



# ANAS S.p.A.

Direzione Centrale Programmazione Progettazione

## CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19

### S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001  
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

## PROGETTO DEFINITIVO E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

### GRUPPO DI PROGETTAZIONE

ATI:  
TECHNITAL s.p.a. (mandataria)  
S.I.S. Studio di Ingegneria Stradale s.r.l.  
DELTA Ingegneria s.r.l.  
INFRATEC s.r.l Consulting Engineering  
PROGIN s.p.a.

### I RESPONSABILI DI PROGETTO

*Dott. Ing. M. Raccosta*  
Ordine Ing. Verona n° A1665  
*Prof. Ing. A. Bevilacqua*  
Ordine Ing. Palermo n° 4058  
*Dott. Ing. M. Carlino*  
Ordine Ing. Agrigento n° A628  
*Dott. Ing. N. Troccoli*  
Ordine Ing. Potenza n° 836  
*Dott. Ing. S. Esposito*  
Ordine Ing. Roma n° 20837

### IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

*Dott. Ing. N. D'Alessandro*  
Ordine Ing. Agrigento n° A995

VISTO:IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Massimiliano Fidenzi*

VISTO:IL RESPONSABILE DEL  
SERVIZIO PROGETTAZIONE

*Dott. Ing. Antonio Valente*

DATA

PROTOCOLLO

## P.M.A. RUMORE E VIBRAZIONI Relazione

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	FOGLIO	SCALA:
L0407B D 0501		PM06_AMB_RE01.DOC			
CODICE ELAB.		PM06 AMB RE01	B	DI	
D					
C					
B	REVISIONE a seguito istruttoria ANAS 19/03/07	Aprile 2007	A. De Leo	F. Arciuli	C. Marro
A	EMISSIONE	Ottobre 2006	A. De Leo	F. Arciuli	C. Marro
REV.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO RESP. TECNICO	CONTROLLATO RESP. D'ITINERARIO	APPROVATO RESP. DI SETTORE

**INDICE**

<b>RUMORE</b> .....	<b>5</b>
<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>6</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI</b> .....	<b>7</b>
2.1. Normativa Tecnica .....	7
2.2. Normativa Comunitaria .....	7
2.3. Normativa Nazionale.....	7
2.3.1. 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". .....	9
2.3.2. 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) .....	12
<b>3. DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO</b> .....	<b>18</b>
3.1. Criteri di scelta e definizione dei ricettori .....	18
3.1.1. Estensione temporale del M.A. ....	19
3.1.2. Metodiche di misura.....	20
3.1.3. Durata di ciascuna fase di monitoraggio e frequenza dei rilievi per ciascuna componente .....	20
3.2. Parametri rilevati .....	23
3.2.1. Indicatori acustici .....	23
3.2.1.1. Livello equivalente (Leq).....	23
3.2.1.2. Livelli statistici L1 - L5.....	24
3.2.1.3. Livello statistico L10 .....	24
3.2.1.4. Livello statistico L50 .....	24
3.2.1.5. Livelli statistici L95 – L99 .....	24
3.2.1.6. Livello massimo Lmax .....	25
3.2.1.7. Livello minimo Lmin .....	25
3.2.2. Altri indicatori .....	25
<b>4. MODALITÀ DI MONITORAGGIO</b> .....	<b>26</b>
4.1. Strumentazione.....	26
4.1.1. Descrizione del set di strumenti .....	26
4.1.2. Requisiti tecnici degli strumenti.....	26
4.1.3. Taratura e calibrazione .....	27
4.2. Metodi di esecuzione del monitoraggio .....	27
4.2.1. Rilievi Ante Operam .....	27
4.2.2. Rilievi Post Operam .....	27
4.2.3. Rilievi in Corso d'Opera .....	29
4.2.4. Misure speciali.....	30
4.3. Localizzazione e tempistica dei rilievi .....	30
4.3.1. Rilievi Ante Operam .....	30
4.3.2. Rilievi Post Operam .....	30

4.3.3.	Rilievi in Corso d’Opera .....	30
4.3.4.	Osservazioni ai punti di monitoraggio .....	30
<b>5.</b>	<b>ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>31</b>
5.1.	ATTIVITÀ IN CAMPO.....	31
5.2.	ATTIVITÀ IN SEDE .....	35
5.3.	ANALISI DEI DATI E AZIONI CONSEGUENTI .....	35
<b>6.</b>	<b>RESTITUZIONE DEI DATI .....</b>	<b>37</b>
<b>7.</b>	<b>REQUISITI PER L’ESECUZIONE DEL MONITORAGGIO .....</b>	<b>39</b>
<b>8.</b>	<b>PROGRAMMA DELLE ATTIVITA’ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>40</b>
	<b><u>VIBRAZIONI</u> .....</b>	<b>52</b>
<b>9.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>53</b>
<b>10.</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>54</b>
10.1.	La norma Uni 9614.....	54
10.2.	La norma Uni 9916.....	55
<b>11.</b>	<b>DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>56</b>
11.1.	Criteri di scelta e definizione dei ricettori .....	56
11.2.	Dati preesistenti da SIA.....	57
11.3.	Estensione temporale del M.A.....	58
11.3.1.	Metodiche di misura.....	59
11.3.2.	Durata di ciascuna fase di monitoraggio e frequenza dei rilievi per ciascuna componente .....	59
11.4.	Parametri caratteristici .....	59
11.4.1.	Indicatori vibrazionali .....	59
11.4.2.	Ulteriori indicatori della misura .....	61
11.4.3.	Condizionamento meteorologico e stagionale.....	61
<b>12.</b>	<b>MODALITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>62</b>
12.1.	Strumentazione.....	62
12.1.1.	Descrizione del set di strumenti .....	62
12.1.2.	Requisiti tecnici.....	62
12.1.3.	Taratura e calibrazione .....	62
12.2.	Metodi di misura.....	62
12.2.1.	Scelta delle grandezze da monitorare .....	62
12.2.2.	Posizionamento della strumentazione e fissaggio dei trasduttori.....	63
12.3.	Metodi di esecuzione del monitoraggio .....	63
12.3.1.	Misure Ante Operam.....	63
12.3.2.	Misure Post Operam .....	63
12.3.3.	Misure in Corso d’Opera .....	63
12.4.	Localizzazione e tempistica dei rilievi .....	64
12.4.1.	Rilievi Ante Operam .....	64

---

12.4.2.	Rilievi Post Operam .....	64
12.4.3.	Rilievi in Corso d’Opera .....	64
<b>13.</b>	<b>ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>65</b>
13.1.	Attività in campo.....	65
13.2.	Attività in sede.....	66
13.3.	Analisi dei dati e azioni conseguenti.....	67
<b>14.</b>	<b>RESTITUZIONE DEI DATI .....</b>	<b>68</b>
<b>15.</b>	<b>REQUISITI PER L’ESECUZIONE DEL MONITORAGGIO .....</b>	<b>70</b>
15.1.	Strumentazione necessaria.....	70
15.2.	Personale.....	70
15.3.	Interazione con GMA .....	70
<b>16.</b>	<b>PROGRAMMA DELLE ATTIVITA’ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>71</b>

## **RUMORE**

## 1. PREMESSA

Il monitoraggio ambientale della componente rumore si occupa della caratterizzazione del clima acustico presso i ricettori potenzialmente impattati dall'opera. Si tiene conto sia della fase di costruzione che della fase di esercizio, in modo tale da poter verificare l'efficacia delle misure di mitigazione apportate.

Qualora gli interventi di abbattimento del rumore non risultassero sufficienti per riportare i livelli acustici al di sotto del limite di legge, tramite il PMA è possibile riscontrare queste criticità residue ed indicare interventi aggiuntivi specifici.

L'attività di monitoraggio sarà articolata nelle fasi di seguito descritte:

- Ante operam: durante questa fase si definisce lo stato acustico del territorio prima della costruzione della strada e dell'apertura dei cantieri; acquisendo dati di riferimento per le fasi successive.
- Corso d'opera: durante questa fase si caratterizza la rumorosità 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 l'ambiente acustico con la nuova viabilità, con riferimento anche all'efficacia delle opere di mitigazione previste; si segnalano eventuali problematiche che potrebbero insorgere e vengono indicate eventuali azioni da intraprendere.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

### 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 le infrastrutture stradali, che si applica direttamente all'infrastruttura in oggetto.

### **2.3.1. 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, Ospeda- li, 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 ta- bella 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, Ospeda- li, 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 ta- bella 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 esi-  
stenti 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 recettori, 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.

### **2.3.2. 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 effettuate 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></p> <p>Aree particolarmente protette</p> <p>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></p> <p>Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</p> <p>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></p> <p>Aree di tipo misto</p> <p>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></p> <p>Aree di intensa attività umana</p> <p>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></p> <p>Aree prevalentemente industriali</p> <p>Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.</p>
<p><b>CLASSE VI</b></p> <p>Aree esclusivamente industriali</p> <p>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 effettuate 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)	Notturno (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 dBa

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)	Notturno (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 dBA

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).

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.

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.

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 (Tabella 5). 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)	Notturno (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 dBA

### 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 nel censimento dei ricettori effettuato in fase di redazione del SIA (2006), dall'analisi dei dati di progetto relativi alla cantierizzazione e all'esercizio dell'opera. Per quanto riguarda la cantierizzazione, si è tenuto conto non solo dell'ubicazione dei cantieri fissi, ma anche e soprattutto dei fronti di avanzamento lavori, lungo cui si verificano le lavorazioni di maggior impatto acustico.

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 al SIA e 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.

Verifica dell'efficacia degli interventi antirumore previsti nel SIA: per i ricettori in situazioni particolarmente critica, per cui si prevedono interventi di bonifica acustica, il monitoraggio post operam prevede l'esecuzione di misure finalizzate a valutare l'effetto di tali interventi.

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 e le modalità di rilocalizzazione descritte nel seguito del documento.

### **3.1.1. 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 della attività di costruzione della linea e 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.

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”).

### **3.1.2. Metodiche di misura**

Sono definite le seguenti tipologie di misura:

1. misure spot: 4 ripetizioni di 15 minuti nel periodo diurno e 2 nel periodo notturno, da effettuarsi in giorni feriali;
2. misure da 24 ore;
3. misure settimanali.

Per quanto riguarda le misure di collaudo andranno effettuate presso il ricettore per verificare se i livelli raggiunti in presenza dell'opera di bonifica soddisfino gli obiettivi attesi in fase di progettazione.

Ovviamente bisognerà effettuare tale misura spostandosi, prima dell'inizio o dopo la fine della barriera, di una distanza sufficiente da poter ritenere il potere schermante della barriera realizzata nullo.

### **3.1.3. Durata di ciascuna fase di monitoraggio e frequenza dei rilievi per ciascuna componente**

Per tutti i punti di misura sono previste:

1. fase ante-operam: una misura;
2. fase corso d'opera: una misura nel momento di massima attività di costruzione ad una distanza inferiore a 250 m e una misura di controllo ogni tre mesi per tutta la fase quando sono presenti lavorazioni;
3. post-operam: una sola misura quando il traffico veicolare ha raggiunto il regime.

La durata di ciascuna fase pertanto è regolata:

1. in fase ante-operam dal tempo necessario per l'esecuzione delle attività di misura;
2. in fase di costruzione dal periodo di attività previsto su ogni punto di misura;
3. in fase post-operam dal tempo necessario per l'esecuzione delle attività di misura.

Per la fase ante operam del SIA erano state previste le seguenti misure:

Postazione	Tipo Rilievo	Ricettore	Km
P1	Spot	22	45+000
P2	Spot	44	50+300
P3	Spot	75	52+900
P4	24 ore	120	54+500
P5	Spot	220	57+500
P6	Settimanale	224	57+600
P7	Spot	245	58+200
P8	24 ore	300	64+500
P9	Spot	305	65+200
P10	Spot	342	66+700
P11	Spot	363	69+750

I suddetti dati (in Allegato alla presente Relazione viene fornito il Report della campagna effettuata nel periodo aprile-maggio 2006) saranno utilizzati come base per il PMA; in tali punti il rilievo fonometrico sarà ripetuto anche per il post operam e per il post mitigazione (laddove sia presente un intervento di bonifica acustica), al fine di valutare l'efficacia dell'opera di contenimento.

Il presente PMA dovrà prevedere:

- nella fase ante-operam, oltre alle suddette misure, di 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:

- il controllo dell'evolversi della situazione ambientale, al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni acustici sia coerente rispetto alle previsioni del SIA;
- 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:

- la verifica degli impatti acustici intervenuti nelle fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'opera;

- 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;
- la predisposizione di eventuali nuove misure per il contenimento del rumore, aggiuntive a quelle previste nel SIA.
- 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.

La durata di ciascuna fase del monitoraggio dovrà essere adeguata al grado di complessità dell'area, delle sorgenti acustiche presenti nel territorio e dei ricettori sensibili.

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.

Dovranno essere rilevati i dati necessari alla descrizione acustica delle sorgenti di rumore che influiscono sul rumore ambientale nell'area di indagine indicata nel SIA. Per una descrizione più esaustiva del fenomeno acustico dovrà essere presa in considerazione l'opportunità di rilevare anche parametri quali  $L_{max}$ ,  $L_{min}$ ,  $L_{peak}$ , indici statistici ( $L_n$ ) ed altri che si ritenessero necessari.

Il monitoraggio in corso d'opera dovrà consentire di tenere sotto controllo tutte le emissioni acustiche delle lavorazioni e dei traffici indotti dal cantiere; potrà pertanto essere condotto a campione purché il numero e la frequenza degli accertamenti siano adeguati alla necessità. Dovrà inoltre interessare tutta l'area di influenza acustica del cantiere, compresa la viabilità indotta, e seguire il fronte di avanzamento dei lavori di realizzazione dell'opera.

Il piano di monitoraggio acustico post-operam dovrà rilevare tutti gli scenari rappresentativi dell'inquinamento acustico dovuto all'opera realizzata, sia in fase di pre-esercizio che in fase di esercizio.

L'individuazione delle aree sensibili in cui realizzare i monitoraggi sarà effettuata sulla base:

- delle caratteristiche del territorio in cui si propaga il rumore originato dall'opera (orografia del terreno, presenza di elementi naturali o artificiali schermanti, presenza di condizioni meteorologiche favorevoli);
- delle caratteristiche geometriche, tipologiche e di emissione della sorgente in esame;

La scelta dei punti di misura sarà valutata anche sulla base dei seguenti aspetti:

- verifica dell'efficacia degli interventi antirumore previsti nel SIA;
- accessibilità dei luoghi e possibilità di confronto tra le situazioni ante e post-operam.

Le tipologie di postazioni dovranno rispondere almeno ai seguenti criteri:

- in ambiente esterno, in facciata agli edifici per la verifica del rispetto dei limiti assoluti di zona;
- in ambiente esterno, in corrispondenza di punti di controllo appositamente scelti, per la verifica delle emissioni sonore;
- all'interno delle abitazioni, per la verifica dei limiti differenziali nei casi della loro applicabilità (specie nella fase di cantiere).

## 3.2. Parametri rilevati

### 3.2.1. Indicatori acustici

#### 3.2.1.1. Livello equivalente ( $L_{eq}$ )

L'indicatore ambientale primario per la caratterizzazione acustica di un ricevitore 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:

$p_A(t)$ : valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma I.E.C. n. 651)

$p_0$ : 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.

### **3.2.1.2. 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.

### **3.2.1.3. 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.

### **3.2.1.4. 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 Leq rispetto al quale si mantiene alcuni deciBel più basso. Il percentile L50 è utilizzato spesso come indicatore del rumore da traffico veicolare.

### **3.2.1.5. 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.

#### **3.2.1.6. 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.).

#### **3.2.1.7. 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.

### **3.2.2. Altri indicatori**

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.

## 4. MODALITÀ DI MONITORAGGIO

### 4.1. Strumentazione

#### 4.1.1. Descrizione del set di strumenti

Per l'esecuzione della campagna di rilevamenti descritta è previsto l'utilizzo di strumentazione conforme agli standard prescritti dall'articolo 2 del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16.03.98: "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico". Tali standard sono ripresi nei paragrafi successivi dedicati alle caratteristiche tecniche degli strumenti.

Le campagne di rilevamento sono basate su:

- postazioni fisse (misure settimanali);
- postazioni semi-fisse (misure da 24h).

Le postazioni saranno composte da:

- un microfono per esterni, fornito di cuffia antivento/antipioggia e di punta antivolatile;
- un sistema di alimentazione di lunga autonomia;
- fonometro integratore con elevata capacità di memorizzazione dei dati rilevati, ampia dinamica e possibilità di rilevare gli eventi che eccedono predeterminate soglie di livello e/o di durata;
- box stagno di contenimento della strumentazione;
- un cavalletto o stativo telescopico;
- un cavo di connessione tra il box che contiene la strumentazione e il microfono.

A seconda dell'estensione temporale della misura, saranno adeguatamente dimensionate l'autonomia del sistema di alimentazione e la capacità di memorizzazione dello strumento.

La catena di misura deve essere in grado di rilevare (nei casi in cui questo sia richiesto) il verificarsi di fenomeni impulsivi e la presenza di componenti tonali.

#### 4.1.2. Requisiti tecnici degli strumenti

Il sistema di misura deve essere scelto in modo da soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. Le misure di livello equivalente dovranno essere effettuate direttamente con un fonometro conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. Nel caso di utilizzo di segnali registrati prima e dopo le misure deve essere registrato anche un segnale di calibrazione. La catena di registrazione deve avere una risposta in frequenza conforme a quella ri-

chiesta per la classe 1 della EN 60651/1994 e una dinamica adeguata al fenomeno in esame. L'uso del registratore deve essere dichiarato nel rapporto di misura.

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 l'utilizzo di altri elementi a completamento della catena di misura, deve essere assicurato il rispetto dei limiti di tolleranza della classe 1 sopra richiamata.

#### **4.1.3. Taratura e calibrazione**

La strumentazione e/o la catena di misura, prima e dopo ogni ciclo di misura, deve essere controllata con un calibratore di classe 1, secondo la norma IEC 942/1988. Le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni effettuate prima e dopo ogni ciclo di misura, differiscono al massimo di 0.5 dB.

Gli strumenti ed i sistemi di misura devono essere provvisti di certificato di taratura e controllati almeno ogni due anni per la verifica della conformità alle specifiche tecniche. Il controllo periodico deve essere eseguito presso laboratori accreditati da un servizio di taratura nazionale ai sensi della legge 11 agosto 1991, n. 273.

### **4.2. Metodi di esecuzione del monitoraggio**

#### **4.2.1. Rilievi Ante Operam**

Le misure di monitoraggio ante operam saranno eseguite per la valutazione di punti fondamentali per il confronto con diverse situazioni nel corso d'opera e nel post operam. Si prevedono le seguenti tipologie di rilievo:

- misure settimanali
- misure da 24 ore
- misure spot da 15', ripetute nell'arco delle 24 ore o del periodo di riferimento opportuno (diurno per la fase di cantierizzazione)

Eventuali fenomeni meteorologici anomali (brevi piogge o folate di vento) dovranno essere correttamente individuati e mascherati in fase di post-elaborazione. Per ogni periodo di riferimento diurno (6-22) o notturno (22-6), nel caso in cui gli eventi anomali si estendano per oltre il 25% della durata del periodo, la misura dovrà essere ripetuta.

#### **4.2.2. Rilievi Post Operam**

Misure per la caratterizzazione della fase di esercizio

La metodologia scelta per l'esecuzione del monitoraggio post operam coniuga le specifiche del DM 16/3/98 (che richiede misure almeno settimanali per il monitoraggio del traffico stradale) con l'esigenza di estendere il controllo del rumore al maggior numero possibile di ricettori.

I punti di monitoraggio sono stati scelti sulla base dell'ante operam, al fine di confrontare i risultati ottenuti (tipologie di misure RUM\_A/P\_000).

#### Misure per la verifica dell'intervento di mitigazione

I punti di monitoraggio sono stati scelti sulla base degli interventi di mitigazione proposti; ogni barriera installata sarà oggetto di verifica, al fine di valutare l'effetto di decadimento sonoro. Il confronto si basa su misure predisposte nella fase ante operam (tipologie di misure RUM\_MIT\_000).

#### Misure aggiuntive: rilievi in interno

Sebbene la progettazione ambientale privilegi la protezione dei ricettori mediante interventi di mitigazione in prossimità della sorgente, non è completamente escluso che, nei casi in cui tali interventi siano tecnicamente irrealizzabili o economicamente impraticabili, si ricorra alla bonifica di ricettori isolati con interventi diretti sugli edifici. Tipicamente tali interventi si risolvono nella sostituzione degli infissi.

Nei casi suddetti le attività di monitoraggio prevederanno misure aggiuntive da eseguirsi all'interno delle abitazioni. Per essere significative, le misure in interno dovranno essere rilevate in modalità presidiata, dal momento che potrebbero essere influenzate da rumori generati all'interno dell'edificio.

Si richiede quindi l'esecuzione di 3 misure, ognuna della durata di 15 minuti, intervallata da una pausa superiore a 15 minuti, da eseguirsi nel periodo di riferimento più critico per il ricettore in esame:

periodo di riferimento diurno (6-22) per le scuole;

periodo di riferimento notturno (22-6) per tutti gli altri ricettori.

In fase di analisi sarà eseguita una media dei livelli equivalenti registrati nelle 3 misure che sarà confrontata con i limiti previsti per il periodo di riferimento considerato. Eventuali anomalie intervenute nel corso della registrazione (ad esempio: rumore proveniente dall'interno dell'abitazione) dovranno essere individuate e mascherate.

Le misure hanno lo scopo di rilevare il rispetto o il superamento dei limiti previsti dal DPR 30/4/2004, n.142:

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.

I valori di cui sopra sono valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento.

#### **4.2.3. Rilievi in Corso d'Opera**

A differenza delle fasi AO e PO, in cui le emissioni di rumore sono dovute principalmente al traffico veicolare ordinario, a sorgenti connesse alle attività agricole ed al rumore antropico, nella fase di CO l'inquinamento acustico sarà legato alle lavorazioni di cantiere, che sono regolate dal cronoprogramma dei lavori e, una volta concluse, non si ripetono più.

Le esperienze maturate su infrastrutture analoghe mostrano come una mera definizione dei punti e degli intervalli di misura si risolve nell'esecuzione di rilievi che spesso non individuano efficacemente il disturbo, perché possono essere svolti in periodi di chiusura o minore attività dei cantieri. Inoltre, la definizione preventiva della periodicità delle misure risulta poco efficiente in un'ottica costi/benefici, poiché quando si verificano situazioni di particolare criticità, il responsabile del monitoraggio ambientale non è in grado di dirottare tempestivamente le misure nel luogo disturbato, e le attività rischiano di essere sospese a causa del malcontento che, se percepito in tempo, può essere gestito adottando opportune misure di mitigazione acustica.

Il monitoraggio dei ricettori durante le attività di costruzione dell'opera sarà quindi eseguito in stretta correlazione con il cronoprogramma dei lavori, e vedrà un diretto coinvolgimento del Responsabile Ambientale nella definizione delle sessioni di misura.

##### Misure CO sull'infrastruttura principale

Lungo l'infrastruttura principale si articolano 5 aree di cantiere di tipo operativo/logistico e 12 aree di cantiere operativo/temporaneo. Si predispongono misure da 24 ore per i primi, mentre per i secondi una serie di 6 misure spot da 15' in modo da coprire il periodo di attività diurno. Tali misure sono da ripetere ogni 3 mesi per il cantiere operativo/logistico ed ogni mese per il cantiere operativo/temporaneo, in modo tale da seguire anche il fronte di avanzamento dei lavori. I punti ipotizzati nello stato iniziale sono legati al posizionamento di partenza dei cantieri operativi/temporanei. La ripetitività delle misure a cadenza mensile va fatta alla luce dell'avanzamento del fronte dei lavori, in stretta collaborazione con il Responsabile Ambientale. Le misure sono state indicate con la denominazione RUM\_CAN\_000.

##### Misure CO sulla viabilità per le aree di cava

Sono stati monitorate anche le strade sulle quali il transito dei mezzi pesanti verso le aree di cava provoca un incremento dei livelli acustici. Le misure sono state indicate con la denominazione RUM\_VIA\_000.

#### **4.2.4. Misure speciali**

I rilievi speciali sono predisposti per la vicinanza di aree particolari, quali zone archeologiche o parchi tutelati. Le misure sono state indicate con la denominazione RUM\_SPE\_000.

### **4.3. Localizzazione e tempistica dei rilievi**

#### **4.3.1. Rilievi Ante Operam**

Rilievi lungo il tracciato stradale

Nella fase di monitoraggio ante operam sono state previste 37 misure di monitoraggio, in altrettanti punti situati in prossimità del tracciato stradale e sulla viabilità per le aree di cava, siano esse di tipo estrattivo o adibite a deposito.

Ogni punto di monitoraggio è individuabile in cartografia negli allegati PM06 AMB PL01-04.

#### **4.3.2. Rilievi Post Operam**

I punti di monitoraggio e i tipi di misura previsti per la fase post operam sono gli stessi descritti per la fase ante operam, descritti in precedenza.

E' prevista l'esecuzione di misure per la verifica dei punti che, con l'infrastruttura a regime, saranno protetti da barriere.

#### **4.3.3. Rilievi in Corso d'Opera**

Tutti i ricettori censiti potranno essere oggetto di monitoraggio nella fase di corso d'opera, a discrezione del RA e in funzione del cronoprogramma di cantiere.

Naturalmente, i ricettori già individuati per il monitoraggio AO e PO saranno privilegiati, per la possibilità di storicizzare le variazioni di impatto. Gli altri punti sono scelti sulla base della localizzazione dei cantieri.

#### **4.3.4. Osservazioni ai punti di monitoraggio**

Presso i punti di misura sui cantieri operativo/logistici (RUM\_CAN\_002, RUM\_CAN\_006, RUM\_CAN\_017, RUM\_CAN\_025 e RUM\_CAN\_030) si predispone in aggiunta una misura interna. I ricettori sono da scegliersi in prossimità del perimetro di cantiere e le modalità sono quelle descritte nel paragrafo 6.3.2. Le misure sono da ripetersi a cadenza mensile per tutta la durata dei cantieri.

## 5. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

### 5.1. ATTIVITÀ IN CAMPO

#### Sopralluogo

Le attività di sopralluogo saranno svolte al fine di:  
verificare la fattibilità delle misure,  
acquisire i permessi necessari all'esecuzione dei rilievi,  
pianificare le attività di misura.

#### Acquisizione del permesso

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

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

#### Attività di misura

##### 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.

### 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 (di fattoria, di stagno) 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; ciononostan-



te, 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, etc...) 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.

### Controllo delle condizioni meteorologiche

Ogni postazione di misura sarà correlata ad una centralina meteorologica (installata ad hoc o appartenente alla rete presente sul territorio) in grado di rilevare le condizioni di vento e pioggia. L'operatore, durante le misure di lunga durata e comunque prima di recarsi a smontare la postazione di rilevamento, consulterà i dati provenienti dalla centralina meteo (le postazioni mobili ad hoc saranno opportunamente remotate con modem gsm) per verificare se le condizioni ambientali sono compatibili con quelle richieste per la validazione della misura; nel caso in cui si sia verificato un numero eccessivo di intervalli non validi, il rilievo sarà prolungato per il tempo necessario all'acquisizione completa di una misura valida.

### 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.

### Misure in interno

La misura deve essere effettuata a finestre completamente chiuse, provvedendo a chiudere anche gli scuri o le avvolgibili se questi sono abitualmente utilizzati dai residenti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast in presenza della sorgente sonora disturbante; il parametro acustico da determinarsi è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A.

Si richiede quindi l'esecuzione di 3 misure, ognuna della durata di 15 minuti, intervallata da una pausa superiore a 15 minuti, da eseguirsi generalmente nel periodo di riferimento più critico per il ricettore in esame:

periodo di riferimento diurno (6-22) per le scuole;

periodo di riferimento notturno (22-6) per tutti gli altri ricettori.

Nel caso specifico in cui la sorgente disturbante sia attiva solo nel periodo diurno o notturno (ad esempio: cantieri con orario di lavoro 8-17) la misura sarà eseguita contemporaneamente all'accensione della sorgente disturbante.

In fase di analisi sarà eseguita una media dei livelli equivalenti registrati nelle 3 misure che sarà confrontata con i limiti previsti per il periodo di riferimento considerato.

Le misure hanno lo scopo di rilevare il rispetto o il superamento dei limiti previsti dal DPR 30/4/2004, n.142:

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.

Nel corso delle misure il Tecnico Competente deve accertarsi che i residenti non interferiscano con il buon esito del rilievo, annotando eventuali eventi determinati da rumori indoor da considerare nella successiva analisi dei dati in laboratorio.

## 5.2. 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.

## 5.3. ANALISI DEI DATI E AZIONI CONSEGUENTI

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 Ra 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.

## 6. 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

### Restituzione 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.

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

### Restituzione dati del monitoraggio Post Operam

Il monitoraggio post operam sarà eseguito durante il secondo anno 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 nel primo anno di 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.

La relazione sarà resa pubblica entro 2 mesi dal termine delle attività sul campo.

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

### Restituzione dati del monitoraggio in 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 (ad esempio trimestrali) 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, 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.

## 7. REQUISITI PER L'ESECUZIONE DEL MONITORAGGIO

### Strumentazione

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

Gli strumenti dovranno consentire sia l'esecuzione di misure in continuo di lunga durata sia l'esecuzione delle misure in frequenza di breve durata.

Per quanto riguarda la raccolta di dati meteorologici relativi a vento, umidità e pioggia, questa sarà affidata in gran parte alle centraline di rilevamento fisse inserite nella rete di monitoraggio meteorologico esistente. Si richiede comunque la possibilità di controllare con un anemometro (anche portatile) le condizioni di ventilazione specifiche per ogni postazione di misura.

### Personale

Tutte le operazioni di monitoraggio acustico, sia in campo che in ufficio, dovranno essere eseguite da tecnici competenti in acustica ai sensi della L. 447/95.

In particolare, dovranno essere svolte da tecnici competenti in acustica le seguenti operazioni:

- posizionamento e smontaggio della strumentazione
- esecuzione dei rilievi
- redazione delle schede di misura
- aggiornamento delle informazioni sul SIT
- redazione della relazione annuale di monitoraggio per la componente rumore
- Interazione con GMA

Tutta la struttura di monitoraggio dovrà assicurare un efficiente coordinamento con il RA, soprattutto nella fase di corso d'opera, in cui sono richiesti:

Rapida risposta alle richieste del RA, che in base al cronoprogramma dei lavori ed alle eventuali emergenze insorte avrà facoltà di richiedere l'esecuzione di misure in determinati siti con un tempo di preavviso minimo predefinito

Conoscenza del SIT, che dovrà essere aggiornato tempestivamente dopo l'esecuzione di ogni rilievo

Rapidità nella redazione dei rapporti di misura completi, che dovranno essere messi a disposizione del RS e del RA in modo consentire l'adozione di provvedimenti efficaci in caso di eventuali superamenti dei limiti

Data la particolare metodologia adottata per il monitoraggio in corso d'opera, la struttura preposta al monitoraggio dovrà comprendere tecnici sempre presenti sul campo e tecnici sempre presenti in ufficio, in grado di elaborare le misure e rispondere alle richieste di RS e RA.

**8. PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO**

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

**FASE ANTE-OPERAM**

## COMPONENTE RUMORE

Codice punto	Coordinate X Y	Prog.	Tipo <sup>1</sup>	Frequenza <sup>2</sup>	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE	NOTE RICETTORE <sup>3</sup>
RUM-001	2422738; 4141679	0+500	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	22 – post operam
RUM-002	2423774; 4142483	1+600	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	31 – cantie- re
RUM-003	2424852; 4142717	2+800	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	40 - cantiere
RUM-004	2426893; 4144063	5+300	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	44 – post operam

<sup>1</sup> Cfr SCHEDA TIPO DI RIFERIMENTO

<sup>2</sup> N. di ripetizioni per questa fase

<sup>3</sup> La numerazione riportata è riferita al censimento dei ricettori effettuato in fase di SIA



RUM-005	2427569; 4145051	6+500	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	56 – punto speciale
RUM-006	2428657; 4145321	7+500	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	64 – cantiere
RUM-007	2429113; 4145471	8+000	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	75 – post operam
RUM-008	2429685; 4145720	8+650	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	83 – verifica mitigazione
RUM-009	2429962; 4145626	8+750	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	94 – verifica mitigazione
RUM-010	2429938; 4145723	8+800	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	103 – verifica mitigazione
RUM-011	2430588; 4145931	9+600	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	120 – post operam, cantiere e verifica mitigazione
RUM-012	2431309; 4146364	10+400	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	124 – cantiere
RUM-013	2431893; 4146559	11+000	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	132 – cantiere

RUM-014	2432292; 4147385	11+800	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	174 – - cantiere
RUM-015	2432573; 4147593	12+250	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	220 – verifica mitigazione
RUM-016	2432579; 4147745	12+350	C	ANNUALE	SETTIMANALE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	224 – cantiere
RUM-017	2432579; 4147882	12+500	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	223D – cantiere
RUM-018	2432937; 4148056	12+750	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	239 – verifica mitigazione
RUM-019	2432863; 4148127	12+800	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	251 – verifica mitigazione
RUM-020	2433112; 4147981	12+800	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	245 – post operam
RUM-021	2433020; 4148157	13+800	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	243 – cantiere
RUM-022	2435757; 4151334	17+100	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	274 – cantiere
RUM-023	2436384;	18+500	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO IN-	300 – post

	4152683						TEGRATORE	operam e cantiere
RUM-024	2436735; 4153188	19+250	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	305 – post operam
RUM-025	2437010; 4153545	19+750	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	325 – cantiere
RUM-026	2437656; 4153699	20+250	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	309 – cantiere
RUM-027	2438128; 4153773	20+750	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	342 – post operam
RUM-028	2439787; 4154361	22+600	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	356 – verifica mitigazione
RUM-029	2440434; 4155044	23+600	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	363 – post operam
RUM-030	2442677; 4154558	26+000	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	368A - cantiere e punto speciale
RUM-031	2422629; 4144904	1+500 (2,9 km NO)	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	Verifica viabilità verso aree cava
RUM-032	2421665;	0+000	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO IN-	Verifica via-

	4140930	(0,8 km SO)					TEGRATORE	bilità verso aree cava
RUM-033	2423254; 4142626	1+325 (0,5 km N)	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	Verifica viabilità verso aree cava
RUM-034	2425857; 4144398	4+600 (0,6 km NE)	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	Verifica viabilità verso aree cava
RUM-035	2429555; 4143541	7+700 (1,9 km SE)	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	Verifica viabilità verso aree cava
RUM-036	2436693; 4155541	19+900 (2,0 km N)	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	Verifica viabilità verso aree cava
RUM-037	2440176; 4150406	22+100 (3,8 km S)	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	Verifica viabilità verso aree cava
RUM-038	2438129; 4151956	20+400 (1,7 km S)	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	Verifica viabilità verso aree cava

## NOTE

Per i ricettori interessati dall'incremento di traffico per la movimentazione da/verso le aree di cava (RUM\_VIA\_031/038), la postazione fonometrica può variare nell'ambito dell'area scelta, in base alla disponibilità di accesso ed in accordo con le indicazioni del RA

**FASE CORSO D'OPERA**

## COMPONENTE RUMORE

Codice punto	Coordinate X Y	Prog.	Tipo <sup>4</sup>	Frequenza <sup>5</sup>	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE	NOTE RICETTORE <sup>6</sup>
RUM-002	2423774; 4142483	1+600	B	MENSILE	24 ORE	48 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	31 – cantiere
RUM-003	2424852; 4142717	2+800	A	MENSILE	6 SPOT DA 15'	3 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	40 - cantiere
RUM-005	2427569; 4145051	6+500	B	MENSILE	24 ORE	4 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	56 – punto speciale
RUM-006	2428657; 4145321	7+500	B	MENSILE	24 ORE	48 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	64 – cantiere
RUM-011	2430588;	9+600	B	MENSILE	24 ORE	3 MESI	FONOMETRO IN-	120 – post

<sup>4</sup> Cfr SCHEDA TIPO DI RIFERIMENTO<sup>5</sup> N. di ripetizioni per questa fase<sup>6</sup> La numerazione riportata è riferita al censimento dei ricettori effettuato in fase di SIA

	4145931						TEGRATORE	operam, cantiere e verifica miti- gazione
RUM-012	2431309; 4146364	10+400	A	MENSILE	6 SPOT DA 15'	6 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	124 – can- tiere
RUM-013	2431893; 4146559	11+000	A	MENSILE	6 SPOT DA 15'	6 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	132 – can- tiere
RUM-014	2432292; 4147385	11+800	A	MENSILE	6 SPOT DA 15'	2 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	174 – can- tiere
RUM-016	2432579; 4147745	12+350	C	TRIMESTRALE	SETTIMANALE	48 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	224 – can- tiere
RUM-017	2432579; 4147882	12+500	B	MENSILE	24 ORE	48 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	223D – can- tiere
RUM-021	2433020; 4148157	13+800	A	MENSILE	6 SPOT DA 15'	17 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	243 – can- tiere
RUM-022	2435757; 4151334	17+100	A	MENSILE	6 SPOT DA 15'	17 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	274 – can- tiere
RUM-023	2436384; 4152683	18+500	B	MENSILE	24 ORE	4 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	300 – post operam e cantiere
RUM-025	2437010;	19+750	B	MENSILE	24 ORE	48 MESI	FONOMETRO IN-	325 – can-

	4153545						TEGRATORE	tiere
RUM-026	2437656; 4153699	20+250	A	MENSILE	6 SPOT DA 15'	10 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	309 – cantiere
RUM-030	2442677; 4154558	26+000	B	MENSILE	24 ORE	48 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	368A - cantiere e punto speciale
RUM-031	2422629; 4144904	1+500 (2,9 km NO)	C	MENSILE	SETTIMANALE (*)	48 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	325 – cantiere
RUM-032	2421665; 4140930	0+000 (0,8 km SO)	C	MENSILE	SETTIMANALE (*)	48 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	309 – cantiere
RUM-033	2423254; 4142626	1+325 (0,5 km N)	C	MENSILE	SETTIMANALE (*)	48 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	Verifica viabilità verso aree cava
RUM-034	2425857; 4144398	4+600 (0,6 km NE)	C	MENSILE	SETTIMANALE (*)	48 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	Verifica viabilità verso aree cava
RUM-035	2429555; 4143541	7+700 (1,9 km SE)	C	MENSILE	SETTIMANALE (*)	48 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	Verifica viabilità verso aree cava
RUM-036	2436693; 4155541	19+900 (2,0 km	C	MENSILE	SETTIMANALE (*)	48 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	Verifica viabilità verso

		N)						aree cava
RUM-037	2440176; 4150406	22+100 (3,8 km S)	C	MENSILE	SETTIMANALE (*)	48 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	Verifica via- bilità verso aree cava
RUM-038	2438129; 4151956	20+400 (1,7 km S)	C	MENSILE	SETTIMANALE (*)	48 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	Verifica via- bilità verso aree cava

NOTE

Con l'asterisco (\*) si vuole indicare la settimana più critica nel mese considerato, secondo il piano delle lavorazioni



**FASE POST- OPERAM**

## COMPONENTE RUMORE

Codice punto	Coordinate X Y	Prog.	Tipo <sup>7</sup>	Frequenza <sup>8</sup>	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE	NOTE RICETTORE <sup>9</sup>
RUM-001	2422738; 4141679	0+500	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	22
RUM-004	2426893; 4144063	5+300	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	44
RUM-005	2427569; 4145051	6+500	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	56 – punto speciale
RUM-007	2429113; 4145471	8+000	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	75
RUM-008	2429685; 4145720	8+650	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO IN- TEGRATORE	83 – verifica mitigazione
RUM-009	2429962;	8+750	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO IN-	94 – verifica

<sup>7</sup> Cfr SCHEDA TIPO DI RIFERIMENTO<sup>8</sup> N. di ripetizioni per questa fase<sup>9</sup> La numerazione riportata è riferita al censimento dei ricettori effettuato in fase di SIA

	4145626						TEGRATORE	mitigazione
RUM-010	2429938; 4145723	8+800	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	103 – verifica mitigazione
RUM-011	2430588; 4145931	9+600	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	120 – post operam, cantiere e verifica mitigazione
RUM-015	2432573; 4147593	12+250	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	220 – verifica mitigazione
RUM-016	2432579; 4147745	12+350	C	ANNUALE	SETTIMANALE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	224 – cantiere
RUM-018	2432937; 4148056	12+750	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	239 – verifica mitigazione
RUM-019	2432863; 4148127	12+800	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	251 – verifica mitigazione
RUM-020	2433112; 4147981	12+800	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	245
RUM-023	2436384; 4152683	18+500	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	300

RUM-024	2436735; 4153188	19+250	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	305
RUM-027	2438128; 4153773	20+750	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	342
RUM-028	2439787; 4154361	22+600	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	356 – verifica mitigazione
RUM-029	2440434; 4155044	23+600	A	ANNUALE	6 SPOT DA 15'	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	363
RUM-030	2442677; 4154558	26+000	B	ANNUALE	24 ORE	12 MESI	FONOMETRO INTEGRATORE	368A punto speciale

## **VIBRAZIONI**

## 9. PREMESSA

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 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.

## 10. RIFERIMENTI NORMATIVI

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)”

### 10.1. La 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.

## **10.2. La 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.

## 11. DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

### 11.1. 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.

La scelta dei punti di monitoraggio è legata sia alla struttura geolitologica del terreno che alla tipologia dell'opera (sia relativamente alla fase di costruzione che a quella di esercizio). Non da ultimo è da considerare la tipologia del ricettore da indagare.

Il tracciato della SS 640, in tutto il suo sviluppo, copre un'area di grande estensione che ricade in un orizzonte geologico complesso che abbraccia formazioni caratterizzate dalla presenza della Serie Evaporitica Messiniana che poggia sul complesso plastico argilloso e precede stratigraficamente i depositi pelagici trasgressivi, per un arco temporale che va dal Miocene al Pleistocene.

L'area presenta nel suo complesso assetti morfologici vari derivanti dalle locali condizioni topografiche e strutturali e dalle caratteristiche tecniche dei materiali affioranti, rappresentati da un complesso plastico (argille – formazione pre-evaporitica), un complesso clastico (ghiaie, sabbie e limi - formazione quaternaria) ed un complesso rigido (calcari, gessi, calcari-marnosi, calcareniti e conglomerati- formazione post-evaporitica).

Da un punto di vista geologico generale ci si trova di fronte ad una sequenza stratigrafica che include termini di varia natura e, di conseguenza, dal comportamento geomeccanico differenziato.



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 adottato per lo studio della componente rumore, in quanto in esso sono inclusi ricettori entro una fascia di 250 metri per lato a partire dal bordo strada

## 11.2. Dati preesistenti da SIA

Considerando la tipologia dell'infrastruttura, il posizionamento e la tipologia dei cantieri, la litologia presente e, soprattutto, la tipologia dei ricettori, sono state individuate tre situazioni di potenziale criticità nella fase ante operam dello studio di impatto ambientale.

La prima situazione interessa l'intorno dello svincolo di Caltanissetta sud, nella contrada Cialagra (km 12+600 circa) in cui saranno presenti due cantieri. Uno è identificabile come Cantiere n°3 della superficie di 6600 m<sup>2</sup>, l'altro è localizzato all'imbocco sud della galleria S. Elia esteso per 4200m<sup>2</sup>.

In quest'area sono presenti numerosi ricettori residenziali; la formazione geologica presente è costituita da sabbie e sabbie argillose da considerarsi terreni prevalentemente incoerenti ed eventualmente suscettibili di costipazione per vibrazione.

Il secondo caso è costituito dalla realizzazione della galleria S.Elia prevista sotto il centro abitato di Caltanissetta. La galleria sarà scavata quasi interamente all'interno della Formazione dei Trubi, costituita da calcari marnosi e marne calcaree. Al di sopra poggia la Formazione Marnoso-Arenacea costituita da calcareniti, sabbie, sabbie argillose, argille ed argille marnose.

Con i litotipi presenti si può ipotizzare un'attenuazione delle vibrazioni indotte dallo scavo della galleria al piano campagna. Risulta anche influente, ad attenuare le vibrazioni, la profondità dello scavo stesso che si aggira intorno ai 120m circa.

L'ultima situazione potenzialmente critica, è rappresentata dalla realizzazione della galleria naturale in corrispondenza della chilometrica km 17+500 circa. Tale galleria attraversa una cresta argillosa costituita da argille grigio-azzurro tortoniane e marne argillose con cristalli di gesso e livelli conglomeratici. La presenza di ricettori a destinazione residenziale sulla cresta e l'esigua profondità dello scavo, circa 20 m, fanno presupporre la possibilità di innesco di vibrazioni.

Fra tutti i ricettori che rientrano nelle situazioni sopra riportate saranno scelti quelli più rappresentativi. Queste stesse postazioni saranno poi oggetto di misure nella fase del corso d'opera e del post operam, in modo tale da poter monitorare le eventuali alterazioni indotte dalla cantierizzazione e dal successivo esercizio dell'infrastruttura.

### 11.3. Estensione temporale del M.A.

Il PMA per la componente vibrazioni dovrà prevedere:

#### Fase Ante-Operam

Vanno verificate le osservazioni e le misure fatte per lo studio di impatto ambientale; deve essere analizzata la fascia di studio presa in considerazione, in riferimento ai ricettori potenzialmente impattati.

L'area di indagine deve essere 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 (quale può essere l'escursione del livello di falda).

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.

Vanno segnalate le criticità esistenti, sia in termini strutturali (danni o lesioni agli edifici) che di "annoyance" (disturbo alle persone o ad attività umane).

#### 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.

#### Fase Post-Operam

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

Vanno verificati gli interventi di mitigazione adottati e, qualora si riscontrassero ancora delle criticità, vanno proposti interventi integrativi di contenimento.

### 11.3.1. Metodiche di misura

Sono previste due misure di 30 minuti all'interno di un tempo di osservazione di 24 ore, una da effettuarsi nel periodo di riferimento diurno e l'altra nel periodo di riferimento notturno. Per edifici a due piani i rilievi vanno eseguiti al piano terra (piano delle fondazioni) ed al piano più alto. Per edifici di altezza maggiore è previsto un ulteriore rilievo presso un piano intermedio. Tutte le misure suddette sono previste sincrone con rilevazione contemporanea degli indicatori presso gli assi x, y e z. Ciò possibile tramite l'utilizzo di tre sensori monoassiali o di un sensore triassiale.

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

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

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

### 11.3.2. Durata di ciascuna fase di monitoraggio e frequenza dei rilievi per ciascuna componente

Per tutti i punti di misura sono previste:

1. fase ante-operam: una misura;
2. fase corso d'opera: una misura nel momento di massima attività di costruzione ad una distanza inferiore a 250 m e una misura di controllo ogni anno per tutta la fase (in presenza di lavorazioni)
3. post-operam: una sola misura quando il traffico veicolare ha raggiunto il regime.

La durata di ciascuna fase pertanto è regolata:

1. in fase ante-operam dal tempo necessario per l'esecuzione delle attività di misura;
2. in fase di costruzione dal periodo di attività previsto su ogni punto di misura;
3. in fase post-operam dal tempo necessario per l'esecuzione delle attività di misura.

Le misure nella fase post operam hanno lo scopo di individuare criticità ancora non risolte e di proporre nel caso adeguati interventi presso il ricettore.

## 11.4. Parametri caratteristici

### 11.4.1. 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.

#### **11.4.2. 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.

#### **11.4.3. 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.

E' 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.

## 12. MODALITÀ DI MONITORAGGIO

### 12.1. Strumentazione

#### 12.1.1. 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.

#### 12.1.2. 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  $\leq \pm 5\%$ .

#### 12.1.3. Taratura e calibrazione

Tutta la catena di misura da utilizzarsi sarà accompagnata da certificato di taratura non anteriore a 2 anni dalla misura, con controllo periodico eseguito presso laboratori accreditati SIT. La calibrazione è da eseguirsi all'inizio ed alla fine di ogni rilievo, utilizzando appositi calibratori tarati con un segnale standard.

### 12.2. Metodi di misura

I metodi di misura per le vibrazioni di seguito indicati sono desunti dalla normativa vigente.

#### 12.2.1. Scelta delle grandezze da monitorare

Ad ogni grandezza è associata la valutazione di differenti effetti generati dal fenomeno vibratorio.

L'accelerazione è utilizzata per la valutazione del disturbo alle attività umane e si può facilmente ricavare tramite misura con accelerometri. La misura della velocità può da-

re indicazioni riguardo i danni alle strutture, ma la strumentazione presenta dei limiti alle basse frequenze. Lo spostamento (non facilmente misurabile) può interpretarsi come la capacità del fenomeno vibratorio di generare danni nelle strutture.

### **12.2.2. 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.

## **12.3. Metodi di esecuzione del monitoraggio**

### **12.3.1. Misure Ante Operam**

Le misure di monitoraggio ante operam sono la base per il successivo confronto con i rilievi della fase corso d'opera e post operam. Al fine di valutare il fenomeno sia nel periodo di riferimento diurno che in quello notturno si prevedono sessioni di misura nelle 24 ore.

Un esperto geologo consentirà, nel corso dell'esecuzione della misura, di individuare il livello di falda e di caratterizzare contemporaneamente il suolo ed il sottosuolo da un punto di vista geolitologico.

Il posizionamento dei sensori deve essere particolarmente accurato, in modo tale da poter essere replicato nelle successive fasi di corso d'opera e di post operam.

### **12.3.2. Misure Post Operam**

Le misure post operam sono previste ancora nelle 24 ore per individuare la portata del fenomeno vibratorio nella fase di esercizio dell'infrastruttura. I rilievi eseguiti nella fase ante operam permettono di confrontare i risultati ottenuti.

### **12.3.3. Misure in Corso d'Opera**

Il fenomeno vibratorio nella fase del corso d'opera è legato essenzialmente all'attività di cantiere e ha carattere transitorio: al termine delle attività le vibrazioni non si ripetono più. Il monitoraggio di questa fase va fatto in stretta collaborazione con il Responsabile Ambientale e sulla base del cronoprogramma dei lavori. Per ogni posta-

zione si prevede una misura per ogni anno di cantierizzazione; la durata deve comprendere l'orario di lavorazione e, qualora sia esteso anche al periodo notturno, deve comunque considerare le 24 ore.

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

Per quanto concerne la viabilità di cantiere, si tiene conto del fatto che il transito dei mezzi pesanti non determina danni agli edifici, ma si risolve in un disturbo per le attività umane. Tale disturbo è comunque di carattere temporaneo e si esaurisce al termine dei transiti. Pertanto l'attenzione del monitoraggio si concentrerà sostanzialmente sui ricettori in prossimità dell'infrastruttura.

## **12.4. Localizzazione e tempistica dei rilievi**

### **12.4.1. Rilievi Ante Operam**

Rilievi lungo il tracciato stradale

Nella fase di monitoraggio ante operam sono state previste 19 misure di monitoraggio, in altrettanti punti situati in prossimità del tracciato stradale. Le postazioni sono state individuate sulla base delle indicazioni riportate nel SIA e sull'ubicazione dei cantieri.

Ogni punto di monitoraggio è individuabile in cartografia negli allegati PM06 AMB PL01-07

### **12.4.2. Rilievi Post Operam**

I punti di monitoraggio e i tipi di misura previsti per la fase post operam sono gli stessi descritti per la fase ante operam, descritti in precedenza.

### **12.4.3. Rilievi in Corso d'Opera**

Le emissioni di vibrazioni sono dovute alla fase di cantiere, che sono regolate dal cronoprogramma dei lavori e cessano al termine dei lavori stessi. Pertanto, tenendo conto dei punti di misura della fase ante operam, si prevede un rilievo per ogni anno di cantierizzazione presso gli stessi ricettori. La misura dovrà comprendere come minimo una giornata di lavoro o, nel caso di lavorazioni notturne, essere estesa alle 24 ore. Il rilievo sarà da effettuarsi sulla scelta del Responsabile Ambientale, il quale identificherà per il ricettore considerato la fase più critica (sulla base del cronoprogramma).



## 13. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

### 13.1. Attività in campo

#### Sopralluogo

Le attività di sopralluogo saranno svolte al fine di:

verificare la fattibilità delle misure;

acquisire i permessi necessari all'esecuzione dei rilievi;

pianificare le attività di misura.

#### Acquisizione del permesso

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

le modalità di accesso alla postazione di misura;

l'attività che sarà svolta dal personale tecnico;

il codice del punto di monitoraggio;

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.

#### Attività di misura

##### Scelta del periodo di misura

Le misure ante operam e post operam hanno lo scopo di monitorare la sorgente traffico veicolare e sono pertanto da svolgersi durante giorni feriali. In tal modo si prendono in considerazione i mezzi pesanti e gli spostamenti verso il lavoro.

La fase del corso d'opera prevede invece la caratterizzazione delle attività di cantiere, pertanto le misure vanno svolte quando i cantieri stessi sono in piena attività.

#### 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 telefoni-

camente 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.

#### 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

### 13.2. 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.

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 agli 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;
7. il GMA conferma la data del rilievo all'ente di controllo il giorno precedente.

### **13.3. Analisi dei dati e azioni conseguenti**

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 può programmare ulteriori misure, indicare le modifiche da effettuare o, se necessario, proporre la sospensione delle attività di costruzione.

## 14. RESTITUZIONE DEI DATI

Nel corso del monitoraggio saranno rese disponibili le seguenti informazioni:

Schede di misura;

Relazioni di fase in AO e PO;

Relazioni annuali in CO;

Dati strutturati e/o non strutturati sul SIT.

### Restituzione 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.

### Restituzione dati del monitoraggio in 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.

### Restituzione dati del monitoraggio post operam

Il monitoraggio post operam va eseguito con la strada a regime; i dati di traffico previsti sono la base per l'individuazione del periodo di maggior utilizzo. L'individuazione di edifici critici porterà quindi alla formulazione di un piano di bonifica. Anche per la fase ante operam sono previste una relazione e le schede di misura. Tutti i dati raccolti saranno poi organizzati per l'introduzione nel SIT.

Per ogni rilievo eseguito nell'ambito del monitoraggio ambientale sarà redatta una scheda di misura (cfr PM06 AMB SC02)

### Relazione ante operam

Al fine di illustrare i risultati delle attività preliminari di acquisizione dati, dei sopralluoghi effettuati, delle campagne di misura compiute e delle elaborazioni sui dati, sarà redatta una relazione di fase ante operam.

### Relazione corso d'opera

Al fine di fornire una sintesi dei dati acquisiti, delle elaborazioni ed analisi effettuate nell'anno di riferimento, una valutazione dell'efficacia delle misure di mitigazione previste in fase di progetto e di quelle eventualmente introdotte a seguito delle risultanze del monitoraggio stesso, saranno redatte relazioni annuali durante le fasi corso d'opera.

### Relazione post operam

Al fine di fornire una sintesi dei dati acquisiti, delle elaborazioni ed analisi effettuate, una valutazione dell'efficacia delle misure di mitigazione previste in fase di progetto e di quelle eventualmente introdotte a seguito delle risultanze del monitoraggio stesso, sarà redatta una relazione finale post operam.

#### ALLEGATI:

Certificati di taratura: Sarà riportata copia dei certificati di taratura per tutti gli strumenti utilizzati.

Schede di misura: l'allegato riporterà le schede compilate durante le operazioni di misura e successive elaborazioni.

## 15. REQUISITI PER L'ESECUZIONE DEL MONITORAGGIO

### 15.1. Strumentazione necessaria

Tutta la strumentazione utilizzata dovrà essere conforme alle normative vigenti e fornita di certificato di taratura.

### 15.2. Personale

Tutte le operazioni di monitoraggio acustico, sia in campo che in ufficio, dovranno essere eseguite da tecnici con specifiche competenze sulla rilevazione di vibrazioni e sull'impatto vibrazionale

In particolare, dovranno essere svolte da tecnici competenti le seguenti operazioni:

1. posizionamento e smontaggio della strumentazione
2. esecuzione dei rilievi
3. redazione delle schede di misura
4. aggiornamento delle informazioni sul SIT
5. redazione della relazione annuale di monitoraggio per la componente vibrazioni

### 15.3. Interazione con GMA

Il monitoraggio dovrà essere coordinato con il RA, soprattutto nella fase di corso d'opera; si richiedono:

Rapida risposta alle richieste del RA, che in base al cronoprogramma dei lavori ed alle eventuali emergenze insorte avrà facoltà di richiedere l'esecuzione di misure in determinati siti con un tempo di preavviso minimo predefinito

Conoscenza del SIT, che dovrà essere aggiornato tempestivamente dopo l'esecuzione di ogni rilievo

Rapidità nella redazione dei rapporti di misura completi, che dovranno essere messi a disposizione del RS e del RA in modo consentire l'adozione di provvedimenti efficaci in caso di eventuali superamenti dei limiti

Data la particolare metodologia adottata per il monitoraggio in corso d'opera, la struttura preposta al monitoraggio dovrà comprendere tecnici sempre presenti sul campo e tecnici sempre presenti in ufficio, in grado di elaborare le misure e rispondere alle richieste di RS e RA.

**16. PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO**

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

**FASE ANTE - OPERAM**

## COMPONENTE VIBRAZIONI

Codice punto	Coordinate X Y	Prog.	Tipo <sup>10</sup>	Frequenza <sup>11</sup>	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE	NOTE RICETTORE <sup>12</sup>
VIB_001	2423481; 4142001	1+300		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	36-cantiere
VIB_002	2423786; 4142490	1+700		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	31-cantiere
VIB_003	2424869; 4142713	2+850		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	40-galleria
VIB_004	2428639; 4145327	7+500		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	64-cantiere
VIB_005	2428867; 4145488	7+800		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	70-cantiere

<sup>10</sup> Cfr SCHEDA TIPO DI RIFERIMENTO

<sup>11</sup> N. di ripetizioni per questa fase

<sup>12</sup> La numerazione riportata è riferita al censimento dei ricettori per la componente rumore effettuato in fase di SIA

VIB_006	2430906; 4145992	9+850		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	121-galleria
VIB_007	2431320; 4146648	10+600		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	130-galleria
VIB_008	2432188; 4147221	11+650		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	169BI- galleria
VIB_009	2432543; 4147882	12+350		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	223-cantiere
VIB_010	2432776; 4147793	12+450		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	214-cantiere
VIB_011	2432698; 4148027	12+600		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	258-cantiere
VIB_012	2433009; 4148516	13+200		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	256-galleria
VIB_013	2435775; 4151759	17+500		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	281-galleria
VIB_014	2436169; 4152708	18+500		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	296-galleria
VIB_015	2436607; 4153525	19+400		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	331-cantiere
VIB_016	2436991; 4153559	19+700		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	325-cantiere
VIB_017	2442510; 4154610	25+800		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	370-galleria



---

VIB_018	2443101; 4155129	26+500		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	371-cantiere
VIB_019	2443547; 4155062	26+850		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	372-cantiere

**FASE CORSO D'OPERA**

## COMPONENTE VIBRAZIONI

Codice punto	Coordinate X Y	Prog.	Tipo <sup>13</sup>	Frequenza <sup>14</sup>	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE	NOTE RICETTORE <sup>15</sup>
VIB_001	2423481; 4142001	1+300		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	36-cantiere
VIB_002	2423786; 4142490	1+700		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	31-cantiere
VIB_003	2424869; 4142713	2+850		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	40-galleria
VIB_004	2428639; 4145327	7+500		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	64-cantiere
VIB_005	2428867; 4145488	7+800		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	70-cantiere

<sup>13</sup> Cfr SCHEDA TIPO DI RIFERIMENTO<sup>14</sup> N. di ripetizioni per questa fase<sup>15</sup> La numerazione riportata è riferita al censimento dei ricettori per la componente rumore effettuato in fase di SIA

VIB_006	2430906; 4145992	9+850		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	121-galleria
VIB_007	2431320; 4146648	10+600		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	130-galleria
VIB_008	2432188; 4147221	11+650		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	169BI- galleria
VIB_009	2432543; 4147882	12+350		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	223-cantiere
VIB_010	2432776; 4147793	12+450		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	214-cantiere
VIB_011	2432698; 4148027	12+600		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	258-cantiere
VIB_012	2433009; 4148516	13+200		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	256-galleria
VIB_013	2435775; 4151759	17+500		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	281-galleria
VIB_014	2436169; 4152708	18+500		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	296-galleria
VIB_015	2436607; 4153525	19+400		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	331-cantiere
VIB_016	2436991; 4153559	19+700		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	325-cantiere
VIB_017	2442510; 4154610	25+800		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	370-galleria

VIB_018	2443101; 4155129	26+500		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	371-cantiere
VIB_019	2443547; 4155062	26+850		ANNUALE	24 ORE	48 MESI (*)	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	372-cantiere

## NOTE

Per ogni punto di misura si prevede un rilievo per ogni anno di cantierizzazione (\*); tale rilievo deve comprendere un'intera giornata di lavoro (nel caso di lavorazioni notturne si estende alle 24 ore); la scelta dell'esecuzione del rilievo sarà fatta dal Responsabile Ambientale, identificando la fase più critica per il ricettore in esame tramite il cronoprogramma dei lavori.

**FASE POST-OPERAM**

## COMPONENTE VIBRAZIONI

Codice punto	Coordinate X Y	Prog.	Tipo <sup>16</sup>	Frequenza <sup>17</sup>	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE	NOTE RICETTORE <sup>18</sup>
VIB_003	2424869; 4142713	2+850		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	40-galleria
VIB_006	2430906; 4145992	9+850		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	121-galleria
VIB_007	2431320; 4146648	10+600		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	130-galleria
VIB_008	2432188; 4147221	11+650		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	169BI-galleria
VIB_012	2433009; 4148516	13+200		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	256-galleria
VIB_013	2435775; 4151759	17+500		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	281-galleria

<sup>16</sup> Cfr SCHEDA TIPO DI RIFERIMENTO<sup>17</sup> N. di ripetizioni per questa fase<sup>18</sup> La numerazione riportata è riferita al censimento dei ricettori per la componente rumore effettuato in fase di SIA

---

VIB_014	2436169; 4152708	18+500		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	296-galleria
VIB_017	2442510; 4154610	25+800		ANNUALE	24 ORE	12 MESI	ACCELEROMETRO TRIASSIALE	370-galleria

