



AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

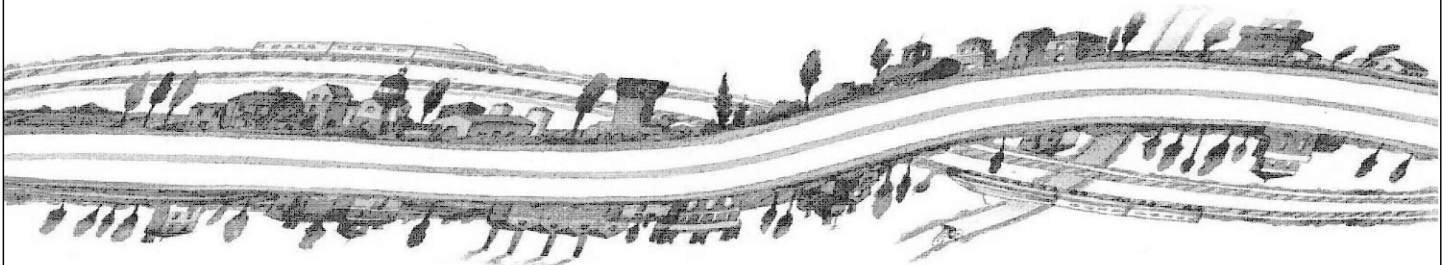
PROGETTO DEFINITIVO

AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA PARTE GENERALE

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

RELAZIONI SPECIALISTICHE

RELAZIONI SPECIALISTICHE
COMPONENTE VIBRAZIONI



IL PROGETTISTA

Arch. Sergio Beccarelli
Ord. Arch. Prov. PR n. 377



TECNICO COMPETENTE IN ACOUSTICA

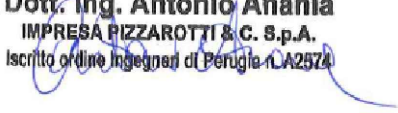


Pro. Ing. Angelo Farina
Tecnico Competente in Acustica Ambientale
DD Regione Emilia Romagna n. 41394 del 9/11/1998
ENTECA n. 5715 del 10/12/2013

RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Antonio Anania
Albo Ing. Perugia n° A2574

Dott. Ing. Antonio Anania
IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.
Iscritto ordine Ingegneri di Perugia n. A2574



IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale
Cispadana S.p.A.
IL PRESIDENTE
Graziano Pettuzzi



G										
F										
E										
D										
C										
B	01.08.2019	EMISSIONE PER OTTEMPERANZA DECRETO VIA DEL 25.07.2017			BRIANTI	BECCARELLI	ANANIA			
A	17.04.2012	EMISSIONE			CATTANI	BECCARELLI	SALSI			
REV.	DATA	DESCRIZIONE			REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE			
IDENTIFICAZIONE ELABORATO										DATA: AGOSTO 2019
NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA: -
0233	PD	0	000	00000	0	MN	RH	03	B	

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
2.1. MISURA DELLE VIBRAZIONI NEGLI EDIFICI E CRITERI DI VALUTAZIONE DEL DISTURBO.....	3
2.2. CRITERI DI MISURA E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELLE VIBRAZIONI SUGLI EDIFICI.....	4
2.3. ATTIVITÀ PRODUTTIVE SENSIBILI GENERANTI ANOMALIE VIBRAZIONALI.....	5
3. METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO.....	7
3.1. METODICA V1	7
3.2. METODICA V2	8
4. PARAMETRI DA MONITORARE.....	9
5. LOCALIZZAZIONE DEI MONITORAGGI E UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA.	15
6. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEI MONITORAGGI	18
6.1. MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	18
6.2. MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA	18
6.3. MONITORAGGIO POST OPERAM	19
7. SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO PREVISTE	21

1. PREMESSA

La presente relazione costituisce la sezione specialistica del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) dedicata a descrivere la componente **Vibrazioni**.

Un monitoraggio *ante operam* delle componenti rumore e vibrazioni è stato eseguito nel corso dell'estate 2011. Esso ha mostrato in generale valori bassi di queste due componenti, perfettamente conformi ai limiti di accettabilità. Tuttavia, proprio perché il percorso delle nuove opere infrastrutturali si snoda in aree attualmente poco impattate da preesistenti sorgenti di rumore e vibrazioni, diventa necessario pianificare un opportuno monitoraggio ambientale che vigili sul potenziale incremento, in questo caso di vibrazioni, che si potrebbe verificare durante la fase di cantiere e di esercizio dell'Autostrada Regionale Cispadana. Il presente documento riporta le modalità e le metodologie attraverso le quali viene sviluppato il PMA per le opere di progetto, con riferimento alle fasi *ante operam*, corso d'opera e *post operam*.

Il piano di monitoraggio è finalizzato alla verifica dei livelli vibrazionali valutando eventuali condizioni di criticità o variazioni tra la situazione ante opera e la condizione di esercizio, in punti definiti. La scelta dei punti di misura si è basata sugli studi condotti per la redazione del SIA, integrati da eventuali misure aggiuntive. La fase di monitoraggio in Corso d'Opera è finalizzata alla verifica dei livelli raggiunti, in particolare presso i cantieri e i fronti di avanzamento dei lavori, in corrispondenza delle zone dove sono presumibili alterazioni dei livelli attuali.

Nella fase di realizzazione dell'opera le principali fonti di vibrazioni sono da ricondursi a:

1. lavorazioni che provocano un intervento sul terreno come operazioni di scavo, scavo con esplosivi, di carotaggio, di trivellazione, lavori di compattazione;
2. movimentazione dei veicoli all'interno del cantiere;
3. impianti fissi come impianti di depurazione per additivi di calcestruzzo.

Le verifiche riguardano gli effetti su:

- la popolazione, per la stima del possibile disturbo;
- eventuali edifici lesionati da eventi sismici, così come esplicitamente richiesto dalle condizioni ambientali 25 CTVIA - 30 RER.

Il progetto di monitoraggio ambientale relativo alla componente vibrazioni è redatto in modo da rappresentare un elemento operativo capace di garantire l'adeguata conoscenza e il controllo del fenomeno vibrazionale, in relazione alle potenziali variazioni indotte dalla realizzazione dell'opera in progetto.

L'articolazione del monitoraggio è stata sviluppata in modo da consentire un adeguato controllo dei parametri in relazione ai limiti normativi vigenti sul territorio.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Ad oggi non è disponibile una legge nazionale o regionale in materia di vibrazioni, pertanto si applicano le indicazioni derivanti da norme a livello comunitario:

- UNI 9614:2017, “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo“, UNI, Milano, Settembre 2017
- UNI 9916:2014, “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici“, UNI, Milano, Gennaio 2014
- UNI ENV 28041 “Risposta degli individui alla 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 vibrations, Part 1: General Requirements“, 2014
- ISO 2631, “Evaluation of human exposure to whole-body vibrations, Part 2: Continuous and shock induced vibrations in buildings (1 to 80 Hz)“, 2003
- DIN 4150, “Vibrations in buildings, Part 3: effects on structures“, 2016 (English Language Version)

2.1. MISURA DELLE VIBRAZIONI NEGLI EDIFICI E CRITERI DI VALUTAZIONE DEL DISTURBO

Per quanto riguarda la misura delle vibrazioni negli edifici ed i criteri di valutazione del disturbo, in Italia si fa riferimento alla norma UNI 9614 aggiornata nel 2017 che è in parziale accordo con i contenuti di altre norme internazionali: ISO 2631/1 e ISO 2631/2. Per i possibili danni alle strutture la norma di riferimento è la UNI 9916 del 2014.

Poiché gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda delle frequenza delle accelerazioni, per la misura verranno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda del loro effetto sul soggetto esposto. Analogamente a quanto avviene per la misura del rumore, dove viene applicata una curva di ponderazione nella banda di frequenza 20Hz-20kHz, anche nel campo vibrazionale viene applicata una ponderazione per tenere conto della diversa sensibilità del corpo umano alle differenti frequenze per esposizioni in direzione longitudinale alla colonna dorsale (asse z), in direzione trasversale (asse x-y), con postura non nota o variabile.

Le valutazioni (misure dirette di controllo e/o previsioni) saranno condotte facendo riferimento a livelli (RMS) di accelerazione ponderati. In particolare la valutazione del disturbo alle persone generato da una sorgente

deve essere effettuata confrontando il parametro descrittore della vibrazione della sorgente V_{SOR} (massima accelerazione ponderata) con i limiti di riferimento riportati nella tabella seguente, definiti per i diversi tipi di ambiente e per i diversi periodi della giornata.

E' bene precisare che tali valori sono appena superiori alla soglia di percezione e di molto inferiori a quelli minimi di rischio per la salute.

DESTINAZIONE D'USO	V_{SOR} [mm/s ²]
Ambienti ad uso abitativo (periodo diurno)	7.2
Ambienti ad uso abitativo (periodo notturno)	3.6
Ambienti ad uso abitativo (periodo diurno di giornate festive)	5.4
Luoghi lavorativi	14.0
Ospedali, case di cura ed affini	2.0
Asili e case di riposo	3.6
Scuole	5.4

TABELLA 2-1 – LIMITI UNI 9614 PER LA MASSIMA ACCELERAZIONE PONDERATA DELLA SORGENTE V_{SOR}

2.2. CRITERI DI MISURA E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELLE VIBRAZIONI SUGLI EDIFICI

La misura delle vibrazione negli edifici è un problema di rilevante importanza con una serie di fattori che devono essere obbligatoriamente affrontati. Tali fattori sono:

- il riconoscimento del problema: quando occorre valutare se l'entità delle vibrazioni può interessare l'integrità strutturale degli edifici;
- verifiche o controlli: quando si voglia rapportare il livello delle vibrazioni ai limiti imposti dalle normative specifiche;
- diagnostica: quando si renda necessario verificare se la presenza o meno di danneggiamenti strutturali sia attribuibile al superamento di soglie di vibrazioni;
- previsione: quando si voglia valutare l'attitudine dell'edificio a sopportare carichi dinamici accidentali.

Per questi motivi in Italia si fa riferimento alla norma UNI 9916:2014 (Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici) che è in sostanziale accordo con i contenuti di altre norme internazionali: ISO 4866, DIN 4150/3, BS 6472.

La normativa definisce come parametro di riferimento per la valutazione degli effetti delle vibrazioni il massimo valore (o di picco) delle componenti delle velocità di vibrazione (V_x , V_y , V_z) valutate alla fondazione (basamento) o sul pavimento dell'ultimo piano (in quota).

La stessa norma UNI 9916 fornisce alcuni valori di riferimento, riportati nella tabella successiva.

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in mm/s				
		Fondazioni			Piano alto	Solai Componente Verticale
		Da 1 Hz a 10 Hz	Da 10 Hz a 50 Hz	Da 50 Hz a 100 Hz ^{*)}	Per tutte le frequenze	Per tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	20	Varia linearmente da 20 ($f=10$ Hz) a 40 ($f=50$ Hz)	Varia linearmente da 40 ($f=50$ Hz) a 50 ($f=100$ Hz)	40	20
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5	Varia linearmente da 5 ($f=10$ Hz) a 15 ($f=50$ Hz)	Varia linearmente da 15 ($f=50$ Hz) a 20 ($f=100$ Hz)	15	20
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	3	Varia linearmente da 3 ($f=10$ Hz) a 8 ($f=50$ Hz)	Varia linearmente da 8 ($f=50$ Hz) a 10 ($f=100$ Hz)	8	3/4
*) Per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100 Hz.						

TABELLA 2.2-1 VELOCITÀ AMMISSIBILI IN MM/S (SI INTENDE LA MASSIMA DELLE TRE COMPONENTI DELLA VELOCITÀ NEL PUNTO DI MISURA)

Tale riferimento normativo sarà applicato in caso di edifici lesionati da eventi sismici, così come esplicitamente richiesto dalle condizioni ambientali 25 CTVIA - 30 RER. Sono stati infatti individuati alcuni ruderi (come classificati da censimento ricettori), soprattutto nelle aree di Finale Emilia e Cento, più colpite dal sisma, posti in stretta prossimità al rilevato stradale di progetto. Per questo motivo il monitoraggio non prevede la verifica del disturbo (non risultano abitati) ma degli effetti sulle strutture. Chiaramente se in fase di monitoraggio ante operam dovesse risultare che il ricettore è stato ristrutturato verrà applicata la metodica di valutazione del disturbo.

2.3. ATTIVITÀ PRODUTTIVE SENSIBILI GENERANTI ANOMALIE VIBRAZIONALI

Non esistono norme generali per definire valori limite ammissibili per attività produttive sensibili, è pertanto necessario fare riferimento in tali casi ai limiti forniti dall'utilizzatore o dal costruttore delle macchine o impianti utilizzati nelle specifiche situazioni con le specifiche ed i target vibrazionali previsti.

A questo proposito va considerato in generale che nella fase di installazione di macchine/impianti sensibili alle vibrazioni, vengono di norma presi in esame entità e contenuti spettrali del rumore ambientale presente correlando tra prima e dopo l'applicazione delle attrezzature per valutare la necessità di interventi di isolamento delle macchine/impianti al fine di garantirne l'impiego in condizioni ottimali.

In questa ottica vanno valutati i valori limite ammissibili che dovranno anche tenere conto del livello di disturbo diversi *Ante Operam* e della presenza o dell'assenza di sistemi di isolamento.

3. METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

La caratterizzazione delle sorgenti di vibrazione presenti sul territorio prevede la misura dei livelli direttamente emessi, rilevati in prossimità della sorgente, sia per sorgenti fisse che mobili. Analisi supplementare dei dati già acquisiti:

- effettuare una descrizione degli eventi rilevati (es. picco causato da presenza antropica, da passaggio di autoveicolo, ecc, ,,);
- escludere i picchi relativi ad eventi interni alle abitazioni ed effettuare, per il tracciato rimanente, l'analisi già riportata nella relazione di indagine del SIA;
- misure da ripetere rispetto alla campagna del SIA, per una maggior definizione dell'indagine, con relativa analisi sui punti VIB01, VIB03, VIB09.

Il piano di monitoraggio utilizza metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici dell'indagine ed una elevata ripetibilità al variare dell'ambiente di riferimento e del contesto emissivo. Le metodiche di monitoraggio utilizzate consistono in:

- V1: misure di lungo periodo (24 ore) finalizzate al disturbo (UNI9614);
- V2: misure di lungo periodo (24 ore) finalizzate alla valutazione degli effetti sugli edifici (UNI9916), applicata nel caso di edifici lesionati dal sisma.

Gli standard di riferimento internazionali sono quelli elaborati dalla ISO (International Standards Organization) sono contenuti nella ISO 2631-1 e ISO 2631-2. Questi ultimi esaminano l'esposizione umana alle vibrazioni all'interno degli edifici. L'American National Standard Institution ANSI S3.29/1983 contiene degli standard che sono sostanzialmente in sintonia con quanto indicato dalla ISO2631-2 come pure le norme inglesi (BS6472/1984), tedesche (DIN 4150/2/1986) e la norma italiana (UNI 9614). Inoltre nei casi particolari di edifici lesionati dal sisma oggetto sarà applicata la norma UNI 9916 per la valutazione degli effetti delle vibrazioni su edifici.

Per ciò che concerne l'esposizione alle vibrazioni di macchinari sensibili le norme tecniche di riferimento sono la ISO 10811-1 e la ISO 10811-2.

3.1. METODICA V1

Per la **metodica V1**, per ogni postazione è prevista l'installazione di strumentazione "stand alone" per l'acquisizione delle vibrazioni comprensive di terne di accelerometri monoassiali. L'installazione delle terne

sarà effettuata, ove possibile, al centro solaio del primo piano dell'edificio e al centro solaio dell'ultimo piano dell'edificio.

Sarà utilizzato un sistema di registrazione automatica in continuo per l'acquisizione contemporanea dei segnali forniti dalla rete di sensori utilizzati, impiegando filtri antialiasing impostati in modo da cogliere correttamente i fenomeni vibratorii nel campo di frequenza di interesse.

Per le misure negli edifici, l'installazione dei sensori viene di norma effettuata appoggiando semplicemente il sensore al pavimento, dopo verifica di un buon contatto tra pavimento e parte strutturale. Per le misure in esterno, l'installazione può richiedere di inserire il sensore in uno scavo, utilizzando sabbia come allettamento.

Una terna di accelerometri sarà impiegata anche per le misure in prossimità delle sorgenti di disturbo. L'installazione degli accelerometri prevede la collocazione direttamente sul suolo mediante interposizione di zavorra, oppure incollaggio/fissaggio sulle strutture.

I sensori hanno risoluzione dell'ordine di 1 mm/s^2 e possono operare nel campo di frequenza da 0 Hz a 500 Hz.

3.2. METODICA V2

Nel caso di **metodica V2**, con misure degli effetti su edifici secondo norma UNI 9916, verranno previste terne simmetriche composte ciascuna da tre sensori di velocità di vibrazione disposti in direzione verticale (V), ed orizzontale (L longitudinale e T trasversale); questi sensori, caratterizzati da maggior sensibilità rispetto agli accelerometri, hanno risoluzione dell'ordine di $1 \text{ } \mu\text{m/s}$ e possono operare nel campo di frequenza da 1 Hz a 100 Hz. Per le misure negli edifici, l'installazione dei sensori viene di norma effettuata appoggiando semplicemente il sensore al pavimento, dopo verifica di un buon contatto tra pavimento e parte strutturale. Per le misure in esterno, l'installazione può richiedere di inserire il sensore in uno scavo, utilizzando sabbia come allettamento;

4. PARAMETRI DA MONITORARE

Gli indicatori di disturbo alle vibrazioni di tipo psicofisico, legati alla capacità percettiva dell'uomo, vengono definiti in base alla risposta dell'organismo umano alla sollecitazione vibratoria. La grandezza fisica di interesse per valutare il disturbo alle persone è l'accelerazione e, trattandosi di fenomeni periodici, è necessario fare riferimento al valore efficace RMS.

La determinazione delle leggi di variazione della sensibilità in funzione della frequenza e dei livelli è stata definita in ambito normativo ISO ed ha permesso di elaborare un criterio di valutazione delle vibrazioni che tiene conto dello spettro delle vibrazioni. La norma UNI utilizza invece indicatori globali integrati in tutto l'intervallo di frequenza, a cui si applicano opportune curve di pesatura.

Gli indicatori diretti di vibrazione possono essere correlati agli indicatori di emissione (traffico veicolare o ferroviario, incidenza di mezzi pesanti, tipologia di convoglio in transito, velocità di percorrenza, eventuali attività lavorative di cantiere in fase di svolgimento, ecc.) e alle caratteristiche geolitologiche del sottosuolo desunte da sondaggi, sezioni stratigrafiche, ecc.

Nello specifico, per il disturbo alle persone (**metodica V1**), in base a quanto definito dalla UNI 9614/2017, il parametro di controllo previsto è la massima accelerazione ponderata della sorgente (V_{sor}) definita come segue:

$$V_{sor} = \sqrt{(V_{imm}^2 - V_{res}^2)}$$

In cui:

V_{imm} = accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni immesse;

V_{res} = accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni residue.

L'accelerazione ponderata massima statistica è calcolata a partire dalle singole accelerazioni ponderate efficaci ottenute mediante lo schema di calcolo riportato in **Figura 4-1**.

L'accelerazione misurata sui tre assi deve essere filtrata con un filtro passa banda (band-limiting) per la risposta del corpo umano al disturbo e successivamente con il filtro di ponderazione W_m . La risposta in frequenza della catena di misura, comprensiva dell'acquisizione, lineare da 0,5 Hz a 250 Hz.

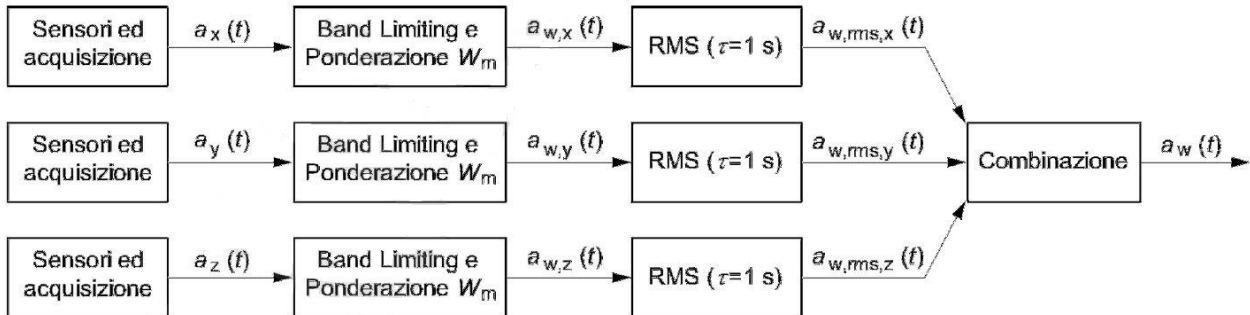


FIGURA 4-1 SCHEMA DEL CALCOLO DELLA ACCELERAZIONE PONDERATA EFFICACE (NORMA UNI9614:2017)

La massima accelerazione ponderata è calcolata come valore massimo registrato all'interno del singolo j -esimo evento secondo la formula:

$$a_{w,max,j} = \max(a_w(t)).$$

Il calcolo della massima accelerazione statica ($a_{w,95}$) si ottiene tramite la seguente formula:

$$a_{w,95} = \overline{a_{w,max}} + 1.8 \times \sigma$$

In cui

$$\overline{a_{w,max}} = \frac{\sum_{j=1}^N a_{w,max,j}}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (a_{w,max,j} - \overline{a_{w,max}})^2}{N - 1}}$$

Al fine del calcolo della massima accelerazione statistica ($a_{w,95}$) è fondamentale la definizione di "evento", di cui si richiede in generale l'acquisizione e considerazione di almeno 15 eventi (transiti, eventi di cantiere, ecc.).

Per la verifica di eventuali problematiche di impatto su strumentazioni sensibili è necessario riferirsi al valore efficace della velocità di picco in base a quanto indicato nella ISO/TS 10811-2.

Per ogni campagna di misura o rilievo saranno elaborati documenti contenenti i seguenti parametri ed informazioni:

Piano delle misure contenente:

- data di inizio e durata di esecuzione dell'indagine;
- data di inizio e durata di esecuzione dell'indagine;
- ricettori oggetto dell'indagine;
- strumentazione di misura utilizzata;
- modalità di fissaggio dei trasduttori;
- direzione assi di sensibilità degli strumenti di misura rispetto alle coordinate di riferimento;
- tipo di acquisizione (manuale o automatica);
- frequenza di campionamento;
- durata acquisizione;

Rapporto tecnico delle misure contenente:

- localizzazione, descrizione e valutazione delle sorgenti di disturbo;
- descrizione delle caratteristiche ambientali influenti sui processi di propagazione delle vibrazioni;
- descrizione e classificazione dei ricettori ai sensi della UNI 9614;
- descrizione dei punti, delle modalità e delle condizioni di misura;
- descrizione delle modalità di acquisizione e di elaborazione dei dati per la valutazione delle grandezze di riferimento (indicatori).

Presentazione dei risultati ottenuti riguardanti i seguenti parametri:

- il livello di accelerazione L_w per ogni asse ponderata con curva di ponderazione per postura non nota ed il relativo livello di accelerazione a_w ;
- la definizione delle vibrazioni residue V_{RES} attraverso il calcolo della massima accelerazione statica ($a_{w,95}$) ai sensi della UNI 9614:2017;
- confronto dei risultati ottenuti con i valori relativi a rilievi precedenti, ad analisi previsionali, e ai limiti ammissibili definiti dalla normativa.

Il rapporto tecnico sarà corredato da documentazione fotografica, da elaborati grafici esplicativi in scala idonea alla localizzazione delle sorgenti, dei ricettori e dei punti di misura, e da tabelle e diagrammi dei risultati.

L'elaborazione dei dati rilevati è svolta per mezzo di opportuni programmi informatici per l'analisi di segnali in campo dinamico ed è finalizzata a restituire gli elaborati necessari a documentare in modo esaustivo le rilevazioni effettuate riassumendo per mezzo di indicatori di sintesi i principali risultati conseguiti in campo vibrazionale. I programmi consentiranno il trattamento dei dati sia nel dominio del tempo che nel dominio delle frequenze operando confronti con dati pregressi sia di previsione che di monitoraggio.

L'attenzione è focalizzata su quegli indicatori stabiliti dalla normativa vigente e per i quali esistono limiti da rispettare.

Verranno identificati, oltre ai limiti di legge, tre valori differenziali per stazioni scelte e per risultati raccolti *Ante Operam* ed in Corso d'Opera; tali soglie differenziali saranno le seguenti:

- $\Delta 1$: soglia di attenzione (per la quale si osserva un significativo incremento tra AO e CO);
- $\Delta 2$: soglia di allarme (per la quale vengono raggiunti i valori di disturbo);
- $\Delta 3$: soglia di disturbo (per la quale vengono superati i valori di disturbo).

La gestione e l'identificazione delle soglie sarà recepita nel SGA Sistema di Gestione Ambientale dell'impresa e pertanto demandata al RA Responsabile Ambientale, che sulla base dell'evoluzione del Livello di Ranking del Rischio nella Matrice di Valutazione degli Aspetti (Rischio = Probabilità x Gravità x Accadimento) e delle Non Conformità rilevate avrà il dovere di agire con incontri informativi, controlli, provvedimenti, così come previsto dallo stesso SGA dell'impresa.

Per quanto riguarda la **metodica V2** che prevede la verifica degli effetti su edifici lesionati dal sisma, come indicatore ambientale per la componente vibrazioni viene scelta la velocità di vibrazione misurata in mm/s. I parametri sono quindi le componenti della velocità delle vibrazioni v_x , v_y e v_z , analizzate ed interpretate secondo le norme della UNI 9916:2014.

Per ogni campagna di misura o rilievo saranno elaborati documenti contenenti i seguenti parametri ed informazioni:

Piano delle misure contenente:

- data di inizio e durata di esecuzione dell'indagine;
- ricettori oggetto dell'indagine;
- strumentazione di misura utilizzata;
- modalità di fissaggio dei trasduttori;
- direzione assi di sensibilità degli strumenti di misura rispetto alle coordinate di riferimento;

- tipo di acquisizione (manuale o automatica);
- frequenza di campionamento;
- durata acquisizione.

Rapporto tecnico delle misure contenente:

- localizzazione, descrizione e valutazione delle sorgenti di disturbo;
- descrizione delle caratteristiche ambientali influenti sui processi di propagazione delle vibrazioni;
- descrizione e classificazione dei ricettori ai sensi della UNI 9916;
- descrizione dei punti, delle modalità e delle condizioni di misura;
- descrizione delle modalità di acquisizione e di elaborazione dei dati per la valutazione delle grandezze di riferimento (indicatori).

Presentazione dei risultati ottenuti riguardanti i seguenti parametri:

- time history delle velocità di vibrazione registrate rilevate su intervalli di tempo adeguati alla natura del fenomeno vibratorio in esame;
- spettro delle velocità efficaci di vibrazione espresso a terzi di ottava nel campo di frequenza tra 1 e 80 Hz;
- spettri di amplificazione/attenuazione tra differenti punti di misura espressi a terzi di ottava nel campo di frequenza tra 1 e 80 Hz;
- valori di picco e valori efficaci globali lineari e ponderati;
- confronto dei risultati ottenuti con i valori relativi a rilievi precedenti, ad analisi previsionali, e ai limiti ammissibili definiti dalle normative.

Il rapporto tecnico sarà corredato da documentazione fotografica, da elaborati grafici esplicativi in scala idonea alla localizzazione delle sorgenti, dei ricettori e dei punti di misura, e da tabelle e diagrammi dei risultati.

Si ritiene opportuno, inoltre, eseguire un rilievo dello stato e della struttura degli edifici e dei manufatti oggetto di indagine, prima dell'inizio dei lavori, al fine di documentare danni già esistenti prima della realizzazione delle opere in progetto. In questo caso i parametri da rilevare sono i seguenti:

- Consistenza e stato delle fondazioni;
- Consistenza e stato della struttura alzata;
- Consistenza e stato della struttura dei solai;
- Anno di costruzione e storia;

- Proprietà e persona da contattare;
- Presenza e consistenza di danni esistenti;
- Documentazione fotografica dettagliata.

L'elaborazione dei dati rilevati è svolta per mezzo di opportuni programmi informatici per l'analisi di segnali in campo dinamico ed è finalizzata a restituire gli elaborati necessari a documentare in modo esaustivo le rilevazioni effettuate riassumendo per mezzo di indicatori di sintesi i principali risultati conseguiti in campo vibrazionale. I programmi consentiranno il trattamento dei dati sia nel dominio del tempo che nel dominio delle frequenze operando confronti con dati pregressi sia di previsione che di monitoraggio.

L'attenzione è focalizzata su quegli indicatori stabiliti dalla normativa vigente e per i quali esistono limiti da rispettare.

Verranno identificati, oltre ai limiti di legge, tre valori differenziali per stazioni scelte e per risultati raccolti *Ante Operam* ed in Corso d'Opera; tali soglie differenziali saranno le seguenti:

- $\Delta 1$: soglia di attenzione (per la quale si osserva un significativo incremento tra AO e CO);
- $\Delta 2$: soglia di allarme (per la quale vengono superati i parametri scelti per danni su persone e strutture);
- $\Delta 3$: soglia di pericolo (per la quale vengono superati i parametri scelti per pericoli a persone o strutture);

La gestione e l'identificazione delle soglie sarà recepita nel SGA Sistema di Gestione Ambientale dell'impresa e pertanto demandata al RA Responsabile Ambientale, che sulla base dell'evoluzione del Livello di Ranking del Rischio nella Matrice di Valutazione degli Aspetti (Rischio = Probabilità x Gravità x Accadimento) e delle Non Conformità rilevate avrà il dovere di agire con incontri informativi, controlli, provvedimenti, così come previsto dallo stesso SGA dell'impresa.

5. LOCALIZZAZIONE DEI MONITORAGGI E UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA

Gli aspetti da considerare nella scelta dei punti di monitoraggio sono generalmente:

- la possibilità di accesso alle proprietà private;
- accessibilità nelle diverse fasi, notturna e diurna;
- le caratteristiche degli edifici;
- destinazioni d'uso dei ricettori, con particolare riferimento ad aree critiche per le attività umane (ospedali, laboratori di precisione, edifici storico-monumentali...);
- le caratteristiche delle sorgenti di disturbo vibrazionale;
- la distanza dalle sorgenti di disturbo.

Riguardo alle sorgenti di disturbo legate alle attività di cantiere, particolare attenzione verrà posta agli aspetti previsionali preliminari per le diverse tipologie di intervento (scavi, martellamento, palificazione,). Alla specifica prima attivazione lungo il tracciato autostradale di una attività, il rilievo svolto potrà rappresentare un importante riferimento operativo nell'ambito della Gestione Ambientale, dove il Responsabile Ambientale acquisirà informazioni sugli effetti ambientali delle lavorazioni svolte e le utilizzerà per controllare l'evoluzione del Rischio nella Matrice di Valutazione degli Aspetti con il proseguire della cantierizzazione. Pertanto i risultati dei rilievi pregressi, soprattutto se critici, saranno quindi tenuti in considerazione nell'avanzamento dei lavori, per gestire al meglio potenziali impatti analoghi.

Nel caso in cui non siano evidenti situazioni di criticità, dovute alla correlazione dei suddetti parametri, viene privilegiato il criterio della minore distanza dal cantiere, o dal fronte avanzamento lavori.

Per ottimizzare la raccolta di informazioni per la scelta dei punti di misura, i ricettori scelti per il monitoraggio delle vibrazioni saranno scelti di preferenza nell'ambito di quelli caratterizzati per la componente rumore.

Al fine di rilevare correttamente gli effetti delle vibrazioni saranno da preferire postazioni di misura in interno, referenziate in modo univoco per tutte le successive necessità di identificazione future, nonostante le norme tecniche prevedano anche la possibilità di misure in esterno.

Qualora non risultasse possibile accedere alle proprietà private relative a ricettori particolarmente esposti, ritenuti significativi da monitorare, i rilievi verranno eseguiti in sola postazione esterna per la caratterizzazione delle effettive sorgenti di disturbo vibrazionale (attività di cantiere o transito mezzi), mentre i livelli vibrazionali attesi nei punti di interesse dei ricettori (al piede del ricettore in fondazione, al primo solaio ed all'ultimo solaio) verranno valutati a partire dalle effettive registrazioni del disturbo vibrazionale attraverso un opportuno algoritmo di calcolo da validare in accordo con il Responsabile Ambientale.

In particolare la referenziazione univoca delle postazioni prevede:

- annotazione della via e del numero civico dell'edificio;
- annotazione delle generalità e del numero di telefono dei proprietari o comunque dei responsabili delle proprietà a cui occorre accedere;
- annotazione del/dei piani abitati in cui vengono posizionati i sensori;
- lay-out del locale/i in cui vengono effettuate le misure, riportante le principali dimensioni e la posizione di installazione dei trasduttori, con riferimento anche agli eventuali elementi strutturali che potrebbero condizionare la risposta locale del punto di misura alle azioni dinamiche agenti;
- fotografie generali del ricettore e del locale/i ove sono posizionati i trasduttori;
- eventuali fotografie di inquadramento del ricettore rispetto alle sorgenti di disturbo vibrazionale.

Per eventuali le postazioni in esterno sono indicate le distanze rispetto a punti fissi di immediato e sicuro riconoscimento.

Per la **metodica V1**, in base a quando indicato dalla norma UNI 9614:2017 le vibrazioni devono essere misurate nella posizione all'interno dell'ambiente di misura dove si osserva il più elevato dei valori efficaci dell'accelerazione ponderata $aw(t)$, ma lontano da punti singolari. Si riporta l'immagine riportata nella succitata norma che esplicita le posizioni in corrispondenza delle quali posizionare o meno i sensori.

In generale i criteri di scelta delle postazioni di misura (terne accelerometriche) prevedono:

- per edifici residenziali: postazioni localizzate in corrispondenza del primo piano abitato e/o dell'ultimo piano abitato, oltre a eventuali postazioni in esterno, collocate alla minima distanza dalla sorgente di vibrazione dominante o, qualora non esista una dominanza in senso stretto, dal lato del tracciato. I sensori in interno vengono posizionati in corrispondenza della mezzeria del solaio. E' verificata l'assenza di interferenze con le attività residenziali. Tutti i sensori sono acquisiti contemporaneamente al fine di consentire un immediato e corretto confronto tra livelli di vibrazione in punti differenti;
- per edifici industriali: vale quanto detto con riferimento al caso degli edifici residenziali per le misure al basamento di fondazione ed ai diversi piani utilizzati. Nel caso di misure finalizzate a cogliere eventuali problemi di interferenza riguardo alle lavorazioni o alle macchine presenti in un'industria, i punti di misura vengono selezionati in base alle specifiche di funzionamento delle macchine scegliendo quelle maggiormente sensibili alle vibrazioni. I sensori vengono installati in corrispondenza del basamento e della struttura di fondazione della macchina, al fine di cogliere, specie nel caso di fondazioni isolate, il beneficio introdotto dalla fondazione speciale.

L'elenco dei punti scelti per l'attività di monitoraggio verrà definito in funzione della localizzazione dei punti oggetto delle lavorazioni più impattanti sulla matrice in esame e verrà concordato con gli organi di controllo.

Tali punti di monitoraggio potranno subire modifiche a seguito dei sopralluoghi mirati lungo il tracciato ed al modificarsi delle esigenze operative.

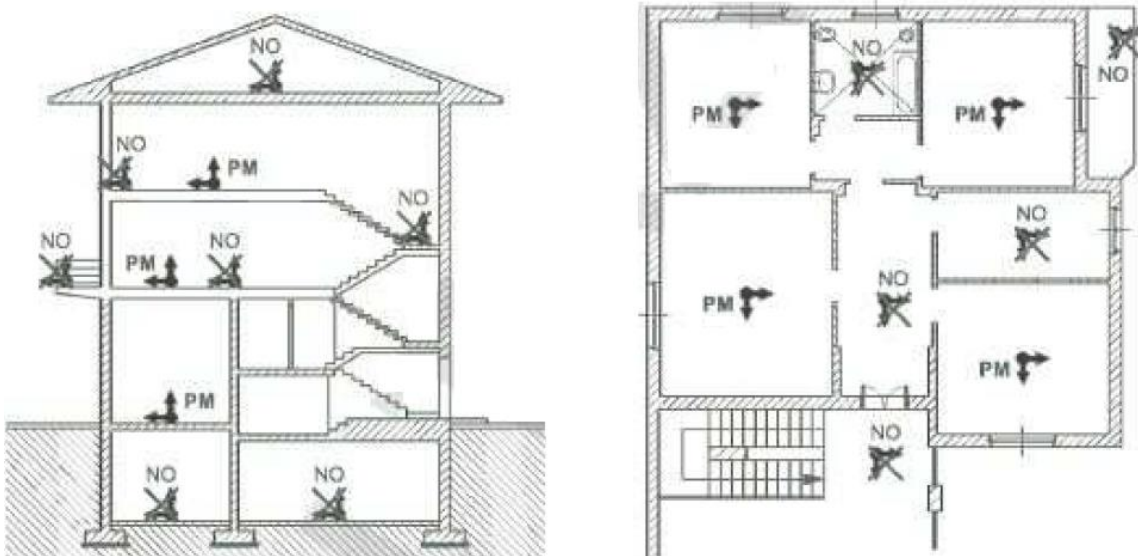


FIGURA 5-1 ESEMPIO DI POSTAZIONI DI MISURA (PM PUNTO DI MISURA CORRETTO, NO PUNTO NON CORRETTO) – NORMA UNI 9614/2017

Per la **metodica V2**, che fa riferimento alla norma UNI9916:2014, i criteri di scelta delle postazioni di misura (terne sismometriche) prevedono:

- per edifici residenziali: postazioni localizzate in corrispondenza del basamento di fondazione, del primo piano abitato e/o dell'ultimo piano abitato, oltre a eventuali postazioni in esterno, collocate alla minima distanza dalla sorgente di vibrazione dominante o, qualora non esista una dominanza in senso stretto, dal lato del tracciato. I trasduttori in interno vengono posizionati in corrispondenza della mezzeria del solaio. È verificata l'assenza di interferenze con le attività residenziali. Tutti i trasduttori sono acquisiti contemporaneamente al fine di consentire un immediato e corretto confronto tra livelli di vibrazione in punti differenti;
- per edifici industriali: vale quanto detto con riferimento al caso degli edifici residenziali per le misure al basamento di fondazione ed ai diversi piani utilizzati. Nel caso di misure finalizzate a cogliere eventuali problemi di interferenza riguardo alle lavorazioni o alle macchine presenti in un'industria, i punti di misura vengono selezionati in base alle specifiche di funzionamento delle macchine scegliendo quelle maggiormente sensibili alle vibrazioni. I sensori vengono installati in corrispondenza del basamento e della struttura di fondazione della macchina, al fine di cogliere, specie nel caso di fondazioni isolate, il beneficio introdotto dalla fondazione speciale.

6. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEI MONITORAGGI

6.1. MONITORAGGIO ANTE OPERAM

La finalità del monitoraggio è la valutazione dell'attuale livello vibrazionale determinato dalle sorgenti antropiche presenti nell'intorno del ricettore (infrastrutture di trasporto stradale, linee tranviarie e ferroviarie, attività correlate ad attività produttive, ecc.), ossia delle vibrazioni residue VRES, in assenza di attività o sorgenti specifiche correlabili al progetto.

Il confronto con i livelli di riferimento UNI9614:2017 permette di inquadrare lo "stato di salute" e di qualità dell'ambiente vibrazionale presente nell'area di studio. Discorso analogo per il confronto con i livelli di riferimento della UNI991:2014.

In *Ante Operam* sono previste sessioni di misura da 24 ore, allo scopo di individuare eventuali vibrazioni esistenti, sia in periodo diurno sia notturno. L'acquisizione dei dati è in continuo.

La campagna di misura in AO sarà svolta una sola volta.

Particolare attenzione deve essere posta alla descrizione dei luoghi ed al posizionamento dei sensori, deve essere accuratamente effettuato con le modalità descritte in precedenza, in modo da poter operare con le medesime modalità nelle fasi successive del monitoraggio.

6.2. MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

La determinazione dei livelli di vibrazione in fase di cantiere e di esercizio verrà effettuata mediante una serie di rilievi o monitoraggi intesi come misure prolungate nel tempo con acquisizione automatica dei livelli vibrazionali ad intervalli di tempo regolari in un numero di punti di misura relativi ai ricettori individuati/selezionati.

E' bene precisare che il posizionamento dei punti, in questa fase di redazione del piano, è basato sulle conoscenze del territorio allo stato attuale e che, presumibilmente, i risultati delle analisi e delle misure condotte, già in AO, potranno portare a una ridefinizione della localizzazione o delle tempistiche di monitoraggio.

Per quanto riguarda la fase di cantiere, i punti indicati non saranno attivi contemporaneamente, ma secondo il divenire dei lavori e la collocazione dei cantieri e del fronte di avanzamento lavori. Alla specifica prima attivazione lungo il tracciato autostradale di una attività, il rilievo svolto potrà rappresentare un importante riferimento operativo nell'ambito della Gestione Ambientale, dove il Responsabile Ambientale acquisirà

informazioni sugli effetti ambientali delle lavorazioni svolte e le utilizzerà per controllare l'evoluzione del Rischio nella Matrice di Valutazione degli Aspetti con il proseguire della cantierizzazione. Pertanto i risultati dei rilievi pregressi, soprattutto se critici, saranno quindi tenuti in considerazione nell'avanzamento dei lavori, per gestire al meglio potenziali impatti analoghi.

Con riferimento ai ricettori critici ed ai ricettori rappresentativi di classi omogenee da monitorare in fase di cantiere, si prevede l'effettuazione di rilievi in concomitanza con le lavorazioni di cantiere più critiche e potenzialmente in grado di creare condizioni di disturbo alla popolazione residente o agli edifici stessi. In particolare nelle tabelle poste a fine relazione sono identificate per ciascun ricettore le attività per cui è previsto il monitoraggio. Nel caso dei FAL si fa riferimento alle lavorazioni di scarifica, formazione dei rilevati e compattazione. Per alcuni ricettori è previsto anche il monitoraggio nella fase di realizzazione di palificate, per quanto la tecnologia prevista (trivellati o fdp), dalle basse emissioni, non dovrebbe far emergere problematiche.

L'articolazione temporale e la frequenza dei rilievi è pertanto connessa al programma di dettaglio delle attività di cantiere. Indicativamente si prevede comunque l'esecuzione di almeno tre campagne di rilievi nel corso di ogni annualità da effettuare su ogni ricettore interessato da lavorazioni tra quelle elencate sopra. In generale la misura verrà ripetuta per lavorazioni diverse. Nel caso per qualche attività emergessero problemi potrà essere ripetuta per la stessa lavorazione, sulla base delle decisioni del Responsabile Ambientale.

La durata temporale prevista dell'acquisizione dati in continuo è dell'ordine di una giornata lavorativa al fine di cogliere per le diverse lavorazioni gli effetti di eventuali differenti modalità procedurali di impiego delle macchine operatrici che potrebbero condizionare i risultati delle misure.

L'acquisizione dei dati in continuo potrà determinare l'eventuale presenza di vibrazioni di tipo impulsivo generate dall'attività di cantiere per la cui valutazione si potrà fare riferimento alla norma UNI 9614.

Le misure sul singolo ricettore saranno correlate a misure raccolte in prossimità della sorgente di disturbo attraverso il rilievo delle vibrazioni generate al suolo dall'azione della macchina operatrice.

6.3. MONITORAGGIO POST OPERAM

La finalità del monitoraggio *Post Operam* sarà di verificare il manifestarsi di eventuali vibrazioni generate dai transiti di veicoli durante l'esercizio dell'infrastruttura.

Il monitoraggio *Post Operam* verrà quindi eseguito in condizione di esercizio a regime della nuova infrastruttura, ossia quando sarà garantita una significativa casistica di mezzi da rilevare, per almeno 2 campagne di misura durante lo stesso anno.



AUTOSTRADA
REGIONALE
CISPADANA

REGIONE EMILIA ROMAGNA
AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA
dal casello di Reggiolo-Rolo sulla A22 al casello di Ferrara Sud sulla A13
PROGETTO DEFINITIVO
PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

RELAZIONI SPECIALISTICHE - COMPONENTE VIBRAZIONI

Sono previste sessioni di misura da 24 ore, allo scopo di individuare eventuali vibrazioni esistenti, sia in periodo diurno sia notturno. L'acquisizione dei dati è in continuo. I rilevamenti saranno confrontati con le misure corrispondenti eseguite in AO.

7. SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO PREVISTE

Nelle tabelle seguenti si riporta l'elenco delle postazioni di monitoraggio indicando per ognuna l'obiettivo specifico dei rilievi, le metodiche e le frequenze/numero di rilievi previsti per ognuna della fasi di monitoraggio.

Postazione	Codice Ricettore	Destinazione d'uso	Distanza dall'infr. [m]	Obiettivo del monitoraggio	Ante operam	
					Metodica	N rilievi/frequenza
V001-0-V1	NV012	Terziario	60	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal1.2 e dell'esercizio autostradale	V1	1 campagna di misura
V002-0-V1	CN083	Residenziale	30	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal1.3 e dell'esercizio autostradale	V1	
V003-0-V1	SP036	Residenziale	80	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal1.3 e dell'esercizio autostradale	V1	
V004-0-V1	MR086	Residenziale	20	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal1.4 e dell'esercizio autostradale	V1	
V005-0-V1	MR120	Residenziale	40	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal1.4 e dell'esercizio autostradale	V1	
V006-0-V1	FN014	Residenziale	40	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal1.5 e dell'esercizio autostradale	V1	
V007-0-V1	FN032	Residenziale/Agricola	30	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal1.5 e dell'esercizio autostradale	V1	
V008-0-V1	CT228	Residenziale	16	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal2.3 e dell'esercizio autostradale	V1	
V009-0-V1	CT188	Residenziale	27	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal2.3 e dell'esercizio autostradale	V1	
V010-0-V1	SG069	Residenziale/Agricola	38	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal2.4 e dell'esercizio autostradale	V1	
V011-0-V1	FR016	Residenziale/Agricola	50	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal2.5 e dell'esercizio autostradale	V1	
V012-0-V1	FR020	Residenziale	120	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal2.5, dei percorsi di cantiere e dell'esercizio autostradale	V1	

Postazione	Codice Ricettore	Destinazione d'uso	Distanza dall'infr. [m]	Obiettivo del monitoraggio	Ante operam	
					Metodica	N rilievi/frequenza
V013-0-V1	FN083	Residenziale	30	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal2.1 e dell'esercizio autostradale	V1	
V014-0-V1	CN020	Residenziale/Agricola	30	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal1.2 e dell'esercizio autostradale	V1	
V015-0-V1	CT262	Residenziale	19	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal2.1 e dell'esercizio autostradale	V1	
V016-0-V1	CN044	Residenziale	80	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti dovuti alla realizzazione di pali e dell'esercizio autostradale	V1	
V017-0-V1	SF048	Residenziale	20	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del FAL 1.4, della realizzazione di pali e dell'esercizio autostradale	V1	
V018-0-V2	FN179	Agricola - Rudere	22	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del FAL 2.2, della realizzazione di pali e dell'esercizio autostradale	V2	
V019-0-V2	FN154	Residenziale - Rudere	60	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del FAL 2.2 e dell'esercizio autostradale	V2	
V020-0-V2	FN147	Residenziale - Rudere	47	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del FAL 2.2 e dell'esercizio autostradale	V2	

TABELLA 7-1 – SINTESI ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO ANTE OPERAM – CISPADANA

Postazione	Codice Ricettore	Destinazione d'uso	Distanza dall'infrastr.	Obiettivo del monitoraggio	Corso d'opera	
					Metodica	N rilievi/frequenza
V001-0-V1	NV012	Terziario	60	Controllo degli impatti del Fal1.2 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V002-0-V1	CN083	Residenziale	30	Controllo degli impatti del Fal1.3 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V003-0-V1	SP036	Residenziale	80	Controllo degli impatti del Fal1.3 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno

Postazione	Codice Ricettore	Destinazione d'uso	Distanza dall'infrastr.	Obiettivo del monitoraggio	Corso d'opera	
					Metodica	N rilievi/frequenza
V004-0-V1	MR086	Residenziale	20	Controllo degli impatti del Fal1.4 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V005-0-V1	MR120	Residenziale	40	Controllo degli impatti del Fal1.4 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V006-0-V1	FN014	Residenziale	40	Controllo degli impatti del Fal1.5 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V007-0-V1	FN032	Residenziale/Agricola	30	Controllo degli impatti del Fal1.5 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V008-0-V1	CT228	Residenziale	16	Controllo degli impatti del Fal2.3 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V009-0-V1	CT188	Residenziale	27	Controllo degli impatti del Fal2.3 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V010-0-V1	SG069	Residenziale/Agricola	38	Controllo degli impatti del Fal2.4 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V011-0-V1	FR016	Residenziale/Agricola	50	Controllo degli impatti del Fal2.5 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V012-0-V1	FR020	Residenziale	120	Controllo degli impatti del Fal2.5 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V013-0-V1	FN083	Residenziale	30	Controllo degli impatti del Fal2.1 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V014-0-V1	CN020	Residenziale/Agricola	30	Controllo degli impatti del Fal1.2 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V015-0-V1	CT262	Residenziale	19	Controllo degli impatti del Fal2.1 e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V016-0-V1	CN044	Residenziale	80	Controllo degli impatti dovuti alla realizzazione di pali	V1	3 rilievi/anno
V017-0-V1	SF048	Residenziale	20	Controllo degli impatti del FAL 1.4, della realizzazione di pali e dei percorsi di cantiere	V1	3 rilievi/anno
V018-0-V2	FN179	Agricola - Rudere	22	Controllo degli impatti del FAL 2.2, della realizzazione di pali e dei percorsi di cantiere	V2	3 rilievi/anno
V019-0-V2	FN154	Residenziale - Rudere	60	Controllo degli impatti del FAL 2.2 e dei percorsi di cantiere	V2	3 rilievi/anno
V020-0-V2	FN147	Residenziale - Rudere	47	Controllo degli impatti del FAL 2.2 e dei percorsi di cantiere	V2	3 rilievi/anno

TABELLA 7-2 – SINTESI ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO CORSO D'OPERA – CISPADANA

Postazione	Codice Ricettore	Destinazione d'uso	Distanza dall'infr. [m]	Obiettivo del monitoraggio	Post operam	
					Metodica	N rilievi/frequenza
V001-0-V1	NV012	Terziario	60	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	2 campagne di misura in condizioni a regime
V002-0-V1	CN083	Residenziale	30	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V003-0-V1	SP036	Residenziale	80	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V004-0-V1	MR086	Residenziale	20	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V005-0-V1	MR120	Residenziale	40	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V006-0-V1	FN014	Residenziale	40	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V007-0-V1	FN032	Residenziale/Agricola	30	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V008-0-V1	CT228	Residenziale	16	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V009-0-V1	CT188	Residenziale	27	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V010-0-V1	SG069	Residenziale/Agricola	38	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V011-0-V1	FR016	Residenziale/Agricola	50	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V012-0-V1	FR020	Residenziale	120	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V013-0-V1	FN083	Residenziale	30	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V014-0-V1	CN020	Residenziale/Agricola	30	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V015-0-V1	CT262	Residenziale	19	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V016-0-V1	CN044	Residenziale	80	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V017-0-V1	SF048	Residenziale	20	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V1	
V018-0-V2	FN179	Agricola - Rudere	22	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V2	
V019-0-V2	FN154	Residenziale - Rudere	60	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V2	
V020-0-V2	FN147	Residenziale - Rudere	47	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio autostradale	V2	

TABELLA 7-3 – SINTESI ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO POST OPERAM – CISPADANA

Postazione	Codice Ricettore	Destinazione d'uso	Distanza dall'infr. [m]	Obiettivo del monitoraggio	Ante operam	
					Metodica	N rilievi/frequenza
V001-2-V1	BR022	Residenziale	30	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal1RE-2 e dell'esercizio dell'infrastruttura	V1	1 campagna di misura
V001-3-V1	RG020	Residenziale	60	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal2RE-3 e dell'esercizio dell'infrastruttura	V1	
V001-4-V1	CT338	Residenziale	5	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal1FE-1 e dell'esercizio dell'infrastruttura	V1	
V002-4-V1	CT109	Residenziale	8	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal1FE-3 e dell'esercizio dell'infrastruttura	V1	
V003-4-V1	BN027	Residenziale	10	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal1FE-8, della realizzazione di pali e dell'esercizio dell'infrastruttura	V1	
V004-4-V2	BN009	Residenziale - Rudere	48	Caratterizzazione attuali livelli di vibrazioni per il futuro controllo degli impatti del Fal1FE-7 e dell'esercizio dell'infrastruttura	V2	

TABELLA 7-4 – SINTESI ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO ANTE OPERAM – ADDUZIONI

Postazione	Codice Ricettore	Destinazione d'uso	Distanza dall'infr. [m]	Obiettivo del monitoraggio	Corso d'opera	
					Metodica	N rilievi/frequenza
V001-2-V1	BR022	Residenziale	30	Controllo degli impatti del Fal1RE-2	V1	3 rilievi/anno
V001-3-V1	RG020	Residenziale	60	Controllo degli impatti del Fal2RE-3	V1	3 rilievi/anno
V001-4-V1	CT338	Residenziale	5	Controllo degli impatti del Fal1FE-1	V1	3 rilievi/anno
V002-4-V1	CT109	Residenziale	8	Controllo degli impatti del Fal1FE-3	V1	3 rilievi/anno
V003-4-V1	BN027	Residenziale	10	Controllo degli impatti del Fal1FE-8, della realizzazione di pali	V1	3 rilievi/anno
V004-4-V2	BN009	Residenziale - Rudere	48	Controllo degli impatti del Fal1FE-7	V2	3 rilievi/anno

TABELLA 7-5 – SINTESI ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO CORSO D'OPERA – ADDUZIONI

Postazione	Codice Ricettore	Destinazione d'uso	Distanza dall'infr. [m]	Obiettivo del monitoraggio	Post operam	
					Metodica	N rilievi/frequenza
V001-2-V1	BR022	Residenziale	30	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio dell'infrastruttura	V1	2 campagne di misura in condizioni a regime
V001-3-V1	RG020	Residenziale	60	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio dell'infrastruttura	V1	
V001-4-V1	CT338	Residenziale	5	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio dell'infrastruttura	V1	
V002-4-V1	CT109	Residenziale	8	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio dell'infrastruttura	V1	
V003-4-V1	BN027	Residenziale	10	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio dell'infrastruttura	V1	
V004-4-V2	BN009	Residenziale - Rudere	48	Controllo dell'impatto dovuto all'esercizio dell'infrastruttura	V2	

TABELLA 7-6 – SINTESI ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO POST OPERAM – ADDUZIONI