
- avviare le richieste di allacciamento alla rete elettrica, qualora necessario;
- verificare la correttezza delle informazioni riportate nella scheda di censimento del ricettore, ed eventualmente aggiornarla.

Per ogni punto riportato nel progetto di monitoraggio dovrà essere effettuato un sopralluogo di fattibilità delle misure, al fine di verificare:

- l'assenza di condizioni locali che possano nel tempo portare a modificazioni dell'ambiente acustico (nuove edificazioni in corso, modifiche alla viabilità, ecc.);
- l'assenza di situazioni locali che possano disturbare le misure (poligoni di tiro, canili, ecc.);
- la distanza da sorgenti fisse di emissione in modo che queste non abbiano effetti di mascheramento sulle sorgenti di rumore specificatamente oggetto del monitoraggio;
- la presenza di eventuali ostacoli interposti tra le sorgenti di rumore oggetto del monitoraggio e la postazione di misura prescelta;
- la possibilità di posizionare in modo ottimale la postazione di monitoraggio fisse e semifisse.
- il consenso della proprietà ad utilizzare, per l'installazione di postazioni fisse e semifisse, spazi privati quali balconi, tetti, ecc., o altre strutture presenti in prossimità dei ricettori (pali, cabine, ecc.);
- la persistenza nel tempo delle condizioni iniziali di fruizione; possono, ad esempio, rappresentare fattori limitanti l'utilizzazione dell'immobile come casa vacanze, seconda casa o comunque con presenza saltuaria degli abitanti;
- la disponibilità e la facilità all'accesso agli spazi esterni delle proprietà private da parte dei tecnici incaricati delle misure.

Inoltre, per i punti di monitoraggio lungo la viabilità di cantiere, saranno verificati:

- lo stato di conservazione della pavimentazione stradale (assenza di ormaie, fessurazioni, discontinuità, ecc., ) e il tipo di strato d'usura evitando tipologie rumorose (drenante, strato bituminoso chiuso, ecc.);
- la segnaletica stradale presente (si eviteranno tratti con limiti di velocità inferiori a 40 km/h, punti con diritto di precedenza, ecc.) e la regolazione del traffico in prossimità della postazione di misura (semafori, passaggi pedonali, ecc.).

Nel caso in cui un punto di monitoraggio previsto dal Piano di Monitoraggio Ambientale non soddisfi in modo sostanziale una delle caratteristiche sopra citate, sarà scelta una postazione alternativa, rispettando i criteri fissati dalla normativa vigente.

### 3.2 ESTENSIONE TEMPORALE DEL M.A.

Il monitoraggio della componente rumore è stato programmato per le seguenti fasi:

1. ante-operam: per definire il clima acustico del territorio prima dell'inizio dell'attività di costruzione dell'infrastruttura dell'apertura dei cantieri;
2. corso d'opera: per caratterizzare la rumorosità dei cantieri, delle attività di costruzione lungo il tracciato, compreso il traffico indotto e le attività finali di smantellamento;
3. post-operam: per verificare l'ambiente acustico con la nuova infrastruttura, con riferimento anche all'efficacia delle opere di mitigazione adottate.

In tal modo il monitoraggio PO potrà svilupparsi secondo tempistiche articolate sulla base dell'effettivo andamento delle lavorazioni e relativa chiusura dei singoli tratti di cantiere

(lavorazioni in linea), previa verifica dell'assenza di condizioni al contorno tali da alterare in maniera significativa le risultanze del monitoraggio stesso.

Ciò consentirà, ad esempio, di poter prontamente apportare, in funzione dei risultati ottenuti, eventuali modifiche od integrazioni sia ai sistemi di smorzamento del rumore.

I criteri adottati per la localizzazione sono:

- aree interessate dal tracciato stradale (verifica del clima acustico ante operam, post operam e post mitigazione);
- aree interessate dalla futura presenza di cantieri;
- vicinanza ai percorsi del traffico cava-cantiere;
- vicinanza a zone archeologiche o di interesse paesaggistico (zone indicate di seguito come "speciali")

Il presente PMA prevede:

- nella fase ante-operam :
  - o un adeguato scenario di indicatori acustici atti a rappresentare lo "stato di bianco", cui riferire l'esito dei successivi monitoraggi
- nella fase corso d'opera:
  - o il controllo dell'evolversi della situazione ambientale, al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni acustici;
  - o il controllo delle emissioni acustiche delle lavorazioni e dei traffici indotti dal cantiere, al fine di evitare il manifestarsi di emergenze specifiche, o di adottare eventuali misure integrative di mitigazione degli impatti.
- nella fase post-operam:
  - o la verifica degli impatti acustici intervenuti nelle fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'opera;
  - o l'accertamento della reale efficacia degli eventuali provvedimenti posti in essere per garantire la mitigazione dell'impatto acustico sia sull'ambiente antropico circostante, sia sull'ambiente naturale;
  - o la predisposizione di eventuali misure per il contenimento del rumore
  - o Il riferimento per tutte le attività di monitoraggio deve essere il rispetto dei limiti imposti dalla normativa vigente e, pertanto, la loro articolazione temporale deve essere orientata a fornire dati confrontabili con i limiti della normativa, diurni e notturni, e in funzione della tipologia dell'opera.

Per quanto riguarda il posizionamento del microfono si segnala l'opportunità di prevedere una caratterizzazione di alcuni elementi significativi relativi alla postazione, quali:

- presenza o meno di una superficie riflettente dietro il microfono e distanza da questa;
- altezza rispetto al ricettore a cui si riferisce la misura;
- altezza di misura e altezza della sorgente.

Nella progettazione della rete di monitoraggio si dovrà ricercare la miglior utilizzazione delle misure, per ottenere una descrizione sufficientemente accurata dei livelli sonori. La rete dovrà comunque essere in grado di definire i livelli sonori di ogni specifica sorgente impattante presente.

Per una descrizione più esaustiva del fenomeno acustico dovrà essere presa in considerazione l'opportunità di rilevare anche parametri quali Lmax, Lmin, Lpeak, indici statistici (Ln) ed altri che si ritenessero necessari.

Sono previsti :

- in fase A.O. 2 punti di monitoraggio per la tipologia RUMS e 5 punti di monitoraggio per la tipologia RUMG.
- in fase di C.O. (30 mesi) 5 campagne semestrali per le misure di tipo RUMS su 2 punti, per un totale di 10 misure. Sono previste inoltre 10 campagne trimestrali per le misure di tipo RUMG su 4 punti, per un totale di 40 misure più campagne RUMG mensili relative alla sola fase di costruzione della galleria Fornaci I.
- in fase di P.O. si effettueranno unicamente rilievi di tipo settimanale da effettuarsi una volta sui 2 punti di monitoraggio per la tipologia RUMS, realizzate nei primi 6 mesi successivi alla messa in esercizio dell'opera.

**Tabella 6: Tipologie di punti di monitoraggio fonometrico previsti**

POSTAZIONE	Durata della misura	FREQUENZA			TOTALE ANALISI		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
RUMG001	24 ore	Una tantum	Trimestrale	Una tantum	1	10	-
RUMG002	24 ore	Una tantum	Trimestrale	Una tantum	1	10	-
RUMG003	24 ore	Una tantum	Trimestrale	Una tantum	1	10	-
RUMG004	24 ore	Una tantum	Trimestrale	Una tantum	1	10	-
RUMS001	7 gg	Una tantum	Semestrale	Una tantum	1	5	1
RUMS006	7 gg	Una tantum	Semestrale	Una tantum	1	5	1
RUMG009	24 ore	Una tantum	Mensile	-	1	20	-

### 3.3 PARAMETRI CARATTERISTICI

#### 3.3.1 Indicatori acustici

##### **Livello equivalente (Leq)**

L'indicatore ambientale primario per la caratterizzazione acustica di un ricettore è fornito dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" definito dalla relazione analitica:

$$L_{AEQ} = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \left[ \int_0^T \frac{P_A(t)^2}{P_0^2} dt \right]$$

dove:

- Pa(t): valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma I.E.C. n. 651)
- p0: valore della pressione sonora di riferimento assunta uguale a 20 micropascal in condizioni standard
- T: intervallo di tempo di integrazione.

Il livello equivalente di rumore esprime il livello energetico medio della pressione sonora ponderato in curva A ed è utilizzato dal DPCM 1/3/1991 e dalle successive normative per la definizione dei limiti di accettabilità.

La scelta di tale indicatore di rumore, se da un lato è imposta dalla necessità di verificare il rispetto della normativa di settore vigente in Italia, ha comunque ampi riscontri negli studi di socio-acustica svolti a livello internazionale.

Il livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A, utilizzato come indicatore di riferimento è, per sua definizione, un parametro che non fornisce utili indicazioni sulla natura delle sorgenti sonore responsabili del clima acustico. I valori di livello equivalente che il rilevamento fornisce devono quindi poter essere interpretati con altri indicatori sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore.

Gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore sono i livelli percentili, i livelli minimo e massimo, la "time history" in Db(A) fast, la distribuzione statistica dei valori della "time history", lo spettro di frequenza.

##### **Livelli statistici L1 – L5**

Gli indici percentili L1 ed L5 connotano gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco): valori di L5 nel periodo notturno maggiori di 70÷80 Db(A) rappresentano un indicatore di disturbo sul sonno da incrociare con la verifica dei Lmax rilevati in Db(A)Fast.

##### **Livello statistico L10**

In presenza di sorgenti quasi-gaussiane quali alti flussi di traffico, L10 assume valori di qualche decibel più alti dei relativi valori di Leq. Questa differenza diminuisce in presenza di eventi ad alto contenuto energetico verificabili dal decorso storico dei Lmax e, in tali casi, Leq può diventare più alto di L10.

L'indice percentile L10 è utilizzato nella definizione dell'indicatore "clima acustico", espresso dalla differenza tra L10 e L90 e rappresenta la variabilità degli eventi di rumore rilevati. Generalmente è utilizzato come indicatore del rumore da traffico ferroviario.

### **Livello statistico L50**

L50 è utilizzabile come indice di valutazione della tipologia emissiva delle sorgenti: se la sorgente risulta alquanto costante, l'indice L50 tende al valore di  $L_{eq}$  rispetto al quale si mantiene alcuni decibel più basso. Il percentile L50 è utilizzato spesso come indicatore del rumore da traffico veicolare.

### **Livelli statistici L95 – L99**

I livelli statistici L95 e L99 sono rappresentativi del rumore di fondo dell'area in cui è localizzata la stazione di monitoraggio e consentono di valutare il livello delle sorgenti fisse che emettono con modalità stazionarie. La differenza L95-Lmin aumenta all'aumentare della fluttuazione della sorgente.

### **Livello massimo Lmax**

Il livello massimo Lmax connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico quali il passaggio di moto, di autoambulanze, una sirena, ecc.

Lmax è il migliore descrittore del disturbo e delle alterazioni delle fasi del sonno, e di tutte le condizioni di esposizione dove conta di più il numero degli eventi ad alto contenuto energetico rispetto alla "dose" (fasi di apprendimento, disturbo alle attività didattiche, attività che richiedono concentrazione, ecc.).

### **Livello minimo Lmin**

Il livello minimo Lmin connota la soglia di rumorosità di un'area, permettendo di valutare la necessità di tenere conto o meno degli effetti sul clima acustico della introduzione di una sorgente di bassa potenza sonora ecc.

### **3.3.2 Ulteriori indicatori della misura**

Durante l'esecuzione delle misure in campo vengono rilevate una serie di informazioni complementari, che saranno inserite nel rapporto di misura:

- denominazione del ricettore e indirizzo;
- coordinate geografiche del punto di misura;
- fotografia del punto di misura;
- tipo e caratteristiche delle sorgenti di rumore interagenti con il punto di monitoraggio;
- caratteristiche del territorio circostante il punto di misura (presenza di ostacoli, presenza e tipologia di vegetazione, ecc.);
- traffico su infrastrutture stradali e ferroviarie;
- lavorazioni effettuate in cantieri e anomalie.

## **3.4 STRUMENTAZIONE DI MISURA**

Tutta la strumentazione utilizzata sarà conforme alle normative vigenti, tarata nel biennio antecedente l'esecuzione delle misure e fornita di certificato di taratura in corso di validità.

Come previsto dalla normativa vigente, i fonometri integratori dovranno soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994; i filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/ 1995, EN 61094-4/1995; i calibratori devono essere conformi alle norme CEI 29-4.

Per il monitoraggio in oggetto saranno impiegati analizzatori in tempo reale dotati di preamplificatore e microfono.

Si richiede:

- rispetto della IEC 60651-1993, la IEC 60804-1993, la IEC 1260, la Draft IEC 1672 e la ANSI S1.4-1985
- misurazione simultanea del livello di pressione sonora con costanti di tempo Fast, Slow ed Impulse, e con ponderazioni in frequenza secondo le curve A, C e LIN (nelle configurazioni ISM, LOG e SSA)
- elevato range dinamico di misura (> 115 Db per ISM e LOG, > 93 Db per SSA)
- correzione di campo per incidenza casuale
- filtri digitali fino a 20 kHz conformi alla IEC 1260-1995 Classe 1 e ANSI S1.11-1986 Tipo 1-D con linearità dinamica di 85 Db:
  - filtri in banda di ottava da 16 Hz a 16 kHz (11 filtri)
  - filtri in banda di 1/3 di ottava da 12.5 Hz a 20 kHz (33 filtri)
- memorizzazione automatica dei parametri fonometrici, degli Intervalli, dei valori Ln, degli Eventi e della Time History (nel modo LOG)
- acquisizione simultanea della storia fino a 38 parametri fonometrici più lo spettro, con costanti di tempo e ponderazioni in frequenza indipendenti; analisi statistica in frequenza (opzioni SSA + LOG)
- acquisizione fino a 400 spettri al secondo con cattura degli eventi e misura del tempo di decadimento (nel modo RTA)
- analisi a banda fine su 400 linee (nel modo FFT)

Il sistema di misura soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994.

### *a) Calibratori*

La calibrazione della strumentazione sopra descritta verrà effettuata tramite calibratore di livello acustico. Il calibratore acustico produce generalmente un livello sonoro di 94 Db rif. 20  $\mu$ Pa a 1 kHz, ha una precisione di calibrazione di  $\pm 0.3$  Db a 23°C;  $\pm 0.5$  Db da 0 a 50°C ed è alimentato tramite batterie interne (1Xiec 6LF22/9 V).

I calibratori dovranno essere conformi alle norme CEI 29-4.

Oltre alla strumentazione per effettuare i rilievi acustici, è necessario disporre di strumentazione portatile a funzionamento automatico per i rilievi dei seguenti parametri meteorologici:

- velocità e direzione del vento;
- umidità relativa;
- temperatura;
- precipitazioni.

Le misurazioni di tali parametri sono effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche e di verificare il rispetto delle prescrizioni che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento  $> 5$  m/s;
- temperatura dell'aria  $< 5^\circ$  C,
- presenza di pioggia e di neve.

#### **4. METODOLOGIA DI MONITORAGGIO**

Il progetto di monitoraggio utilizza una serie di metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici di conoscenza dell'ambiente sonoro ed una elevata ripetibilità delle misure.

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti:

**Metodica RUMG:** Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi delle attività di cantiere, da effettuarsi nella fase di ante operam e (AO) e successivamente nella fase di corso d'opera (CO);

**Metodica RUMS:** Misure di 7 giorni, postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare, da effettuarsi nella fase di ante operam (AO), nella fase di corso d'opera (CO) e nella fase di post operam (PO).

Si riporta di seguito la descrizione delle tipologie di misurazione di rumore previste dal presente PMA.

##### **RUMG – misure di 24 ore con postazione semi-fissa**

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 24 ore consecutive con posizionamento del microfono ad un'altezza di 4,00 mt dal piano campagna. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e

documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,1min}$ ;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ );
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) è ricavato in laboratorio per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato.

Si provvederà inoltre ad ogni rilievo al riconoscimento della presenza delle seguenti componenti:

#### Riconoscimento di componenti impulsive

Il rumore presenta Componenti Impulsive (CI) quando sono verificate le condizioni seguenti:

- ripetitività di n eventi impulsivi ( $n \geq 10$ /ora di giorno e  $n \geq 2$ /ora di notte);
- differenza tra  $L_{AImax}$  e  $L_{ASmax}$  superiore a 6 Db;
- durata dell'evento a -10 Db dal valore  $L_{AFmax}$  inferiore a 1 s.

La ripetitività deve essere dimostrata mediante registrazione grafica del livello di pressione sonora ponderato A fast effettuata durante il tempo di misura TM.

#### Riconoscimento di componenti tonali

Al fine di individuare la presenza di Componenti Tonalì (CT) nel rumore, si effettua un'analisi spettrale per bande normalizzate di 1/3 di ottava. Si considerano esclusivamente le CT aventi carattere stazionario nel tempo ed in frequenza. Utilizzando filtri paralleli, il livello dello spettro stazionario è evidenziato dal livello minimo in ciascuna banda. Per individuare componenti tonali alla frequenza di incrocio di due filtri di 1/3 di ottava devono essere utilizzati filtri a maggior potere selettivo, quali quelli FFT o di 1/n di ottava ( $n \geq 6$ ).

L'analisi deve essere svolta nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 20 KHz. Si è in presenza di una CT se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno 5 Db.

Qualora le componenti tonali si manifestino alle basse frequenze (CB), ovvero nel dominio di frequenza 20÷200 Hz, se ne deve dare indicazione nel rapporto di misura.

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi gli eventuali flussi di traffico sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

#### Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Il segnale, filtrato ed integrato, è registrato all'interno del fonometro come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti, documentazione di componenti tonali e/o impulsive...) ed essere rappresentato in forma grafica.

Vengono redatte apposite schede di sintesi. Queste, similmente alle schede compilate in campo, oltre a riportare la descrizione del ricettore e delle operazioni di misura, contengono anche i risultati delle analisi dei rilievi. Esse sono corredate dagli output grafici di documentazione delle misure. Qualora si registri la presenza di componenti tonali è necessario integrare le schede con la documentazione dello spettro minimo del livello di pressione sonora in bande di 1/3 di ottava o in bande a maggior potere selettivo nel dominio di frequenza 20Hz ÷ 20KHz (in forma grafica e/o tabellare).

In presenza di componenti impulsive è necessario integrare le schede con la documentazione del livello di pressione sonora ponderato A fast effettuata durante il tempo di misura TM.

Ogni scheda di acquisizione, dovrà riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

### **RUMS – misure di 7 giorni con postazione fissa**

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 7 giorni consecutivi con posizionamento del microfono ad un'altezza di 4,00 mt dal piano campagna. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,1min}$
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ )
- i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99.
- il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed alla settimana stessa (calcolato in fase di analisi).

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi i flussi di traffico sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure. Le misure saranno eseguite in conformità a quanto previsto dal DM 16-3-98 e, qualora nell'intervallo settimanale alcune misurazioni non risultassero utilizzabili (causa fattori meteorologici ecc..), le stesse saranno prolungate fino all'acquisizione di dati relativi a 7 giornate "valide".

Ogni scheda di acquisizione, dovrà riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

## **5. LOCALIZZAZIONE, FREQUENZA E PERIODICITÀ DEI PUNTI DI MONITORAGGIO**

### **5.1 ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO**

Il monitoraggio della componente rumore è stato programmato per le seguenti fasi:

4. ante-operam: per definire il clima acustico del territorio prima dell'inizio dell'attività di costruzione della linea e dell'apertura dei cantieri;
5. corso d'opera: per caratterizzare la rumorosità dei cantieri, delle attività di costruzione lungo il tracciato, compreso il traffico indotto e le attività finali di smantellamento;
6. post-operam: per verificare l'ambiente acustico con la nuova infrastruttura, con riferimento anche all'efficacia delle opere di mitigazione adottate.

Il monitoraggio relativo alla fase PO dovrà essere effettuato nei primi 6 mesi dopo l'entrata in esercizio dell'infrastruttura e consentirà, tra l'altro, di poter apportare, in funzione dei risultati ottenuti, eventuali modifiche od integrazioni ai sistemi di smorzamento sia delle vibrazioni che del rumore.

I criteri adottati per la localizzazione sono:

- aree interessate dal tracciato stradale (verifica del clima acustico ante operam, post operam e post mitigazione);
- aree interessate dalla futura presenza di cantieri.

## 5.2 INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

In base alle Linee guida per il PMA, per l'individuazione dei punti da monitorare all'interno delle aree sensibili si sono messe in relazione con la mappatura degli impatti previsti per i vari parametri, si sono definite le aree a maggiore rischio di impatto e si sono individuati i relativi ricettori. Ogni singolo parametro si intende definito dalla grandezza fisica, dal tempo di media della misura e dal periodo di riferimento.

## **6. ATTIVITA' DI MISURA**

Le attività di misura si distinguono in due sezioni; le attività in campo e le attività in sede. Le figure coinvolte in tali attività sono l'Oc (operatore di campo), come figura che esegue il rilievo, ed il GMA (gruppo di monitoraggio ambientale), come struttura decisionale e organizzativa delle attività di misura. Di seguito si illustrano le due fasi del monitoraggio evidenziando i ruoli da attribuire alle due figure coinvolte.

### **6.1 ATTIVITÀ IN CAMPO**

L'attività in campo, gestita dal GMA, viene realizzata interamente in situ da tecnici appositamente selezionati, che devono provvedere alle attività necessarie per la compilazione delle schede di misura, per la restituzione dei dati e per un corretto campionamento. Di seguito si descrivono i processi decisionali delle attività di misura.

#### **6.1.1 Sopralluogo in campo**

Sarà necessario effettuare un preliminare sopralluogo in campo finalizzato all'accertamento dello stato dei luoghi e a definire in dettaglio (a livello attuativo) i punti di monitoraggio; tale sopralluogo interesserà sia l'Oc sia un rappresentante del GMA per concordare il punto di prelievo. Durante tale sopralluogo sarà possibile compilare la sezione della scheda di monitoraggio dedicata alla "Localizzazione geografica", in particolare il campo "Accesso al punto di misura"; in tal modo il personale addetto al rilievo disporrà di tutte le informazioni per accedere al punto di monitoraggio prescelto. Saranno anche effettuate fotografie e sarà riportato, nella scheda, uno stralcio cartografico

con indicata l'ubicazione del punto di monitoraggio. Il sopralluogo sarà effettuato una sola volta prima di qualsiasi attività di misura.

### **6.1.2 Scelta del periodo di misura**

Poiché l'inquinamento acustico si verifica soltanto in concomitanza con la presenza di sorgenti sonore, e non lascia traccia una volta che le sorgenti sono spente, per un corretto svolgimento del monitoraggio è essenziale la scelta del tempo di misura.

Le misure di AO e PO rilevano prevalentemente rumore da traffico veicolare per cui, nei casi in cui si eseguano misure di durata inferiore a 7 giorni, queste saranno svolte nei giorni da lunedì a venerdì, in cui è più intenso il traffico pesante e quello dovuto a spostamenti per lavoro.

Le misure CO devono invece rilevare l'impatto delle attività di cantiere, ed è quindi fondamentale che le misure si svolgano quando i cantieri sono in piena attività, ed in corrispondenza delle lavorazioni più rumorose; la gestione del monitoraggio ambientale lavorerà in stretto contatto con la direzione di cantiere e sarà sempre aggiornata sulle variazioni del cronoprogramma delle attività in modo da posizionare le postazioni di misura nei tempi e nei luoghi più opportuni.

Per quanto riguarda le condizioni meteorologiche, l'operatore eviterà di installare la misura in presenza di neve, in situazioni di asfalto bagnato e di vento superiore a 5 m/s.

### **6.1.3 Acquisizione dei permessi**

Durante il sopralluogo, qualora per accedere alla sezione di campionamento si renda necessario attraversare proprietà private, si potrà procedere all'acquisizione di un permesso scritto in cui saranno indicati:

- le modalità di accesso alla sezione di misura;
- l'attività che sarà svolta dal personale tecnico;
- il codice del punto di monitoraggio;
- le modalità di rimborso di eventuali danni arrecati alla proprietà.

Poiché i proprietari delle aree a cui si accede per l'esecuzione delle misure sono anche i principali ricettori di rumore, sarà usata la massima cautela nell'approccio con essi ed ogni attività di misura sarà preceduta da opportuno preavviso. Di conseguenza, durante l'acquisizione del permesso, si avrà cura di ottenere anche un riferimento telefonico in modo da avvisare i proprietari prima delle operazioni di misura.

### **6.1.4 Attività di misura**

L'attività di misura e di campionamento dovrà essere effettuata da Oc. Per la componente rumore l'attività di misura in campo consiste preliminarmente nella verifica delle corrette condizioni per il rilievo rispetto le lavorazioni in corso; tale attività risulta fondamentale in quanto l'operatore, oltre la verifica delle buone condizioni tecniche per l'esecuzione del

rilievo, dovrà verificare che le attività di costruzione in corso siano esattamente quelle per le quali il GMA ha previsto il controllo a seguito dell'analisi del programma di cantiere.

Si possono presentare due casi:

1. il rilievo non può avere luogo: qualora ciò accada Oc dovrà informare tempestivamente il Ra e valutare con lo stesso come procedere. Potranno verificarsi almeno due casi:
  - si sono verificate alterazioni significative delle condizioni iniziali in prossimità del punto di monitoraggio. Il Ra potrà valutare l'opportunità di effettuare un sopralluogo congiunto con l'Oc e procedere alla rilocalizzazione del punto di monitoraggio. La rilocalizzazione comporterà la definizione di un nuovo punto di monitoraggio e la soppressione del precedente; pertanto, il Ra dovrà procedere ad un aggiornamento dell'elenco dei punti di misura e all'effettuazione del sopralluogo.
  - non sono in corso le attività di costruzione per le quali il Ra aveva stabilito il monitoraggio: il Ra potrà comunque decidere di effettuare il campionamento o concordare una nuova data in relazione agli obiettivi di monitoraggio fissati.
2. il rilievo può avere luogo: qualora sia svolta l'attività di misura saranno compilate le sezioni della scheda di misura dedicate alla descrizione della posizione rispetto la potenziale interferenza, sia essa di fronte avanzamento lavori sia di cantiere;

### **6.1.5 Posizionamento della strumentazione**

Una volta determinato il punto di monitoraggio ed il periodo di misura, l'operatore si recherà nel luogo individuato nel corso dei sopralluoghi per l'installazione della postazione di rilevamento. Prima di raggiungere il ricettore, se si prevede di posizionare la strumentazione all'interno di una proprietà privata, si avrà cura di avvisare telefonicamente i proprietari (o gli occupanti) dell'area, in modo da ottenerne il consenso e l'eventuale appoggio logistico.

In base alla durata prevista per la misura, sarà adeguatamente dimensionato il sistema di alimentazione dello strumento, ricorrendo a batterie esterne di lunga durata e, se necessario, prevedendo un allacciamento alla rete elettrica. 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.

Nel caso di misure in esterno il microfono sarà equipaggiato di cuffia antivento/antipioggia in modo da poter operare anche in condizioni atmosferiche non perfette (nel rispetto delle norme di legge); sarà inoltre provvisto di punta antivolatile, per evitare che gli uccelli, posandosi sulla cuffia del microfono, arrechino disturbo alla misura.

Nel posizionamento della strumentazione l'operatore avrà cura di proteggere la strumentazione da potenziali elementi di disturbo presenti in loco, quali:

- attività umane: ai frequentatori abituali della proprietà in cui è in corso la misura sarà richiesto di non avvicinarsi al microfono con veicoli e mezzi meccanici, di

evitare assembramenti nei pressi della strumentazione e di non urtare in nessun modo il microfono;

- attività animali: sebbene le attività animali (es. quelle di fattoria, di stagno, etc) possano rientrare nel clima acustico dell'area, si avrà cura di non posizionare il microfono nelle immediate vicinanze di canili, pollai e recinti che ospitano animali; inoltre, si eviterà di lasciare la strumentazione in aree in cui animali possano circolare liberamente ed urtare l'asta microfonica (evento non infrequente in un contesto di case rurali come quello esaminato);
- macchinari: il rumore prodotto dai macchinari eventualmente presenti nelle vicinanze del punto di monitoraggio deve essere rilevato nell'ambito della misura; ciononostante, si eviterà di posizionare il microfono nelle immediate vicinanze di queste sorgenti (es: caldaie, condizionatori, ventole, frantoi, mulini, etc...).

Prima di iniziare la misura, si provvederà alla calibrazione dello strumento come previsto dalla normativa vigente. Si annoterà l'istante di inizio della misura in modo da determinare il giorno e l'ora previsti per il termine del rilievo. Utilizzando una macchina fotografica digitale, sarà raccolta documentazione fotografica sulla postazione allestita, avendo cura di inquadrare sia lo strumento sia il ricettore esaminato.

Qualora si preveda l'acquisizione di particolari eventi (accensione di particolari macchine di cantiere, passaggio di mezzi da monitorare, ecc.) in assenza dell'operatore, la strumentazione sarà predisposta per la registrazione audio e/o video ad orari stabiliti o al superamento di determinate soglie di rumore.

### **6.1.6 Smontaggio della postazione**

L'operatore si recherà alla postazione di misura non prima che sia trascorso il periodo necessario all'acquisizione dei dati di monitoraggio effettuerà una rapida ricognizione per verificare le condizioni al contorno e scatterà una fotografia che sarà utilizzata per documentare il rilievo (in alternativa, è possibile usare la fotografia scattata all'inizio della misura).

Prima di effettuare qualunque operazione sulla postazione di rilievo, l'operatore terminerà la fase di acquisizione della misura e provvederà al salvataggio dei dati. Successivamente, provvederà ad eseguire il controllo della calibrazione, verificherà le condizioni di efficienza dello strumento e lo stato delle batterie.

La postazione di misura sarà smontata solo dopo che dal primo screening sia stata verificata la completezza e la correttezza dei dati acquisiti. A questo scopo, saranno verificati anche dati meteorologici per determinare se la misura sia valida o se sia necessario prolungarla.

Nel riporre la centralina di monitoraggio, si avrà particolare cura di conservare assieme tutti i componenti della strumentazione fonometrica; questo sarà utile per evitare di confondere elementi di diverse catene di misura, soprattutto nel caso in cui, nella stessa giornata, si intervenga su diverse postazioni di monitoraggio.

Nel caso di misure non sorvegliate è anche opportuno, quando possibile, chiedere informazioni alle persone che occupano abitualmente l'area circostante il punto di misura, per avere notizia di eventi anomali che possono essersi verificati nel periodo di acquisizione dati.

Tutte le informazioni raccolte saranno annotate sul posto in un rapporto sommario che sarà utilizzato in seguito per la compilazione della scheda di misura. Prima di allontanarsi dal luogo della misura, o comunque appena possibile, è utile provvedere a scaricare i dati rilevati su un PC portatile ed inviarli in sede assieme al resto della documentazione in modo da poter liberare la memoria dello strumento con la certezza di aver salvato le informazioni utili al monitoraggio.

Al termine della misura l'Oc provvederà a rilocalizzare la strumentazione ove indicato dal Gruppo di Monitoraggio Ambientale. L'Oc scaricherà dagli strumenti per i quali è possibile, i dati nel formato originale.

## 6.2 ATTIVITÀ IN SEDE

L'attività di misura in campo prevede una organizzazione preliminare che passa attraverso l'analisi del programma di cantiere richiesto dal GMA alle imprese di costruzione e la preparazione di tutto il materiale necessario per il campionamento. L'attività successiva a quella di campo richiede che tutti i dati siano organizzati, che le analisi siano effettuate nel minor tempo possibile e che l'Oc inserisca tutti i dati del SIT per permetterne al GMA l'analisi e la validazione.

Le figure coinvolte in tale attività sono l'Oc, il GMA, il referente per l'impresa di costruzione.

Tale attività è ancor più importante nella fase corso d'opera per poter controllare le potenziali interferenze e poterle correlare alle lavorazioni svolte; è responsabilità del GMA acquisire tutte le informazioni necessarie per la programmazione dell'attività di monitoraggio.

### 6.2.1 Attività preventiva all'uscita in campo

Di seguito viene illustrato il flusso decisionale delle attività di misura.

1. il GMA richiede alle imprese di costruzioni l'aggiornamento della programmazione di cantiere;
2. il GMA decide il programma delle attività di monitoraggio;
3. il GMA comunica il piano di monitoraggio all'Oc;
4. l'Oc conferma la fattibilità dei rilievi richiesti;
5. il GMA avvisa gli enti di controllo del possibile programma di rilievi;
6. il GMA richiede conferma dell'esecuzione del rilievo il giorno precedente alla data di misura programmata;
7. il GMA conferma la data del rilievo all'ente di controllo il giorno precedente.

### 6.2.2 Attività successiva all'uscita in campo

Una volta rientrato in sede l'Oc:

- a) porterà in sede, quanto prima, nel caso di buon esito dell'attività di misura, i dati acquisiti;
- b) comunicherà l'esito del monitoraggio al GMA; tale attività sarà svolta in ogni caso anche qualora siano avvenuti colloqui telefonici durante l'attività in campo; la

- comunicazione dell'avvenuto o non avvenuto rilievo sarà realizzata tramite il SIT compilando i campi relativi al nome operatore, data, foto, note;
- c) trasferirà sulla scheda di misura informatizzata quanto registrato in campo;
  - d) invierà i dati di campo al GMA tramite il SIT;

### 6.3 ANALISI DEI DATI

Per l'analisi dei dati sarà eseguito un confronto con i limiti previsti dalla normativa vigente. In particolare:

- Fase CO: si fa riferimento ai limiti di immissione e ai valori di attenzione orari e giornalieri definiti nel DPCM 14/11/97. Si farà inoltre riferimento ai regolamenti acustici dei diversi Comuni, nel caso in cui questi prevedano limiti specifici e/o deroghe per le attività di cantiere. Nel corso d'opera la struttura del monitoraggio controlla "da vicino" le cause di possibile impatto. Non solo: la presenza continua degli Ac, cui è anche affidata la gestione del sistema di monitoraggio, permette di essere costantemente informati non solo sul buon funzionamento dello strumento, ma anche su quanto avviene in prossimità del punto di monitoraggio sia come attività di cantiere sia come ambito circostante lo stesso punto di misura. I valori di riferimento proposti dalla normativa vigente potranno essere utili riferimenti, ma non dovranno essere considerati come unico sistema di analisi dei dati in considerazione del fatto che le attività di cantiere possono essere svolte in deroga temporanea ai limiti di legge, in accordo con le amministrazioni locali, con le autorità sanitarie e con gli enti di controllo.
- Fase PO: si fa riferimento ai limiti previsti dal DPR142/2004. L'individuazione di superamenti rispetto ai valori tabellati comporta preliminarmente una verifica della corretta esecuzione del campionamento e dell'analisi; successivamente si valutano tutti i dati bibliografici disponibili per verificare se tali superamenti sono connessi a situazioni pregresse o sono caratteristiche intrinseche dell'opera.

Il percorso di analisi del dato sarà effettuato da GMA che, nella funzione del Ra, potrà, qualora lo ritenga necessario, richiedere chiarimenti:

- agli Oc/Ac: per verificare che non vi siano stati errori nelle fasi di acquisizione, elaborazione o trasmissione dei dati;
- agli Ac: per verificare le attività connesse al progetto svolte nell'area indagata, le eventuali evidenze emerse durante i rilievi, le condizioni delle aree limitrofe al sito di indagine;
- all'impresa di costruzione: per verificare le modalità di conduzione durante le attività di costruzione e di dismissione della stessa.

A seguito delle informazioni acquisite il RPMA potrà:

- programmare altri campionamenti, anche su un'area più ampia di quella strettamente connessa con il punto di monitoraggio;
- integrare le analisi da effettuare;
- proporre modifiche alle modalità di costruzione;
- individuare l'opportunità di adottare nuove misure di mitigazione;
- proporre la sospensione delle attività di costruzione.

## **7. RESTITUZIONE DEI DATI**

Nel corso del monitoraggio saranno prodotti i seguenti documenti:

- Schede di misura
- Relazioni di fase in AO e PO
- Relazioni annuali in CO
- Dati strutturati e/o non strutturati sul SIT

Si specifica, inoltre, che ogni scheda di acquisizione dovrà riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

### **7.1 RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO ANTE OPERAM**

Le indagini preliminari, i sopralluoghi, l'installazione delle postazioni e tutti i rilievi in campo consentiranno una migliore caratterizzazione acustica dell'area utile alla progettazione ambientale definitiva.

Per ogni postazione è prevista una campagna di misura secondo la metodica prevista; non sono necessari bollettini intermedi e al termine del monitoraggio ante operam sarà completamente configurato il sistema di conoscenze sullo stato iniziale dell'ambiente.

È prevista una relazione sullo stato iniziale dell'ambiente, con allegate tutte le schede di misura, da consegnarsi al termine del monitoraggio ante operam.

## 7.2 RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO POST OPERAM

Il monitoraggio post operam sarà eseguito durante la fase di esercizio dell'infrastruttura, in modo da rilevare il clima acustico con il traffico a regime. I rilievi dovranno essere eseguiti nel trimestre in cui la strada è maggiormente utilizzata; tale periodo sarà stabilito con maggiore esattezza anche in base ai dati di traffico rilevati ad inizio esercizio.

I dati saranno restituiti nell'ambito di una relazione post operam che dovrà contenere:

analisi dei rilievi effettuati, corredata da tutte le schede di misura complete;

identificazione degli eventuali ricettori per cui sia stato rilevato rumore residuo, che sarà utilizzata per destinare ulteriori interventi di bonifica acustica o migliorie agli interventi di mitigazione adottati.

Tutti i dati di sintesi delle misure saranno inoltre inseriti nel sistema informativo territoriale, a completamento della banca dati di monitoraggio sul progetto.

## 7.3 RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO CORSO D'OPERA

Il monitoraggio nella fase di corso d'opera è quello che richiede la maggiore tempestività nella restituzione dei dati, al fine di consentire un efficace intervento da parte del Responsabile Ambientale laddove si riscontrassero situazioni di criticità.

La redazione di bollettini periodici consente una interpretazione del dato soltanto a posteriori, quando presumibilmente un cantiere disturbante potrebbe aver esaurito la sua fase più critica, e non si ritiene quindi utile ai fini del monitoraggio.

Il rapido accesso ai dati sarà assicurato dal Sistema Informativo Territoriale, che consentirà al Responsabile Ambientale di gestire in modo rapido l'acquisizione ed il processo di validazione delle misure di monitoraggio; una volta validati dal Responsabile Ambientale (RPMA), i dati saranno resi disponibili agli organismi di controllo e alle amministrazioni territoriali coinvolte.

Inoltre, al termine di ogni anno solare, il Responsabile di Settore redigerà una relazione annuale di monitoraggio per la componente rumore, che dovrà contenere:

- analisi dei rilievi effettuati, correlata da tutte le schede di misura complete;
- evidenza degli eventuali superamenti dei limiti;
- resoconto degli eventuali fermi di cantiere dovuti al disturbo da rumore e dei provvedimenti di mitigazione adottati per proteggere i ricettori.

## 8. PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

Le tabelle seguenti riportano in sintesi le attività di media e lunga durata previste e suddivise per le fasi di M.A.

### 8.1 ANTE OPERAM

Codice punto	Frequenza	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE
RUMS-001	Una Tantum	7 giorni	ANTE OPERAM	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA
RUMS-006	Una Tantum	7 giorni	ANTE OPERAM	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA
RUMG-001	Una Tantum	24 ore	ANTE OPERAM	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA
RUMG-002	Una Tantum	24 ore	ANTE OPERAM	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA
RUMG-003	Una Tantum	24 ore	ANTE OPERAM	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA
RUMG-004	Una Tantum	24 ore	ANTE OPERAM	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA
RUMG-009	Una Tantum	24 ore	ANTE OPERAM	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA

### 8.2 CORSO D'OPERA

Codice punto	Frequenza	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE
RUMS-001	Semestrale	7 giorni	30 mesi	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA
RUMS-006	Semestrale	7 giorni	30 mesi	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA
RUMG-001	Trimestrale	24 ore	30 mesi	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA
RUMG-002	Trimestrale	24 ore	30 mesi	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA
RUMG-003	Trimestrale	24 ore	30 mesi	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA
RUMG-004	Trimestrale	24 ore	30 mesi	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA
RUMG-009	Mensile	24 ore	Fase realizzazione Galleria Fornaci 1	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA

### 8.3 POST OPERAM

Codice punto	Frequenza	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE
RUMS-001	Una Tantum	7 giorni	POST OPERAM	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA
RUMS-006	Una Tantum	7 giorni	POST OPERAM	FONOMETRO POSTAZIONE SEMIFISSA

Riepilogando:

POSTAZIONE	Durata della misura	FREQUENZA			TOTALE ANALISI		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
RUMG001	24 ore	Una tantum	Trimestrale	-	1	10	-
RUMG002	24 ore	Una tantum	Trimestrale	-	1	10	-
RUMG003	24 ore	Una tantum	Trimestrale	-	1	10	-
RUMG004	24 ore	Una tantum	Trimestrale	-	1	10	-
RUMS001	7 gg	Una tantum	Semestrale	Una tantum	1	5	1
RUMS006	7 gg	Una tantum	Semestrale	Una tantum	1	5	1
RUMG009	24 ore	Una tantum	Mensile	-	1	20	-

## VIBRAZIONI

## 1. PREMESSA

Nella redazione del documento si è tenuto conto di quanto indicato nella normativa vigente in materia ambientale, in conformità alle “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) e delle Opere soggette a procedura VIA” (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.).

In linea generale, si osserva come le vibrazioni possono provocare danni alle costruzioni ed ai manufatti in generale sia per la loro propagazione alle strutture, attraverso i terreni, sia per gli assestamenti del terreno e quindi per eventuali suoi cedimenti. Questo ultimo effetto è spesso il più pericoloso quando si è in presenza di terreni a bassa densità e particolarmente nel caso delle terre sciolte incoerenti quali sabbie e ghiaie. La presenza dell’acqua aggrava il fenomeno.

Poiché gli assestamenti diminuiscono allontanandosi dalla sorgente delle vibrazioni, i cedimenti prodotti lungo una costruzione non sono uniformi e portano a inclinazioni e danni alle sovrastrutture.

L’attività di monitoraggio delle vibrazioni ha lo scopo di verificare le situazioni di criticità nei confronti:

- della popolazione;
- degli edifici.

La normativa di settore sulle vibrazioni è ancora mancante, ma esiste una normativa tecnica di supporto per il disturbo alle persone (ISO 2361/UNI 9614) e per gli eventuali danni alle strutture (UNI 9916).

Le misure di mitigazione dell’impatto da vibrazioni riguardano generalmente la sorgente e, più raramente i percorsi di propagazione o il ricettore. Gli interventi sulla sorgente mirano a ridurre l’entità delle vibrazioni emesse o ad aumentare l’attenuazione delle medesime

nell'accoppiamento sorgente – substrato; gli interventi sul mezzo di propagazione o sul ricettore mirano ad aumentare l'attenuazione del livello vibratorio trasmesso.

Nel caso di una infrastruttura viaria tra i sistemi in grado di attenuare il disturbo provocato dalle vibrazioni assume sicuramente un ruolo rilevante il controllo della regolarità della pavimentazione. Negli edifici prossimi a strade ed autostrade con flussi di traffico pesante significativi possono, infatti, registrarsi livelli di accelerazione prossimi ai limiti UNI 9614, soprattutto in presenza di pavimentazioni in cattivo stato di manutenzione, giunti, condotte interrato passanti al di sotto della carreggiata.

Nel caso di sorgenti fisse (come, ad esempio, le attrezzature o gli impianti fissi di cantiere) il problema consiste nella corretta progettazione e realizzazione del supporto della macchina o impianto che genera le vibrazioni. Tale aspetto è generalmente curato direttamente dal costruttore della macchina o dell'impianto.

I monitoraggi ambientali saranno articolati tenendo in considerazione sia gli impatti diretti che le attività di cantiere e l'esercizio dell'opera avranno sulle singole componenti, sia gli impatti indiretti correlati in particolare alle fasi realizzative.

Per stimare l'incremento effettivo di tali emissioni e la quota parte degli impatti imputabili alle lavorazioni connesse alla realizzazione dell'opera, si rende necessario individuare i parametri indicativi dello stato attuale, effettuare quindi un monitoraggio AO e successivamente procedere ad un confronto tra i valori registrati e quelli ottenuti da monitoraggio in fase di costruzione, rappresenta la tipica metodologia applicativa.

La attività di monitoraggio prevista per la presente opera, pur dettagliata con solo riferimento allo stato di ante operam, è stata progettata mantenendo la visione e la finalità proprie di ogni piano di monitoraggio, ovvero la sua articolazione nelle fasi di seguito descritte:

- Ante operam: durante questa fase si definisce lo stato zero relativamente alla componente indagata, del territorio prima della costruzione dell'opera e dell'apertura dei cantieri, acquisendo dati di riferimento per le fasi successive.
- Corso d'opera: durante questa fase si caratterizza l'impatto dei cantieri e qualsiasi attività ad essi connesse, compreso il traffico indotto e le attività finali di smantellamento, si effettua una valutazione degli impatti sui ricettori esposti più sensibili, predisponendo azioni correttive laddove necessario.
- Post operam: durante questa fase si verifica lo stato di esercizio dell'opera realizzata, con riferimento anche all'efficacia degli eventuali interventi di mitigazione previsti e segnalando possibile criticità.

Il monitoraggio avrà ha per oggetto la rilevazione dei livelli di accelerazione dovuti alla realizzazione e all'esercizio **in termini di disturbo alla persone**.

Per questa ragione qualora si verificano, dall'esame dei rilievi, **valori superiori ai limiti fissati, questo fatto non può rivestire alcuna valenza per la stima di un possibile danno alle strutture**, evidenziando unicamente il superamento di una soglia di disturbo per i residenti dell'edificio stesso, soglia che peraltro attualmente, pur ricavata dalle normative tecniche esistenti in sede nazionale ed internazionale, **non risulta fissata da alcun atto legislativo**.

Va altresì ricordato come in corso d'opera, infatti, stante l'adozione di tecniche di scavo, consolidamento e palificazione a bassissima emissione di vibrazioni, è assai poco probabile che siano i fenomeni vibratorii ad originare criticità rilevanti per la stabilità dei fabbricati e la creazione di lesioni o sistemi fessurativi. Al contrario accadimenti quali il mancato controllo dei cedimenti differenziali, l'inadeguatezza degli interventi di pre-consolidamento, la presenza di rilevanti assestamenti del terreno in termini di volume di scavo perso e non equilibrato, sono i principali responsabili dell'instaurarsi di simili problematiche.

Nel dettaglio all'interno del presente documento si forniranno indicazioni in merito ai parametri monitorati, scelti in base alla tipologia di impatto prevista, alle tipologie e metodologie di indagine e alla frequenza/periodicità delle misurazioni.

Verranno, inoltre, definiti puntualmente le postazioni di rilevamento in base alla disponibilità delle aree, alla loro accessibilità, al raggiungimento di accordi con i proprietari degli edifici e, laddove necessaria, alla possibilità di fornitura di energia elettrica.

Nel seguito saranno descritte le metodologie e le considerazioni che sono alla base del Piano, al fine di fornire le indicazioni necessarie per una corretta esecuzione delle operazioni di misura, restituzione dati e organizzazione degli stessi in una banca dati strutturata.

Nel documento vengono, inoltre, fornite delle indicazioni per facilitare la lettura dei dati relativi ai punti in cui si indica la necessità di un monitoraggio.

Il documento sarà completato con elaborati cartografici volti ad indicare il corretto posizionamento dei punti preposti alle campagne di monitoraggio; ogni punto sarà contraddistinto da un codice che ne indicherà alcune caratteristiche principali.

## **2. RIFERIMENTI NORMATIVI**

L'attività di monitoraggio delle vibrazioni ha lo scopo di verificare le situazioni di criticità nei confronti della popolazione.

La normativa di settore sulle vibrazioni è ancora mancante, ma esiste una normativa tecnica di supporto per il disturbo alle persone (ISO 2361/UNI 9614) e per gli eventuali danni alle strutture (UNI 9916).

Le misure di mitigazione dell'impatto da vibrazioni riguardano generalmente la sorgente e, più raramente i percorsi di propagazione o il ricettore. Gli interventi sulla sorgente mirano a ridurre l'entità delle vibrazioni emesse o ad aumentare l'attenuazione delle medesime nell'accoppiamento sorgente – substrato; gli interventi sul mezzo di propagazione o sul ricettore mirano ad aumentare l'attenuazione del livello vibratorio trasmesso.

Nel caso di una infrastruttura viaria tra i sistemi in grado di attenuare il disturbo provocato dalle vibrazioni assume sicuramente un ruolo rilevante il controllo della regolarità della pavimentazione. Negli edifici prossimi a strade ed autostrade con flussi di traffico pesante significativi possono, infatti, registrarsi livelli di accelerazione prossimi ai limiti UNI 9614, soprattutto in presenza di pavimentazioni in cattivo stato di manutenzione, giunti, condotte interrate passanti al di sotto della carreggiata.

Nel caso di sorgenti fisse (come, ad esempio, le attrezzature o gli impianti fissi di cantiere) il problema consiste nella corretta progettazione e realizzazione del supporto della macchina o impianto che genera le vibrazioni. Tale aspetto è generalmente curato direttamente dal costruttore della macchina o dell'impianto.

- UNI 9614 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”

- UNI 9916 “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici”
- UNI ENV 28041 “Risposta degli individui alle vibrazioni. Apparecchiatura di misura”
- UNI 11048 “Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo”
- ISO 2631 “Evaluation of Human exposure to whole-body vibration”
- ISO 4866 “Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings”
- ISO 5347 “Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups. Basic concepts”
- ISO 5348 “Mechanical vibration and shock – Mechanical mounting of accelerometers”
- DIN 4150, sull’influenza sulle persone e sugli edifici
- BS 6472 “Guide to evaluation of human exposure to vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz)”

## 2.1 NORMA UNI 9614

La norma UNI 9614 considera tre tipi di vibrazione: di livello costante, di livello non costante ed impulsive. Si considerano vibrazioni trasmesse da superfici solide per persone in piedi, sedute o coricate.

La giornata è suddivisa secondo due periodi di riferimento, dalle 7 alle 22.00 (periodo diurno) e dalle 22.00 alle 7.00 (periodo notturno). Sono considerate frequenze da 1 a 80 Hz.

Il fenomeno è caratterizzato dall’accelerazione, espressa in termini di valore efficace (RMS); la caratterizzazione può avvenire anche attraverso il livello di accelerazione, espresso in Db.

La norma individua una soglia di percezione delle vibrazioni (che varia a seconda della frequenza considerata e dell’asse di riferimento) ed una soglia di percezione cumulativa da confrontarsi con i valori di accelerazione ponderata in frequenza secondo opportuni filtri di pesatura. Tale soglia si pone a  $5 \cdot 10^{-3}$  m/s<sup>2</sup> (74 Db) per l’asse z e a  $3,6 \cdot 10^{-3}$  m/s<sup>2</sup> (71 Db) per gli assi x e y

Sono inoltre introdotti 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 generale sono indicati i quattro parametri fisici per la determinazione del comportamento umano alle vibrazioni: intensità, frequenza, direzione e durata.

La reazione soggettiva allo stimolo vibratorio si può esprimere con il mantenimento dell’efficienza lavorativa, la conservazione dello stato di salute e sicurezza e il mantenimento del comfort; per ciascuna di queste risposte sono stabiliti dei limiti di esposizione.

La metodologia di valutazione degli effetti delle vibrazioni sull'uomo all'interno degli edifici viene riportata nella norma UNI 9614 del 2017; l'attuale edizione sostituisce la precedente versione del 1990. La norma fa riferimento primario alla ISO 2631-2 del 2003, prevalentemente per i metodi di misura e valutazione, ed alla norma norvegese NS 8176E. Altri riferimenti normativi della UNI9614 sono la UNI 11568:2015 relativa alle strumentazioni e analisi per la misura delle vibrazioni, la UNI EN ISO 8041-1: 2017 riguardante la risposta degli esseri umani alle vibrazioni, e la UNI ISO 5348 relativa al montaggio meccanico degli accelerometri.

In sintesi, secondo la norma, la valutazione del disturbo generato da una specifica sorgente di vibrazioni deve essere effettuata mediante una misura diretta tramite accelerometri dei livelli di accelerazione presenti, al fine di calcolare il parametro **accelerazione ponderata massima statistica della sorgente** definito **V<sub>sr</sub>**. Questo valore espresso in mm/s<sup>2</sup> andrà confrontato con i limiti massimi consentiti indicati nella norma e riportati per completezza nel seguito classificandoli per tipologia di ambiente e orario:

#### Ambienti ad uso abitativo

- Periodo diurno (6.00-22.00): 7,2 mm/s<sup>2</sup>
- Periodo notturno (22.00-6.00): 3,6 mm/s<sup>2</sup>
- Periodo diurno di giornate festive: 5,4 mm/s<sup>2</sup>

#### Casi particolari

- Luoghi lavorativi: 14mm/s<sup>2</sup>
- Ospedali, case di cura e affini: 2 mm/s<sup>2</sup> indipendentemente dall'orario
- Asili e case di riposo: 3,6 mm/s<sup>2</sup> anche negli orari utilizzati per il riposo diurno
- Scuole: 5,4 mm/s<sup>2</sup> limitatamente agli orari di utilizzo.

Qualora le vibrazioni residue **V<sub>res</sub>**, misurate cioè sul recettore in assenza della specifica sorgente disturbante, abbiano un valore maggiore del 50% di quelle immesse (**V<sub>imm</sub>**) dalla sorgente e misurate sempre sul recettore, il disturbo prodotto dalle vibrazioni della sorgente **V<sub>sr</sub>** è da considerare trascurabile.

## 2.2 NORMA UNI 9916

La norma fornisce indicazioni generiche in merito ai criteri di misura delle vibrazioni sugli edifici, classificati secondo le categorie di struttura, di fondazione e di terreno.

Le vibrazioni possono essere generate dall'esterno, trasmesse attraverso il terreno o generate attraverso le sovrappressioni dell'aria, oppure dall'interno, per attività dell'uomo o utilizzo di macchinari. Possono essere di carattere transitorio o continuo. La norma fornisce criteri e metodologie per la valutazione dei possibili danni architettonici indotti dalle vibrazioni a edifici di carattere abitativo, industriale e monumentale.

L'ultima versione della norma (2014) è in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866; nella norma viene inoltre richiamata la DIN 4150 parte 3. La UNI 9916 fornisce una guida per la scelta delle metodologie appropriate per la misurazione, il trattamento dei dati e la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici. La norma identifica inoltre le possibili sorgenti di vibrazione ed i fattori che influenzano la risposta strutturale dell'edificio alle vibrazioni. Le vibrazioni possono essere generate dall'esterno, trasmesse attraverso il terreno o causate da sovrappressioni d'aria (per esempio traffico aereo, vento), ovvero dall'interno, dovute ad attività antropiche o ad azioni di macchinari. Si considerano vibrazioni di carattere sia transitorio sia continuo.

La norma si applica in generale a tutte le tipologie di edifici di carattere abitativo, industriale e monumentale che possono essere interessate a fenomeni vibratorii generati da diverse tipologie di sorgenti: le principali sono riportate nel seguente prospetto A.1 della norma con indicazione dei rispettivi intervalli di frequenza emessi:

Intervalli di frequenza caratteristici delle sorgenti di vibrazione	
Sorgente di vibrazioni	Intervallo di frequenza [Hz]
Traffico (su strada e su rotaia)	Da 1 a 300
Esplosioni	Da 1 a 300
Battitura di pali	Da 1 a 100
Demolizioni (caduta edificio)	Da 1 a 20
Macchine esterne all'edificio	Da 1 a 300
Macchine interne all'edificio	Da 1 a 300
Attività umane (movimento di persone all'interno dell'edificio)	Da 0,1 a 100
Vento	Da 0,1 a 5

**Tabella 7 Prospetto A.1 norma UNI9916**

La metodologia di misura dipende principalmente dal tipo di sorgente vibratoria indagata e dal suo posizionamento interno o esterno alla struttura da monitorare. Al fine della valutazione della risposta dell'edificio alla sollecitazione ricevuta, è poi importante conoscere le sue caratteristiche costruttive, lo stato di conservazione e la tipologia delle fondazioni. Il parametro di confronto con i limiti normativi non è più l'accelerazione come per la valutazione del disturbo alle persone, ma la velocità di oscillazione. Anche la metodica di misura è in generale differente rispetto a quella utilizzata per valutare il disturbo alle persone e consiste nell'utilizzo di più velocimetri o accelerometri (con integrazione in post elaborazione del segnale acquisito), posizionati sulle fondazioni, sui

solai dei piani alti e bassi e anche su pareti a seconda di dove è attesa la propagazione delle vibrazioni. Una volta determinato il valore di picco della velocità di oscillazione dell'evento vibratorio in esame, la si confronta con la tabella 1 della norma DIN4150-3 riportata nella seguente figura e relativa ai valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. (velocità di picco di una componente puntuale) delle vibrazioni di breve durata misurate all'interno delle costruzioni.

I valori di riferimento indicati (funzione della frequenza) sono quelli al di sotto dei quali, salvo casi particolari, è ragionevole presumere che non vi sia danno; il superamento di tali valori non implica comunque necessariamente il verificarsi del danno, ma è un segnale della necessità di indagini più approfondite.

Valori di riferimento per la velocità di vibrazione (p.c.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni di breve durata sulle costruzioni					
Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v in mm/s			
		Fondazioni			Piano alto
		Da 1 Hz fino a 10 Hz	Da 10 Hz fino a 50 Hz	Da 50 Hz fino a 100 Hz <sup>*)</sup>	Per tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	20	Varia linearmente da 20 ( $f=10$ Hz) fino a 40 ( $f=50$ Hz)	Varia linearmente da 40 ( $f=50$ Hz) fino a 50 ( $f=100$ Hz)	40
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5	Varia linearmente da 5 ( $f=10$ Hz) fino a 15 ( $f=50$ Hz)	Varia linearmente da 15 ( $f=50$ Hz) fino a 20 ( $f=100$ Hz)	15
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	3	Varia linearmente da 3 ( $f=10$ Hz) fino a 8 ( $f=50$ Hz)	Varia linearmente da 8 ( $f=50$ Hz) fino a 10 ( $f=100$ Hz)	8

<sup>\*)</sup> Per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100 Hz.

**Tabella 8 norma DIN4150-3**

### **3. DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO**

#### **3.1 CRITERI DI SCELTA E DEFINIZIONE DEI RICETTORI**

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. Si riportano i fattori che determinano l'estensione dell'area di studio:

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

Nel caso specifico per quanto riguarda l'esercizio dell'infrastruttura è possibile considerare una fascia di 30 m (CNR – Studi di impatto ambientale nel settore dei trasporti). Per quanto riguarda i cantieri l'ambito di influenza si configura come una superficie intorno all'impianto.

Sulla base di queste considerazioni assume particolare importanza la vicinanza del ricettore al cantiere e la tipologia strutturale dell'opera: in tal senso si è prestata particolare attenzione agli attraversamenti in galleria e ai ricettori in loro prossimità.

La scelta è stata effettuata attraverso il censimento con inclusione dei ricettori entro una fascia di 250 metri per lato a partire dal bordo strada.

## **3.2 ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO**

Il PMA per la componente vibrazioni prevede:

- Fase Ante Operam;
- Fase di Corso d'Opera;
- Fase di Post Operam.

### **3.2.1 Fase Ante-Operam**

L'area di indagine è valutata sulla base dell'impatto vibrazionale atteso dall'infrastruttura in oggetto, della geolitologia del terreno e sulla tipologia dei ricettori potenzialmente colpiti.

Devono essere definite le condizioni di partenza, quale l'andamento temporale del campo vibrazionale, lo stato delle strutture, la caratterizzazione delle sorgenti e dei parametri fisici al contorno.

Di fondamentale importanza è la scelta degli indicatori, in modo tale da poter seguire l'evoluzione del fenomeno fisico dalla fase ante operam alla fase di esercizio, passando per la fase di cantierizzazione. I parametri da considerare devono descrivere al meglio il fenomeno, devono risultare facilmente misurabili e confrontabili con i dati disponibili (da SIA o da dati di letteratura preesistenti). Devono essere considerate le soglie di ammissibilità al fine di giungere ad un confronto omogeneo con i dati disponibili.

Le misure vanno programmate in modo tale da far risultare chiare le modalità di rilievo e da indicare i ruoli e le responsabilità dei soggetti coinvolti.

### **3.2.2 Fase Corso d'Opera**

Devono essere rilevati i parametri precedentemente considerati nella precedente fase, in modo tale da poter effettuare un confronto.

Sulla base delle criticità individuate nella fase di cantierizzazione si propongono soluzioni di mitigazione, sia di carattere tecnico che organizzativo.

### **3.2.3 Fase Post Operam**

Gli indicatori definiti nella fase ante operam devono essere confrontati con quelli della fase di esercizio.

Laddove dovessero rilevarsi situazioni di non conformità normativa dei livelli di impatto ambientale rilevati, si provvederà a darne pronta comunicazione alla Direzione Lavori e

alla Committenza in modo da poter provvedere all'eventuale integrazione delle opere di compensazione (interventi diretti e/o indiretti). Ciò soprattutto in riferimento ai ricettori attualmente presenti in prossimità del tracciato e non identificati in fase di progetto definitivo.

Sono previsti 5 punti di monitoraggio da ripetersi in fase AO, CO e 4 per la fase PO. Le campagne ante operam saranno realizzate prima dell'inizio delle attività di cantiere. Per il corso d'opera (30 mesi) sono previste 10 campagne (trimestrali) di tipo VIBG su 4 punti per un totale di 40 misure e una campagna VIBG mensile per la durata della fase costruzione della galleria Felettino per un totale di altre 20 misure. La campagna post operam sarà unica sui 4 punti indicati ed eseguita in fase di esercizio (a regime) dell'infrastruttura.

**Tabella 9 Tipologie di punti di monitoraggio previsti**

POSTAZIONE	Durata della misura	FREQUENZA			TOTALE ANALISI		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
VIBG001	24 ore	Una tantum	Trimestrale	Una tantum	1	10	1
VIBG002	24 ore	Una tantum	Trimestrale	Una tantum	1	10	1
VIBG003	24 ore	Una tantum	Trimestrale	Una tantum	1	10	1
VIBG004	24 ore	Una tantum	Trimestrale	Una tantum	1	10	1
VIBG011	24 ore	Una tantum	Mensile	-	1	20	-

### 3.3 PARAMETRI CARATTERISTICI

#### 3.3.1 Indicatori vibrazionali

La propagazione delle vibrazioni attraverso un mezzo elastico può essere caratterizzata attraverso tre grandezze di base, quali il vettore spostamento, il vettore velocità ed il vettore accelerazione. Tali grandezze possono essere espresse rispettivamente in m, m/s e m/s<sup>2</sup>, 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 UNI9916 (appendice B, prospetto IV) 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 (rilevato secondo norma UNI9614 su un intervallo temporale di ampiezza superiore a 1 minuto).

Presso ciascun punto di monitoraggio è prevista l'acquisizione della 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. Saranno 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

### 3.3.2 Ulteriori indicatori della misura

Vengono infine riportate una serie di indicazioni complementari da inserire nel rapporto di misura:

- Denominazione ed indirizzo del ricettore;
- Coordinate del punto di misura;
- Descrizione e fotografia del posizionamento della strumentazione;
- Caratteristiche della sorgente vibrazionale;
- Caratteristiche costruttive degli edifici e delle fondazioni;
- Traffico su strade e ferrovie;
- Attività di cantiere.

### **3.3.3 Condizionamento meteorologico e stagionale**

La propagazione delle vibrazioni è legata essenzialmente 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.

Lo strumento stesso potrebbe reagire con una diversa sensibilità per temperature prossime alla temperatura di gelo.

È pertanto sconsigliato il monitoraggio quando la temperatura scende al di sotto dello zero. Un altro elemento che influenza fortemente il fenomeno vibratorio è la variazione del traffico: sono pertanto da escludersi i periodi anomali quali giorni festivi e prefestivi ed il mese di agosto.

## **4. METODOLOGIA DI MONITORAGGIO**

### **4.1 STRUMENTAZIONE**

#### **4.1.1 Descrizione del set di strumenti**

Il set di strumenti è composto 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.

#### **4.1.2 Posizionamento della strumentazione e fissaggio dei trasduttori**

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

Il fissaggio degli accelerometri deve essere sufficientemente rigido, in modo tale da non indurre alterazioni alla misura. 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.

### 4.1.3 Requisiti tecnici

La norma UNI 9614 prescrive per la strumentazione utilizzata la rispondenza alle norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225. La catena di misura deve essere descritta in ogni sua parte. 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.

Saranno poi preferibilmente riportate le caratteristiche dei cavi, dei filtri e degli amplificatori, le caratteristiche di eventuali trasduttori, le modalità di messa a terra e le specifiche di acquisizione dei dati.

Gli accelerometri saranno ottemperanti alle norme ISO 2631/1 e 2, UNI 9614 e UNI 9916, con range di frequenza 1 – 300 Hz, range di misura pari a 50 m/s<sup>2</sup>, risoluzione  $\leq 0,1$  mm/s<sup>2</sup>, linearità  $\leq \pm 1\%$  e sensibilità trasversale  $\leq \pm 5\%$ .

## **5. LOCALIZZAZIONE, FREQUENZA E PERIODICITÀ DEI PUNTI DI MONITORAGGIO**

### **5.1 ESTENSIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO**

Il monitoraggio della componente vibrazionale è stato programmato per le seguenti fasi:

- Ante operam: durante questa fase si definisce lo stato zero relativamente alla componente indagata, del territorio prima della costruzione dell'opera e dell'apertura dei cantieri, acquisendo dati di riferimento per le fasi successive.
- Corso d'opera: durante questa fase si caratterizza l'impatto dei cantieri e qualsiasi attività ad essi connesse, compreso il traffico indotto e le attività finali di smantellamento, si effettua una valutazione degli impatti sui ricettori esposti più sensibili, predisponendo azioni correttive laddove necessario.
- Post operam: durante questa fase si verifica lo stato di esercizio dell'opera realizzata, con riferimento anche all'efficacia degli eventuali interventi di mitigazione previsti e segnalando possibile criticità.

Il monitoraggio relativo alla fase PO dovrà essere effettuato dopo l'entrata in esercizio dell'infrastruttura e consentirà, tra l'altro, di poter apportare, in funzione dei risultati ottenuti, eventuali modifiche od integrazioni ai sistemi di smorzamento sia delle vibrazioni che del rumore.

## 5.2 INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

In base alle Linee guida per il PMA, per l'individuazione dei punti da monitorare all'interno delle aree sensibili si sono messe in relazione con la mappatura degli impatti previsti per i vari parametri, si sono definite le aree a maggiore rischio di impatto e si sono individuati i relativi ricettori. Ogni singolo parametro si intende definito dalla grandezza fisica, dal tempo di media della misura e dal periodo di riferimento.

## **6. ATTIVITA' DI MISURA**

Le attività di misura si distinguono in due sezioni; le attività in campo e le attività in sede. Le figure coinvolte in tali attività sono l'Oc (operatore di campo), come figura che esegue il rilievo, ed il GMA (gruppo di monitoraggio ambientale), come struttura decisionale e organizzativa delle attività di misura. Di seguito si illustrano le due fasi del monitoraggio evidenziando i ruoli da attribuire alle due figure coinvolte.

### **6.1 ATTIVITÀ IN CAMPO**

L'attività in campo, gestita dal GMA, viene realizzata interamente in situ da tecnici appositamente selezionati, che devono provvedere alle attività necessarie per la compilazione delle schede di misura, per la restituzione dei dati e per un corretto campionamento. Di seguito si descrivono i processi decisionali delle attività di misura.

#### **6.1.1 Sopralluogo in campo**

Sarà necessario effettuare un preliminare sopralluogo in campo finalizzato all'accertamento dello stato dei luoghi e a definire in dettaglio (a livello attuativo) i punti di monitoraggio; tale sopralluogo interesserà sia l'Oc sia un rappresentante del GMA per concordare il punto di prelievo. Durante tale sopralluogo sarà possibile compilare la sezione della scheda di monitoraggio dedicata alla "Localizzazione geografica", in particolare il campo "Accesso al punto di misura"; in tal modo il personale addetto al rilievo disporrà di tutte le informazioni per accedere al punto di monitoraggio prescelto. Saranno anche effettuate fotografie e sarà riportato, nella scheda, uno stralcio cartografico

con indicata l'ubicazione del punto di monitoraggio. Il sopralluogo sarà effettuato una sola volta prima di qualsiasi attività di misura.

### **6.1.2 Acquisizione dei permessi**

Durante il sopralluogo, qualora per accedere alla sezione di campionamento si renda necessario attraversare proprietà private, si potrà procedere all'acquisizione di un permesso scritto in cui saranno indicati:

- le modalità di accesso alla sezione di misura;
- l'attività che sarà svolta dal personale tecnico;
- il codice del punto di monitoraggio;
- le modalità di rimborso di eventuali danni arrecati alla proprietà.

Poiché i proprietari delle aree a cui si accede per l'esecuzione delle misure sono anche i principali ricettori di rumore, sarà usata la massima cautela nell'approccio con essi ed ogni attività di misura sarà preceduta da opportuno preavviso. Di conseguenza, durante l'acquisizione del permesso, si avrà cura di ottenere anche un riferimento telefonico in modo da avvisare i proprietari prima delle operazioni di misura.

### **6.1.3 Attività di misura**

L'attività di misura e di campionamento dovrà essere effettuata da Oc. Per la componente vibrazionale l'attività di misura in campo consiste preliminarmente nella verifica delle corrette condizioni per il rilievo rispetto le lavorazioni in corso; tale attività risulta fondamentale in quanto l'operatore, oltre la verifica delle buone condizioni tecniche per l'esecuzione del rilievo, dovrà verificare che le attività di costruzione in corso siano esattamente quelle per le quali il GMA ha previsto il controllo a seguito dell'analisi del programma di cantiere.

Si possono presentare due casi:

il rilievo non può avere luogo: qualora ciò accada Oc dovrà informare tempestivamente il Ra e valutare con lo stesso come procedere. Potranno verificarsi almeno due casi:

- si sono verificate alterazioni significative delle condizioni iniziali in prossimità del punto di monitoraggio. Il Ra potrà valutare l'opportunità di effettuare un sopralluogo congiunto con l'Oc e procedere alla rilocalizzazione del punto di monitoraggio. La rilocalizzazione comporterà la definizione di un nuovo punto di monitoraggio e la soppressione del precedente; pertanto, il Ra dovrà procedere ad un aggiornamento dell'elenco dei punti di misura e all'effettuazione del sopralluogo.
- non sono in corso le attività di costruzione per le quali il Ra aveva stabilito il monitoraggio: il Ra potrà comunque decidere di effettuare il campionamento o concordare una nuova data in relazione agli obiettivi di monitoraggio fissati.

Il rilievo può avere luogo: qualora sia svolta l'attività di misura saranno compilate le sezioni della scheda di misura dedicate alla descrizione della posizione rispetto la potenziale interferenza, sia essa di fronte avanzamento lavori sia di cantiere;

#### **6.1.4 Posizionamento della strumentazione**

Una volta determinato il punto di monitoraggio ed il periodo di misura, l'operatore si recherà nel luogo individuato nel corso dei sopralluoghi per l'installazione della postazione di rilevamento. Prima di raggiungere il ricettore, se si prevede di posizionare la strumentazione all'interno di una proprietà privata, si avrà cura di avvisare telefonicamente i proprietari (o gli occupanti) dell'area, in modo da ottenerne il consenso e l'eventuale appoggio logistico.

In base alla durata prevista per la misura, sarà adeguatamente dimensionato il sistema di alimentazione dello strumento, ricorrendo a batterie esterne di lunga durata e, se necessario, prevedendo un allacciamento alla rete elettrica. 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 calibra lo strumento e si documenta la misura con una fotocamera digitale.

La documentazione sul posizionamento della strumentazione deve essere particolarmente curata, in modo tale da poter replicare la misura nel modo più preciso possibile.

#### **6.1.5 Errori durante i rilievi**

I trasduttori non vanno fissati in presenza di punti singolari o 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

Al termine della misura l'Oc provvederà a rilocalizzare la strumentazione ove indicato dal Gruppo di Monitoraggio Ambientale. L'Oc scaricherà dagli strumenti per i quali è possibile, i dati nel formato originale.

### **6.2 ATTIVITÀ IN SEDE**

L'attività di misura in campo prevede una organizzazione preliminare che passa attraverso l'analisi del programma di cantiere richiesto dal GMA alle imprese di costruzione e la preparazione di tutto il materiale necessario per il campionamento. L'attività successiva a quella di campo richiede che tutti i dati siano organizzati, che le analisi siano effettuate nel minor tempo possibile e che l'Oc inserisca tutti i dati del SIT per permetterne al GMA l'analisi e la validazione.

Le figure coinvolte in tale attività sono l'Oc, il GMA, il referente per l'impresa di costruzione.

Tale attività è ancor più importante nella fase corso d'opera per poter controllare le potenziali interferenze e poterle correlare alle lavorazioni svolte; è responsabilità del GMA acquisire tutte le informazioni necessarie per la programmazione dell'attività di monitoraggio.

### **6.2.1 Attività preventiva all'uscita in campo**

Di seguito viene illustrato il flusso decisionale delle attività di misura.

1. il GMA richiede alle imprese di costruzioni l'aggiornamento della programmazione di cantiere;
2. il GMA decide il programma delle attività di monitoraggio;
3. il GMA comunica il piano di monitoraggio all'Oc;
4. l'Oc conferma la fattibilità dei rilievi richiesti;
5. il GMA avvisa gli enti di controllo del possibile programma di rilievi;
6. il GMA richiede conferma dell'esecuzione del rilievo il giorno precedente alla data di misura programmata;
7. il GMA conferma la data del rilievo all'ente di controllo il giorno precedente.

### **6.2.2 Attività successiva all'uscita in campo**

Una volta rientrato in sede l'Oc:

- a) porterà in sede, quanto prima, nel caso di buon esito dell'attività di misura, i dati acquisiti;
- b) comunicherà l'esito del monitoraggio al GMA; tale attività sarà svolta in ogni caso anche qualora siano avvenuti colloqui telefonici durante l'attività in campo; la comunicazione dell'avvenuto o non avvenuto rilievo sarà realizzata tramite il SIT compilando i campi relativi al nome operatore, data, foto, note;
- c) trasferirà sulla scheda di misura informatizzata quanto registrato in campo;
- d) invierà i dati di campo al GMA tramite il SIT;

## **6.3 ANALISI DEI DATI**

L'analisi dei dati non è attualmente supportata da una legislazione nazionale a cui fare riferimento. La normativa tecnica fornisce tuttavia una serie di valori di confronto. Ogni volta che è riscontrato un superamento dei valori indicati, previo verifica della corretta esecuzione del campionamento, si procede diversamente in base alla fase di studio nella quale ci si trova.

Nella fase ante operam si verifica se tali alterazioni sono preesistenti e caratteristici propri dell'area, ossia se la qualità ambientale dei siti in oggetto fosse già compromessa in partenza in relazione alla componente trattata. Durante il corso d'opera i valori di riferimento indicati dalla normativa tecnica sono la base da cui partire per un'analisi specifica delle sorgenti vibratorie e delle caratteristiche dei ricettori. Nella fase post operam vanno sostanzialmente rilevate quelle situazioni presso le quali si riconoscono

particolari criticità, prestando attenzione in particolar modo al contributo di altre sorgenti al fenomeno vibratorio.

Il GMA può riservarsi di chiedere chiarimenti riguardo i possibili errori sul dato (nella fase di acquisizione, elaborazione o trasmissione), le modalità di costruzione e le condizioni al contorno. A seguito di queste osservazioni il Responsabile Ambientale (RPMA) può programmare ulteriori misure, indicare le modifiche da effettuare o, se necessario, proporre la sospensione delle attività di costruzione.

## **7. RESTITUZIONE DEI DATI**

Nel corso del monitoraggio saranno prodotti i seguenti documenti:

- Schede di misura
- Relazioni di fase in AO e PO
- Relazioni annuali in CO
- Dati strutturati e/o non strutturati sul SIT

### **7.1 RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO ANTE OPERAM**

Prima dell'inizio dell'attività di cantiere devono essere portate a termine tutte le indagini preliminari. I risultati ottenuti nella fase ante operam vanno resi disponibili sul SIT. Si prevedono anche una relazione finale e tutte le schede di misura.

### **7.2 RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO POST OPERAM**

Il monitoraggio post operam va eseguito con l'infrastruttura a regime; i dati di traffico previsti sono la base per l'individuazione del periodo di maggior utilizzo. Tutti i dati raccolti saranno poi organizzati per l'introduzione nel SIT.

### 7.3 RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO CORSO D'OPERA

I dati raccolti nel corso d'opera necessitano di una rapida accessibilità; l'introduzione nel SIT permetterà infatti al Responsabile Ambientale di agire rapidamente sulle base delle criticità individuate. Al termine di ogni anno solare lo stesso RA avrà il compito di redigere una relazione annuale per la componente vibrazioni, con tutti i rilievi effettuati (e relative schede di misura), con le situazioni di superamento dei limiti previsti e con tutti gli interventi adottati per la mitigazione presso i ricettori.

## 8. PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

La tabella riporta in sintesi le attività di media e lunga durata previste e suddivise per le fasi di M.A.

Si evidenzia che il ricevitore VIBG-003 è risultato essere interferito dal dissesto che ha coinvolto il tratto dell'imbocco Sud della galleria Felettino III.

### 8.1 ANTE OPERAM

Codice punto	Frequenza	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE
VIBG-001	Una Tantum	24 ore	ANTE OPERAM	POSTAZIONE SEMIFISSA
VIBG-002	Una Tantum	24 ore	ANTE OPERAM	POSTAZIONE SEMIFISSA
VIBG-003	Una Tantum	24 ore	ANTE OPERAM	POSTAZIONE SEMIFISSA;
VIBG-004	Una Tantum	24 ore	ANTE OPERAM	POSTAZIONE SEMIFISSA;
VIBG-011	Una Tantum	24 ore	ANTE OPERAM	POSTAZIONE SEMIFISSA;

## 8.2 CORSO D'OPERA

Codice punto	Frequenza	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE
VIBG-001	Trimestrale	24 ore	CO 30 mesi	POSTAZIONE SEMIFISSA
VIBG-002	Trimestrale	24 ore	CO 30 mesi	POSTAZIONE SEMIFISSA
VIBG-003	Trimestrale	24 ore	CO 30 mesi	POSTAZIONE SEMIFISSA;
VIBG-004	Trimestrale	24 ore	CO 30 mesi	POSTAZIONE SEMIFISSA;
VIBG-011	Mensile	24 ore	Fase realizzazione Galleria Fornaci 1	POSTAZIONE SEMIFISSA;

## 8.3 POST OPERAM

Codice punto	Frequenza	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE
VIBG-001	Una Tantum	24 ore	POST OPERAM	POSTAZIONE SEMIFISSA
VIBG-002	Una Tantum	24 ore	POST OPERAM	POSTAZIONE SEMIFISSA
VIBG-003	Una Tantum	24 ore	POST OPERAM	POSTAZIONE SEMIFISSA;
VIBG-004	Una Tantum	24 ore	POST OPERAM	POSTAZIONE SEMIFISSA;

Riepilogando:

POSTAZIONE	Durata della misura	FREQUENZA			TOTALE ANALISI		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
VIBG-001	24 ore	Una tantum	Trimestrale	Una tantum	1	10	1
VIBG-002	24 ore	Una tantum	Trimestrale	Una tantum	1	10	1
VIBG-003	24 ore	Una tantum	Trimestrale	Una tantum	1	10	1
VIBG-004	24 ore	Una tantum	Trimestrale	Una tantum	1	10	1
VIBG-011	24 ore	Una tantum	Mensile	-	1	20	-