

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE PROGETTAZIONE

S.O. AMBIENTE ED ENERGY SAVING

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA DI 2^ FASE

NPP 0258 - GRONDA MERCI DI ROMA – CHIUSURA ANELLO NORD

TRATTA: VIGNA CLARA – TOR DI QUINTO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NR4E 12 R 22 RG MA0000 001 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Massari	Febbraio 2022	F. Demarinis G. Dajelli	Febbraio 2022	T. Paoletti	Febbraio 2022	C. F. Colani Agosto 2023 ITALFERR S.p.A. Dott.ssa Capodina Eres Ordine Agrotecnico e Agrotecnico di Roma, Rieti e Viterbo 01645
B	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Massari	Aprile 2022	F. Demarinis G. Dajelli	Aprile 2022	T. Paoletti	Aprile 2022	
C	EMISSIONE DEFINITIVA	F. Massari	Agosto 2023	F. Demarinis G. Dajelli	Agosto 2023	T. Paoletti	Agosto 2023	

File: NR4E12R22RGMA000001C.doc

n. Elab.:

**INDICE**

1. PREMESSA.....	4	4.2.3 Parametri oggetto del monitoraggio.....	18
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	5	4.2.4 Specifiche e strumentazione di monitoraggio.....	19
2.1 GLI INTERVENTI IN PROGETTO.....	5	4.2.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio.....	20
2.2 IL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE.....	6	4.3 SUOLO E SOTTOSUOLO.....	21
3. RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI.....	8	4.3.1 Obiettivi del monitoraggio.....	21
3.1 I RICETTORI.....	8	4.3.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare.....	22
3.2 PUNTI DI MISURA.....	9	4.3.3 Parametri oggetto del monitoraggio.....	22
3.3 TEMPI E FREQUENZE.....	9	4.3.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....	23
3.4 RESTITUZIONE DEI DATI.....	9	4.3.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio.....	27
3.5 STRUMENTI PER LA CONDIVISIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO.....	10	4.4 RUMORE.....	28
4. RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI.....	11	4.4.1 Obiettivi del monitoraggio.....	28
4.1 ATMOSFERA.....	11	4.4.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare.....	28
4.1.1 Obiettivi del monitoraggio.....	11	4.4.3 Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....	28
4.1.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare.....	11	4.4.4 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio.....	29
4.1.3 Parametri oggetto del monitoraggio.....	12	4.5 VIBRAZIONI.....	30
4.1.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....	13	4.5.1 Obiettivi del monitoraggio.....	30
4.1.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio.....	15	4.5.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare.....	30
4.2 ACQUE SOTTERRANEE.....	17	4.5.3 Strumentazione.....	31
4.2.1 Obiettivi del monitoraggio.....	17	4.5.4 Modalità di monitoraggio e parametri.....	31
4.2.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare.....	17	4.5.5 Elaborazione delle misure.....	32
		4.5.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio.....	32

4.6	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI .....	34	5.3	SUOLO E SOTTOSUOLO.....	45
4.6.1	Obiettivi del monitoraggio .....	34	5.4	RUMORE.....	45
4.6.2	Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....	34	5.4.1	Normativa nazionale .....	45
4.6.3	Parametri oggetto del monitoraggio .....	34	5.5	VIBRAZIONI .....	45
	Vegetazione e flora .....	34	5.5.1	Norme tecniche .....	45
	Fauna .....	35	5.6	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI .....	47
4.6.4	Metodiche di monitoraggio .....	35	5.6.1	Normativa comunitaria.....	47
	Fauna .....	37	5.6.2	Normativa nazionale .....	47
4.6.5	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....	39	5.7	PAESAGGIO .....	47
	Fauna .....	40	6.	PLANIMETRIA DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MISURA.....	48
4.7	PAESAGGIO .....	41			
4.7.1	Obiettivi del monitoraggio .....	41			
4.7.1	Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....	41			
4.7.2	Parametri oggetto del monitoraggio .....	42			
4.7.3	Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....	42			
4.7.4	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....	43			
5.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	44			
5.1	ATMOSFERA .....	44			
5.1.1	Normativa nazionale .....	44			
5.1.2	Norme tecniche.....	44			
5.2	ACQUE SOTTERRANEE.....	44			
5.2.1	Normativa comunitaria.....	44			
5.2.2	Normativa nazionale.....	44			

## 1. **PREMESSA**

La presente relazione fa parte degli elaborati relativi al **Progetto di fattibilità tecnico economica del Lotto 1B Tratta Vigna Clara – Tor di Quinto**, afferente al più ampio progetto di Gronda Merci di Roma Cintura Nord.

Il presente documento è stato redatto ai sensi della Normativa vigente in materia ambientale, e in conformità delle “Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163” (norme tecniche di attuazione dell’allegato XXI) REV. 2 del 23 luglio 2007” predisposte dalla Commissione Speciale VIA, aggiornate nel 2014: “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici generali REV. 1 del 16 giugno 2014”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente fattore ambientale: Ambiente idrico REV.1 del 17/06/2015”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014”, “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) REV. 1 del 13 marzo 2015”.

Il progetto di monitoraggio individua le principali componenti ambientali da indagare, le modalità e le tempistiche connesse alle attività di monitoraggio, in base alle risultanze degli studi a valenza ambientale effettuati a supporto del progetto in esame ed in particolare:

- “Progetto Ambientale della Cantierizzazione” - Relazione generale (NR4E12R69RGCA0000001C)
- “Studio di Impatto Ambientale” - Relazione Generale (NR4E12D22RGSA0001001C)

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale (di seguito PMA) indica gli obiettivi, i requisiti ed i criteri metodologici per il Monitoraggio Ante Operam (AO), il Monitoraggio in Corso d’Opera (CO) ed il Monitoraggio Post Operam o in esercizio (PO), tenendo conto della realtà territoriale ed ambientale in cui il progetto dell’opera si inserisce e dei potenziali impatti che esso determina sia in termini positivi che negativi.

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1 Gli interventi in progetto

Come premesso, il progetto in esame si inquadra all'interno del più ampio ed articolato progetto relativo alla Gronda merci di Roma Cintura Nord, che – in buona sostanza - prevede la connessione della Stazione di Valle Aurelia con la linea che da Roma Smistamento porta a Tiburtina e passa per le fermate/stazioni di Vigna Clara, Tor di Quinto e Val d'Ala.

Il progetto nel suo complesso si articola in 3 lotti funzionali, rappresentati in Figura 2-1.

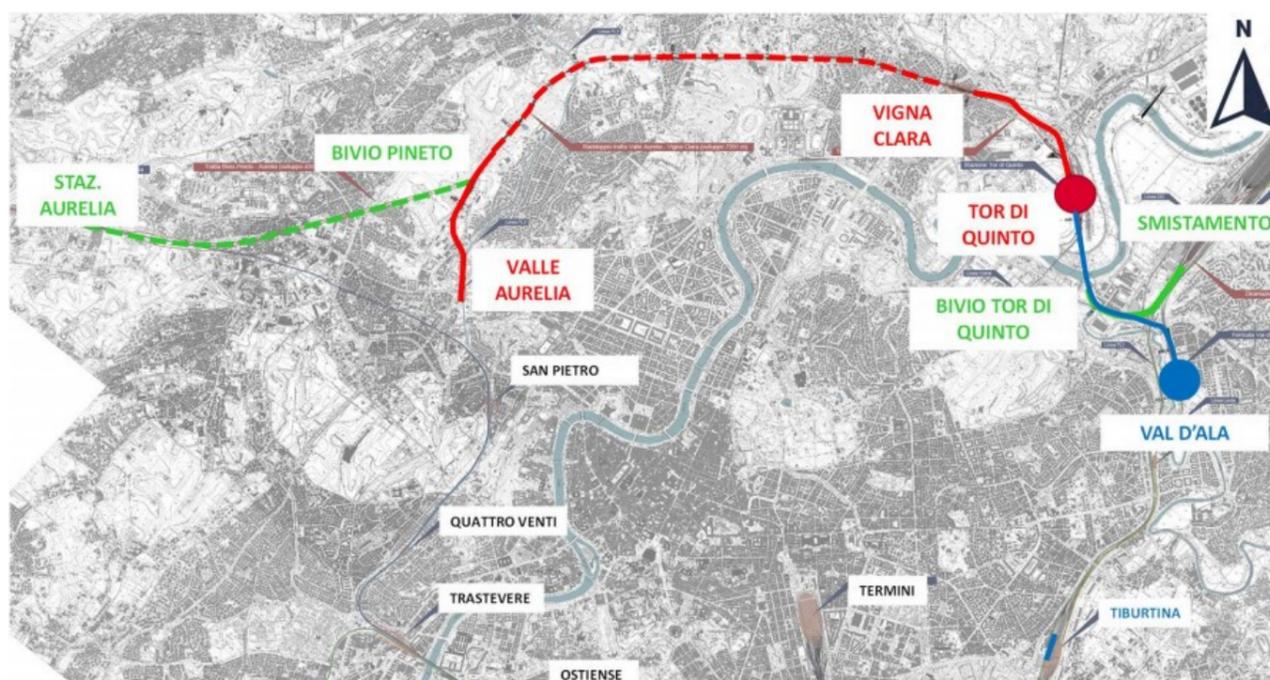


Figura 2-1 Progetto Gronda merci di Roma – Cintura Nord: Articolazione in Lotti (Lotto 1 rosso – Lotto 2 blu – Lotto 3 verde)

Il Lotto 1, la cui attivazione è prevista per il 2027, è a sua volta suddiviso nei seguenti sottolotti:

- Lotto 1A, raddoppio tratta Valle Aurelia - Vigna Clara, sviluppo 7200 m
- Lotto 1B, nuovo collegamento Vigna Clara - Tor di Quinto con interscambio a Tor di Quinto tra la nuova linea e la linea Roma Civitacastellana Viterbo, sviluppo 2100 m

Per quanto specificatamente concerne il Lotto 1B, il quadro degli interventi e delle opere previsti sono così sintetizzabili:

- Viadotto Flaminia di lunghezza circa 800 m doppio binario con impalcato a sezione mista acciaio/cls;
- Nuova stazione Tor di Quinto interamente su una struttura scatolare;
- Nuova viabilità della stazione Tor di Quinto;
- Modifiche alla stazione Tor di Quinto della linea Roma Civitacastellana Viterbo
- Farfalla di scavalco della linea Roma Civitacastellana Viterbo.

Gli interventi previsti sono riportati nella tabella seguente e descritti nei paragrafi a seguire.

Tabella 2-1 Interventi previsti dal Lotto 1B Tratta Vigna Clara – Tor di Quinto

WBS	Intervento	Pk
<i>Opere di linea</i>		
	Nuovo collegamento Vigna Clara – Tor di Quinto	0+192 – 2+170
	Deviazione definitiva Linea Roma – Civitacastellana - Viterbo	-
<i>Opere d'arte</i>		
	Muro di sostegno	0+350 - 0+614
	Muro di sostegno	0+614 - 0+ 670
RI01	Rilevato	0+192 - 0+ 670
VI01	Viadotto su Via Flaminia	0+670 - 1+444
GA01	Farfalla di scavalco della linea Roma Civitacastellana Viterbo	2+087 - 2+170
<i>Stazioni ferroviarie</i>		
FV01	Nuova Stazione di Tor di Quinto	1+444 – 2+087
<i>Opere viarie connesse</i>		
NV01	Nuova viabilità per stazione Tor di Quinto	-

Gli interventi in progetto hanno inizio al Km 0+192 e per circa 500 metri (fino al km 0+670) il tracciato si mantiene in rilevato al di sopra del fascio dei binari esistenti, di cui è prevista la demolizione.

Nell'ambito di Vigna Clara è previsto l'allungamento dei marciapiedi PES esistenti per garantire una lunghezza complessiva pari a 330m e l'inserimento, lato Tor di Quinto, di un sottopasso di esodo per l'emergenza.

Alla fine del viadotto VI01 è ubicata la Stazione di Tor di Quinto. La Stazione si colloca, planimetricamente, tra la linea Roma Civitacastellana Viterbo, di cui è prevista nell'ambito del progetto

una variante planimetrica e la ricollocazione dell'edificio di Stazione, e l'Ippodromo di Tor di Quinto. L'interferenza altimetrica tra la linea di progetto e la linea Roma Civitacastellana Viterbo, immediatamente a valle della nuova Stazione di Tor di Quinto, è risolta attraverso uno sfalsamento altimetrico in cui la linea Roma Civitacastellana Viterbo mantiene le quote attuali, mentre la linea di progetto si porta a circa + 16 m dal piano campagna, scavalcando quella esistente con una galleria artificiale (GA01).

La necessità di realizzare la nuova stazione in quota ha comportato l'introduzione di un'opera scatolare per tutto lo sviluppo della stessa (circa 700m).

L'accesso alla Stazione è garantito attraverso l'adeguamento di Via della Stazione di Tor di Quinto (NV01), lungo la quale è prevista la realizzazione di una pista ciclabile che si ricollega alla ciclabile esistente lungo gli argini del Tevere. A servizio della Stazione è prevista la realizzazione di ulteriori parcheggi allo scoperto ubicati all'inizio di Via della Stazione di Tor di Quinto.

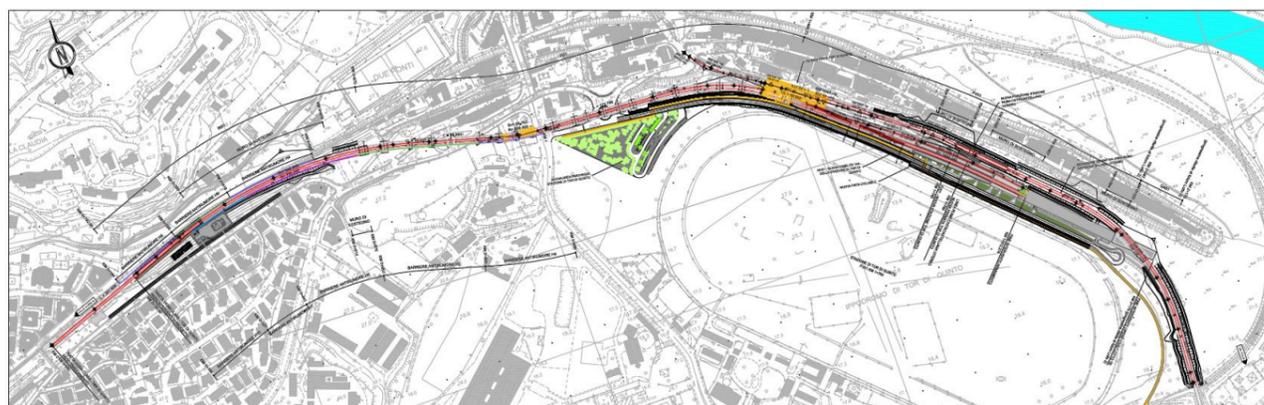


Figura 2-2 Planimetria di progetto

Il progetto prevede una pista ciclabile bidirezionale in sede propria (larghezza 3m) separata dalla carreggiata destinata ai veicoli a motore. Il percorso attraversa l'intera area di progetto da est a ovest. A partire dal viale di Tor di Quinto, la ciclabile di progetto collega la stazione (ciclo parking) e si connette alla ciclabile esistente Ponte Milvio Castel Giubileo sul lungotevere. Superata la ferrovia RM-VT il progetto prevede una rampa ciclabile connessa alla ciclabile esistente.

## 2.2 Il sistema di cantierizzazione

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della linea ferroviaria, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facilità di collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (strada statale ed autostrada);
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico;
- riduzione al minimo delle interferenze con il patrimonio culturale esistente.

Con specifico riferimento al progetto in esame, le tipologie di aree di cantiere delle quali è previsto l'approntamento sono le seguenti:

- cantiere base destinata ad ospitare le principali strutture logistiche e operative funzionali all'esecuzione dei lavori;
- cantiere armamento costituito da tronchini di ricovero dei mezzi di cantiere su rotaia individuato nei pressi dell'opera da realizzare onde consentire la realizzazione delle opere di armamento, nonché la realizzazione dell'attrezzaggio tecnologico;
- aree tecniche (che in fase di progettazione definitiva ed esecutiva potranno anche essere incrementate in funzione delle possibili ottimizzazioni progettuali), che fungono da base per la costruzione di singole opere d'arte e per l'assemblaggio e varo delle opere metalliche;

La tabella seguente illustra il sistema di cantieri previsto per la realizzazione delle opere.

Tabella 2-2 Aree di cantiere e dimensioni

ID	Superficie [m <sup>2</sup> ]
AR-02	6.700
CB1_01	3.000
CO1-01	15.000
AT1-01	8.300
AS1-01	13.400
AT1-02	1.800

ID	Superficie [m <sup>2</sup> ]
AT1-03	4.300
AT1-04	6.300
AT1-05	37.300
DT-01	23.100

Oltre alle aree riportate nella precedente tabella, completano il quadro dei cantieri le aree di lavoro che corrispondono in linea di principio con l'ingombro delle lavorazioni sulla linea da realizzare o adeguare e con il fronte di avanzamento dei lavori.

Un aspetto importante del progetto di cantierizzazione dell'opera in esame consiste nello studio della viabilità che verrà utilizzata dai mezzi coinvolti nei lavori. Tale viabilità è costituita da tre tipi fondamentali di strade: le piste di cantiere, realizzate specificatamente per l'accesso o la circolazione dei mezzi impiegati nei lavori, la viabilità ordinaria di interesse locale e la viabilità extraurbana. La scelta delle strade da utilizzare per la movimentazione dei materiali, dei mezzi e del personale è stata effettuata sulla base delle seguenti necessità:

- minimizzazione della lunghezza dei percorsi lungo viabilità congestionate;
- minimizzazione delle interferenze con aree a destinazione d'uso residenziale;
- scelta delle strade a maggior capacità di traffico;
- scelta dei percorsi più rapidi per il collegamento tra cantieri, aree di lavoro e siti di
- approvvigionamento dei materiali da costruzione e di conferimento dei materiali di risulta.

Negli elaborati grafici della cantierizzazione sono rappresentate le aree di cantiere, intese come occupazioni temporanee, e i percorsi che verranno potenzialmente impiegati dai mezzi di lavoro per l'accesso alle stesse. Questi ultimi sono stati studiati ipotizzando che gli automezzi tenderanno ad andare verso Nord, in direzione del G.R.A.

Infine, i tratti di intervento, e pertanto i cantieri che eseguiranno i lavori in oggetto, sono prossimi a delle viabilità principali e/o di scorrimento veloce, come ad esempio via Tor di Quinto, via dei Prati Fiscali, via Flaminia Nuova, via Salaria (SS4) e via del Foro Italico/Circonvallazione Salaria.

### 3. RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI

#### 3.1 I ricettori

Ancorché il tracciato oggetto di intervento interessi buona parte del quadrante occidentale dell'area urbana di Roma, la sua maggior parte si sviluppa in viadotto (cfr. Figura 3-1).

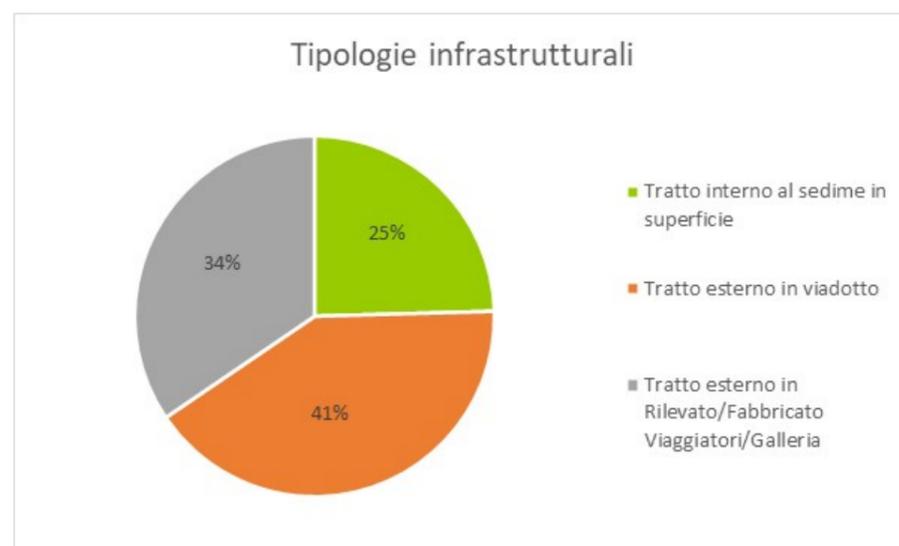


Figura 3-1 Tratta Valle Aurelia – Vigna Clara: Articolazione per tipologie infrastrutturali

Ancorché il progetto abbia una ridotta estensione e quindi un ridotto numero delle aree di cantiere fisso, mentre per quanto riguarda l'articolazione del sistema insediativo lungo la porzione territoriale entro la quale si sviluppa l'opera in progetto, come si evince dalla Figura 3-2, l'opera in esame si sviluppa, per la maggior parte della sua estensione, all'interno di aree inedificate o connotate dalla presenza di manufatti ad uso artigianale / sportivo, mentre il tratto ricadente in area urbana risulta limitato a quello iniziale, avente una lunghezza pari a circa 600 metri.

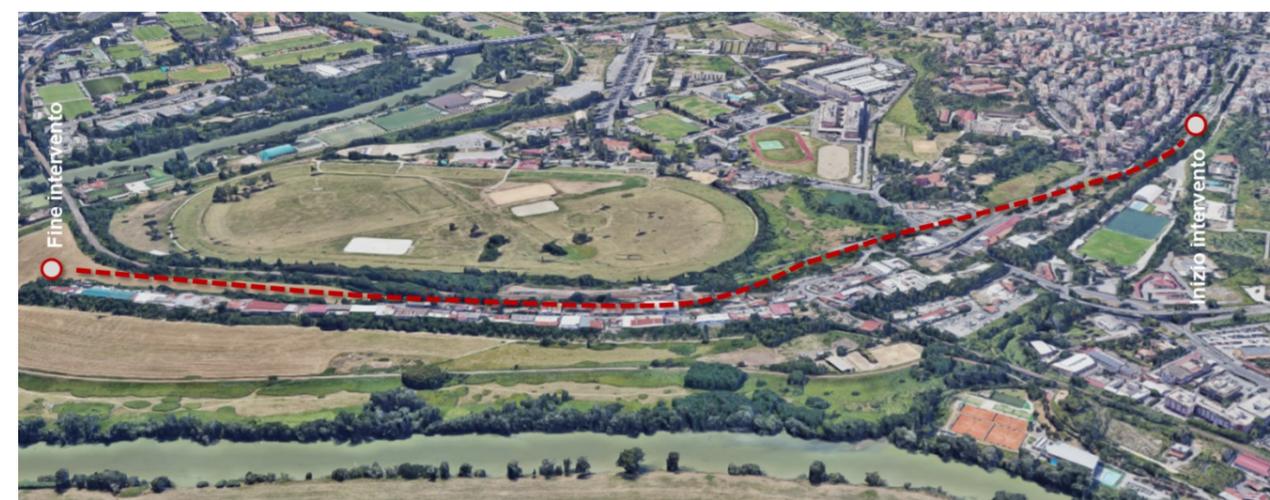


Figura 3-2 Contesto di localizzazione dell'opera in progetto

In termini generali, è possibile affermare che le aree urbane maggiormente prossime al tracciato in esame sono localizzate nei primi 600 metri dell'opera (cfr. Figura 3-3).



Figura 3-3 Tratta Vigna Clara – Tor di Quinto: Contesto localizzativo in corrispondenza dell'inizio del progetto

Nell'ambito delle analisi condotte ai fini, in particolare, dello Studio acustico è stato effettuato un dettagliato censimento dei ricettori.

Il censimento ha riguardato una fascia di 250 m per lato a partire dal binario esterno (fascia di pertinenza acustica ai sensi del DPR 459/98) in tutti i tratti di linea ferroviaria allo scoperto. L'indagine è stata estesa anche oltre tale fascia, fino a 300 metri, per l'indagine dei fronti edificati prossimi alla stessa.

È stata effettuata, in particolare, una verifica della destinazione d'uso ed altezza di tutti i ricettori. I risultati di tale verifica sono stati riportati, nella cartografia numerica in scala 1:2.000 (elaborati NR4E12R22P6IM0004001A÷9).

### 3.2 Punti di misura

Nel presente PMA per le aree di intervento e per ciascuna area di cantiere sono state individuate le componenti ambientali da monitorare, la tipologia di monitoraggio (orario, 24 h, settimanale, bisettimanale) e la frequenza delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam (una volta, mensile, trimestrale).

Per ognuna delle componenti ambientali selezionate sono stati definiti univocamente i siti nei quali predisporre le stazioni di monitoraggio per eseguire misure e prelievi, a seconda dei casi specifici.

Ciascun punto di monitoraggio è stato posizionato sulla base di analisi di dettaglio in campo, condotte in questa fase di progettazione definitiva, delle criticità e significatività specifica per singola componente ambientale messa in evidenza nel Piano Ambientale della Cantierizzazione (in seguito denominato PAC), sottoponendo il punto ad accertamento delle condizioni di accessibilità e mappandolo in carta. Per ognuno di tali punti si è previsto di individuarne la fase in cui esso verrà monitorato, le attività di monitoraggio che in esso avranno luogo e le relative frequenze e durate.

L'esatta localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nella tavola allegata "*Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio*" alla presente relazione.

### 3.3 Tempi e frequenze

Nel presente PMA per ogni componente ambientale, in funzione delle aree monitorate sono state individuate le frequenze delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam.

Per quanto riguarda la durata delle misure, essa è legata generalmente ad aspetti normativi o ad aspetti di significatività e rappresentatività dei dati. In particolare, per la fase corso d'opera le frequenze sono legate soprattutto ai tempi di realizzazione dell'opera o ai tempi di permanenza dei cantieri. La durata

complessiva del monitoraggio in corso d'opera quindi dipenderà chiaramente dai tempi di realizzazione delle opere stesse ma soprattutto dalla durata delle lavorazioni più impattanti legate alle componenti da monitorare.

### 3.4 Restituzione dei dati

Le modalità di restituzione dei dati seguiranno le indicazioni di cui alle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici generali REV. 1 del 16 giugno 2014", anche ai fini dell'informazione al pubblico.

Inoltre, le informazioni ambientali potranno essere riutilizzate per accrescere le conoscenze sullo stato dell'ambiente e sulla sua evoluzione, oltre ad essere riutilizzati per la predisposizione di ulteriori studi ambientali.

Ove richiesti, i **rapporti tecnici** conterranno:

- le finalità specifiche dell'attività di monitoraggio condotta in relazione alla componente/fattore ambientale;
- la descrizione e la localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;
- i parametri monitorati;
- l'articolazione temporale del monitoraggio in termini di frequenza e durata;
- i risultati del monitoraggio e le relative elaborazioni e valutazioni, comprensive delle eventuali criticità riscontrate e delle relative azioni correttive intraprese.

Inoltre, i rapporti tecnici includeranno per ciascuna stazione/punto di monitoraggio apposite **schede di sintesi** contenenti le seguenti informazioni:

- stazione/punto di monitoraggio: codice identificativo (es. ATM\_01 per un punto misurazione della qualità dell'aria ambiente), coordinate geografiche (espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89), componente/fattore ambientale monitorata, fase di monitoraggio;
- area di indagine (in cui è compresa la stazione/punto di monitoraggio): codice area di indagine, territori ricadenti nell'area di indagine (es. comuni, province, regioni), destinazioni d'uso previste dagli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti (es. residenziale, commerciale, industriale, agricola, naturale), uso reale del suolo, presenza di fattori/elementi antropici e/o

naturali che possono condizionare l'attuazione e/o gli esiti del monitoraggio (descrizione e distanza dall'area di progetto);

- ricettori sensibili: codice del ricettore (es. RIC\_01): localizzazione (indirizzo, comune, provincia, regione), coordinate geografiche (espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89), descrizione (es. civile abitazione, scuola, area naturale protetta, ecc.);
- parametri monitorati: strumentazione e metodiche utilizzate, periodicità, durata complessiva dei monitoraggi.

La scheda di sintesi sarà corredata da:

- inquadramento generale che riporti l'intera opera, o parti di essa, la localizzazione della stazione/punto di monitoraggio unitamente alle eventuali altre stazioni/punti previste all'interno dell'area di indagine;
- rappresentazione cartografica su Carta Tecnica Regionale (CTR) e/o su foto aerea (scala 1:10.000) dei seguenti elementi:
  - stazione/punto di monitoraggio;
  - elemento progettuale compreso nell'area di indagine (es. porzione di tracciato ferroviario, aree di cantiere, opere di mitigazione);
  - ricettori sensibili;
  - eventuali fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e gli esiti del monitoraggio;
- immagini fotografiche descrittive dello stato dei luoghi.

I dati di monitoraggio contenuti nei rapporti tecnici periodici saranno forniti anche in formato tabellare aperto XLS o CSV. Nelle tabelle sarà riportato:

- codice identificativo della stazione/punto di monitoraggio;
- codice identificativo della campagna di monitoraggio;
- data/periodo di campionamento;
- parametro monitorato e relativa unità di misura;
- valori rilevati;
- range di variabilità individuato per lo specifico parametro;
- valori limite (ove definiti dalla pertinente normativa);
- superamenti dei valori limite o eventuali situazioni critiche/anomale riscontrate.

Con riferimento ai dati territoriali georeferenziati necessari per la localizzazione degli elementi significativi del monitoraggio ambientale, si individuerà quanto segue:

- elementi progettuali significativi per le finalità del monitoraggio ambientale (es. area di cantiere, opera di mitigazione, porzione di tracciato ferroviario);
- aree di indagine;
- ricettori sensibili;
- stazioni/punti di monitoraggio.

I dati territoriali saranno predisposti in formato SHP in coordinate geografiche espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89.

### 3.5 Strumenti per la condivisione dei dati di monitoraggio

Al fine di garantire una più efficace gestione dei dati di monitoraggio e una più rapida consultazione di tutte le informazioni disponibili in relazione alle specifiche opere, Italferr è fornita di una banca dati ambientale, denominata SIGMAP, che, attraverso un portale web GIS, consente la centralizzazione, l'archiviazione, l'analisi e il download sia dei dati territoriali geografici che di quelli cartografici, garantendo la consultazione di mappe tematiche relative in particolare alla Progettazione, al Monitoraggio Ambientale. Tale banca dati è consultabile e visionabile online attraverso un profilo utente, attivabile dagli stakeholder coinvolti nel progetto. All'avvio delle attività di monitoraggio saranno fornite le necessarie credenziali per l'accesso agli Enti competenti che ne avvanzeranno richiesta.

## 4. RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI

### 4.1 Atmosfera

#### 4.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Le finalità del monitoraggio ambientale per la componente atmosfera sono:

- valutare l'effettivo contributo connesso alle attività di cantiere in termini di emissione sullo stato di qualità dell'aria complessivo;
- fornire ulteriori informazioni evidenziando eventuali variazioni intervenute rispetto alle valutazioni effettuate in fase di progettazione, con la finalità di procedere per iterazioni successive in corso d'opera ad un aggiornamento della valutazione delle emissioni prodotte in fase di cantiere;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e delle procedure operative per il contenimento degli impatti connessi alle potenziali emissioni prodotte nella fase di cantierizzazione dell'opera;
- fornire dati per l'eventuale taratura e/o adeguamento dei modelli previsionali utilizzati negli studi di impatto ambientale.

I parametri rilevati durante il monitoraggio, opportunamente acquisiti ed elaborati, permetteranno nella fase di cantiere una corretta e tempestiva gestione della componente ambientale in oggetto.

In fase di corso d'opera, si valuterà l'opportunità di eseguire o meno le misure di atmosfera in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze".

Ancorché le risultanze degli studi modellistici, condotti con riferimento al "worst case" (la condizione maggiormente gravosa dal punto di vista in esame) e comprensivi dei valori di fondo, nonché sviluppati su una serie di ipotesi cautelative, abbiano evidenziato che i valori attesi per PM<sub>10</sub> ed NO<sub>2</sub> siano ampiamente al di sotto dei limiti normativi rispetto ai periodi di mediazione relativi ad entrambi i parametri inquinanti, in ogni caso si sono previste le attività di monitoraggio nel seguito descritte, al preciso fine di verificare la rispondenza di tali risultanze nel corso dello svolgimento delle attività di cantiere.

#### 4.1.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

La scelta della localizzazione delle aree di indagine e, nell'ambito di queste, dei punti (stazioni) di monitoraggio, è effettuata sulla base delle analisi e delle valutazioni degli impatti sulla qualità dell'aria contenute nel SIA e/o nel Progetto Ambientale della Cantierizzazione.

Di seguito si elencano i principali criteri per la localizzazione dei punti di monitoraggio nelle diverse fasi (AO, CO, PO), così come riportati nelle Linee Guida ministeriali:

- presenza di ricettori sensibili in relazione alla protezione della salute, della vegetazione e degli ecosistemi, dei beni archeologici e monumentali e dei materiali;
- punti di massima rappresentatività territoriale delle aree potenzialmente interferite e/o dei punti di massima di ricaduta degli inquinanti (CO e PO) in base alle analisi e alle valutazioni condotte mediante modelli e stime nell'ambito dello SIA;
- caratteristiche microclimatiche dell'area di indagine (con particolare riferimento all'anemologia);
- presenza di altre stazioni di monitoraggio afferenti a reti di monitoraggio pubbliche/private che permettano un'efficace correlazione dei dati;
- morfologia dell'area di indagine;
- aspetti logistici e fattibilità a macroscala e microscala;
- tipologia di inquinanti e relative caratteristiche fisico-chimiche;
- possibilità di individuare e discriminare eventuali altre fonti emmissive, non imputabili all'opera, che possano generare interferenze con il monitoraggio;
- caratteristiche geometriche (in base alla tipologia - puntuale, lineare, areale, volumetrica) ed emmissive (profilo temporale) della/e sorgente/i (per il monitoraggio CO).

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è stata effettuata valutando sia il posizionamento dei ricettori, sia la severità dei potenziali impatti (legata alla tipologia delle lavorazioni e alla sensibilità del territorio) e della durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio verrà effettuato in alcuni punti significativi denominati "stazioni di monitoraggio".

Per "stazione" si intende una zona definita in cui si ritiene necessario prevedere la determinazione del potenziale contributo della cantierizzazione in termini di inquinanti atmosferici. In particolare, nel nostro caso si definiscono due tipologie di sezione di monitoraggio:

- monitoraggio delle aree di cantiere presenti per tutta la durata dei lavori.
- monitoraggio del traffico veicolare di cantiere

Per ciascuna sezione di monitoraggio, sempre secondo le finalità definite sopra, si prevede l'ubicazione di almeno due punti di monitoraggio, in particolare:

- un punto di monitoraggio in un'area interessata da emissioni atmosferiche prodotte dall'attività di cantiere (Influenzata);
- un secondo punto di monitoraggio in una postazione di misura assolutamente equivalente alla prima in termini di condizioni ambientali al contorno, ma non influenzato dal cantiere e, ovviamente, non influenzato da altri cantieri o punti di immissione singolare (Non Influenzata).

Nel caso in esame, la scelta dei punti di monitoraggio è stata condotta in considerazione di:

- **Localizzazione di aree di lavoro in prossimità di tessuti insediativi a prevalente uso residenziale**
- **Localizzazione di aree di cantiere fisso all'interno del Parco Urbano Pineto**

In forza dei suddetti criteri, sono stati individuate le seguenti tipologie e numero di punti di monitoraggio:

- **2 punti influenzati dalle attività di cantiere (ATC)**
- **2 punti di monitoraggio non influenzati dalle attività di cantiere (NI)**

Il numero complessivo dei punti di monitoraggio previsti è pari a **4**.

Tutti i punti saranno monitorati sia in fase ante operam che in corso d'opera. In virtù della natura dell'opera, non si prevedono elementi di impatto per la componente atmosfera durante l'esercizio dell'opera, quindi non si prevede di eseguire monitoraggi in fase post operam, per detta componente.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio che costituiranno ciascuna stazione è determinata in riferimento ai risultati delle analisi ambientali di progetto e potrà essere modificata durante la fase di corso d'opera, sempre con la finalità di evidenziare nella sezione il contributo delle emissioni di cantiere.

In particolare, l'ubicazione esatta dei punti da monitorare dovrà essere confermata a seguito della verifica dell'effettiva cantierizzazione che sarà effettuata in sede di approfondimento del progetto esecutivo.

La localizzazione delle sezioni di monitoraggio con indicazione dei possibili punti di monitoraggio viene rappresentata nell'elaborato grafico "Planimetria localizzazione punti di monitoraggio" in allegato alla presente relazione.

#### **4.1.3 Parametri oggetto del monitoraggio**

Sulla base del documento "Linee Guida per il monitoraggio dell'atmosfera nei cantieri di grandi opere" prodotto da Italferr a Giugno 2012, i parametri della qualità dell'aria di cui si prevede il monitoraggio sono di due tipi: il primo tipo si riferisce ad inquinanti convenzionali, ovvero quelli inclusi nella legislazione vigente per i quali sono stati stabiliti limiti normativi, mentre il secondo tipo riguarda una serie di parametri ed analisi non convenzionali che non sono previsti dalla vigente legislazione sulla qualità dell'aria ma che sono necessari per definire il potenziale contributo di inquinanti verosimilmente prodotti durante le fasi di cantierizzazione dell'opera.

Nota la finalità del monitoraggio per detta componente i parametri oggetto di indagine sono:

- Parametri convenzionali
  - particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM10);
  - particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM2.5).
- Parametri non convenzionali
  - misura ed interpretazione quali-quantitativa dei dati relativi al particolato sedimentabile (deposizioni);
  - analisi della composizione chimica del particolato sedimentabile (deposizioni) relativamente agli elementi terrigeni;
  - misura simultanea della distribuzione granulometrica del particolato ad alta risoluzione temporale mediante contatori ottici (contaparticelle) e delle polveri con metodo gravimetrico (PM10 e PM2.5).

Sarà inoltre prevista la misura dei parametri meteorologici necessari a valutare i fenomeni di diffusione e di trasporto a distanza dell'inquinamento atmosferico, e ad avere una base sito specifica dei parametri meteo da utilizzare nelle simulazioni atmosferiche:

- velocità del vento
- direzione del vento
- umidità relativa
- temperatura
- precipitazioni atmosferiche
- pressione barometrica

#### 4.1.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

##### Metodologia di acquisizione parametri convenzionali

Per l'acquisizione dei dati di monitoraggio atmosferico è necessario utilizzare stazioni di misura conformi, ai sensi dell'art.1 comma 4 lettera g) del D. Lgs. 155/10 e s.m.i., per quanto riguarda:

- i requisiti richiesti per la strumentazione;
- l'utilizzo di metodiche riconosciute o equivalenti a quelle previste da normative;
- l'utilizzo di strumentazione che permetta un'acquisizione e restituzione dei dati utile ad intervenire tempestivamente in caso di anomalie.

In particolare, per il campionamento e le analisi dei parametri sopra indicati vanno utilizzate strumentazione e metodiche previste dalla normativa vigente in materia (D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.) e le principali norme tecniche (ad esempio, la norma UNI EN 12341:2014 per le polveri sottili). In questo modo è possibile ottenere dei dati validati e confrontabili con quelli delle centraline per la determinazione della qualità dell'aria degli Enti territorialmente competenti (ai sensi dell'art. 1 del D. Lgs. 155/10 e s.m.i.), avere delle indicazioni sull'andamento della qualità dell'aria nei territori in cui insistono le lavorazioni e valutare l'eventuale contributo delle attività di realizzazione dell'opera ferroviaria.

In questa ottica e con l'obiettivo di avere un monitoraggio in grado di rivelare tempestivamente eventuali impatti dei cantieri, per quanto riguarda le polveri sottili si prevede di utilizzare principalmente strumenti ottici certificati in grado di dare un riscontro immediato di eventuali variazioni sensibili delle concentrazioni di polveri (PTS e PM10) aerodisperse.

In alternativa all'utilizzo di strumentazione ottica certificata è possibile utilizzare campionatori con raggi beta in grado di restituire il dato orario di concentrazione rilevato.



Figura 4-1 Campionatore sequenziale automatico

##### Metodologia di acquisizione parametri non convenzionali

###### *Deposizione e microscopia*

Per l'analisi del particolato sedimentabile è previsto l'utilizzo di un campionatore e della microscopia ottica.

Nella fase di campionamento viene impiegata un'apparecchiatura Wet-Dry (deposimetro, vedi ad esempio Figura 4-2) in modalità "Dry-Only", al fine di raccogliere il materiale sedimentabile in assenza di precipitazioni.

Tale materiale viene successivamente valutato per microscopia ottica automatica dopo essere stato raccolto su adeguato vetrino di osservazione. La Figura 4-3 riportata di seguito si riferisce ad un campione di particolato atmosferico sedimentato.



Figura 4-2 Campionatore Wet-Dry

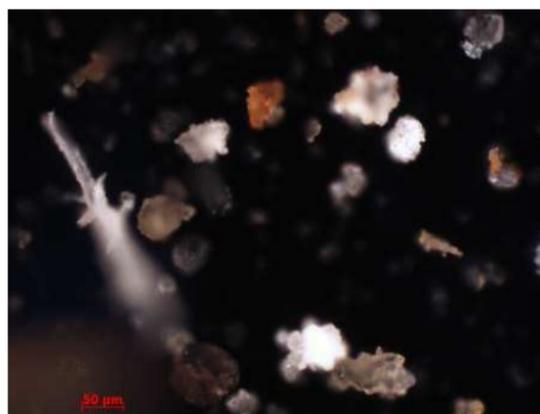


Figura 4-3 Campione di particolato atmosferico al microscopio

Questa tecnica combinata prevede il campionamento su periodi prolungati (tipicamente 7 - 10 gg) del particolato atmosferico sedimentabile, ossia la frazione più pesante del particolato aerotrasportato. In questo modo vengono acquisiti i dati di deposizione di massa ( $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{giorno}$ ) delle polveri e, attraverso l'utilizzo di vetrini e microscopio ottico, viene effettuata l'osservazione qualitativa della natura e della distribuzione in termini di colore, aspetto e dimensione delle polveri. Tale osservazione si riferisce, in pratica, a particelle sedimentate di dimensioni superiori a  $3 \mu\text{m}$  circa.

L'analisi automatica dell'immagine permette di acquisire informazioni relative alla distribuzione granulometrica delle polveri e alla loro classificazione/suddivisione in classi di "colore". Tali informazioni vengono tipicamente riportate in tabelle (vedi Tabella 4-1 di esempio) ove sono mostrate 8 classi granulometriche da 1 a  $200 \mu\text{m}$  di diametro e tre classi di colore (nero, bianco, marrone).

		Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8
		1 10	10 20	20 30	30 40	40 50	50 100	100 200	>200
WHITELEMENTS	site 7	4152	634	276	144	95	141	27	4
	site 10	3038	483	212	118	72	141	32	4
	site 4	2500	417	207	87	54	47	7	2
	site 9	246	45	30	7	9	3	2	1
BLACKELEMENTS	site 7	8696	1140	306	90	37	33	3	1
	site 10	6852	1623	665	276	124	92	5	0
	site 4	10576	3468	1674	611	229	134	8	0
	site 9	2222	436	169	97	38	55	11	2
BROWN ELEMENTS	site 7	9403	717	241	104	53	90	19	1
	site 10	5831	537	195	114	54	86	6	2
	site 4	2412	176	70	34	12	18	1	0
	site 9	1928	37	7	3	4	5	2	1

Tabella 4-1 Esempio di tabella per analisi dimensionale e di colore

L'analisi del colore delle deposizioni atmosferiche avviene tramite il confronto con la tavola dei colori del sistema R.A.L. e la conseguente suddivisione secondo le 3 sopracitate classi di colore, così caratterizzate:

- grigio/nero: associabile principalmente a particolato connesso a sorgenti di tipo antropico, quali emissioni derivanti dall'uso di combustibili fossili (autoveicoli, camini domestici e non), dall'usura di pneumatici, freni e manto stradale, da processi industriali, da termovalorizzazione di rifiuti, ecc.;
- bianco: associabile principalmente a un particolato connesso a sale marino, polvere domestica, materiale da erosione di rocce, ecc.;
- marrone: associabile principalmente a un particolato connesso a lavorazioni agricole con dispersione in atmosfera di terra (sabbia, limo, argilla tipicamente di colore giallastro-marrone), a piante (pollini e residui vegetali) e spore, a materiale di erosione di rocce, ecc.

Resta inteso che la colorazione delle polveri va contestualizzata nell'area di indagine prendendo in considerazione le caratteristiche del territorio monitorato e le attività ivi presenti.

#### Composizione chimica (elementi terrigeni)

Per determinare la concentrazione di elementi di origine terrigena (Silicio, Alluminio, Ferro, Calcio, Magnesio, Potassio, Titanio, Fosforo ed altri eventuali) viene effettuata un'analisi chimica del particolato con la tecnica XRF (X-Ray Fluorescence), che consente di individuare gli elementi chimici costitutivi di un

campione grazie all'analisi della radiazione X (fluorescenza X caratteristica) emessa dallo stesso in seguito ad eccitazione atomica con opportuna energia. L'analisi è non distruttiva, non richiede alcun tipo di preparazione del campione, può operare in aria e non altera il materiale analizzato.

Nel caso in esame può essere effettuata un'analisi XRF a dispersione di energia (acronimo ED-XRF) con un opportuno spettrometro o, in alternativa, può essere utilizzato un microscopio elettronico a scansione (SEM), nel qual caso l'analisi viene definita SEM-EDX (Energy Dispersive X-ray Analysis). Tali metodiche permettono un'analisi simultanea di molti elementi anche su piccolissime parti di campione, quali quelle derivanti dal campionamento del particolato sedimentabile (deposizioni) su opportuni supporti.

L'analisi qualitativa prevede l'identificazione delle righe X caratteristiche di emissione di ogni elemento chimico (disponibili nella bibliografia scientifica di settore), mentre l'analisi quantitativa richiede di correlare i dati di intensità delle diverse righe X emesse con le analoghe emissioni di campioni standard contenenti quantità conosciute dell'elemento da stimare.

In questo modo viene eseguita la determinazione dei principali elementi terrigeni e l'analisi di detti elementi sotto forma di ossidi per la valutazione della percentuale in massa delle polveri terrigene rispetto alla massa complessiva di particolato. Se necessario questo tipo di analisi può essere svolta anche sulle frazioni PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> del particolato raccolto tramite campionatori gravimetrici.

#### *Distribuzione granulometrica*

L'analisi della distribuzione granulometrica delle polveri compatibilmente alle variazioni dei parametri meteo ed emissivi viene effettuata con contatori ottici (contaparticelle, vedi Figura 4-4) ad alta risoluzione temporale (tipicamente 1 dato al secondo) che coprono l'intervallo sotteso dalle PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>.



Figura 4-4 – Contaparticelle

Al fine di determinare il rapporto tra particelle fini e grossolane e verificare la loro evoluzione nel tempo, i contaparticelle sfruttano metodi ottici di diffusione/scattering della luce, dove un fascio laser emesso da un diodo (fonte di luce) investe un flusso d'aria di portata nota contenente le particelle in sospensione, mentre al contempo un sensore ottico misura la luce diffusa per restituire il diametro ottico delle particelle e non il diametro aerodinamico equivalente (utilizzato dai campionatori gravimetrici quale metodo di selezione dimensionale).

Tali contatori sono generalmente in grado di misurare particelle aventi un diametro minimo di 0.3 µm e un diametro massimo di 10 µm. Alcuni di questi strumenti sono in grado di calcolare la concentrazione di massa equivalente per le frazioni PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> utilizzando apposite curve di calibrazione. Tali misure consentono di verificare il rapporto tra particelle fini e grossolane in integrazione alle analisi gravimetriche e chimiche.

#### **4.1.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

Il monitoraggio della componente atmosfera viene svolto nelle fasi di:

- Ante operam: in assenza di attività di cantiere;
- Corso d'opera: durante la realizzazione delle attività di cantiere.

Di seguito si riporta il dettaglio delle attività di monitoraggio previste, delle misure e le relative frequenze riferite alle diverse metodiche di rilievo selezionate.

### Monitoraggio ante-operam:

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di AO sono così definite:

- analisi bibliografica e conoscitiva;
- sopralluogo ed identificazione dei punti di monitoraggio;
- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari;
- esecuzione delle campagne di rilievo;
- analisi ed elaborazione dei risultati;
- restituzione dei risultati secondo quanto indicato nelle schede di rilevamento;
- produzione del rapporto descrittivo e inserimento dei dati nel sistema informativo.

Si prevede di effettuare le misure della fase ante operam entro la fase di prima cantierizzazione e comunque non oltre l'effettivo inizio delle lavorazioni nei cantieri.

### Monitoraggio corso d'opera:

Le attività di monitoraggio dovranno essere precedute da un'analisi dell'effettiva cantierizzazione che sarà eseguita in fase di progetto esecutivo.

Italferr provvederà a confermare o eventualmente modificare le ubicazioni delle sezioni di monitoraggio e a comunicarle agli Enti competenti.

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di CO sono da eseguirsi per ogni anno di durata dei lavori e sono così definite:

- verifica della tempistica di campionamento in funzione delle fasi di costruzione dell'opera e delle relative attività di lavorazione;
- sopralluogo e riconoscimento dei punti di monitoraggio;
- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari con particolare riferimento all'installazione delle centraline per il monitoraggio in continuo;
- esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche;
- restituzione dei risultati nelle schede di rilievo;
- valutazione dei risultati;

La durata e la frequenza con la quale saranno condotte le misure, secondo le metodiche prima indicate al par. 4.1.4, sono le seguenti:

#### Fase ante operam

- durata: 6 mesi;
- frequenza: due volte nell'anno precedente l'inizio lavori per postazione.

#### Fase corso d'opera

- durata: per tutta la durata dei lavori;
- frequenza: quattro volte l'anno per tutta la durata dei lavori.

Le campagne di misura in ciascun punto di monitoraggio avranno durata di 15 giorni; la tabella che segue riporta il numero di campagne di monitoraggio previste per ogni fase.

Tabella 4-2 Programmazione del monitoraggio per la componente atmosfera

CODICE PUNTO	FREQUENZA	N° CAMPAGNE		LOCALIZZAZIONE
		ANTE OPERAM (6 MESI)	CORSO D'OPERA (~2,5 ANNI)	
ATC1-01	trimestrale	2	10	AT1-04
ATC1-02	trimestrale	2	10	DT.01
ATNI1-01	trimestrale	2	10	Via Flaminia
ATNI1-02	trimestrale	2	10	Via Nazareth

La localizzazione dei punti di misura ATC. è riportata nelle tavole allegate al Progetto di monitoraggio ambientale (Planimetria localizzazione punti di monitoraggio in allegato alla presente relazione). Per quanto invece concerne la posizione dei punti N.I. (punti "non influenzati" dalle attività di cantiere), riportata nella medesima tavola, si precisa che, nella successiva fase progettuale, detta localizzazione potrà subire variazioni a seguito di ulteriori affinamenti da prevedersi una volta definito il layout di cantiere esecutivo, nonché di accertamenti sul campo per la verifica della fattibilità logistica (allacci corrente, permessi in aree private, ecc.).

## 4.2 Acque sotterranee

### 4.2.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto dell'opera sul sistema idrogeologico, al fine di prevenirne le alterazioni, ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

### 4.2.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Ambiente idrico REV. 1 del 17 giugno 2015".

In linea generale, il monitoraggio della componente acque sotterranee è rivolto ai seguenti ambiti:

- aree di captazione idrica, sorgenti e/o pozzi, per uso idropotabile, industriale e irriguo;
- zone interessate da rilevanti opere in sotterraneo quali gallerie e/o movimenti terra e scavi, aree di cantiere, siti di deposito soggette a potenziali contaminazioni, con possibili interferenze con la superficie freatica o con eventuali falde confinate o sospese, che possono determinare sia la variazione nel regime della circolazione idrica sotterranea che mettere in comunicazione acquiferi superficiali di scarsa qualità con acquiferi profondi di buona qualità, spesso sfruttati per uso idropotabile o causare variazione della posizione dell'interfaccia acqua dolci/acque salmastre (cuneo salino) nelle zone costiere;
- corsi d'acqua superficiali in interconnessione con la falda;
- aree di particolare sensibilità e rilevanza ambientale e/o socio-economica (es. sorgenti, aree umide protette, laghi alimentati in parte dalla falda, aree di risorgive carsiche);
- aree di cantiere, per effetto di sversamenti accidentali, perdite di carburanti, presenza di serbatoi con sostanze inquinanti etc;
- aree di captazione idrica;
- aree per le quali si prevedono rilevanti opere in sotterraneo, aree di cantiere e deposito soggette a potenziali contaminazioni, ponendo particolare attenzione per quelle che andranno ad interessare delle zone vulnerabili.

In tal senso, nel caso in specie, il criterio sulla scorta del quale localizzare i punti di monitoraggio ha tenuto conto di:

- **Caratteristiche idrogeologiche del contesto territoriale di intervento, così come definite nella Relazione Geologica, Geomorfologica, Idrogeologica e sismica (NR4E00R69RGGE0001001B)**
- **Tipologie di opere e delle lavorazioni previste**, privilegiando, nella scelta degli areali di localizzazione di detti punti, quelli nei quali le aree di lavoro interessano zone aventi grado di permeabilità bassa e medio-bassa

I punti di monitoraggio sono determinati individuando, per ognuno dei suddetti areali, una coppia di punti di rilevazione disposti secondo il criterio Monte-Valle rispetto alla direzione di deflusso della falda. In questo modo sarà possibile valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo, ed individuare "tempestivamente" eventuali variazioni di un determinato parametro e, conseguentemente, valutare se tali impatti siano riconducibili alla realizzazione dell'opera.

La rete di monitoraggio, come riportato in Tabella 4-3, è costituita da:

- **1 postazione di rilievo utilizzate in coppia (M-V).**

Qualora emerga la necessità di installare ulteriori punti, l'esatta ubicazione è stabilita in situ tenendo in considerazione le lavorazioni e le opere da realizzare nell'area, cioè posizionando ogni piezometro in una zona protetta da danni accidentali o atti di vandalismo e al contempo facilmente accessibile. I piezometri di nuova realizzazione saranno installati in modo tale da intercettare la falda, quindi presenteranno un tratto filtrante compatibile con lo spessore dell'acquifero.

Le misure sono condotte in corrispondenza dei punti riportati in Tabella 4-3.

Tabella 4-3 Punti di monitoraggio per la componente acque sotterranee

MISURE	TIPOLOGIA	PROGR. KM	QUOTA DI FALDA [m s.l.m.]	CODICE SONDAGGIO	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE
ASO1- 01	Monte	0+620	23	Nuovo piezometro	Paratia pali
ASO1- 02	Valle	1+030	23	Nuovo piezometro	

Si specifica che i punti di misura sono nuovi piezometri che andranno eseguiti in tempo utile per poter permettere le attività di monitoraggio Ante Operam.

La localizzazione dei punti di misura ASO. è riportata nelle tavole allegare al Progetto di monitoraggio ambientale (Planimetria localizzazione punti di monitoraggio in allegato alla presente relazione).

#### 4.2.3 Parametri oggetto del monitoraggio

I parametri descrittivi che verranno indagati sono quelli ritenuti più significativi, perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria, alle attività previste, agli scarichi di cantiere, ad eventuali sversamenti accidentali, e all'eventuale filtrazione delle acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio temporaneo dei materiali di scavo.

Il monitoraggio sulla presente componente prevedrà indagini quantitative e indagini qualitative:

##### Indagini quantitative

- *livello piezometrico su pozzi*

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla valutazione di massima degli andamenti stagionali della falda e delle modalità di deflusso delle acque sotterranee, al fine di individuare eventuali interferenze che le opere in trincea e galleria possono operare sul deflusso di falda. Il conseguimento di tali finalità richiede la disponibilità di dati sufficienti a definire le curve di ricarica e di esaurimento della falda. Pertanto, all'avvio del monitoraggio dovranno essere a disposizione tutte le informazioni idonee a restituire un quadro conoscitivo completo e dettagliato dei pozzi e delle sorgenti presenti nell'areale di progetto, inoltre dovranno essere aggiornati i dati relativi ai pozzi esistenti mediante sopralluoghi ad hoc, e dovranno essere redatte delle schede sintetiche descrittive dei dati caratteristici di tutti i punti monitorati.

##### Indagini qualitative

- Parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- *Temperatura*
- *pH*
- *Conducibilità*

La determinazione dei parametri chimico-fisici fornirà un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in progetto. Significative variazioni di pH possono essere collegate a fenomeni di dilavamento di conglomerati cementizi e contatto con materiale di rivestimento di opere in sottoterraneo. Variazioni della conducibilità elettrica possono essere ricondotti a fenomeni di dilavamento di pasta di cemento con conseguente aumento di ioni o sversamenti accidentali. Infine, variazioni significative di temperatura possono indicare modifiche o alterazioni nei meccanismi di alimentazione della falda (sversamenti, apporti di acque superficiali)

- Parametri chimici e microbiologici acqua

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- *Calcio*
- *Sodio*
- *Potassio*
- *Magnesio*
- *Cloruri*
- *Cloro attivo*
- *Fluoruri*
- *Solfati*
- *Bicarbonati*
- *Nitrati*
- *Nitriti*
- *Ammonio*
- *Solidi disciolti totali (TDS)*
- *Solidi sospesi totali (TSS)*

Elementi in traccia

- *Ferro*
- *Cromo totale*
- *Piombo*
- *Zinco*
- *Rame*
- *Nichel*
- *Cadmio*

Il set di parametri descrittivi della qualità della componente oggetto di studio, sono quelli ritenuti più significativi perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria.

In definitiva, per la definizione delle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite misure di campagna o di laboratorio, i parametri riportati nella tabella Tabella 4-4.

I set parametrici proposti di seguito sono da intendersi come set standard che possono essere eventualmente implementati, nel caso di specifiche esigenze rilevabili in itinere legate alle caratteristiche territoriali in cui si colloca l'opera.

I parametri si riferiscono a tutte le fasi: Ante Operam (AO), Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO).

Preliminarmente, in fase ante operam, saranno inoltre eseguite tutte le operazioni finalizzate all'installazione dell'attrezzatura di perforazione per la realizzazione dei sondaggi, fatto salvo quanto anticipato sopra relativamente all'eventuale presenza di piezometri già esistenti e ritenuti idonei allo scopo del monitoraggio.

Tabella 4-4 Parametri monitorati per la componente acque sotterranee

ATTIVITÀ DI CAMPO	METODICA	U.M.
Misura del livello statico/piezometrico	-	
Misure speditive dei parametri chimico-fisici	Multiparametrica	
Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche	-	
INDAGINI DI LABORATORIO		
Determinazione in laboratorio dei parametri fisici e chimici inorganici:		
calcio	EPA6010	mg/l
sodio	EPA6010	mg/l
potassio	EPA6010	mg/l
magnesio	EPA6010	mg/l
cloruri	APAT4020	mg/l
cloro attivo libero	APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003	mg/l
fluoruri	APAT4020	µg/l

ATTIVITÀ DI CAMPO	METODICA	U.M.
solfati	APAT4020	mg/l
bicarbonati	APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003	meq/l HCO3
nitrati	APAT4020	mg/l
nitriti	APAT4020	µg/l
ammonio	APAT CNR IRSA 4030 B Man 29 2003	mg/l
solidi disciolti totali (TDS)	UNI EN 15216:2008	mg/l
Solidi sospesi totali (TSS)	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	mg/l
ferro	EPA6020	µg/l
cromo totale	EPA6020	µg/l
piombo	EPA6020	µg/l
zinco	EPA6020	µg/l
rame	EPA6020	µg/l
nicel	EPA6020	µg/l
cadmio	EPA6020	µg/l
idrocarburi totali (cone n-esano)	EPA5021 8015 UNI 9377	µg/l

#### 4.2.4 Specifiche e strumentazione di monitoraggio

##### Misure in situ

Le misure del livello statico verranno effettuate mediante sonda elettrica il cui cavo sia marcato almeno ogni centimetro. La misura andrà effettuata dalla bocca del piezometro (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile; verrà quindi misurata l'altezza della bocca del piezometro o del punto di riferimento rispetto al suolo. L'indicazione del punto di riferimento dovrà essere riportata sulla scheda di misura. Il livello statico sarà indicato con l'approssimazione del centimetro.

La misura della temperatura dell'aria e dell'acqua potrà essere effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico ed andrà riportata con l'approssimazione del mezzo grado. L'ossigeno disciolto

verrà determinato tramite apposita sonda, il pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinati con pHmetro e conducimetro elettronici che andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della taratura saranno annotati su apposite schede. In relazione agli strumenti da utilizzare per la determinazione di questi ultimi parametri, potranno essere impiegate, in alternativa, anche sonde multiparametriche.

I rilievi ed i campionamenti dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

Prima dell'esecuzione del monitoraggio ante operam, il soggetto incaricato di tale attività dovrà provvedere a:

- determinare la quota assoluta dell'estremità superiore della tubazione (testa piezometro)
- rilievo della posizione del piezometro in termini di coordinate geografiche

Il rilievo dei parametri fisici - chimici da valutare in campo su ciascun campione d'acqua dovrà essere eseguito subito dopo la misura del livello statico della falda e dopo un adeguato spurgo del pozzo/piezometro e la stabilizzazione delle condizioni idrochimiche.

Nello specifico, lo spurgo viene eseguito mediante la tecnica del basso flusso fino alla stabilizzazione dei parametri speditivi.

Per la verifica dei parametri in situ potrà essere utilizzata una sonda multiparametrica o altra strumentazione idonea. Al fine di consentire una definizione della variabilità stagionale dei parametri, si dovrà cercare di eseguire i rilievi o il prelievo di campioni nei momenti di minimo/massima condizioni idrologiche (periodo di magra e di ricarica della falda) per definire meglio il range della variabilità stagionale (es. a primavera, fine estate, autunno o dopo un periodo caratterizzato da precipitazioni eccezionali.).

#### **Prelievo campioni per analisi di laboratorio**

Il campionamento da piezometri dovrà essere preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramente rappresentativa della falda. Con la stessa pompa si provvederà poi a riempire direttamente le bottiglie come di seguito indicate:

- bottiglia sterile da 0,5 litri per le analisi batteriologiche
- bottiglia di due litri in vetro per le analisi chimico-fisiche
- bottiglia di due litri in plastica per le analisi di metalli e di anioni

Qualora il campionamento da pompa non fosse praticabile dovrà essere utilizzato un recipiente unico ben pulito per raccogliere le acque destinate alle analisi chimiche, riempiendo poi con questa acqua le bottiglie ed evitando di lasciare aria tra il pelo libero ed il tappo. Il campionamento per le analisi batteriologiche invece richiede la massima attenzione nell'evitare qualsiasi contatto tra l'acqua ed altri corpi estranei diversi dalla bottiglia sterile. La stessa bocca di acqua va sterilizzata con fiamma a gas del tipo portatile.

Per pozzi invece non serviti da pompa si dovrà, campionare per immersione della bottiglia sterile sotto il pelo libero dell'acqua.

Analoghe precauzioni, nei limiti delle possibilità, dovranno essere adottate per il campionamento da piezometri.

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- sigla identificativa del pozzo o del piezometro
- data e ora del campionamento

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

Inoltre, per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4°C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate. Le analisi di laboratorio saranno effettuate in accordo agli standard in uso, presso laboratori certificati che seguiranno metodiche standard, quali ad esempio le procedure indicate da APAT, ISPRA, CNR, IRSA, ISO, EPA, UNI. Le misurazioni saranno accompagnate da idoneo certificato. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

#### **4.2.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

Le misure saranno condotte con durata e frequenza come di seguito riportato:

- **Fase Ante operam (AO)**
  - Durata: 6 mesi

- Frequenza: trimestrale, per un totale di 2 campagne da eseguirsi nei 6 mesi precedenti l'inizio lavori

- **Fase Corso d'opera (CO)**

- Durata: per tutta la durata dei lavori (circa 2,5 anni)
- Frequenza: trimestrale, per un totale di 4 campagne/anno per tutta la durata dei lavori

- **Fase Post operam (PO)**

- Durata: 6 mesi
- Frequenza: trimestrale, per un totale di 2 campagne da eseguirsi nei 6 mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura

*Tabella 4-5 Punti di monitoraggio e frequenza per la componente acque sotterranee*

MISURE	TIPOLOGIA	PROGR. KM	AO (6 MESI)	CO (2,5 ANNI)	PO (6 MESI)
ASO 01	Monte	0+670	2 volte	Trimestrale (10 volte)	2 volte
ASO 02	Valle	1+030	2 volte	Trimestrale (10 volte)	2 volte

Si prevede un'intensificazione del monitoraggio nel caso di eventi piovosi di particolare intensità; tale accorgimento è di carattere puntuale, in base alle valutazioni in corso d'opera.

#### 4.3 Suolo e sottosuolo

##### 4.3.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio della componente suolo e sottosuolo ha la funzione di:

- garantire il controllo della qualità del suolo intesa come capacità agro-produttiva e fertilità
- rilevare eventuali alterazioni dei terreni al termine dei lavori
- garantire un adeguato ripristino ambientale delle aree di cantiere

Le attività di monitoraggio consentono di valutare le eventuali modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni nelle aree sottoposte ad occupazione temporanea dai cantieri, dove possono avvenire modifiche delle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni per: compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, sversamenti accidentali.

In tal senso, si ritiene necessario prevedere le seguenti fasi di monitoraggio:

- ante-operam (AO) al fine di costituire un database di informazioni sugli aspetti pedologici iniziali di confronto per la restituzione all'uso agricolo delle aree occupate temporaneamente dai cantieri
- post-operam (PO) al fine di evidenziare eventuali alterazioni subite dal terreno a seguito delle attività dei cantieri. Questo consentirà di determinare le eventuali aree in cui sarà necessario effettuare le operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva

Nonostante l'area di intervento ricada all'interno del sistema abitativo di Roma, densamente abitato, alcune aree di cantiere, ovvero depositi temporanei ricadono all'interno di aree non antropizzate e che devono essere restituite nelle condizioni ex-ante.

Stante detta circostanza, si è ritenuto opportuno verificare, attraverso le attività di monitoraggio nel seguito descritto, se ed in quali termini l'approntamento delle aree di cantiere fisso ed il loro successivo smantellamento abbiano modificato le originarie caratteristiche pedologiche dei suoli agricoli e, con ciò, l'efficacia dei previsti interventi di ripristino ex ante.

#### 4.3.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

I punti di monitoraggio in situ sono localizzati in corrispondenza di quelle aree di cantiere che insistono su aree allo stato ante operam non artificializzate, per le quali sia prevista una pavimentazione ancorché temporanea, e delle quali sia previsto il ripristino allo stato attuale al termine dei lavori.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda all'elaborato *Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio* in allegato alla presente relazione

Per quanto specificatamente riguarda le aree di cantiere adibite allo stoccaggio delle terre e rocce da scavo, si specifica che le modalità di loro gestione e, con essa, anche le attività di monitoraggio sono dettagliate all'interno del Piano di Gestione dei Materiali di Risulta al quale si rimanda ai fini di ogni approfondimento.

#### 4.3.3 Parametri oggetto del monitoraggio

Per le fasi di ante operam e post operam sarà previsto l'accertamento dei seguenti parametri:

- parametri pedologici
- parametri chimico – fisici
- parametri chimici
- parametri topografico-morfologici e piezometrici

Più in dettaglio, le caratteristiche dei suoli saranno investigate, descritte e dimensionate fino a profondità massima di 1.5 m, mediante l'esecuzione di scavi (di larghezza di almeno 2 m) che consentano accurate descrizioni di profili pedologici.

Per ogni punto di monitoraggio, oltre ai riferimenti geografici (comprese le coordinate) e temporali, saranno registrati i caratteri stazionali dell'area di appartenenza: quota, pendenza, esposizione, uso del suolo e pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere, vegetazione, substrato pedogenetico, rocciosità affiorante, pietrosità superficiale, altri aspetti superficiali, stato erosivo, permeabilità, profondità della falda.

Nella descrizione del profilo del suolo saranno definiti i diversi orizzonti e, relativamente a ciascuno di questi, i seguenti parametri: profondità, tipo e andamento del limite inferiore; umidità; colore; screziature; tessitura; contenuto in scheletro; struttura; consistenza; presenza di pori e fenditure; presenza di attività biologica e di radici; presenza (e natura) di pellicole, concrezioni, noduli, efflorescenze saline; reazione (pH); effervescenza all'HCl.

Il contesto areale di ogni punto di monitoraggio e lo spaccato del profilo pedologico saranno documentati anche fotograficamente

Dovranno essere determinati i seguenti parametri del sito durante le fasi Ante Operam (AO) e Post Operam (PO), ossia rispettivamente: prima di eseguire lo scotico del terreno e, a fine lavori, dopo aver eseguito i ripristini, al fine di verificare le caratteristiche dei suoli riportati.

Tabella 4-6 Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo (fasi ao e po)

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO (FASI AO E PO)	
Parametri pedologici	Esposizione
	Pendenza
	Uso del suolo
	Microrilievo
	Pietrosità superficiale
	Rocciosità affiorante
	Fenditure superficiali
	Vegetazione
	Stato erosivo
	Permeabilità
	Classe di drenaggio
	Substrato pedogenetico
Parametri chimico – fisici (rilevi e misure in situ e/o in laboratorio)	Profondità falda
	Designazione orizzonte
	Limiti di passaggio
	Colore allo stato secco e umido
	Tessitura
	Struttura
	Consistenza
Porosità	
Umidità	

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO (FASI AO E PO)	
	Contenuto in scheletro
	Concrezioni e noduli
	Efflorescenze saline
	Fenditure o fessure
	Ph
PARAMETRI CHIMICI (Analisi di laboratorio)	Capacità di scambio cationico
	Azoto totale
	Azoto assimilabile
	Fosforo assimilabile
	Carbonati totali
	Sostanza organica
	Capacità di ritenzione idrica
	Conducibilità elettrica
	Permeabilità
Densità apparente	

A volte l'osservazione pedologica è realizzata in parte con un profilo (fossa), in parte con trivella, di solito per raggiungere profondità superiori a quelle direttamente visibili nella fossa (se i materiali sono penetrabili).

Per il presente lavoro, in ogni punto di monitoraggio le caratteristiche dei suoli saranno studiate mediante l'esecuzione di uno scavo, da effettuarsi con escavatore meccanico a benna rovescia, e la descrizione del profilo.

Preliminarmente allo scavo si registreranno, in corrispondenza del punto, oltre ai riferimenti geografici e temporali, anche i caratteri stazionali dell'area di appartenenza.

Il contesto areale del punto di monitoraggio ed il profilo del suolo andranno inoltre documentati fotograficamente.

Contemporaneamente, in corrispondenza di ogni punto di monitoraggio sarà prelevato un campione di terreno da destinare alle successive determinazioni di laboratorio, chimico-fisiche ed eco-tossicologiche.

Preliminarmente alle attività in campagna, si dovranno effettuare una serie di sopralluoghi preparatori nelle aree e nei punti da monitorare, con lo scopo di verificare l'idoneità del sito prescelto in relazione alle operazioni da eseguire (accessibilità con strumenti e mezzi per il rilevamento) ed agli obiettivi dell'indagine (rappresentatività delle caratteristiche pedo-ambientali dell'area).

Tutti i dati del monitoraggio, con le classificazioni pedologiche da questi derivate, saranno registrati in apposite schede e, associandoli spazialmente ai punti di monitoraggio, inseriti in forme numeriche e/o grafiche nell'ambito del sistema informativo di gestione del progetto.

#### **Profilo del suolo**

Per la descrizione del suolo si considererà una profondità standard del profilo di 1.5 metri, mentre la larghezza sarà di almeno 2 metri. Nello scavo della fossa, realizzabile sia a mano che con pala meccanica (escavatore a braccio rovescio) si terrà separata la parte superficiale con il cotico erboso dal resto dei materiali scavati, in due mucchi ben distinti; nella fase di riempimento il cotico erboso verrà riposizionato per ultimo in modo da lasciare la superficie nelle condizioni migliori. I mucchi saranno appoggiati su fogli di plastica o teloni.

Per le posizioni in pendio, il piano di scavo della faccia a monte (normale alla linea di massima pendenza) sarà reso il più verticale possibile.

Se il suolo è molto ricco in materiali grossolani (suolo scheletrico) e lo scavo viene eseguito a mano, può essere utile tenere separati i materiali >5-7 cm di diametro dagli altri per facilitare le successive operazioni di riempimento della fossa con la pala, ma anche per migliorare la stima visiva del contenuto volumetrico in materiali grossolani, integrando l'esame sulle pareti della fossa.

#### **4.3.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio**

##### **Generalità**

Un termine comunemente usato dai pedologi rilevatori per indicare un'osservazione pedologica nel suo insieme è "profilo" ["soil profile" in USDA-SCS, 1998 citato più in alto; HODGSON, J.M. (ed.) (1997) – Soil survey field handbook. SoilSurv. Tech. Monogr. No. 5, Silsoe], che viene esposto per mezzo di un taglio verticale attraverso il suolo realizzato a mano o tramite un escavatore. L'ampiezza di un profilo varia da pochi decimetri ad alcuni metri, o più; dovrebbe avere dimensioni tali da includere le unità strutturali più grandi.

L'altro modo per realizzare un'osservazione pedologica è la "trivellata" [GUAITOLI F., MATRANGA M.G., PALADINO A., PERCIABOSCO M., PUMO A., COSTANTINI E.A.C. (1998) - Manuale per l'esecuzione e la descrizione della trivellata. Regione Siciliana, Ass. Agricoltura e Foreste. Sez. operativa n. 8 - S. Agata Militello (ME)], consistente in una perforazione eseguita con trivella a mano.

Sia in piano sia in pendio è possibile che nel corso dello scavo si incontri una falda superficiale; l'esistenza di una falda può essere talvolta prevedibile ancora prima dell'inizio dello scavo individuando la presenza di specie igrofile (in ambienti naturali e seminaturali) od accertabile direttamente per mezzo di un controllo preliminare con trivella (sempre consigliabile, anche in assenza di falda). Se la portata della falda è molto elevata l'approfondimento della fossa si limiterà al piano della falda, con qualche pericolo di crollo delle pareti secondo il tipo e le dimensioni dei materiali nella zona di contatto; se la falda è di dimensioni molto ridotte e con portata molto bassa, può essere tenuta sotto controllo svuotando (o meglio drenando la fossa con una pompa e, nelle situazioni in pendio, realizzando un vero e proprio drenaggio con un tubo di plastica che funzioni da sifone), ma le operazioni di descrizione saranno comunque rese più complicate dalla fanghiglia che si forma sul fondo. La massima profondità descrivibile sarà comunque condizionata dal piano superiore della falda stessa.

Ultimate le operazioni di scavo, le superfici scelte per la descrizione vanno ripulite accuratamente e se una parte fosse molto umida, in contrasto con una parte poco umida, sarebbe consigliabile attendere (se c'è tempo disponibile e le condizioni ambientali sono favorevoli) fino a che la superficie più umida sia in parte asciugata. Nel caso di suoli, od orizzonti, con forme strutturate rilevanti, la preparazione della superficie dovrebbe essere fatta "a coltello" (agendo cioè sulle fessure naturali tra aggregato ed aggregato) in modo da evidenziare queste strutture, sia per realizzare una ripresa fotografica più significativa, sia per facilitare l'individuazione di orizzonti specifici. I piani scelti per foto e descrizione possono essere lisciati grattando la superficie con un coltello od una cazzuola in modo uniforme, per rimuovere tutti i segni lasciati dagli strumenti di scavo. Le condizioni migliori per evidenziare le forme aggregate naturali sono legate al contenuto idrico, e così è anche per molti colori; perciò, le classi da umido a poco umido sono considerate le più favorevoli. Se il suolo è troppo secco le eventuali aggregazioni diventano prominenti, ma i contrasti di colore risultano molto attenuati. In queste condizioni sarà opportuno inumidire la faccia del profilo prima della ripresa fotografica con un nebulizzatore, in modo da esaltarne gli aspetti cromatici (meglio ancora, per sottolineare questi aspetti, inumidire solo una striscia ad es. tra un lato della faccia ed il nastro graduato delle profondità posto verso il centro del profilo, lasciando l'altra metà in condizioni secche). Il "make up" preparatorio per foto e descrizione comprende anche la rimozione di tutte le imbrattature dei materiali estranei agli orizzonti che si realizzano durante lo scavo, la verticalizzazione del piano (cercando però di lasciare in loco le pietre, anche se sporgenti, e gli spezzoni di radici in modo da rispettare l'architettura dei sistemi radicali), la rimozione di tutti i materiali caduti sul fondo durante queste operazioni.

Dopo lo scatto delle fotografie si passerà poi all'esame visivo dell'insieme del profilo, alla suddivisione dello stesso in orizzonti, alla descrizione degli orizzonti, alla determinazione dei parametri fisici in situ, e al prelievo dei campioni, per la determinazione dei parametri fisici e chimici in laboratorio.

### Descrizione del profilo

La descrizione del profilo, nonché il rilievo dei parametri fisici e la analisi dei parametri chimici richiesti, saranno effettuati come di seguito descritto.

### Parametri pedologici

La descrizione dei parametri pedologici si riferisce all'intorno dell'osservazione, cioè al sito che comprende al suo interno il punto di monitoraggio, per esso dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- Esposizione: immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire da nord in senso orario;
- Pendenza: inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza ed espressa in gradi sessagesimali;
- Uso del suolo: tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 mq attorno al punto di monitoraggio;
- Microrilievo: la descrizione di eventuali caratteri specifici del microrilievo del sito, secondo come di seguito specificato:

COD.	DESCRIZIONE
RA	Da ribaltamento di alberi
AG	Da argille dinamiche (ad es. Gilgai)
CE	Cuscineti erbosi (crionivali)
CP	"suoli" poligonali (crionivali)
CT	Terrazzette (crionivali)
CS	"suoli" striati (crionivali)
MM	Cunette e rilievi da movimenti di massa
AL	Altro tipo di microrilievo (specificare in nota per ampliare i codici)

Z	Assente
---	---------

- Pietrosità superficiale: percentuale relativa di frammenti di roccia alterata (di dimensioni oltre 25 cm nelle definizioni U.S.D.A.) presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, rilevata utilizzando i codici numerici corrispondenti alle classi di pietrosità di seguito elencate:

COD.	DESCRIZIONE
0	Nessuna pietrosità: pietre assenti o non in grado d'interferire con le coltivazioni con le moderne macchine agricole (<0,01% dell'area)
1	Scarsa pietrosità: pietre in quantità tali da ostacolare ma non impedire l'utilizzo di macchine agricole (0,01=0,1 % dell'area)
2	Comune pietrosità: pietre sufficienti a impedire l'utilizzo di moderne macchine agricole (0,1=3% dell'area). Suolo coltivabile a prato o con macchine leggere
3	Elevata pietrosità: pietre ricoprenti dal 3 al 15% dell'area. Uso di macchinari leggeri o strumenti manuali ancora possibile
4	Eccessiva pietrosità: pietre ricoprenti dal 15 al 90% della superficie, tali da rendere impossibile l'uso di qualsiasi tipo di macchina
5	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 15 e il 50% dell'area
6	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 50 e il 90% dell'area
7	Pietraia: pietre oltre il 90% dell'area

- Rocciosità affiorante: percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 mq attorno al punto di monitoraggio;
- Fenditure superficiali: indicare per un'area di circa 100 mq il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità (valori più frequenti di circa 10 misurazioni) in cm delle fessure presenti in superficie;
- Vegetazione: descrizione, mediante utilizzo di unità sintetiche fisionomiche o floristiche, della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno areale del punto di monitoraggio;
- Stato erosivo: presenza di fenomeni di erosione o deposizione di parti di suolo;
- Permeabilità: velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuibile allo stato a granulometria più fine presente nel suolo, utilizzando la seguente scala numerica:

SCALA NUMERICA	GRANULOMETRIA	PERMEABILITÀ
6	Ghiaie lavate	Molto alta
5	Ghiaie/sabbie grosse	Alta
4	Sabbie medie/sabbie gradate	Medio alta
3	Sabbie fini/sabbie limose	Media
2	Sabbie argillose	Medio bassa
1	Limi/limi argillosi	Bassa
0	Argille	Molto bassa

Classe di drenaggio: a seconda di come l'acqua viene rimossa dal suolo, si individueranno le seguenti classi:

CLASSE	DESCRIZIONE
Rapido	L'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente
Moderatamente rapido	L'acqua è rimossa dal suolo rapidamente
Buono	L'acqua è rimossa dal suolo prontamente ma non rapidamente
Mediocre	In alcuni periodi dell'anno l'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Lento	L'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Molto lento	L'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati a poca profondità per lunghi periodi durante la stagione di crescita
Impedito	L'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati in superficie o in prossimità di questa per lunghi periodi durante la stagione di crescita

### Designazione orizzonti e parametri fisico-chimici

Si riferisce al suolo e al suo profilo, e comprende le caratteristiche degli orizzonti individuati ed ordinati in sequenza in rapporto alla profondità, seguita dalla descrizione dei parametri fisici degli orizzonti. Dovrà riportare le seguenti informazioni:

- Designazione orizzonte: designazione genetica mediante codici alfanumerici e secondo le convenzioni definite in IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999) e SOIL SURVEY STAFF (1998);
- Limiti di passaggio: confine tra un orizzonte e quello immediatamente sottostante, definito quanto a "profondità" (distanza media dal piano di campagna), "tipo" (ampiezza dell'intervallo di passaggio), "andamento" (geometria del limite);
- Colore allo stato secco e umido: colore della superficie interna di un aggregato di suolo in condizioni secche e umide, definito mediante confronto con le "Tavole Munsell" (Munsell Soil Color Charts) utilizzando i codici alfanumerici previsti dalla stessa notazione Munsell (hue, value, chroma);
- Tessitura: stima delle percentuali di sabbia, limo e argilla presenti nella terra fine, determinate rispetto al totale della terra fine, come definite nel triangolo tessiturale della "SoilTaxonomy - U.S.D.A.":

Classe tessiturale (codice)
Sabbiosa (S)
Sabbioso franca (SF)
Franco sabbiosa (FS)
Franca (F)
Franco limosa (FL)
Limosa (L)
Franco sabbioso argillosa (FSA)
Franco argillosa (FA)
Franco limoso argillosa (FLA)
Argillosa (A)
Argilloso sabbiosa (AS)
Argilloso limosa (AL)

- Struttura: entità e modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo in particelle composte separate da superfici di minor resistenza, a dare unità strutturali naturali relativamente permanenti (aggregati), o meno persistenti quali zolle e frammenti (tipici di orizzonti superficiali coltivati); definire "grado" di distinguibilità-stabilità, "dimensione" e "forma" degli aggregati;
- Consistenza: caratteristica del suolo determinata dal tipo di coesione e adesione, definita, in relazione al differente grado di umidità del suolo, quanto a "resistenza", "caratteristiche di rottura", "cementazione", "massima adesività" e "massima plasticità";
- Porosità: vuoti di diametro superiore a 60 micron, definiti quanto a "diametro" e "quantità";
- Umidità: condizioni di umidità dell'orizzonte al momento del rilevamento, definite mediante i codici numerici corrispondenti alle seguenti suddivisioni:

Codice	Descrizione
1	Asciutto
2	Poco umido
3	Umido
4	Molto Umido
5	Bagnato

- Contenuto in scheletro: frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo, rilevato quanto ad "abbondanza" (percentuale riferita al totale del suolo), "dimensioni" (classe dimensionale prevalente), "forma" (predominante nella classe dimensionale prevalente), "litologia" (natura prevalente dei frammenti di roccia);
- Concrezioni e noduli: presenza di cristalli, noduli, concrezioni, concentrazioni, cioè figure d'origine pedogenetica definite quanto a "composizione", "tipo", "dimensioni" e "quantità";
- Efflorescenze saline: determinazione indiretta della presenza (e stima approssimata della quantità) di carbonato di calcio, tramite effervescenza all'HCl ottenuta facendo gocciolare poche gocce di HCl (in concentrazione del 10%) e osservando l'eventuale sviluppo di effervescenza, codificata come segue:

Codice	Descrizione	Stima quantità carbonato di calcio
0	Nessuna effervescenza	CaCO <sub>3</sub> ≤ 0,1%
1	Effervescenza molto debole	CaCO ≈ 0,5%

Codice	Descrizione	Stima quantità carbonato di calcio
2	Effervescenza debole	CaCO <sub>3</sub> 1÷2%
3	Effervescenza forte	CaCO <sub>3</sub> ≈ 5%
4	Effervescenza molto forte	CaCO <sub>3</sub> ≥ 10%

- Fenditure o Fessure: vuoti ad andamento planare, delimitanti aggregati, zolle, frammenti, definiti quanto alla "larghezza";
- pH: grado di acidità/alcalinità del suolo, rilevata direttamente sul terreno mediante apposito kit (vaschetta di ceramica; indicatore universale in boccetta contagocce; scala cromatica) e/o determinata in laboratorio.

I parametri sopra descritti saranno rilevati in situ o in laboratorio; quando possibile si determineranno in entrambi i contesti.

#### Parametri chimici

In laboratorio si effettueranno le determinazioni dei seguenti parametri, utilizzando i metodi elencati, o altri metodi certificati nei riferimenti normativi (per i dettagli dei metodi si vedano i riferimenti normativi), se non diversamente specificato.

- Capacità di scambio cationico: valutata come di seguito, espressa in meq/100 g di suolo, tramite il metodo Bascom modificato, che prevede l'estrazione di potassio, calcio, magnesio e sodio con una soluzione di bario cloruro e trietanolamina, e successivo dosaggio dei cationi estratti per spettrofotometria:

Capacità Scambio Cationico (C.S.C.)	
Bassa	< 10 meq/100 g
Media	10÷20 meq/100 g
Elevata	20÷30 meq/100 g
Molto elevata	> 30 meq/100 g

- Azoto totale: espresso in %, determinato tramite il metodo Kjeldhal;
- Azoto assimilabile;

- Fosforo assimilabile: espresso in mg/kg, viene determinato secondo il metodo Olsen nei terreni con pH in acqua > di 6.5, secondo il metodo Bray e Krutz nei terreni con pH < di 6.5;
- Carbonati totali: determinazione gas-volumetrica del CO<sub>2</sub> che si sviluppa trattando il suolo con HCl. Il contenuto di carbonati totali (o calcare totale) viene espresso in % di CaCO<sub>3</sub> nel terreno;
- Sostanza organica: contenuto di carbonio organico, espresso in % e determinato secondo il metodo Walkley e Black;
- Capacità di ritenzione idrica;
- Conducibilità elettrica;
- Permeabilità;
- Densità apparente.

#### **4.3.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

Le attività di monitoraggio del suolo prevedono le seguenti fasi:

- Ante Operam (AO), utile a costituire un database di informazioni sugli aspetti pedologici iniziali delle aree occupate temporaneamente dai cantieri;
- Post Operam (PO), utile a evidenziare eventuali alterazioni subite dal terreno a seguito delle attività di cantiere e determinare la necessità o meno di effettuare operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva.

Le attività di monitoraggio del suolo e sottosuolo nelle fasi di AO e PO prevedono una campagna nei 6 mesi antecedenti l'inizio dei lavori.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda all'elaborato Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio in allegato alla presente relazione.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei punti di misura

*Tabella 4-7 Punti di monitoraggio della componente suolo e sottosuolo*

MISURE	AREA DI CANTIERE	Ao (6 MESI)	Po (6 MESI)
SUO1- 01	Deposito Temporaneo – DT.01	1 volta	1 volta
SUO1- 02	Area di Stoccaggio- AS1-01	1 volta	1 volta

## 4.4 Rumore

### 4.4.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio del rumore ha l'obiettivo di controllare l'evolversi della situazione ambientale per la componente in oggetto nel rispetto dei valori imposti dalla normativa vigente.

Il monitoraggio per lo stato corso d'opera è finalizzato a verificare il disturbo sui ricettori nelle aree limitrofe alle aree di lavoro ed intervenire tempestivamente con misure idonee durante la fase costruttiva.

Per la fase post operam l'obiettivo del monitoraggio è quello di verificare gli impatti acustici dovuti all'esercizio della nuova linea, accertare la reale efficacia degli interventi di mitigazione e predisporre le eventuali nuove misure per il contenimento del rumore.

Le misure dovranno essere effettuate ante operam, corso d'opera e post operam, ossia dopo l'ingresso in esercizio dell'opera in progetto, in aree con o senza necessità di opere di mitigazione.

In fase di corso d'opera, le misure di rumore non verranno eseguite in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze.

### 4.4.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Il quadro delle attività di monitoraggio nel seguito descritto ha tenuto conto, ai fini della definizione della tipologia e del numero dei punti di monitoraggio, nonché della loro localizzazione, dei seguenti fattori di contesto:

- **Localizzazione di aree di lavoro in prossimità di tessuti insediativi a prevalente uso residenziale**
- **Risultanze degli studi modellistici condotte nell'ambito del Progetto ambientale della cantierizzazione (NR4E12R69RGCA000001D), per quanto riguarda la fase di realizzazione dell'opera, e nello Studio acustico (NR4E00R22RGIM00040001B), in merito alla fase di esercizio**
- **Previsione di interventi di mitigazione acustica in fase di cantierizzazione, rappresentati da barriere antirumore poste lungo i margini delle aree di cantiere fisso**
- **Previsione di interventi di mitigazione acustica in fase di esercizio, rappresentati da barriere antirumore integrative di quelle già esistenti e da interventi diretti al ricettore**

In termini generali, a metodica di misura si fonda sul rilievo del rumore in postazioni di differenti tipologie:

- RUC, per il monitoraggio del rumore prodotto dalle attività di cantiere (ante operam - corso d'opera)
- RUL, per il monitoraggio del rumore prodotto dal FAL (ante operam - corso d'opera)
- RUF, per il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario (ante operam - post operam)

Nella fase ante-operam saranno monitorati tutti i punti al fine di caratterizzare lo stato di fondo.

La dislocazione dei punti tiene conto della disposizione dei ricettori rispetto alle sorgenti di rumore, della classificazione acustica e della densità abitativa dell'area, aumentando opportunamente la densità dei punti di monitoraggio, posizionati in corrispondenza degli edifici più esposti.

Le postazioni RUC, finalizzate a verificare l'efficacia delle barriere antirumore di cantiere, fisse e mobili, previste a protezione dei ricettori, sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi maggiormente esposti alle attività di cantiere rumorose (realizzazione di opere in elevazione, trincee e rilevati). In tal caso, sono previste misure di 24 ore, con postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore.

Le postazioni RUL, volte a monitorare gli effetti acustici prodotti dalle lavorazioni condotte lungo le aree di lavoro, sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi più prossimi al fronte avanzamento lavori e quindi maggiormente esposti alle attività di realizzazione delle opere. Le misure saranno effettuate, con frequenza semestrale, per tutta la durata dei lavori in prossimità del punto individuato.

Le postazioni RUF, finalizzate al monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario ed alla verifica l'efficacia degli interventi di mitigazione acustica. In tal caso, saranno effettuate campagne di misura di 24h.

Nel caso in oggetto, in relazione alle considerazioni prima riportate, si prevedono misure di tipo:

- RUC - monitoraggio del rumore prodotto dalle attività di cantiere
- RUF - monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario

### 4.4.3 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Il monitoraggio acustico nelle diverse fasi (ante operam, corso d'opera e post operam) si svolge secondo i seguenti stadi:

- sopralluoghi, acquisizione permessi e posizionamento strumentazione
- monitoraggio per il rilievo in corrispondenza dei punti di misura
- elaborazione dei dati

- emissioni di reportistica ed inserimento in banca dati

In caso di criticità riscontrate, attribuibili all'opera in oggetto, sarà segnalato il superamento registrato in modo da intervenire tempestivamente con misure preventive o di mitigazione.

L'esecuzione dei rilievi avviene a mezzo di fonometri, che registrano, nel tempo, i livelli di potenza sonora (espressi in dBA) e le frequenze a cui il rumore viene emesso.

Nella tabella seguente sono indicati i principali parametri acustici oggetto del monitoraggio.

Distanza	distanza del microfono dalla sorgente
Altezza	altezza del microfono rispetto al piano campagna
LAE, TR	SEL complessivo dovuto al contributo energetico di tutti i transiti. Esso è ricavato dalla somma logaritmica degli LAEi relativi a ciascun transito nel periodo di riferimento in cui si sono verificati (diurno o notturno). Si ricava dalla formula seguente: $L_{AE} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AEi})}$ LAEi è il livello sonoro di un singolo evento (SEL), che riassume il contributo energetico di un transito.
LAeq, TR	è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento. Si calcola dalla formula seguente: $L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AFi})} - k$ dove: TR è il periodo di riferimento diurno o notturno; n è il numero di transiti avvenuti nel periodo TR; k = 47,6 dB(A) nel periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e k = 44,6 dB(A) nel periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).
LA	(livello di rumore ambientale) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in

	un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. Esso deve essere distinto tra periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).
LR	(livello di rumore residuo) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici. Nel nostro caso è il livello ambientale depurato dal contributo sonoro di tutti i transiti ferroviari.
Treni N	numero di treni transitati nel periodo di riferimento diurno e notturno.
LAeq, F	è il livello continuo equivalente riferito solo al passaggio di tutti i convogli nelle 24 ore

#### 4.4.4 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Nel corso delle campagne di monitoraggio acustico verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

- parametri acustici;
- parametri meteorologici (temperatura, velocità e direzione del vento, piovosità, umidità);
- parametri di inquadramento territoriale (localizzazione, classificazione acustica prevista dalla zonizzazione, documentazione fotografica, principali caratteristiche territoriali).

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore è, pertanto, composta dai seguenti elementi:

- analizzatori di precisione real time o fonometri integratori;
- microfoni per esterni con schermo antivento;
- calibratori;
- cavalletti, stativi o aste microfoniche;
- minicabine o valigette stagne, antiurto, complete di batterie e per il ricovero della strumentazione;
- centralina meteorologica.

Nella tabella seguente si riportano i punti di monitoraggio acustico, distinti per tipologia di punto (RUC, RUL, RUF). Nel complesso si prevedono:

- **3 RUC**
- **1 RUL**
- **2 RUF**

Il numero totale delle postazioni ammonta a **6**.

*Tabella 4-8 Punti di monitoraggio sulla componente rumore*

PUNTO	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE	FASE	FREQUENZA	DURATA
RUC1- 01	AT1-04	AO	1 volta	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUC1- 02	AT1-03	AO	1 volta	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUC1- 03	DT.01	AO	1 volta	24 h
		PO	trimestrale	24 h
RUL1 - 01	0+400	AO	1 volta	24 h
		PO	trimestrale	24 h
RUF1- 01	0+164	AO	1 volta	24 h
		PO	semestrale	24 h
RUF1- 02	0+164	AO	1 volta	24 h
		PO	semestrale	24 h

## 4.5 Vibrazioni

### 4.5.1 Obiettivi del monitoraggio

L'obiettivo del monitoraggio vibrazionale proposto nel presente PMA è quello di prevenire e controllare il disturbo provocato dalle vibrazioni prodotte nella fase costruttiva sugli edifici più esposti e verificare l'eventuale disturbo indotto. In fase di corso d'opera, le misure di vibrazioni non verranno eseguite in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze.

### 4.5.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Per la definizione della rete di monitoraggio si sono individuate aree sensibili tenendo conto dei ricettori posti nella fascia di territorio circostante le fonti di emissione e dei seguenti parametri:

- tipo di fonte di vibrazioni (livelli, spettro, durata nel tempo, etc.);
- condizioni geolitologiche e singolarità geolitologiche (caratteristiche geomeccaniche delle formazioni in posto, bancate di strati a maggiore consistenza, falde, etc.);
- presenza di infrastrutture sotterranee tali da interferire nella distribuzione del campo vibrazionale (tunnels, opere in fondazione, etc.);
- sensibilità dei ricettori dipendente da: destinazione d'uso, valore storico testimoniale;
- svolgimento di funzioni di servizio pubblico (ad es.: ospedali), etc.

La distribuzione dei punti di monitoraggio sarà più fitta nelle zone maggiormente edificate e laddove le attività lavorative impattanti per la componente in esame (es: scavo, fondazioni pali, etc.) sono svolte nelle immediate vicinanze dei ricettori o nei casi in cui l'opera in progetto è collocata a ridotta distanza da detti ricettori.

Con specifico riferimento al caso in specie, i fattori di contesto dei quali si è tenuto conto nella definizione della tipologia e del numero dei punti di monitoraggio, nonché ai fini della loro localizzazione, sono stati i seguenti:

- **Presenza di tessuti abitativi posti ad una distanza minima dalle aree di lavoro pari a circa 65 metri**

### 4.5.3 Strumentazione

La valutazione del disturbo può essere effettuata con l'impiego di strumentazione dedicata che, oltre alla acquisizione e registrazione del segnale accelerometrico, esegue l'elaborazione in linea dei dati. In alternativa è possibile far ricorso a sistemi acquisizione dati che memorizzano la storia temporale della accelerazione in forma digitale e di un software specifico per l'elaborazione fuori linea. Di tale software, degli algoritmi, delle librerie utilizzate e della loro versione deve essere riportata indicazione nei rapporti di misurazione, ferma rimanendo la rispondenza alle caratteristiche di analisi richieste dalla UNI EN ISO 8041-1.

Le caratteristiche metrologiche della catena di misura (sensore + sistema di acquisizione e di condizionamento del segnale) quali: curva di risposta in frequenza, dinamica del sistema di acquisizione, rumore di fondo della catena ecc. devono essere conformi alla UNI EN ISO 8041-1. Devono essere implementati i filtri "band limiting" con le caratteristiche indicate nella UNI EN ISO 8041-1 e di ponderazione  $W_m$  definita dalla ISO 2631-2 [3].

Più in particolare sono da rispettare i seguenti requisiti:

- sensibilità nominale non minore di 10 mV/(m/s<sup>2</sup>);
- risposta in frequenza della catena di misura, comprensiva dell'acquisizione, lineare con tolleranza  $\pm 5\%$  da 0,5 Hz a 250 Hz;
- acquisizione in forma digitale con frequenza di campionamento non minore di 1 500 Hz, presenza di filtro anti-aliasing con frequenza non minore di 600 Hz, risoluzione preferenziale di 24 bit e minima di 16 bit;
- valore efficace del rumore strumentale, legato al complesso di fenomeni di natura casuale presenti nella catena di misurazione e non dipendenti né dalle vibrazioni immesse né da quelle residue, almeno cinque volte inferiore al minimo valore efficace dei segnali da misurare.

### 4.5.4 Modalità di monitoraggio e parametri

I rilievi sono eseguiti posizionando la strumentazione al centro della stanza, le postazioni di misurazione devono essere scelte sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti. Le modalità di rilevamento possono variare da caso a caso e, in generale, dipendono dai seguenti fattori:

- tipologia delle fonti di vibrazione;
- evoluzione temporale del fenomeno vibratorio (vibrazioni stazionarie o transitorie);
- tipologia del macchinario da misurare;
- natura del suolo su cui viene effettuato il rilevamento.

Dall'analisi delle misure il valore che viene estrapolato ai fini del confronto con i limiti è  $a_{w,95}$  ovvero il livello di massima accelerazione ponderata statistica stimata al 95° percentile della distribuzione cumulata di probabilità della massima accelerazione ponderata  $a_{w,max}$

$$a_{w,95} = \overline{a_{w,max}} + 1,8 \cdot \sigma$$

Equazione 1 Massima accelerazione ponderata al 95° percentile

Dove:

$\overline{a_{w,max}}$  = è la media aritmetica delle massime accelerazioni ponderate relative agli eventi considerati (minimo 15) ovvero:

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

Equazione 2 accelerazione massima

$\sigma$  = è lo scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni ponderate  $a_{w,max,j}$  calcolate mediante l'equazione:

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

Equazione 3 Scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni (N è il numero degli eventi misurati)

Mentre:

$a_w(t)$  = è il valore istantaneo del modulo del vettore accelerazione calcolato come somma vettoriale delle sue tre componenti cartesiane, la  $w$  sta per la ponderazione in frequenza ottenuta utilizzando la curva  $W_m$

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,rms,x}^2(t) + a_{w,rms,y}^2(t) + a_{w,rms,z}^2(t)}$$

Equazione 4 Accelerazione ponderata globale lungo i tre assi

$a_{w,rms,j}(t)$  = Valore efficace totale valutato all'istante t sui tre assi di  $a_{w,j}(t)$  calcolato in conformità alla

UNI EN ISO 8041-1:2017 punto 3.1.2.3

$$a_{w,rms,j}(t) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \left( \int_{t-\tau}^t a_{w,j}^2(\varepsilon) d\varepsilon \right)}$$

*per j = x, y, z; e  $\tau = 1s$*

Equazione 5 Calcolo del valore efficace dell'accelerazione ponderata

#### 4.5.5 Elaborazione delle misure

Per il calcolo delle vibrazioni associate alla sorgente oggetto di indagine è necessario procedere alla misurazione delle Vibrazioni immesse ( $V_{imm}$ ) e di quelle residue ( $V_{res}$ ). Entrambi i valori sono determinati dal valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$  (Equazione 1), nello specifico le vibrazioni immesse ( $V_{imm}$ ) sono le vibrazioni rilevate all'interno dell'edificio generate da tutte le sorgenti attive di qualsiasi origine, mentre le vibrazioni residue vengono misurate in assenza della specifica sorgente oggetto di indagine.

Al fine di determinare le vibrazioni residue, risulta rilevante lo studio preliminare della sorgente in esame, nel caso in cui si tratti di un cantiere è fondamentale individuare i momenti della giornata in cui la sorgente non è in funzione, durante la pausa pranzo, ad esempio, in caso di lavorazioni continue è necessaria una misura in fase di Ante Operam. Conseguentemente la misurazione delle vibrazioni immesse verrà svolta con sorgente attiva.

In entrambe le rilevazioni è indispensabile discretizzare gli eventi (minimo 15). In generale così come riportato dalla norma UNI stessa, un evento si distingue da un altro quando il valore efficace dell'accelerazione ponderata,  $a_w(t)$  decresce di almeno il 30% fra i due eventi.

Per esempio, se la storia temporale di  $a_w(t)$  ha due massimi relativi con valore 10 mm/s<sup>2</sup> e 12 mm/s<sup>2</sup> rispettivamente, si è in presenza di due eventi distinti se fra i due massimi relativi il valore istantaneo di  $a_w(t)$  ha un minimo relativo non superiore a 7 mm/s<sup>2</sup>.

Una volta misurati i 15 eventi per le vibrazioni residue e 15 eventi per quelle immesse, si procede con il calcolo delle vibrazioni generate dalla sorgente ( $V_{sor}$ ) come da seguente formula:

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

Equazione 6 Calcolo delle vibrazioni generate dalla sorgente oggetto di indagine

Ad evidenza della buona applicazione della metodica è importante riportare, in formato tabellare nella scheda elaborazione della misura, sia per le vibrazioni residue ( $V_{res}$ ) che per quelle immesse ( $V_{imm}$ ), tutti gli eventi individuati con i rispettivi valori efficaci totali valutati all'istante t sui tre assi  $a_{w,rms,j}(t)$  da cui è possibile ricavare, previo calcolo dello scarto tipo della distribuzione ( $\sigma$ ) delle massime accelerazioni ponderate di accelerazione ( $a_{w,max,j}$ ), il rispettivo valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$  (Equazione 1) da associare sia per le Vibrazioni residue ( $V_{res}$ ) che per quelle immesse ( $V_{imm}$ ). Si precisa che qualora le vibrazioni residue  $V_{res}$  abbiano un valore maggiore del 50% di quelle immesse di  $V_{imm}$  allora il disturbo prodotto della Vibrazione della sorgente  $V_{sor}$  è da considera trascurabile.

#### 4.5.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Per gli aspetti vibrazionali, in termini generali, si prevedono tre tipologie di postazioni di misura:

- Postazioni di tipo VIC, specifiche per la verifica delle attività di cantiere, da monitorare nelle fasi AO e CO
- Postazioni di tipo VIL, specifiche per la verifica delle attività del FAL, da monitorare nella fase CO
- Postazioni di tipo VIF per la verifica dell'impatto indotto dal transito dei treni nel post operam e per determinare la necessità o meno di interventi di mitigazione, da monitorare nelle fasi AO e PO

Sempre in termini generali, le postazioni VIL sono previste in corrispondenza di quei ricettori maggiormente esposti alle attività di palificazione.

Le postazioni VIF saranno previste in corrispondenza dei ricettori residenziali prossimi alla linea e oggetto di potenziale disturbo, e le misure saranno funzionali al rilievo dell'accelerazione nelle tre direzioni fondamentali e saranno caratterizzate in termini di analisi settoriale ed occorrenza temporale, secondo i dettami e i criteri delle seguenti norme:

- Norma 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo"
- Norma 11048:2003 "Vibrazioni meccaniche ed urti – Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo"
- Norma 9916:2004 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici"

Le prime due norme si rivolgono specificamente alla definizione dei criteri di valutazione del disturbo alle persone, mentre la terza norma indica criteri per la misura e la valutazione delle vibrazioni con riferimento ai possibili danni strutturali.

Al fine della valutazione del livello di disturbo, saranno impiegati i valori limite da normativa riportati nella tabella sottostante.

La localizzazione dei punti di misura VIC. e VIF. è riportata nella tavola “Planimetria localizzazione punti di monitoraggio” in allegato alla presente relazione.

*Tabella 4-9 Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017)*

LUOGO	ACCELERAZIONE [m/s <sup>2</sup> ]
Abitazioni (notte)	3,6*10 <sup>-3</sup>
Abitazioni (giorno)	7,2*10 <sup>-3</sup>
Luoghi lavorativi	14,0*10 <sup>-3</sup>
Ospedali, case di cura, ecc..	2,0*10 <sup>-3</sup>
Asili e case di riposo	3,6*10 <sup>-3</sup>
Scuole	5,4*10 <sup>-3</sup>

Nel complesso si prevedono:

- **1 VIC**
- **1 VIF**

per un totale di **2** postazioni di misura.

Nella fase Ante Operam sarà svolta una campagna di misura, mentre nella fase Corso d’Opera sono previste due campagne di misura per i punti VIC.

Nella tabella seguente è riportata l’indicazione delle postazioni di rilievo, e la frequenza e durata del monitoraggio nelle diverse fasi.

*Tabella 4-10 Punti di monitoraggio della componente vibrazioni*

PUNTO	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE	FASE	FREQUENZA	DURATA
VIC1-01	AT1-04	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIF1-01	0+610	AO	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 2 campagne	24 h

## 4.6 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

### 4.6.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio ambientale, relativamente all'ambito vegetazionale e faunistico consiste nel documentare lo stato attuale della componente nella fase ante operam al fine di definire, nelle fasi successive del monitoraggio (corso d'opera e post operam), l'evolversi delle caratteristiche che connotano le componenti stesse. In particolare, gli accertamenti non sono finalizzati esclusivamente agli aspetti botanici ma riguardano anche i popolamenti faunistici.

Il monitoraggio ha anche lo scopo di verificare, durante la costruzione, la situazione ambientale, in modo da rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste e predisporre le necessarie azioni correttive.

Il monitoraggio verrà eseguito nelle tre fasi AO, CO e PO.

Le aree da monitorare sono state scelte in funzione della sensibilità del territorio attraversato e della presenza di ambiti con maggior pregio ecologico: quali aree naturali protette, aree boscate e alvei di fossi e torrenti che solcano un territorio caratterizzato da una elevata utilizzazione del terreno per fini agricoli.

Il monitoraggio permetterà di attenzionare lo stato della vegetazione presente e il suo decorso nelle fasi AO, CO, PO, in fase di Post Operam sarà effettuato un controllo sullo stato manutentivo degli interventi di ripristino e di mitigazione ambientale, nelle aree oggetto di interventi di rinaturalizzazione.

### 4.6.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

La scelta delle aree è stata effettuata sulla base di criteri differenziati come sotto descritti:

- Rappresentatività in relazione alle diverse unità di vegetazione intese come ambiti naturalistici a diversa idoneità faunistica
- Sensibilità, nel senso che dovranno essere oggetto di controllo diretto in campo tutte quelle aree che risultano avere particolari caratteristiche in relazione al valore naturalistico e/o alla fragilità degli equilibri in atto (aree verdi ricadenti in ambiti vincolati dal punto di vista ambientale)
- Presenza di attività connesse alla costruzione dell'Opera particolarmente critiche sotto il profilo del potenziale impatto sulla vegetazione e fauna (cantieri)
- Ripristini delle aree occupate temporaneamente per le attività di costruzione della linea ed opere accessorie

Le aree da monitorare sono state scelte in funzione della sensibilità del territorio attraversato e della eventuale presenza di ambiti di pregio naturalistico. Nello specifico, con riferimento al caso in specie, i fattori dei quali si è tenuto conto nella definizione della tipologia e del numero dei punti di monitoraggio, nonché della loro localizzazione, sono stati i seguenti:

- **Localizzazione di aree di cantiere fisso (DT.01) all'interno dell'area naturale protetta EUAP1051 - "Riserva naturale della Tenuta di Acquafredda"**
- **Sostanziale assenza di interessamento di aree a vegetazione naturale da parte di altre aree di cantiere fisso e delle aree di lavoro**
- **Opere a verde previste**

Di seguito si riportano le specifiche relative alle tre fasi di monitoraggio (ante operam, corso d'opera e post operam) per vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi.

### 4.6.3 Parametri oggetto del monitoraggio

Di seguito vengono riportati i riferimenti scientifici riguardanti le modalità e le tecniche che saranno utilizzate nel corso delle operazioni di monitoraggio. Vengono inoltre indicati i riferimenti normativi relativi alle aree di interesse naturalistico e quelli riguardanti le specie rare o di pregio.

#### Vegetazione e flora

##### *Analisi floristica fascia campione distale alla linea ferroviaria*

Il censimento della flora sarà eseguito secondo il metodo Daget Ph., Poissonet J. 1969. *Analyse phytologique des prairies - Application agronomique* al fine di fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse e verificarne l'indice di naturalità, basandosi sul rapporto tra le percentuali dei corotipi multizonali (definiti secondo S. Pignatti, 1982 appartenenti alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione, codice 9) a quelli eurimediterranei (appartenenti, sempre secondo Pignatti alla omonima categoria corologica).

Tale rapporto è stato messo a punto da Menichetti, Petrella e Pignatti nel 1989. In fase di ante operam la presenza delle specie sinantropiche permette di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituisce un riferimento per il confronto nelle fasi successive. Il rapporto "specie sinantropiche/totale specie censite" rappresenta, infatti, uno degli indici utilizzabili per il confronto dei risultati delle fasi di

monitoraggio ed un modo per evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura.

Per quanto concerne la sinantropia, si sottolinea che tale attributo non è standardizzato in maniera esaustiva in alcun testo; pertanto si includeranno nella categoria "sinantropiche" quelle specie che:

- appartengono alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione (cod. 9). La categoria corologica rappresenta anche il carattere preso in considerazione nel calcolo del citato indice di sintesi (Menichetti, Petrella, Pignatti, 1989);
- sono tipiche di un habitat ruderale; rientrano in questo gruppo le entità che si rinvencono comunemente ai bordi delle strade o presso i ruderi, le avventizie naturalizzate, le specie sfuggite a coltura ed inselvatichite, alcune infestanti di campi ed incolti.

Tutte le specie con tali caratteristiche saranno contrassegnate, nelle schede di indagine, con "Sin". Nelle schede di rilevamento le specie vegetali rare o molto rare in Italia saranno contrassegnate dalle sigle R ed RR rispettivamente, quelle rare o molto rare nelle regioni interessate con r ed rr.

Per quanto riguarda la nomenclatura scientifica utilizzata e la verifica della corretta determinazione delle specie nelle indagini floristiche, il testo di riferimento è: S. Pignatti, 1982, Flora d'Italia, Edagricole.

Un ulteriore riferimento per la flora è costituito dalle Liste Rosse (Conti et al., 1992,1997) elaborate dalla Società Botanica Italiana e dal WWF con il contributo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Saranno contrassegnate con LR.

#### *Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere*

Tale attività consiste nel monitorare i cumuli di materiale vegetale gestiti nell'ambito dell'opera in attesa di sistemazione finale. Oltre all'analisi sul mantenimento del cumulo (dimensioni, altezza, pendenza sponde), si effettueranno analisi per definire le specie autoctone, sinantropiche ed infestanti.

#### *Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora*

Tale attività consiste nel rilevare una serie di parametri e/o caratteri significativi (quali, a titolo esemplificativo, parametri morfometrici quali altezza, diametro del fusto e dimensioni della chioma degli individui arborei e/o arbustivi, grado di copertura e altezza del manto erboso, nonché eventuali segni di sofferenza a carico delle parti verdi come ingiallimento o perdita delle foglie) su superfici campione di ca. 100mq, scelte opportunamente in funzione delle differenti tipologie presenti (almeno 1 superficie-campione per ogni tipologia), per monitorare le condizioni degli impianti a verde nelle aree soggette ad interventi di mitigazione e comprendere, così, il grado di riuscita del singolo intervento.

#### Fauna

##### *Fauna mobile terrestre*

Il principale obiettivo di questa indagine è la verifica di eventuali effetti di interruzione della continuità faunistica da parte dell'opera.

Nell'indagine, la corretta attribuzione dei reperti sarà verificata con la consultazione della più aggiornata documentazione bibliografica (manuali, atlanti, guide scientifiche e lavori scientifici).

Saranno inoltre evidenziate le specie animali presenti nelle Liste Rosse.

##### *Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche degli ecosistemi*

Le comunità ornitiche si prestano bene a rappresentare e descrivere la situazione qualitativa ambientale e le sue variazioni nel tempo, in quanto questo gruppo faunistico risponde velocemente agli eventuali cambiamenti degli habitat, grazie alla sua elevata mobilità e sensibilità.

La metodologia scelta per effettuare i rilievi è inoltre particolarmente idonea ad essere applicata in ambienti uniformi ed omogenei, come sono le unità agroecosistemiche, e lungo ambienti che si sviluppano linearmente come le fasce ripariali dei corsi d'acqua.

#### **4.6.4 Metodiche di monitoraggio**

La caratterizzazione della vegetazione e della flora sarà effettuata attraverso la seguente indagine:

##### *Censimento e analisi floristica*

Le aree verranno georeferenziate mediante l'utilizzo del GPS, al fine di rendere agevole il ritrovamento dell'area esatta negli anni successivi di monitoraggio. Verrà disposto, possibilmente presso ogni area, un cartello identificativo dell'area di rilevamento al fine di evitare che i paletti vengano rimossi da ignoti. All'interno di queste aree verranno effettuate le analisi come nel seguito descritto.

La localizzazione precisa delle aree di indagine sarà definita in campo, al fine di scegliere in loco le aree ritenute idonee al monitoraggio.

I risultati di tali attività sono raccolti in specifiche schede, check-list e su elaborati grafici. In particolare viene redatta la Carta Fisionomica Strutturale della Vegetazione, rappresentabile su base cartografica o su ortofoto.

In corrispondenza di ciascuna area indagata verranno quindi ricavati l'indice di ricchezza totale (numero di specie dell'area) e l'indice di sinantropicità (rapporto tra la differenza tra le specie presenti e le specie sinantropiche ed il numero delle specie in totale), al fine di verificare possibili alterazioni delle fitocenosi autoctone (in particolare l'ingresso di specie infestanti dovute alle attività di cantiere).

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

- I censimenti della flora saranno effettuati lungo fasce di interesse, di larghezza non superiore ai 30 m, opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine;
- Il censimento delle specie vegetali sarà realizzato, percorrendo due itinerari nella fascia distale, dove si ritiene persista, almeno in parte, la composizione floristica originaria (o quanto meno più intatta). Si procede per tratti successivi con percorsi ad "U". I rilevamenti si considerano conclusi quando l'incremento delle specie censite, con il procedere dei tratti, è inferiore al 10% del totale rilevato fino a quel momento. Nel caso di ambienti di elevata complessità topografica, o comunque laddove non risulti agevole l'individuazione di tali itinerari ideali, è possibile procedere muovendosi in modo normale al tracciato e definendo con "fascia distale" la fascia costituita dalla medesima (o funzionalmente analoga) formazione vegetale, anch'essa decorrente lungo il tracciato dell'opera, situata ad una distanza tale per cui l'impatto legato alle lavorazioni previste risulti scarso o nullo.
- I campioni per i quali sussistono dubbi dovranno essere prelevati e portati in laboratorio per un'analisi più approfondita con l'ausilio di un binoculare stereoscopico. Nel caso in cui i campioni siano rinvenuti con caratteri diagnostici non sufficienti per il loro riconoscimento (fiori, frutti) a livello di specie a causa del periodo fenologico non coincidente con quello dei rilevamenti; di essi si indica unicamente il Genere seguito da "SP." Viceversa, quando l'attribuzione specifica è possibile, ma qualche carattere sistematico non collima esattamente con quanto descritto nella Flora di S. Pignatti, si può utilizzare il simbolo cfr. Occorre precisare che il censimento floristico, effettuato nell'arco di una giornata consente unicamente la redazione di una flora indicativa della realtà ambientale dell'area in esame.
- Si dovranno segnalare le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico.

In fase di ante operam la presenza delle specie sinantropiche avrà lo scopo di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituendo un riferimento per il confronto nelle fasi successive.

#### **Risultati attesi**

- Lista floristica
  - Fascia distale
- Emergenze floristiche
- Specie sinantropiche
- Specie invasive/banalizzatrici
- Mappatura percorsi
- Indice di variazione:  
**SPECIE SINANTROPICHE / TOT.**  
**SPECIE CENSITE**

Le verifiche verranno effettuate con una frequenza pari a 2 volte l'anno, nel periodo primaverile e in quello tardo-estivo nel 1° anno di esercizio dell'opera in progetto.

#### *Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere*

La metodologia da applicare deve consentire la redazione di una lista delle specie reperite sul cumulo, specificando per ciascuna di esse l'eventuale carattere sinantropico-opportunista-ruderale: è pertanto possibile applicare la medesima indagine in uso per il monitoraggio delle fasce campione.

I dati raccolti devono essere riassunti in tabelle di sintesi in cui saranno riportati alcuni parametri riferiti ai cumuli campionati.

#### *Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora*

Le successive indagini finalizzate al controllo della correttezza ed efficacia degli impianti con finalità di mitigazione ambientale dovranno prevedere:

- il controllo della corretta localizzazione ed esecuzione dei reimpianti
- la verifica del grado di attecchimento e accrescimento (con misura dei valori incrementali di altezza e diametro) di individui e specie arborei e arbustivi

I dati raccolti devono essere riassunti in tabelle e grafici di sintesi in cui saranno riportati alcuni parametri riferiti agli individui arborei e arbustivi campionati.

Per quanto riguarda l'annotazione delle condizioni vegetative si deve fare riferimento all'aspetto complessivo del fogliame, dalla cui osservazione si possono ricavare informazioni utili e, nel contempo, facili da rilevare. Si suggerisce di usare una scala qualitativa a 3 livelli: "condizioni buone", "condizioni precarie", "condizioni pessime".

Le verifiche verranno effettuate con una frequenza pari a 2 volte l'anno, nel periodo primaverile e in quello tardo-estivo nel 1° anno di esercizio dell'opera in progetto.

### **Fauna**

In merito ai popolamenti faunistici, nell'ambito del PMA, si svolgono i censimenti volti ad individuare la presenza di popolamenti significativi.

Vista la tipologia a carattere prevalentemente agricolo del territorio si ritiene di poter effettuare l'indagine della fauna in corrispondenza dei tratti a maggior naturalità.

Pertanto, nell'ambito del presente PMA, si prevedono censimenti volti ad individuare la presenza dei seguenti Taxa:

- Mammiferi terrestri
- Anfibi e rettili
- Avifauna

Per quanto riguarda il monitoraggio dell'ittiofauna è stato già considerato nella componente acqua superficiali, mediante la determinazione dell'indice NISECI.

La caratterizzazione della fauna sarà effettuata attraverso due tipi di indagine, la cui metodologia è descritta nei paragrafi seguenti:

- **Fauna mobile terrestre – Mammiferi grandi e piccoli**
- **Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili**
- **Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche degli ecosistemi fluviali e agricoli**

### *Fauna mobile terrestre – Mammiferi grandi e piccoli*

Relativamente alla Fauna mobile terrestre - Mammiferi, le specie verranno rilevate attraverso l'osservazione diretta e mediante l'utilizzo dei cosiddetti segni di presenza, efficaci soprattutto per i Mammiferi con abitudini notturne.

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

1. I metodi utilizzati per la componente dei grandi mammiferi devono consentire la determinazione di parametri ecologici delle popolazioni in esame (es. densità, struttura di popolazione, densità relativa, distribuzione della popolazione, uso dell'habitat). I metodi per il monitoraggio della microteriofauna (talpe, toporagni, arvicole, ghiri, topi, ratti) non permettono, di solito, di ottenere una stima della densità delle popolazioni in esame, in quanto risulta spesso impossibile ricondurre il campionamento ad una determinata misura di superficie; il conteggio e l'identificazione degli individui catturati forniscono tuttavia un indice di abbondanza della popolazione, nonché una rappresentazione della biodiversità dei micromammiferi in una data regione
2. Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:
  - Il censimento estensivo mediante unità di osservazione (block count)
  - Il rilevamento di indici di presenza (target: grandi carnivori, mustelidi, ungulati, lagomorfi)
  - Il conteggio delle tane attive (target: grandi carnivori, mustelidi)
  - Le analisi delle borre, con raccolta e dissezione delle borre, dei frammenti delle prede indigeriti e che vengono regolarmente rigurgitati da alcuni uccelli rapaci
3. Al fine di ottenere un campionamento meno condizionato dalla casualità delle osservazioni, sarebbe necessario effettuare numerosi rilevamenti in diversi periodi dell'anno, almeno uno per stagione
4. L'indagine sarà inoltre estesa sia in ante operam che nei controlli delle fasi successive, a tappeto sull'intera area di indagine e non soltanto lungo itinerari all'interno di fasce di interesse parallele alla linea ferroviaria

I parametri che verranno raccolti saranno i seguenti:

- elenco delle specie presenti;
- loro frequenza e distribuzione all'interno dell'area campionata.

Tutte le verifiche effettuate si traducono, in cartografie in scala 1:1.000, al fine di eventuali azioni alla tutela di habitat che ospitano specie di pregio. In tal senso, i luoghi di ritrovamento dei campioni saranno

posizionati sulle carte di progetto (al fine di uno specifico posizionamento attraverso coordinate geografiche), nonché fotografati, riportando sulla cartografia i coni visuali delle foto.

Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento.

Un'indagine di tipo "E" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte. Il protocollo di campionamento prevede l'esecuzione di 3 distinte sessioni di campionamento: Prima sessione: maggio; Seconda sessione: giugno; Terza sessione: settembre.

#### *Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili*

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

1. Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:
  - L'osservazione diretta, con ricerca e conteggio degli esemplari lungo transetti o all'interno di aree rappresentative del territorio
  - I richiami acustici, con conteggio dei richiami dei maschi in corrispondenza dei punti d'ascolto
  - Possono inoltre essere applicati altri metodi a supporto dei precedenti, quali il transetto notturno effettuato su automezzo (night driving, utile per il monitoraggio degli anfibi notturni) e/o la raccolta e l'identificazione degli esemplari uccisi sulle strade (roadkill analysis)
2. L'indagine sarà inoltre estesa sia in ante operam che nei controlli delle fasi successive, a tappeto sull'intera area di indagine e non soltanto lungo itinerari all'interno di fasce di interesse parallele alla linea ferroviaria

Tutte le verifiche effettuate si traducono, in cartografie in scala 1:1.000 al fine di eventuali azioni alla tutela di habitat che ospitano specie di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento. In tal senso, i luoghi di ritrovamento dei campioni saranno posizionati sulle carte di progetto (al fine di uno specifico posizionamento attraverso coordinate geografiche), nonché fotografati, riportando sulla cartografia i coni visuali delle foto.

Un'indagine di tipo "E" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, in particolare, si suggerisce di eseguire il monitoraggio tre volte (tre sessioni di campionamento), durante la stagione riproduttiva, e due volte (ulteriori due sessioni di campionamento), durante la stagione post-riproduttiva.

#### *Avifauna*

Per quanto riguarda l'avifauna, lo studio sarà condotto sulla base di metodologie approvate dalle seguenti istruzioni: MITO2000 (Monitoraggio Italiano Ornitologico); INFS (Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica); CISO (Centro Italiano Studi Ornitologici).

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

1. Lo studio sull'avifauna sarà condotto nel corso dei mesi primaverili-estivi e riguarderà la raccolta di dati sulla comunità delle specie nidificanti attraverso il metodo dei sentieri campione (Transect Method)
2. Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:
  - Il rilievo mediante stazioni di ascolto (point counts), metodo qualitativo, è particolarmente adatto per ambienti boschivi e/o specie difficili da osservare
  - Il rilievo su transetti lineari, con registrazione dei contatti (visivi od auditivi) ottenuti da un osservatore durante il tempo impiegato a percorrere un transetto di lunghezza predeterminata
  - Le tecniche di inanellamento, basata sul marcaggio individuale degli uccelli

Per le specie particolarmente elusive o rare (es. rapaci) potranno essere applicate metodiche particolari, quali ad esempio battute di ascolto in particolari momenti della giornata (es. al tramonto per gli strigiformi), ricerca dei nidi o dei segni di presenza, induzione di risposta canora (censimento al playback)

3. In ante operam verranno registrati tutti gli individui osservati od uditi all'interno di una fascia di 100 metri di ampiezza, ai due lati dell'itinerario campione, mentre nelle fasi successive si effettueranno i controlli di quanto osservato preliminarmente, per verificare eventuali scostamenti.
4. I luoghi di ritrovamento dei campioni o di osservazione saranno posizionati sulle carte di progetto in scala 1:1.000 e fotografati, riportando in cartografia i coni visuali.

I parametri e gli indici che saranno considerati ed elaborati sono i seguenti:

- S = ricchezza di specie, numero totale di specie nel biotopo o nell'area esaminata; questo valore è direttamente collegato all'estensione del biotopo campionato ed al grado di maturità e complessità, anche fisionomico-vegetazionale, dello stesso (Mac Arthur & Mac Arthur, 1961);
- H = indice di diversità calcolato attraverso l'indice Shannon & Wiener (1963) già in precedenza descritto

- J = indice di equiripartizione di Lloyd & Ghelardi (1964) in cui  $J = H/H_{max}$ ; dove  $H_{max} = \ln S$ ; l'indice misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità o in altri termini il grado di lontananza da una equiripartizione (una comunità costituita da specie con eguale numero di individui); l'indice varia tra 0 e 1;
- % non-Pass. = percentuale delle specie non appartenenti all'ordine dei Passeriformi; il numero di non-Passeriformi è direttamente correlato, almeno, negli ambienti boschivi, al grado di maturità della successione ecologica (Ferry e Frochot, 1970);
- d = dominanza; sono state ritenute dominanti quelle specie che compaiono nella comunità con una frequenza relativa uguale o maggiore di 0,05 (Turcek, 1956; Oelke, 1980); si tratta del numero di individui della specie i-esima sul numero totale di individui presenti lungo il transetto effettuato. Le specie dominanti diminuiscono con l'aumentare del grado di complessità e di maturità dei biotopi.
- Abbondanza: numero di individui/15' = numero di individui osservati di una determinata specie nell'unità di tempo di 15'; numero di individui/1000 m = numero di individui osservati di una determinata specie in 1000 metri di transetto. Si utilizzeranno entrambi gli indici per effettuare confronti e verifiche con rilievi svolti da altri autori in ambienti analoghi del comprensorio padano-veneto.

La localizzazione delle aree campione e dei transetti di censimento verrà rappresentata in un opportuno elaborato grafico, alla scala 1:1.000 o adeguate, su base cartografica oppure su ortofoto. I risultati delle attività di censimento verranno riportati in opportune schede di rilevamento, check-list, tabelle.

Un'indagine di tipo "F" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, ed è da considerarsi rappresentativa per anno di monitoraggio, fatto salvo la necessità di replicare mensilmente alcuni tipi di campionamento.

#### 4.6.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

##### Flora e vegetazione

Il monitoraggio della vegetazione e flora riguarderà le fasi di AO, CO e PO. Per l'intero periodo di monitoraggio sono previste le seguenti frequenze di misura:

Tabella 4-11 Tipologia di rilievi e frequenza prevista per la componente Vegetazione

ATTIVITÀ	ANTE OPERAM (12 MESI) (FREQUENZA)	CORSO D' OPERA (~2,5 ANNI) (FREQUENZA)	POST OPERAM (12 MESI) (FREQUENZA)
Censimento floristico Flora - analisi floristica distale all'opera (c)	semestrale (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	semestrale (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	semestrale (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)
Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora (Indagine di tipo "3")	-	-	semestrale (Primavera/tarda estate)
Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere (Indagine di tipo "4")	-	semestrale (Primavera/tarda estate)	-

Il monitoraggio del corso d'opera seguirà tutto lo sviluppo delle lavorazioni mentre quello relativo alla fase ante-operam e post operam, avranno una durata di 12 mesi prima e alla fine delle lavorazioni.

Rinvii temporanei di prelievi e/o misure potranno essere previsti in corrispondenza delle singole aree in presenza di:

- precipitazioni e contestuali di intensità tali da rendere impossibili le indagini;
- oggettivi e documentati impedimenti all'accesso ai siti di indagini.

I rilievi in campo dovranno essere effettuati nel periodo primaverile (I campagna) e nel periodo tardo estivo (II campagna) escludendo il periodo estivo, in presenza di temperature alte e clima secco; coerentemente sarà escluso anche il periodo invernale in cui le temperature risultano essere molto basse e avverse alla vegetazione.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei punti individuati.

Tabella 4-12 Punti di monitoraggio per la componente Flora e Vegetazione

Punto	Tipo di indagine	Pk/Area di cantiere	A.O. (6 mesi)	C.O. (~2,5 anni)	P.O. (6 mesi)
VEG1-01	VEG.4.1 – Indagine di tipo “C”	DT.01	•	•	•
VEG1-02	VEG9 – Indagine di tipo “4”	AS1-01		•	
VEG1-03	VEG8 – Indagine di tipo “3”	1+100			•

Al fine di una più immediata lettura della tabella sopra riportata, la corrispondenza intercorrente tra le codifiche in essa indicate e le tipologie di analisi previste risulta la seguente:

- VEG4.1 – Indagine di tipo “C”: Analisi floristica della fascia campione distale alla linea ferroviaria
- VEG9 - indagine di tipo “4”: Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere
- VEG8 – Indagine di tipo “3”: Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora

La localizzazione dei punti di misura VEG. è riportata nella tavola “Planimetria localizzazione punti di monitoraggio” in allegato alla presente relazione.

#### Fauna

Il monitoraggio della Fauna riguarderà le fasi di AO, CO e PO.

La durata del periodo di monitoraggio in corso d'opera sarà di circa 2,5 anni; mentre quello relativo alla fase post-operam sarà di sei mesi.

Per l'intero periodo di monitoraggio sono previste le seguenti frequenze di misura:

Tabella 4-13 Tipologia di rilievi e frequenza prevista per la componente Fauna

Attività	A. O. (6 mesi)	C.O. (~2,5 anni)	P. O. (6 mesi)
Fauna mobile terrestre – Mammiferi di medie e piccole dimensioni (MT)	3 volte	3/anno	3 volte
Fauna mobile terrestre –	5 volte	5 volte/anno	5 volte

Attività	A. O. (6 mesi)	C.O. (~2,5 anni)	P. O. (6 mesi)
Anfibi e rettili (MT)			
Avifauna	2 volte	2 volte/anno	2 volte

Tabella 4-14 Fauna: Punti di monitoraggio

Punto	Tipo di indagine	pk	Classe			Indagini previste		
			Anfibi e rettili	Mammiferi	Avifauna	A.O. (6 mesi)	C.O. (~2,5 anni)	P.O. (6 mesi)
FAU1-01	FAU.1	DT.01	•			•	•	•
	FAU.2			•				
	FAU.2				•			

La localizzazione dei punti di misura FAU. è riportata nella tavola “Planimetria localizzazione punti di monitoraggio” in allegato alla presente relazione.

## 4.7 Paesaggio

### 4.7.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio ambientale, relativamente al sistema paesaggistico è strutturato seguendo le scelte, le impostazioni metodologiche ed il modello operativo indicato nell'impianto metodologico generale riferito alle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale".

Il concetto di Paesaggio deve essere ricondotto alla definizione riportata nella Convenzione Europea del Paesaggio, secondo la quale il termine "designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni", e che impegna tra l'altro i paesi firmatari a "riconoscere giuridicamente il Paesaggio in quanto componente essenziale del contesto di vita delle popolazioni, espressione della diversità del loro comune patrimonio culturale e naturale e fondamento della loro identità".

Come precedentemente accennato, nella redazione del PMA si è tenuto conto anche delle indicazioni contenute nelle LLGG delle opere soggette a VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.), nella fattispecie agli indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Paesaggio e Beni culturali. In merito a tale componente/fattore, le linee guida considerano indispensabili per la definizione della qualità paesaggistica i parametri di lettura dettate dal DPCM 12 dicembre 2005, tra cui:

- *diversità*: riconoscimento di caratteri/elementi peculiari e distintivi, naturali e antropici, storici, culturali, simbolici, ecc.;
- *integrità*: permanenza dei caratteri distintivi di sistemi naturali e di sistemi antropici storici (relazioni funzionali, visive, spaziali, simboliche, ecc. tra gli elementi costitutivi);
- *qualità visiva*: presenza di particolari qualità sceniche, panoramiche, ecc.;
- *rarietà*: presenza di elementi caratteristici, esistenti in numero ridotto e/o concentrati in alcuni siti o aree particolari;
- *sensibilità*: capacità dei luoghi di accogliere i cambiamenti, entro certi limiti, senza effetti di alterazione o diminuzione dei caratteri connotativi o degrado della qualità complessiva;
- *capacità di assorbimento visuale*: attitudine ad assorbire visivamente le modificazioni, senza diminuzione sostanziale della qualità.

Le stesse linee guida prevedono in sede di monitoraggio ambientale la verifica della rispondenza del progetto con gli obiettivi di qualità paesaggistica definiti dai piani paesaggistici per ogni ambito territoriale da essi individuati come disposto dal D.Lgs. 42/2004 e smi.

Secondo tale Decreto, i Piani paesaggistici, con riferimento al territorio considerato, ne riconoscono gli aspetti e i caratteri peculiari, nonché le caratteristiche paesaggistiche, e ne delimitano i relativi ambiti. Per ogni ambito i Piani predispongono specifiche normative d'uso ed attribuiscono adeguati obiettivi di qualità da perseguire mediante apposite prescrizioni.

Attraverso l'interpretazione degli atti normativi inerenti al paesaggio si evince che il Sistema paesaggistico costituisce un fenomeno culturale di notevole complessità che rende particolarmente articolata l'indagine, la valutazione delle sue componenti e l'individuazione degli indicatori che lo descrivono.

Muovendo da tali considerazioni il PMA per il sistema paesaggistico è finalizzato alla verifica degli effetti dovuti alla presenza dell'opera, in particolare nelle aree di maggior pregio e interesse paesaggistico.

Lo scopo principale è quello di controllare, individuare e prevenire i possibili effetti negativi prodotti sul paesaggio allo stato Ante Operam (AO), in Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO).

### 4.7.1 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

I nuovi orientamenti introdotti dalla Convenzione Europea del Paesaggio coinvolgono inevitabilmente anche gli aspetti relativi alla valutazione della qualità paesaggistica e sulla definizione di indicatori atti a misurarla.

Muovendo da quanto riportato nella succitata convenzione e nei riferimenti normativi e disciplinari riportati al precedente paragrafo, il presente PMA assume quali criteri ai fini dell'individuazione delle aree da monitorare:

- il paesaggio nei suoi dinamismi spontanei, mediante l'esame delle componenti naturali;
- il sistema delle attività agricole, residenziali, produttive, turistiche, ricreative, delle presenze infrastrutturali in esso riscontrabili;
- le condizioni naturali e umane che ne hanno generato l'evoluzione;
- lo studio strettamente visivo o culturale-semiologico del rapporto tra soggetto ed ambiente, nonché delle radici della trasformazione e creazione del paesaggio da parte dell'uomo;
- i piani paesistici e territoriali;

- i vincoli ambientali, archeologici, architettonici, artistici e storici.

Nel caso in esame, la scelta dei punti di monitoraggio è stata condotta sulla base dei fattori di contesto e dei rapporti intercorrenti tra questi e gli elementi di progetto, così come di seguito sintetizzati:

- **Presenza di un bene culturale e paesaggistico ai sensi degli articoli 10 e 136 DLgs 42/2004 e smi (Casale di Tor di Quinto)**
- **Localizzazione di aree di cantiere fisso all'interno della Riserva naturale regionale Tenuta di Acquafredda**
- **Sovrapposizione tra il tracciato della Via Flaminia e quello del viadotto di progetto VI.01**

#### 4.7.2 Parametri oggetto del monitoraggio

Come anticipato, il riferimento d'obbligo è costituito dalla Convenzione Europea del Paesaggio che richiama la complessità di tale concetto determinato dall'interazione di diversi fattori e che la individuazione della qualità paesistica sta nella composizione relazionale tra tali fattori.

In tal senso il Paesaggio si configura come un insieme di aspetti eterogenei costituiti da:

- caratteri fisici e naturali;
- caratteri visuali e percettivi;
- caratteri sociali, culturali, storici, insediativi ed architettonici.

Il rischio principale legato all'introduzione di nuovi elementi consiste nella possibilità che si possano generare fenomeni di occultamento visivo parziale o totale o l'alterazione dell'equilibrio percettivo del paesaggio a seguito dell'inserimento di strutture estranee al contesto per forma, dimensione, materiali o colori.

Pertanto, la presente indagine farà riferimento all'analisi dei caratteri visuali e percettivi riconducibili agli elementi di sensibilità paesaggistica rappresentati da:

- percorsi e punti panoramici;
- rete infrastrutturale e centralità ad alta frequentazione;
- elementi emergenti e qualificanti del territorio, costituiti da testimonianze storico-culturali e beni naturali.

L'indagine di monitoraggio dei caratteri visuali e percettivi da tali aree viene effettuato rapportando le caratteristiche salienti del contesto paesaggistico e contemporaneamente lo stato di frequentazione dei siti rispetto alla presenza dell'opera infrastrutturale.

Per far sì, sono stati individuati una serie di parametri di monitoraggio partendo dalla consultazione dell'Allegato al DPCM 12.12.2005 in merito alla analisi delle condizioni paesaggistiche allo stato attuale e alla valutazione degli effetti con riferimento alle principali tipologie di modificazione o alterazione. I parametri così individuati sono:

Tabella 4-15 Parametri oggetto di monitoraggio per il Sistema paesaggistico

Parametro	Descrizione
1 Intrusione fisica	Inserimento di elementi estranei ed incongrui ai suoi caratteri peculiari compositivi (materiali, colori, ecc.)
2 Quinta visiva	Modificazione dello skyline naturale o antropico
3 Relazioni visive	Alterazione delle relazioni visive degli elementi significativi con il contesto paesaggistico e gli altri elementi del sistema

Tali parametri saranno pertanto monitorati da tutti gli ambiti ed elementi individuati come sensibili dal punto di vista della percezione visiva, ovvero intesi quali elementi principali di connotazione del paesaggio, ossia:

- le emergenze naturali,
- le emergenze storico-culturali,
- i percorsi e i punti quotati con valenza panoramica,
- la viabilità e le aree ad alta frequentazione.

#### 4.7.3 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

L'indagine prevista dal presente PMA, con lo scopo di documentare la fase post-operam, si comporrà delle seguenti attività:

1. Rilievo fotografico dagli elementi di sensibilità paesaggistica, avendo cura di rilevare le porzioni di territorio ove è prevedibile la massima visibilità dell'opera e dei suoi elementi di maggiore impatto percettivo, in modo da poter illustrare la percezione che si ha dell'opera dall'elemento significativo individuato.

2. Redazione di una scheda di rilievo e di uno stralcio planimetrico con l'individuazione dei coni di visuali e dei principali elementi del progetto presenti nel campo visivo;
3. Redazione di una relazione descrittiva che illustri per ogni elemento di sensibilità paesaggistica:
  - a. le principali caratteristiche in funzione della sua natura (bene storico-culturale, area naturale protetta, punto panoramico, ecc...),
  - b. livello di fruibilità e percettività,
  - c. i risultati ottenuti a seguito del rilievo fotografico in termini sensibilità percettiva rispetto all'infrastruttura ferroviaria.

Facendo riferimento a quanto espressamente previsto dal DPCM 12.12.2005, il presente PMA prevede l'esecuzione dell'indagine da "luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici". Ne consegue quindi che la prima operazione da condursi risulta essere quella della individuazione di quei punti di vista individuati come sensibili secondo i parametri precedentemente elencati (cfr. 4.7.2).

Tutti i rilievi fotografici dovranno essere effettuati con apposita attrezzatura in modo da coprire 180° di visuale dai punti e nelle direzioni individuate.

La tecnica migliore per fotografare tutta la visuale di interesse è quella di posizionare il corpo macchina su un cavalletto e scattare in sequenza un numero sufficiente di immagini in modo che, una volta accostate, permettano di ricostruire l'intero orizzonte.

Il cavalletto dovrà essere posizionato in modo tale che la fotocamera possa essere orientata con il lato lungo del fotogramma parallelo alla linea di orizzonte. Occorrerà avere cura che nelle immediate vicinanze non vi siano ostacoli di dimensioni rilevanti tali da oscurare il campo visivo da inquadrare.

Per evitare deformazioni geometriche si utilizzerà un obiettivo di focale pari a 35 mm. Per la rappresentazione del paesaggio si consiglia l'utilizzo di tale focale, in quanto l'angolo di campo coperto dal 35 mm corrisponde ad un'immagine più vicina alla percezione generale dell'occhio umano nell'ambiente. Un paesaggio ripreso con un 35 mm è analogo alla percezione ricevuta mentre si osserva attivamente il panorama.

#### 4.7.4 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Al fine di seguire nella loro evoluzione le attività di realizzazione dell'opera in progetto, l'attività di monitoraggio sarà condotta nelle fasi AO, CO e PO.

Nello specifico, i rilievi avranno durata e frequenza come di seguito riportato:

- **Fase Ante operam (AO)**
  - Durata: Prima dell'avvio dei lavori
  - Frequenza: 1 volta
- **Fase Corso d'opera (CO)**
  - Durata: per tutta la durata dei lavori (circa 3 anni)
  - Frequenza: semestrale
- **Fase Post operam (PO)**
  - Durata: Alla conclusione dei lavori
  - Frequenza: 1 volta

I rilievi, in ragione del loro carattere visuale – percettivo e del loro essere basati su campagne fotografiche, dovranno essere realizzati nel periodo primaverile o autunnale, e comunque in condizioni meteorologiche favorevoli, in quanto la presenza di fenomeni meteorologici perturbativi può alterare la qualità e i risultati dell'indagine.

L'attività di monitoraggio sarà condotta in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola *Planimetria localizzazione punti di monitoraggio* in allegato alla presente relazione e nella seguente Tabella 4-16

Tabella 4-16 Punti di monitoraggio e frequenza per paesaggio

Punto	Cantiere/Opera da monitorare	Fase   Frequenza					
		AO	Frequenza	CO	Frequenza	PO	Frequenza
PAE1-01	DT.01	●	1volta	●	semestrale	-	-
PAE1-02	1+700	●	1volta	●	semestrale	●	1volta
PAE1-03	1+950	●	1volta	●	semestrale	●	1volta

## 5. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

### 5.1 **Atmosfera**

#### 5.1.1 **Normativa nazionale**

I principali riferimenti sono rappresentati da:

- D.P.C.M. 28/3/1983 - Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno;
- D.P.R. 203/88 (relativamente agli impianti preesistenti) ed altri decreti attuativi - Attuazione Direttive n. 80/779, 82/884, 84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell'art. 15 della Legge 16/4/87 n. 183;
- D.M. 15/4/1994 - Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli artt. 3 e 4 del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203 e dell'art. 9 del D.M. 20 maggio 1991;
- D.M. 25/11/1994 - Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994;
- D.M. 16/5/1996 - Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono;
- D.Lgs. 4/8/99 n. 351 - Attuazione della direttiva 96/62 in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria;
- D.M. 1/10/2002 n.261 - Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione dei piani e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351;
- D. Lgs. 3/8/2007 n.152 - Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente;
- D. Lgs. 13/8/2010 n.155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D. Lgs. 250/2012, Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

#### 5.1.2 **Norme tecniche**

- UNI EN 12341:2014 - Aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub>.
- UNI EN 14211:2012 - Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza.

### 5.2 **Acque sotterranee**

Per quanto riguarda le norme a cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare e le grandezze da misurare, si citano i riferimenti nel seguito elencati.

#### 5.2.1 **Normativa comunitaria**

- Direttiva della Commissione 20 giugno 2014, n. 2014/80/UE - Direttiva che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- Direttiva del Parlamento europeo, 12 dicembre 2006, n. 2006/118/CE - Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- Direttiva del Parlamento europeo, 15 febbraio 2006, n. 2006/11/CE - Direttiva 2006/11/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 febbraio 2006 concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità.

#### 5.2.2 **Normativa nazionale**

- D.Lgs. 16 marzo 2009, n. 30 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- D. Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006, Norma in materia ambientale, e s.m.i. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale).

### 5.3 Suolo e sottosuolo

La normativa di riferimento in accordo alla quale il presente progetto di monitoraggio è stato redatto fa riferimento ai criteri adottati dagli organismi nazionali ed internazionali per quel che concerne le descrizioni di campagna e la classificazione dei suoli.

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. "Norme in materia ambientale";
- Comunicazione della Commissione "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo" COM (2002) 179 del 16 aprile 2002;
- Legge 7 agosto 1990 n. 253 "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- Legge 18 maggio 1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (testo coordinato con le modifiche apportate a tutto il 6 maggio 1996)".

### 5.4 Rumore

#### 5.4.1 Normativa nazionale

- D. Lgs. 19/08/05 n. 194 Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (GU n. 222 del 23-9-2005) Testo coordinato del Decreto-Legge n. 194 del 19 agosto 2005 (G.U. n. 239 del 13/10/2005) Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005);
- Presidenza del Consiglio dei Ministri 30 giugno 2005: Parere ai sensi dell'art.9 comma 3 del decreto legislativo 28 agosto 1997 n.281 sullo schema di decreto legislativo recante recepimento della Direttiva 2002/49CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale;
- 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);
- Decreto 1° aprile 2004 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale (GU n. 84 del 9-4-2004);

- DECRETO LEGISLATIVO 4 settembre 2002, n.262 Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto;
- D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459: Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario;
- Decreto Ministeriale 16 marzo 1998 -Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO";
- Il DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio della componente rumore è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014".

### 5.5 Vibrazioni

Il fenomeno delle vibrazioni negli ambienti di vita, attualmente, non è disciplinato da alcuna normativa nazionale. Pertanto, qualora si intenda procedere ad una valutazione strumentale di tale fenomeno fisico è bene affidarsi alle corrispettive norme tecniche. Nello specifico, il riferimento è costituito dalla normativa tecnica in capo alla UNI 9614 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, aggiornata alla recente versione in vigore.

#### 5.5.1 Norme tecniche

##### ISO 2631 "Valutazione sull'esposizione del corpo umano alle vibrazioni"

La ISO 2631-2:2003 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1÷80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione  $a_{rms}$  definito come:

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

dove  $a(t)$  è l'accelerazione in funzione del tempo,  $T$  è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione. La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava) che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X,Y e alla combinazione dei tre assi. Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante.

#### UNI 9614:1990 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”

La norma definisce il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi. Inoltre, la norma prevede criteri di valutazione differenziati a seconda della tipologia delle vibrazioni (di livello costante, di livello non costante e impulsive).

I locali o gli edifici in cui sono immesse le vibrazioni sono classificati a seconda della loro destinazione d'uso in: aree critiche, abitazioni, uffici, fabbriche.

Le vibrazioni possono essere misurate rilevando il valore efficace dell'accelerazione che può essere espresso in  $m/s^2$  o  $mm/s^2$  o in termini di livello dell'accelerazione espresso in dB. Il livello dell'accelerazione è definito dalla seguente relazione:

$$L = 10 \cdot \log \left( \frac{a^2}{a_0^2} \right)$$

dove  $L$  è il livello espresso in dB,  $a$  è l'accelerazione espressa in  $m/s^2$  e  $a_0 = 10^{-6} m/s^2$  è il valore dell'accelerazione di riferimento.

Le vibrazioni sono rilevate lungo i tre assi di propagazione. Tali assi sono riferiti alla persona del soggetto esposto: l'asse x passa per la schiena ed il petto, l'asse y per le due spalle, l'asse z per la testa e i piedi (per la testa e i glutei se il soggetto è seduto).

Come prescritto dalla norma UNI 9614 le accelerazioni da valutare sono quelle comprese nel range di frequenza tra 1 e 80 Hz e il dato da considerare è il valore quadratico medio delle accelerazioni presenti durante l'intervallo di tempo esaminato.

Considerando, inoltre, che la percezione da parte dei soggetti esposti varia a seconda della frequenza e dell'asse di propagazione, i valori rilevati sono ponderati in frequenza al fine di attenuare le componenti esterne agli intervalli di sensibilità, ottenendo così il livello equivalente ponderato dell'accelerazione  $L_{w,eq}$ .

#### UNI 9614: 2017 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2:2003. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore della vibrazione della sorgente  $V_{sor}$  (vibrazioni immesse negli edifici dalla specifica sorgente oggetto di indagine. Sono caratterizzate dal valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$ ) il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (*giorno*, dalle 06:00 alle 22:00, e *notte*, dalle 22:00 alle 06:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 5-1 Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017)

	AMBIENTE AD USO ABITATIVO	ASILI CASE DI RIPSO	LUOGHI LAVORATIVI	SCUOLE UNIVERSITA	OSPEDALI, CASE DI CURA. CLINICHE ED AFFINI
<b>DIURNO</b>	7,2 $mm/s^2$	3,6 $mm/s^2$	-	-	-
<b>NOTTURNO</b>	3,6 $mm/s^2$	3,6 $mm/s^2$	-	-	-
<b>GIORNATE FESTIVE</b>	5,4 $mm/s^2$	-	-	-	-
<b>LIMITATAMENTE AI PERIODI DI ESERCIZIO</b>	-	-	14 $mm/s^2$	5,4 $mm/s^2$	-
<b>INDIPENDENTEMENTE DALL'ORARIO</b>	-	-	-	-	2 $mm/s^2$ (misurate ai piedi del letto del paziente)

Le misure devono essere eseguite in conformità alla suddetta norma tecnica. In particolare, la durata complessiva è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessaria ad assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di misura.

Nel caso di fenomeni caratterizzati da un elevato numero di eventi distinti devono essere acquisiti i segnali relativi ad almeno 15 eventi scelti con i criteri indicati dall'appendice A della suddetta norma tecnica (appendice A2 "Vibrazioni prodotte da traffico ferroviario" e A4 "Vibrazioni prodotte da attività di cantiere").

## 5.6 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

### 5.6.1 Normativa comunitaria

- Direttiva 97/62/CE del Consiglio del 27 ottobre 1997: G.U.C.E n. L 305 dell'8/11/1997, recante adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Regolamento CEE 1390/97 della Commissione del 18/07/97 (G.U.C.E. 19/07/97, L.190) che modifica il Regolamento CEE 1021/94 della Commissione relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 1091/94 della Commissione del 29/04/94 (G.U.C.E. 18/06/94, L.126) relativo, alle modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 2157/92 del Consiglio del 23/07/92 (G.U.C.E. 31/07/92, L. 217) che modifica il Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Direttiva (CEE) 92/43 del Consiglio, 21 maggio 1992: G.U.C.E. 22 luglio 1992, n. L 206. Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Direttiva (CEE) 79/409 del Consiglio, 2 aprile 1979: G.U.C.E. 25 aprile 1979, n. L 103 (e s.m.i.) Conservazione degli uccelli selvatici;
- Regolamento CEE 1696/87 della Commissione del 10/06/87 (G.U.C.E. 17/06/87, L.161) relativo, alle modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio del 17/11/86 (G.U.C.E. 20/11/86, L.326) relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico.

### 5.6.2 Normativa nazionale

- Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357: Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche (G.U. N. 284 DEL 23-10-1997, S.O. n.219/L). Testo coordinato al D.P.R. n. 120 del 2003 (G.U. n.124 del 30.05.2003);
- Legge 6 dicembre 1991, n. 394 "Legge quadro sulle aree protette" che detta i principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree protette al fine di conservare e valorizzare il patrimonio naturale del paese;
- Legge 8 agosto 1985, n. 431 "Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale";
- Ex Decreto 431/1985 dei beni vincolati (ora art. 146 D. Lgs. 490/99; D. Lgs. 42/04 – Codice dei beni culturali e del paesaggio -, modificato dal D. Lgs. 22 gennaio 2006) relativo alla tutela dei beni paesaggistici e ambientali di notevole interesse pubblico, in particolare le aree ricoperte da boschi o vegetazione naturale (zone boscate) e fasce di rispetto dei corsi d'acqua.

## 5.7 Paesaggio

Non essendovi una normativa specifica che detta riferimenti e standard, per la predisposizione del monitoraggio del Sistema paesaggistico si è fatto riferimento alle indicazioni preposte dalle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale" redatto dal MATTM in collaborazione con il MiBACT e l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

Ai fini della redazione del presente PMA sono stati presi in considerazione i seguenti documenti inerenti agli aspetti paesaggistici:

- Convenzione Europea del Paesaggio adottata dal Comitato dei Ministri della Cultura e dell'Ambiente del Consiglio d'Europa il 19 luglio 2000 e firmata a Firenze il 20 ottobre 2000;
- DLgs. n. 42 del 22/1/2004 c.d. "Codice dei beni culturali e del paesaggio", così come modificato dal DLgs. 24 marzo 2006, n. 156 e DLgs. 24 marzo 2006, n. 157, nonché dal DLgs. 26 marzo 2008, n. 62 e DLgs. 26 marzo 2008, n. 63;
- DPCM 12 Dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica";

- “La relazione paesaggistica: finalità e contenuti” curata dal Ministero per i beni e le attività culturali nel 2006;
- “Verso le Linee guida sul monitoraggio VAS – Documento di riferimento metodologico” predisposte da ISPRA nel 2010;
- “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici generali” REV. 1 del 16 giugno 2014;
- “Linee guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al DLgs. 163/2006” predisposte nel 2007 dalla Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio;
- Workshop “Linee Guida per la Verifica di Assoggettabilità a VIA (art. 23 Legge n. 97/2013) e per il Monitoraggio Ambientale delle opere soggette a VIA - Indirizzi specifici Paesaggio e Beni culturali” Ministero per i beni e le attività culturali e del turismo - 22 ottobre 2013, Roma.

## **6. PLANIMETRIA DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MISURA**

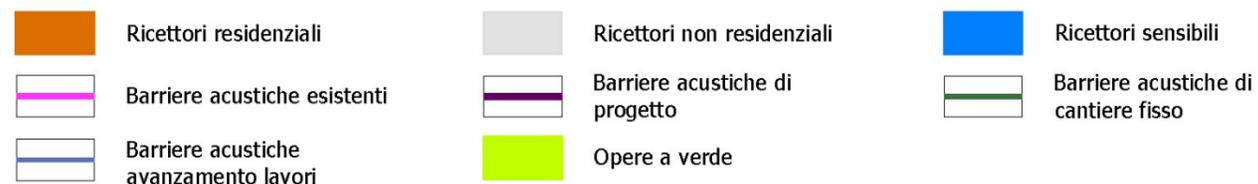
## LEGENDA



### Aree di cantiere



### Ricettori ed interventi di mitigazione



## PUNTI DI MONITORAGGIO

Simbolo	Descrizione	Simbolo	Descrizione
	ATC/NI - ATMOSFERA CANTIERE		RUL - RUMORE FRONTE AVANZAMENTO LAVORI
	ASO - ACQUE SOTTERRANEE		VIC - VIBRAZIONI CANTIERE
	SUO - SUOLO E SOTTOSUOLO		VIF - VIBRAZIONI TRANSITO FERROVIARIO
	PAE - PAESAGGIO		VEG - VEGETAZIONE
	RUC - RUMORE CANTIERE		FAU - FAUNA
	RUF - RUMORE TRANSITO FERROVIARIO		

## FASE DI MONITORAGGIO



