

COMMITTENTE:



RETE FERROVIARIA ITALIANA S.P.A.  
DIREZIONE INVESTIMENTI

SOGGETTO TECNICO:

RFI - DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI FIRENZE  
S.O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTI



### PROGETTO DEFINITIVO

LINEA PISTOIA - LUCCA - VIAREGGIO/PISA  
RADDOPPIO DELLA LINEA PISTOIA - LUCCA - PISA S.R.  
TRATTA PESCIA - LUCCA

## 14 - AMBIENTE PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Relazione generale

SCALA

-

Foglio

1

di

1

PROGETTO/ANNO

SOTTOPR.

LIVELLO

NOME DOC.

PROGR.OP.

FASE FUNZ.

NUMERAZ.

1 3 4 6 P O

S 1 1

P D

T S M A

0 0

0 1

E 0 4 1

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Prima emissione	G. Tanzi	18/09/2018						

POSIZIONE ARCHIVIO

LINEA

L 5 4 2

SEDE TECN.

L 0 1 1 1 6

NOME DOC.

T B 0 0

NUMERAZ.

1 0 / 0 1

Verificato e trasmesso	Data	Convalidato	Data	Archiviato	Data

1346-PO-S11-PD-TSMA-00-01-E041.dwg

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>5</b>
2.1	LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL PROGETTO .....	7
2.2	PIANI DI STAZIONE .....	7
2.3	EDIFICI INTERFERENTI .....	7
2.4	VIABILITÀ INTERFERENTI .....	8
2.5	OPERE D'ARTE .....	9
2.5.1	<i>Viadotti.....</i>	9
2.5.2	<i>Cavalcavia .....</i>	11
2.5.3	<i>Ponti.....</i>	14
2.5.4	<i>Sottovia.....</i>	14
2.5.5	<i>Attraversamenti pedonali .....</i>	16
2.5.6	<i>Tombini.....</i>	17
<b>3</b>	<b>LA FASE DI CANTIERE.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI.....</b>	<b>20</b>
4.1	I RICETTORI.....	20
4.2	PUNTI DI MISURA.....	20
4.3	TEMPI E FREQUENZE .....	20
<b>5</b>	<b>CRITERI DI ACQUISIZIONE, ARCHIVIAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI.....</b>	<b>25</b>
6.1	ATMOSFERA.....	25
6.1.1	<i>Obiettivi del monitoraggio.....</i>	25
6.1.2	<i>Normativa di riferimento.....</i>	25

Mandataria

Mandanti

6.1.3	<i>Criteria di individuazione delle aree da monitorare</i>	28
6.1.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	30
6.1.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	31
6.1.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	33
6.2	<b>ACQUE SUPERFICIALI</b>	35
6.2.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	35
6.2.2	<i>Normativa di riferimento</i>	35
6.2.3	<i>Criteria di individuazione delle aree da monitorare</i>	38
6.2.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	39
6.2.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	44
6.2.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	49
6.3	<b>ACQUE SOTTERRANEE</b>	52
6.3.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	52
6.3.2	<i>Normativa di riferimento</i>	52
6.3.3	<i>Criteria di individuazione delle aree da monitorare</i>	52
6.3.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	54
6.3.5	<i>Specifiche e strumentazione di monitoraggio</i>	57
6.3.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	59
6.4	<b>SUOLO E SOTTOSUOLO</b>	61
6.4.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	61
6.4.2	<i>Riferimenti normativi</i>	61
6.4.3	<i>Criteria di individuazione delle aree da monitorare</i>	62
6.4.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	63

6.4.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....</i>	65
6.4.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....</i>	72
6.5	<b>VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA .....</b>	74
6.5.1	<i>Obiettivi del monitoraggio.....</i>	74
6.5.2	<i>Normativa di riferimento .....</i>	74
6.5.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....</i>	76
6.5.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio .....</i>	76
6.5.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....</i>	78
6.5.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....</i>	87
6.6	<b>PAESAGGIO.....</b>	90
6.6.1	<i>Obiettivi di monitoraggio .....</i>	90
6.6.2	<i>Il report sul paesaggio.....</i>	91
6.6.3	<i>Metodiche di monitoraggio.....</i>	91
6.6.4	<i>Criteri di scelta delle aree indagate.....</i>	93
6.6.5	<i>Elaborazione delle immagini e output.....</i>	93
6.6.6	<i>Articolazione temporale del monitoraggio .....</i>	94
6.7	<b>RUMORE .....</b>	95
6.7.1	<i>Obiettivi del monitoraggio.....</i>	95
6.7.2	<i>Normativa di riferimento.....</i>	95
6.7.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....</i>	96
6.7.4	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....</i>	98
6.7.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....</i>	99
6.8	<b>VIBRAZIONI.....</b>	102

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

---

6.8.1	<i>Obiettivi del monitoraggio.....</i>	102
6.8.2	<i>Normativa di riferimento.....</i>	102
6.8.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....</i>	104
6.8.4	<i>Modalità di monitoraggio e parametri.....</i>	105
6.8.5	<i>Elaborazioni delle misure.....</i>	105
6.8.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....</i>	105

Mandataria



Mandanti



## 1 PREMESSA

La presente relazione fa parte degli elaborati prodotti relativi al Progetto Definitivo di “raddoppio ferroviario della tratta compresa tra le stazioni di Pescia e Lucca, dal km 20+423 al km 43+768 della linea ferroviaria Pistoia – Lucca-Pisa S. Rossore”.

L'intervento prevede interventi infrastrutturali necessari per il potenziamento del sistema ferroviario della suddetta linea che si traducono in raddoppio in affiancamento e la realizzazione di opere viarie necessarie per l'eliminazione delle interferenze stradali ricadenti nella tratta.

Il progetto preliminare ed il relativo studio preliminare ambientale del raddoppio ferroviario in esame, redatto ai sensi dell'articolo 20 “Verifica di assoggettabilità del D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152, è stato escluso dalla procedura di Valutazione di impatto ambientale con delibera n. 5984 del 23/04/201. Le prescrizioni contenute nella delibera di approvazione hanno determinato la necessità di predisporre una serie di approfondimenti tecnici e la descrizione più puntuale di un “Piano di Monitoraggio Ambientale” delle componenti ambientali maggiormente impattate dal progetto stesso.

Ciò premesso, il presente documento è stato redatto ai sensi della Normativa vigente in materia ambientale.

Il progetto di monitoraggio, in base agli studi effettuati a supporto del progetto, individua le principali componenti ambientali da indagare, le modalità e le tempistiche connesse alle attività di monitoraggio; inoltre, il PMA sarà adeguato sulla base delle rilevazioni che saranno effettuate prima dell'inizio delle lavorazioni, definendo le soglie di attenzione, le procedure di attenzione e la risoluzione delle criticità che emergeranno in seguito alle rilevazioni Ante-operam. Pertanto, sulla base di queste valutazioni, saranno giustificati, tutti i criteri di campionamento, sia per quanto riguarda la posizione, che la loro pianificazione temporale, dettagliando le modellistiche ed evidenziando eventuali situazioni di criticità o esigenze specifiche locali, non evidenziate nelle precedenti fasi progettuali.

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

Il raddoppio della tratta Pescia - Lucca di cui al presente progetto della lunghezza di km 23,345 interessa la Regione Toscana, nelle province di Lucca e Pistoia.

Mandataria



Mandanti



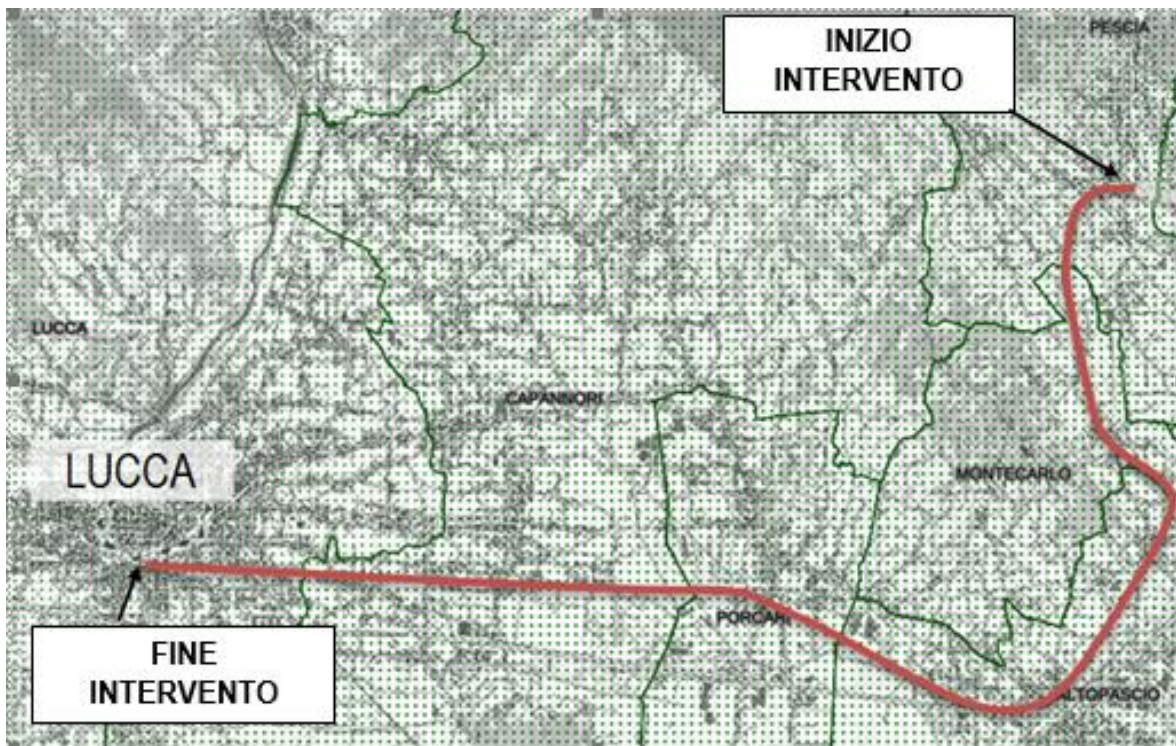
La parte di linea interessata dal raddoppio inizia alla prog. 20+423 (in corrispondenza della Stazione di Pescia) e termina in corrispondenza della Stazione di Lucca alla prog. 43+768.

Il tracciato, lungo il suo sviluppo, attraversa i seguenti comuni:

N°	COMUNE	Dal km	al km
1	PESCIA	20+432	22+265
2	MONTECARLO	22+265	25+570
3	ALTOPASCIO	25+570	33+363
4	PORCARI	33+363	35+728
5	CAPANNORI	35+728	41+570
6	LUCCA	41+570	43+768

Trattandosi di un raddoppio della linea esistente per definizione le possibili interferenze tra la linea e gli edifici esistenti si possono riscontrare solamente dal lato in cui viene realizzato il raddoppio. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati specifici riferiti ai singoli comuni attraversati.

Di seguito la raffigurazione della localizzazione del progetto con evidenza dei comuni interessati dal raddoppio ferroviario in oggetto.



**Figura 2.1: Localizzazione del progetto (in rosso) con evidenza dei comuni interessati dall'intervento in progetto.**

Mandataria

Mandanti

## 2.1 Le principali caratteristiche del progetto

L'intervento in oggetto, limitatamente alla tratta Pescia e Lucca, consiste in:

- Realizzazione del raddoppio in affiancamento dal km 20+423 al km 43+768; il tracciato presenta uno sviluppo complessivo pari a 22,392 Km, e attraversa i comuni di Pescia, Montecarlo, Altopascio, Porcari, Capannori e Lucca;
- Realizzazione delle opere in raddoppio di sede;
- Realizzazione ex novo delle opere di linea (ponti, tombini, ecc.), così come quelle relative alle viabilità interferenti con la linea ferroviaria, sia in ambito urbano che extraurbano;
- Soppressione dei P.L. con individuazione di soluzioni alternative per le viabilità interferenti.

## 2.2 Piani di stazione

Il raddoppio della sede nei posti di servizio non presenta particolari problematiche preservandosi sempre la possibilità di deviare il traffico su binari alternativi provvisori.

Lungo la Linea sono previste le seguenti stazioni/fermate:

N°	IMPIANTO	Prog. Km	ASSETTO IMPIANTO
1	BORGIO A BUGGIANO	16+992	Adeguamento
2	PESCIA	20+648	Stazione
3	MONTECARLO S.S.	25+125	Trasformazione in fermata
4	ALTOPASCIO	29+780	Stazione
5	PORCARI	34+643	Stazione
6	TASSIGNANO	38+579	Trasformazione in fermata
7	LUCCA	43+767	Stazione

Per ciascuna delle stazioni/fermate di cui sopra è previsto l'adeguamento dei marciapiedi portandone la lunghezza a 250m.

## 2.3 Edifici interferenti

E' stato eseguito il censimento dei fabbricati direttamente interferenti con la Linea ricadenti nei diversi Comuni interessati nell'ambito "dell'aggiornamento ed all'integrazione della progettazione preliminare del corpo stradale della tratta compresa tra le stazioni di Pescia e Lucca dal Km 20+423 al Km 42+200 della Linea Pistoia – Lucca – Pisa S. Rossore".

Mandataria

Mandanti



Per ogni comune attraversato dalla Linea Pescia-Lucca sono stati individuati i fabbricati interferenti in funzione del Progetto di raddoppio.

I criteri di individuazione dell'eventuale interferenza di un fabbricato con la Linea sono stati definiti in funzione del lato di raddoppio della stessa, in particolare:

- Lato di raddoppio, tutti i fabbricati entro i 6,00m dalla rotaia più esterna;
- Lato di non raddoppio, tutti i fabbricati entro i 4,50m dalla rotaia più esterna;

Un'ulteriore distinzione è stata fatta per tutti quei fabbricati posti sul lato di non raddoppio che ricadono tra i 4,50 m ed i 6,00 m dalla rotaia più esterna per i quali sarà necessaria una valutazione puntuale nelle successive fasi di progettazione.

In sintesi, i fabbricati sono stati suddivisi nelle seguenti categorie:

- Abitazioni
- Annessi residenziali
- Fabbricati ad uso commerciale/magazzino
- Di pertinenza delle Ferrovie

A fronte delle considerazioni di cui sopra si riporta la tabella in cui si contano per comune e come somma lungo tutta la linea in progetto il numero complessivo di edifici interferenti:

Comune	Demoliti	Da Valutare
Pescia	9	5
Montecarlo	6	3
Altopascio	12	2
Capannori	28	13
<b>TOTALI</b>	<b>55</b>	<b>23</b>

Per un maggiore dettaglio si rimanda agli elaborati specifici di progetto.

## 2.4 Viabilità interferenti

Nell'ambito della progettazione preliminare del raddoppio della linea ferroviaria Pistoia – Lucca – Pisa S. Rossore limitatamente al tratto compreso tra la stazione di Pescia e di Lucca (sviluppo complessivo di 22,392 km) si inserisce il tema della soppressione ed eventuale risoluzione dei Passaggi a Livello.

Il progetto prevede la soppressione dei Passaggi a Livello rendendo necessario il ripristino della continuità della rete stradale mediante la realizzazione di opere sostitutive o individuazione di viabilità alternative nonché la ricucitura delle viabilità secondarie.

Considerando i diversi comuni che la linea attraversa di seguito vengono censiti i Passaggi a livello esistenti evidenziando per quali tra questi è prevista una risoluzione e quali verranno eliminati.

Mandataria

Mandanti

Comune	Prog	Strada Interferente	Stato
Altopascio	26+276	Via del ribocco	Eliminare
	29+381	Via Regina Elena	Eliminare
	29+931	Via Romana	Risoluzione
Capannori	38+150	Via del Quagliodromo	Eliminare
	38+739	Via del Casilino	Eliminare
	39+138	Via del Marginone	Risoluzione
	39+321	Via delle Volpi	Risoluzione
	39+728	Via della Madonnina	Risoluzione
	40+093	Privato	Eliminare
	40+239	Via dei Malfatti	Risoluzione
	40+755	Via dei Barsocchini	Eliminare
	41+099	Via di Tiglio	Risoluzione
	41+488	Via del Corazza	Eliminare

Le strade di cui è prevista l'interruzione è stata studiata una viabilità di riconnessione al fine di garantire comunque la continuità dei flussi di traffico. Di questo se ne dà evidenza negli elaborati specifici.

Per quanto riguarda le viabilità per cui è prevista la risoluzione dell'interferenza se ne dà una descrizione a seguire rimandando agli elaborati tecnici specifici per maggiori dettagli.

## 2.5 Opere d'arte

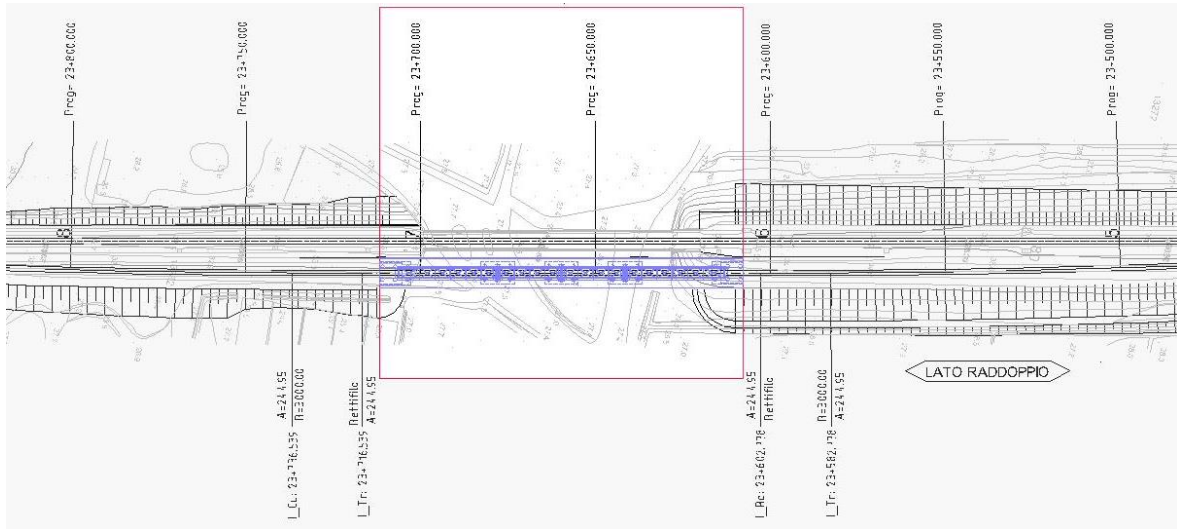
Di seguito si riporta una descrizione sintetica delle opere d'arte principali previste nel progetto rimandando agli elaborati specifici per le informazioni di maggior dettaglio.

### 2.5.1 Viadotti

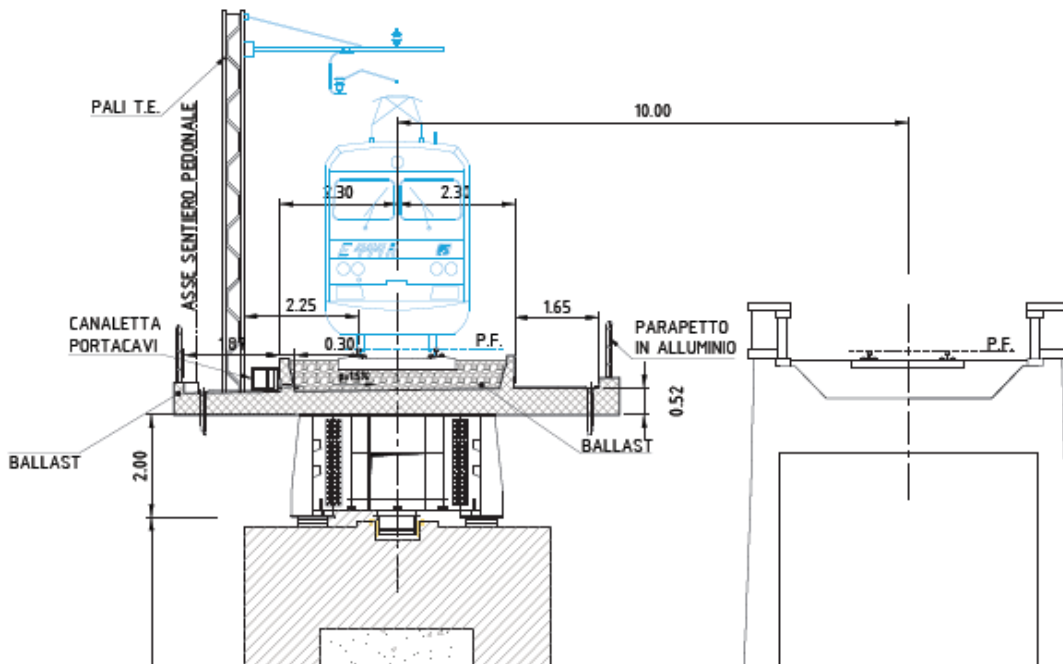
Lungo la tratta in oggetto è prevista la realizzazione di n°1 viadotto collocato tra la prog. 23+671 e la prog. 23+802 all'interno del comune di Montecarlo.

L'opera esistente è un viadotto ad arco in muratura ad 8 campate con larghezza idonea al passaggio di un solo binario.

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**



In sede di progettazione definitiva è si è scelto di mantenere l'opera esistente per quanto riguarda il binario di non raddoppio, il binario di progetto invece verrà fatto passare su un secondo viadotto in affiancamento.



L'interasse standard fra il binario di raddoppio e l'esistente, assunto ordinariamente pari a m 4,00, in prossimità del viadotto di cui trattasi è stato incrementato a m 10,00, distanza di compromesso fra le esigenze contrapposte di mantenere la regolarità del tracciato e limitare aree occupate e demolizioni da una parte, garantire le condizioni minime di operabilità e salvaguardia dell'integrità dell'opera esistente dall'altra.

Mandataria

Mandanti

L'ubicazione di pile e spalle è stata dettata dalla necessità di mantenere l'allineamento con le pile esistenti, a salvaguardia degli attraversamenti viari sottopassanti. Si è ritenuto inoltre che adottare luci più lunghe rispetto a quelle delle arcate esistenti, raddoppiando le pile esistenti alternativamente, oltre che da un punto di vista tecnico-economico, garantisca il risultato migliore anche da un punto di vista estetico, salvaguardando una sufficiente trasparenza del manufatto di nuova costruzione, che in tal modo lascia leggere alle sue spalle buona parte delle vecchie arcate in muratura, di gradevole impatto paesaggistico.

Le spalle infine sono state arretrate rispetto a quelle del viadotto esistente, in modo da non interferire con le fondazioni superficiali e il consolidato equilibrio della transizione spalla-rilevato del manufatto esistente.

Per l'impalcato, è stata selezionata la tipologia a struttura mista a semplice binario del tipo a travi. Si è scelto di adottare una soluzione mista acciaio - cls, allo scopo di ridurre le masse strutturali, limitando per quanto possibile tensioni e cedimenti indotti sulle fondazioni superficiali della contigua opera ad archi in muratura.

L'impalcato è in livelletta, condizionato dall'altimetria del piano del ferro del binario esistente da raddoppiare. Lo schema statico è quello di travate isostatiche.

### **2.5.2 Cavalcavia**

Lungo la tratta in oggetto è prevista la realizzazione di n°7 cavalcavia collocati in corrispondenza delle seguenti progressive:

- 1) Prog.21+035
- 2) Prog.24+694
- 3) Prog.27+606
- 4) Prog.31+081
- 5) Prog. 31+298
- 6) Prog. 32+026
- 7) Nel comune di Capannori, l'attraversamento dell'autostrada A11 in corrispondenza della prog. 39+139 della linea

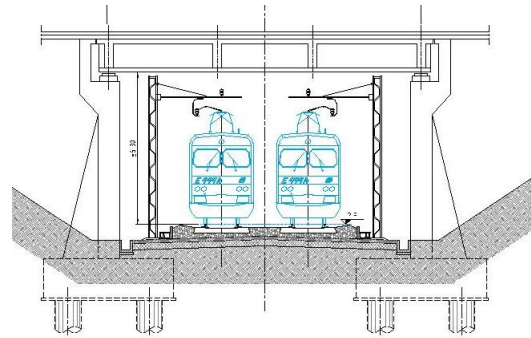
Il progetto prevede il completo rifacimento delle opere per l'adeguamento alle nuove luci in relazione all'allargamento del corpo stradale ferroviario. Contestualmente è previsto l'allargamento della sezione trasversale dell'impalcato, adeguata alle caratteristiche minime previste dal D.M. 05/11/2001, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Si identificano due soluzioni tipologiche standard:

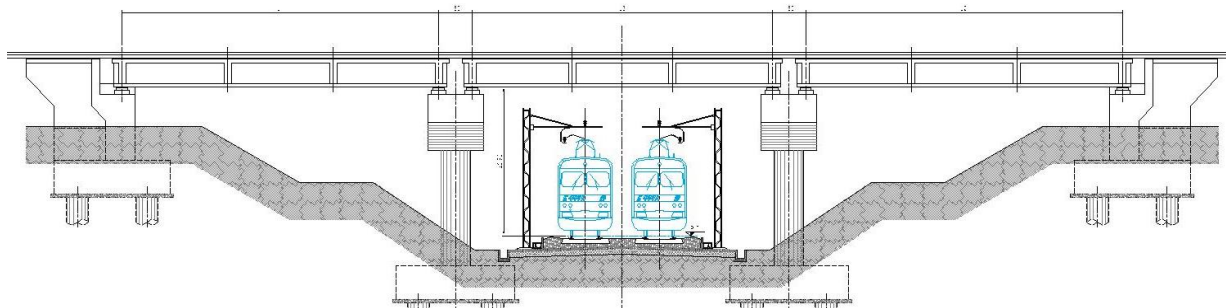
- Soluzione monocampata, senza pile intermedie, per le trincee di altezza inferiore;
- Soluzione a tre campate, con due pile intermedie, per le trincee di altezza superiore.

Mandataria

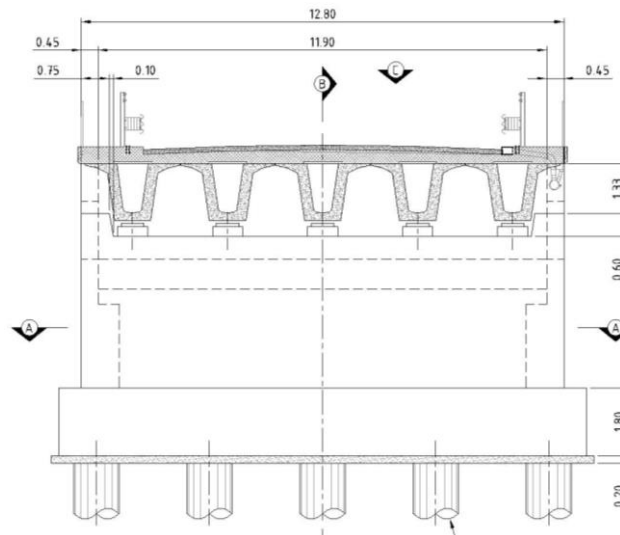
Mandanti



SEZIONE LONGITUDINALE - (tipologia 1)  
SCALA 1:100



L'impalcato standard è stato previsto con sistema di travi prefabbricate in calcestruzzo armato precompresso, con sezioni a cassoncino a "V" accostate (precompressione a fili aderenti).



Lo schema statico è quello di travi semplicemente appoggiate. Le travi sono solidarizzate da n. 4 traversi (n. 2 sull'asse-appoggi e n. 2 in campata) prefabbricati insieme alle travi e

Mandatara

Mandanti

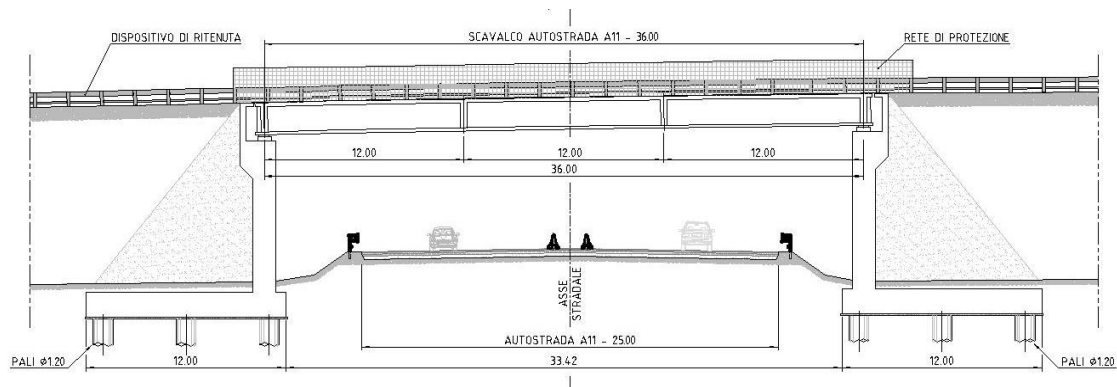
precompressi con cavi post-tesi, oltre a una soletta in c.a. ad armatura lenta, gettata in opera su lastre di tipo predalles.

Si evidenzia che per quanto riguarda il cavalcavia alla prog. 21+035 è da realizzare ex novo.

Invece il cavalcavia previsto nel comune di Capannori rientra nella scelta progettuale per la risoluzione del PL alla Prog. 39+139. In questo caso il cavalcavia consentirà l'attraversamento dell'autostrada A11 che interferisce con la viabilità di progetto.



L'opera in oggetto è del tipo monocampata, impostata sulle due spalle realizzate a distanza di rispetto dalla sede a autostradale, per una luce appoggio-appoggio pari a m 36,00.



L'impalcato previsto è analogo a quello standardizzato, con sistema di travi prefabbricate in c.a.p. a cassoncino a "V" accostate (precompressione a fili aderenti).

Lo schema statico è quello di travi semplicemente appoggiate. Le travi sono solidarizzate da n. 4 traversi (n. 2 sull'asse-appoggi e n. 2 in campata), prefabbricati unitamente alle travi longitudinali e precompressi con cavi scorrevoli post-tesi, oltre a una soletta in c.a. ad armatura lenta, gettata in opera su lastre di tipo predalles.

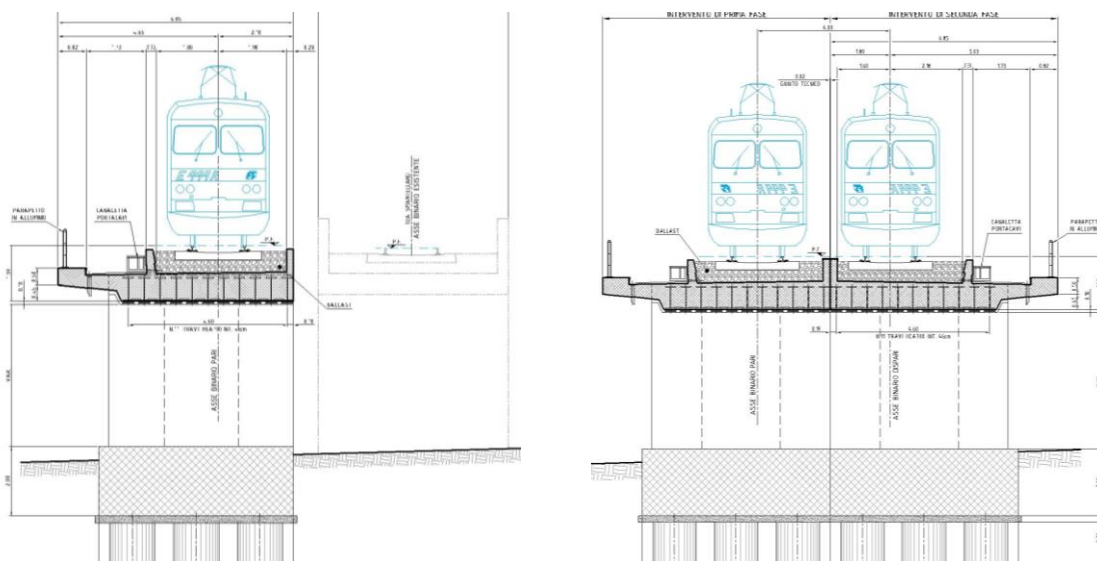
Mandataria

Mandanti

### 2.5.3 Ponti

Lungo la tratta oggetto dei lavori per il raddoppio del binario, risultano censiti n. 12 attraversamenti idraulici maggiori, per il cui superamento si rende necessario il raddoppio di manufatti esistenti con o senza il contestuale adeguamento della luce idraulica alle condizioni minime di sicurezza idraulica prevista.

In sede di progettazione preliminare è stata elaborata una soluzione tipologica standardizzata rappresentativa di tutte le situazioni con caratteristiche geometriche e idrauliche ordinarie, per quelle che non vi rientrano sono state studiate singolarmente soluzioni descritte negli elaborati di progetto specifici.



La soluzione tipologica standard che si applica ad attraversamenti idraulici maggiori e risolve contestualmente le problematiche di allargamento della sede ferroviaria funzionale al raddoppio di binario e l'adeguamento ai livelli di sicurezza idraulica prescritti dalle norme vigenti, prevede nuovi manufatti per entrambi i binari.

Non prevede pile intermedie, considerate le luci ridotte, che arrivano ad un valore massimo pari a 11 m, superabile con il ricorso ad un impalcato standard del tipo a travi metalliche incorporate, sufficiente snello da garantire il rispetto dei valori franco minimo all'intradosso

### 2.5.4 Sottovia

Nella tratta interessata dall'intervento di raddoppio risultano censiti:

- n.13 sottovia esistenti che necessitano di adeguamenti dipendenti dall'allargamento del corpo stradale ferroviario;

Mandataria

Mandanti

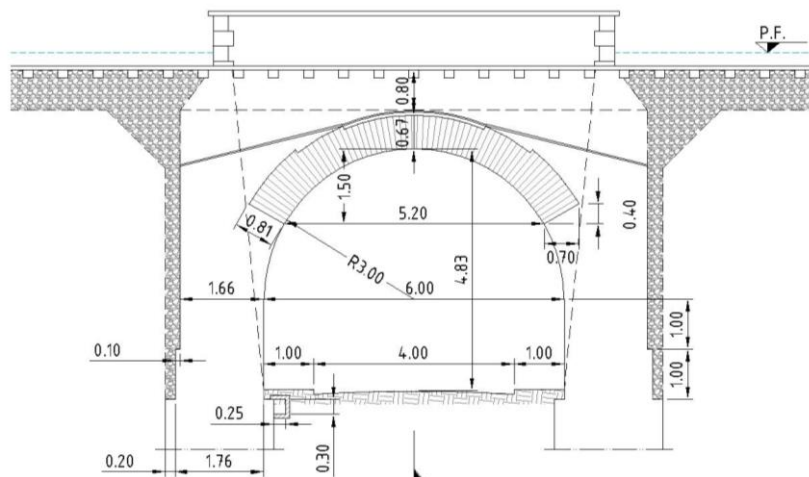
- n.6 sottovia di nuova realizzazione per il rammaglio della viabilità a seguito della soppressione dei relativi PL

Per le 13 opere sopra menzionate è previsto il completo rifacimento, per l'adeguamento alle nuove luci di attraversamento.

Contestualmente, ove tecnicamente possibile, è previsto l'allargamento della sezione trasversale dell'impalcato, adeguata alle caratteristiche minime previste dal D.M. 05/11/2001, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

È stata definita una soluzione tipologica standard per la gran parte degli adeguamenti, simili per caratteristiche plano-altimetriche; per i casi non riconducibili alla soluzione standard definita, sono state sviluppate soluzioni ad hoc descritte nei singoli elaborati di progetto.

Per gran parte si tratta di opere ad arco in muratura. Il progetto ne prevede il completo rifacimento, da realizzare per fasi in modo da mantenere in esercizio la linea sul singolo binario attuale. Contestualmente, ove tecnicamente possibile, è stato previsto l'allargamento della sezione trasversale dell'impalcato, adeguata alle caratteristiche minime previste dal D.M. 05/11/2001, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".



La sottostruttura dei nuovi manufatti di sotto-attraversamento è costituita da muri a "U", i cui ritti, solidarizzati alla soletta di base, sostengono un cordolo di testa conformato a spalla per ospitare gli appoggi del soprastante impalcato e che ingloba la retrostante berlinese di micropali provvisoria.

Mandataria

**TECH** PROJECT  
ingegneria integrata ®

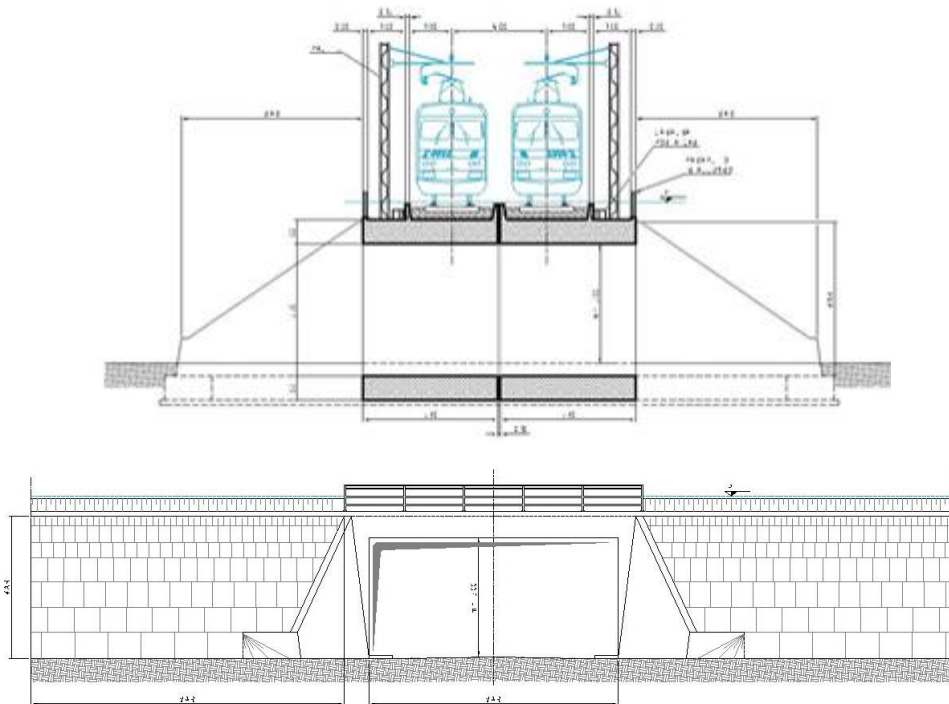


**SGI** STUDIO GEOTECNICO ITALIANO srl  
ingegneria geotecnica - ingegneria idraulica - ingegneria sismica  
progettazione

Mandanti

**ambiente**  
ingegneria ambientale e laboratori





L'impalcato è stato previsto del tipo a travi incorporate, soluzione che assicura le condizioni ottimali di operabilità, offrendo la possibilità di rimuovere i sottostanti puntoni provvisionali a manufatto completato.

Si tratta separatamente il sottovia alla prog. 25+184 che ricade nel comune di Montecarlo. In questo caso si parla di adeguamento della sottostante sezione stradale, oggi priva di sede pedonale, che viene ampliata al fine di poter conseguire condizioni di sicurezza minime. La particolarità dell'opera riguarda in realtà le fasi di realizzazione, per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato specifico.

Per quanto riguarda invece la realizzazione ex-novo dei 6 sottovia previsti per il riammaglio della viabilità a valle della soppressione dei PL si rimanda agli specifici elaborati grafici.

### 2.5.5 Attraversamenti pedonali

Nell'ambito delle opere sostitutive per la soppressione di PL e nell'ottica più generale di ricucitura del tessuto urbano il progetto preliminare prevede altresì la realizzazione, lungo la tratta interessata dai lavori di raddoppio del binario, di n. 5 sottopassi pedonali o ciclo-pedonali.

L'opera nel caso specifico verrà realizzata mediante scatolari e messo in opera mediante il metodo di spinta "a vuoto" del monolite stesso.

Mandataria

Mandanti

### **2.5.6 Tombini**

Gli attraversamenti idraulici minori presenti sulla tratta interessata dal raddoppio di binario sono oggetto di prolungamento per allargamento del corpo stradale ferroviario finalizzato al raddoppio e, ove ricorrono le condizioni, ad ampliamento di sezione per il soddisfacimento delle condizioni minime di sicurezza idraulica fissate dalle norme vigenti.

È stata dunque prevista la loro sistematica sostituzione, realizzando manufatti monolitici fuori opera infissi con spinta a vuoto sotto il binario, sostenuto provvisoriamente da ponti Essen ordinari in modo da assicurare la continuità dell'esercizio ferroviario.

I tipologici previsti sono scatolari 4x3, 3x3, 3x2, 2x2 e circolari  $\phi$  1500

*Mandataria*

**TECH** | PROJECT  
ingegneria integrata ®



*Mandanti*



**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

ATTRAVERSAMENTI MINORI					
ID.	COMUNE	PROGRESSIVA	OPERA DI PROGETTO	DIMENSIONI [m]	INTERVENTO
1	PESCIA	20+669.40	Tombino circolare	φ 400	Idoneo - in stazione
2		20+693.40	Tombino circolare	φ 650	Idoneo - in stazione
3		21+477.85	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
4		21+622.95	Tombino circolare	φ 1500	Modificato
5		21+964.70	Tombino circolare	φ 1500	Modificato
6		22+265.10	Tombino circolare	φ 1500	Modificato
ATTRAVERSAMENTI MINORI					
ID.	COMUNE	PROGRESSIVA	OPERA DI PROGETTO	DIMENSIONI [m]	INTERVENTO
7	MONTECARLO	22+333.75	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
8		22+409.20	Tombino scatolare	4.00x3.00	Modificato
9		22+700.50	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
10		23+293.50	Tombino circolare	φ 1500	Modificato
11		23+363.70	Tombino circolare	φ 1500	Modificato
12		23+464.55	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
13		23+953.30	Tombino scatolare	3.00x2.00	Modificato
14		24+022.50	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
15		24+115.55	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
16		24+233.55	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
17		24+278.00	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
18		25+050.90	Tombino circolare	φ 1500	Idoneo - in stazione
19		25+437.70	Ponticello	L=3.00	Idoneo - in stazione
ATTRAVERSAMENTI MINORI					
ID.	COMUNE	PROGRESSIVA	OPERA DI PROGETTO	DIMENSIONI [m]	INTERVENTO
20	ALTOPASCIO	26+370.40	Tombino circolare	φ 1500	Modificato
21		26+980.45	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
22		27+132.60	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
23		27+281.25	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
24		27+818.14	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
25		27+961.25	Tombino scatolare	3.00x2.00	Modificato
26		28+074.60	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
27		28+256.75	Tombino circolare	φ 1500	Modificato
28		28+367.40	Tombino circolare	φ 1500	Modificato
29		28+477.40	Tombino scatolare	2.00x2.00	Modificato
30		28+878.20	Tombino circolare	φ 1500	Prolungato
31		29+433.00	Tombino scatolare	2.00x2.00	Idoneo - in stazione
32		29.462.80	Tombino scatolare	2.00x2.00	Idoneo - in stazione
33		29+842.55	Tombino circolare	φ 1500	Idoneo - in stazione
34		30+100.05	Tombino circolare	φ 1500	Modificato

Mandataria

**TECH** PROJECT  
 ingegneria integrata®


 STUDIO GEOTECNICO ITALIANO srl  
Ingegneria geotecnica - Ingegneria idraulica - Ingegneria sismica  
 progettazione geotecnica

Mandanti


**ambiente**  
 ingegneria ambientale e laboratori

### 3 LA FASE DI CANTIERE

Di seguito viene fornita una sintetica descrizione dell'organizzazione della cantierizzazione prevista per la realizzazione delle opere relative al raddoppio della tratta ferroviaria Pescia – Lucca.

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;
- facile 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.

La tabella seguente riepiloga l'insieme delle aree di cantiere previste per la realizzazione delle opere, con riferimento a quanto meglio dettagliato negli specifici elaborati di progetto relativi alla cantierizzazione.

CANTIERE	TRATTO (km)	AREA
CB1	Km 43+00	9090 mq
CO1	Km 42+200	9402 mq
CO2	Km 40+000	9765 mq
CO3	Km 39+100	2000 mq
CB2	Km 38+450	4450 mq
CO4	Km 36+100	21052 mq
CO5	Km 33+000	66422 mq
CB3	Km 29+780	4540 mq
CO6	Km 27+600	7989 mq
CO7	Km 25+000	1832 mq
CO8	Km 23+500	6424 mq
CB4	Km 20+950	7222 mq

Mandataria

Mandanti

## **4 RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI**

### **4.1 I ricettori**

I ricettori sono stati individuati sulla base di un'analisi del territorio e degli studi ambientali svolti per il progetto in esame.

Per l'ubicazione dei principali ricettori che potrebbero essere interessati dalle lavorazioni di cantiere si rimanda al paragrafo successivo alla sezione rumore dove sono descritti i criteri d'individuazione delle aree da monitorare.

### **4.2 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 nelle tavole allegate "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio" (1346-PO-S11-PD-TSMA-00-01-E042/E046).

### **4.3 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

*Mandataria*

*Mandanti*

quindi dipenderà chiaramente dai tempi di realizzazione delle opere stesse ma soprattutto dalla durata delle lavorazioni più impattanti legate alle componenti da monitorare.

*Mandataria*

**TECH** | PROJECT  
ingegneria integrata ®



*Mandanti*

 **ambiente**  
ingegneria ambientale e laboratori

## 5 CRITERI DI ACQUISIZIONE, ARCHIVIAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO

Al fine di assicurare l'uniformità delle misure rilevate nelle diverse fasi del Monitoraggio Ambientale, ogni sistema di monitoraggio ambientale deve garantire, come minimo:

- **controllo e validazione dei dati;**
- **archiviazione dei dati e aggiornamento degli stessi;**
- **confronti, simulazioni e comparazioni;**
- **restituzione tematiche.**

I dati di monitoraggio saranno elaborati mediante adeguati strumenti tecnologici ed informatici in grado di acquisire, trasmettere, archiviare ed analizzare coerentemente l'insieme di dati proveniente dalle diverse componenti specifiche monitorate nel tempo. I dati relativi alle diverse componenti ambientali rilevate saranno disponibili sia su archivi informatici (basati su Sistemi Informativi Territoriali), attraverso i quali è possibile seguire nel dettaglio l'evoluzione del quadro ambientale e realizzare un sistema per la distribuzione dell'informazione ai vari enti pubblici, sia su documenti cartacei, da trasmettere su richiesta agli enti interessati.

Per l'acquisizione e la restituzione delle informazioni, saranno predisposte specifiche schede di rilevamento, contenenti elementi relativi al contesto territoriale (caratteristiche morfologiche, distribuzione dell'edificato, sua tipologia, ecc.), alle condizioni al contorno (situazione meteo-climatica, infrastrutture di trasporto e relative caratteristiche di traffico, impianti industriali, attività artigianali, ecc.), all'esatta localizzazione del punto di rilevamento, oltre al dettaglio dei valori numerici delle grandezze oggetto di misurazione, annotazioni di fenomeni singolari che si ritengono non sufficientemente rappresentativi di una condizione media o tipica dell'ambiente in indagine. Per ciascuna componente ambientale sono state redatte delle planimetrie, dove saranno indicate le opere, le infrastrutture, la viabilità, ed i punti di monitoraggio. Tali planimetrie saranno integrate e modificate sulla base degli eventuali cambiamenti che il PMA subirà nel corso della costruzione dell'opera.

Nelle diverse fasi del monitoraggio, per ogni componente ambientale monitorata, verranno prodotti rapporti periodici per i vari punti di misura dopo ogni campagna di monitoraggio. Tali rapporti, oltre ai valori numerici dei diversi parametri misurati, conterranno una descrizione sintetica dello stato della componente monitorata, delle sorgenti di inquinamento eventualmente presenti nella fase di attività in esame, oltre ad una descrizione delle attività di cantiere svolte e/o in corso.

Nella fase in Corso d'Opera inoltre, con cadenza prefissata, sarà redatta, per ogni componente ambientale, una relazione di sintesi dei rapporti di misura, in cui verranno descritte le attività svolte ed evidenziate le variazioni indotte dalle attività di cantiere sull'ambiente circostante e le eventuali opere di mitigazione predisposte.

Mandataria

Mandanti

Nella fase post operam, per ogni componente ambientale monitorata, verrà redatta una relazione finale di sintesi, in cui verranno descritte ed evidenziate le eventuali variazioni indotte sull'ambiente successivamente alla realizzazione dell'opera e gli eventuali interventi correttivi adottati.

Per garantire le finalità gestionali del piano, ed in particolare per una corretta gestione delle anomalie ed emergenze, il piano stabilirà, in fase esecutiva, in maniera rigorosa, i tempi di diffusione dei dati (per gli Enti di controllo).

In particolare, il responsabile delle attività di monitoraggio di ogni specifica componente, opportunamente individuato dalla società incaricata di eseguire il MA, provvederà alla:

- restituzione del dato "bruto" ed indicazione dell'anomalia: entro tre-cinque giorni dall'esecuzione della misura sarà restituito il dato non lavorato (ovvero l'output della strumentazione impiegata in campo) con indicazione di eventuali superamenti rispetto ai limiti di legge e/o ai valori misurati in Ante Operam e/o in altre Campagne di misura della stessa Fase. Questa ultima attività sarà eseguita mediante la compilazione della Scheda Rilievo Anomalia nella quale andranno riportate:
  - la componente ambientale oggetto di MA;
  - la fase del monitoraggio;
  - i dati identificativi del punto di MA ovvero il codice e le coordinate;
  - la data in cui è stato eseguito il monitoraggio nello specifico punto e la data in cui è stata rilevata l'anomalia;
  - il nome, il cognome e la funzione del personale che esegue il monitoraggio e di quello che rileva l'anomalia;
  - la descrizione dell'anomalia;
  - l'indicazione preliminare delle possibili cause che hanno generato l'anomalia;
  - le eventuali note e/o i commenti supplementari.
- restituzione della scheda di monitoraggio: entro 10-15 giorni dall'esecuzione della misura dovrà essere restituita la scheda di monitoraggio con il dato lavorato e commentato. La scheda dovrà contenere altresì tutte le opportune valutazioni, a cura del responsabile della componente incaricato dalla società esecutrice del MA, conseguenti al confronto dei valori misurati in campo con i valori limite di legge e/o con i valori misurati in ante operam e/o i valori misurati nelle precedenti campagne di monitoraggio anche della stessa fase.

La scheda di monitoraggio dovrà altresì presentare valutazioni e considerazioni sulle eventuali anomalie evidenziate nella restituzione del dato bruto. In questa fase il responsabile della componente incaricato dalla società esecutrice del MA dovrà anche fornire informazioni circa le cause che hanno generato l'anomalia e l'indicazione dei possibili accorgimenti da adottare per rimuovere o almeno mitigare l'anomalia.

Mandataria

Mandanti



- restituzione della relazione di campagna: per ciascuna componente ambientale e con cadenza trimestrale andrà restituita una relazione di campagna. Questo elaborato dovrà contenere le schede di monitoraggio di ogni specifico punto sottoposto a MA nonché i commenti, le analisi e le valutazioni dei risultati misurati nella specifica campagna.
- restituzione della relazione di fase: al termine della singola fase andrà restituita una relazione generale con la sintesi delle attività svolte nel corso della fase Ante Operam o Corso d'Opera o Post Operam.

In questo elaborato il responsabile della componente incaricato dalla società esecutrice del MA oltre ai confronti tra i dati delle campagne della singola fase riporterà i confronti tra i dati monitorati nel corso delle diverse fasi. Tali confronti dovranno consentire una valutazione dello stato della componente ambientale sottoposta a MA.

In ogni caso in fase di progettazione esecutiva saranno riportate le tempistiche in maniera rigorosa.

Tutte le attività inerenti il monitoraggio saranno svolte da personale qualificato.

*Mandataria*

**TECH** | PROJECT  
ingegneria integrata ®



 **SGI** STUDIO GEOTECNICO ITALIANO srl  
ingegneria geotecnica - ingegneria idraulica - ingegneria ambientale  
progettazione - monitoraggio

*Mandanti*

 **ambiente**  
ingegneria ambientale e laboratori

## **6 RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI**

### **6.1 ATMOSFERA**

#### **6.1.1 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.

#### **6.1.2 Normativa di riferimento**

##### **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. 20/5/1991 - Criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- 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;

Mandataria

Mandanti

- 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. 21/05/2004 n.183: Attuazione della direttiva 2002/03/CE relativa all'ozono nell'aria;
- 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.

I risultati delle simulazioni modellistiche che sono stati eseguite sono stati confrontati con i limiti di legge contenuti nelle tabelle 1,2,3 del D.Lgs. 250/2012. Vengono riportate di seguito le Tabelle indicate.

Mandataria

**TECH** | PROJECT  
ingegneria integrata ®



 **SGI** STUDIO GEOTECNICO ITALIANO srl  
ingegneria geotecnica - ingegneria idraulica - ingegneria ambientale  
progettazione - monitoraggio

Mandanti

**ambiente**  
ingegneria ambientale e laboratori

**Tabella 1 Valori limite ai sensi del D.Lgs. 250/2012, Allegato XI**

PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE
<b>BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)</b>	
1 ora	350 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 24 volte per anno civile)
1 giorno	125 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 3 volte per anno civile)
<b>BIOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>)</b>	
1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 18 volte per anno civile)
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>BENZENE</b>	
Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>
<b>MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)</b>	
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>
<b>PIOMBO (PB)</b>	
Anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>
<b>PM<sub>10</sub></b>	
1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 35 volte per anno civile)
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	
<b>FASE 1</b>	
Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>
<b>FASE 2</b>	
Anno civile	Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'art.22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m <sup>3</sup> e delle verifiche effettuate dalla Commissione Europea.

**Tabella 2 Livelli critici per la protezione della vegetazione ai sensi del D. lgs. 250/2012**

PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE
<b>BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)</b>	
Livello critico annuale	20 µg/m <sup>3</sup>
Livello critico invernale	20 µg/m <sup>3</sup>
<b>BIOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>)</b>	
Livello critico annuale	30 µg/m <sup>3</sup>

Mandataria

Mandanti

**Tabella 3 Soglie di informazione e di allarme per l'ozono ai sensi del D. lgs. 250/2012**

FINALITÀ	PERIODO DI MEDIAZIONE	SOGLIA
Informazione	1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>
Allarme	1 ora	240 µg/m <sup>3</sup>

### 6.1.3 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, verrà effettuata, in fasi di progettazione successiva, sulla base delle analisi e delle valutazioni degli impatti sulla qualità dell'aria.

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 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 e PO).

L'ubicazione dei punti di monitoraggio verrà fatta 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 quindi effettuato in alcuni punti significativi denominati "sezioni di monitoraggio".

Per "sezione" 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, si definiscono almeno due differenti tipologie di sezione di monitoraggio:

- aree di cantiere presenti per tutta la durata dei lavori;
- aree di lavoro presenti per una durata limitata dei lavori (FAL).

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).

L'ubicazione dei punti di monitoraggio che costituiranno ciascuna sezione sarà 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. È necessario evidenziare il concetto che in progetto viene stabilita e definita univocamente la posizione della sezione e non l'ubicazione dei singoli punti che concorrono a misurare il contributo emissivo della sezione stessa. Tale scelta scaturisce dal fatto che solitamente i punti di monitoraggio sono definiti in base ai risultati del modello di simulazione e quindi in base ai dati meteo utilizzati che non sono sito specifici, ma di zone vicine.

La rete di monitoraggio sarà composta da 7 punti influenzati dalle attività di cantiere (ATC) e 3 punti interessati dal fronte di avanzamento lavori (ATL), mentre si utilizzeranno n. 3 punti di monitoraggio non influenzati dalle attività di cantiere (N.I.), che andranno a costituire il totale dei punti di monitoraggio. Il numero di tali sezioni sarà proporzionale all'ampiezza delle aree interferite, al numero di recettori sensibili, alla severità dei potenziali impatti e alla durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera e saranno meglio definite in fase di progettazione successiva.

Le sezioni saranno monitorate sia in fase di ante operam che di corso d'opera.

Generalmente non sono presenti elementi di impatto per la componente atmosfera nella fase post operam, quindi non si prevede di eseguire monitoraggi in fase post operam.

Le attività di monitoraggio saranno effettuate presso le aree di cantiere individuate, in cui si prevedono significative movimentazioni e lavorazioni di materiale terrigeno e/o polverulento.

Saranno effettuate misure di tipo ATC, volte al rilevamento principalmente delle polveri, che costituiscono l'inquinante aerodisperso di impatto diretto più significativo per le attività di cantiere in esame.

Mandataria

Mandanti

#### **6.1.4 Parametri oggetto del monitoraggio**

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

- Ossidi di azoto (qualora ritenuto necessario dagli studi previsionali);
- particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10  $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>);
- particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2.5  $\mu\text{m}$  (PM<sub>2.5</sub>).

##### Parametri non convenzionali

- analisi della composizione chimica del particolato relativamente agli elementi terrigeni nelle due frazioni granulometriche;
- misura ed interpretazione quali-quantitativa dei dati relativi al particolato sedimentabile (deposizioni);
- misura simultanea delle polveri con metodo gravimetrico e della distribuzione granulometrica del particolato ad alta risoluzione temporale mediante contatori ottici.

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;
- radiazione solare;
- componente verticale del vento (anemometro tridimensionale).

Nell'ambito delle misure e dell'interpretazione dei dati meteorologici particolare attenzione sarà data a parametri relativi alla stima delle caratteristiche di stabilità dell'atmosfera combinando, ad esempio, i dati della lunghezza stimata di Monin-Obhukov, della

Mandataria

Mandanti

valutazione della classe di stabilità di Pasquill ed i dati della componente verticale del vento.

Il monitoraggio ambientale per la componente atmosfera prevede:

- il monitoraggio della componente atmosfera ante operam: esso risulta infatti necessario per la definizione dello stato della qualità dell'aria prima dell'inizio dei lavori, integrando possibilmente le misure svolte con le informazioni raccolte nel tempo dalle centraline di rilevamento locali;
- il monitoraggio della componente atmosfera in corso d'opera, per le interferenze dovute all'attività dei cantieri fissi (aree tecniche, aree di stoccaggio, etc.) ed al fronte di avanzamento lavori.

Le campagne di misura del corso d'opera, limitatamente alle misure del tipo ATL, saranno compiute contemporaneamente all'effettivo svolgimento delle attività di cantiere in prossimità del punto di monitoraggio.

### **6.1.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio**

#### Metodologia di acquisizione parametri convenzionali

Per l'acquisizione dei dati di monitoraggio atmosferico saranno utilizzate stazioni di misura conformi ai sensi dell'art.1 comma g) del D. Lgs. 155/10 e s.m.i.:

- per quanto riguarda i requisiti richiesti per la strumentazione;
- utilizzo di metodiche riconosciute o equivalenti a quelle previste da normative;
- 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 verranno 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 per le polveri sottili la UNI EN 12341) così da ottenere dei dati validati e confrontabili con le centraline degli Enti territoriali competenti per la determinazione della qualità dell'aria ai sensi dell'art. 1 del D. Lgs. 155/10 e s.m.i. ed avere delle indicazioni sull'andamento della qualità dell'aria delle zone territoriali su cui insistono le aree di cantiere e l'eventuale contributo delle attività di realizzazione dell'opera ferroviaria.

#### Metodologia di acquisizione parametri non convenzionali

Deposizione e microscopia: questa tecnica consente l'acquisizione, sulla base di periodi più lunghi (ad esempio 7 gg) di campioni di materiale particolato depositato, ossia la frazione più pesante del particolato aerotrasportato. Utilizzando un campionatore che si attiva solo in assenza di precipitazione (Dry-Only), saranno acquisiti i dati di deposizione di massa (mg/mq\*giorno) di polveri sedimentate, nonché vetrini per microscopio ottico sul quale effettuare l'osservazione qualitativa della natura delle polveri e della loro distribuzione in termini di colore, aspetto e dimensione, naturalmente in riferimento alle

Mandataria

Mandanti

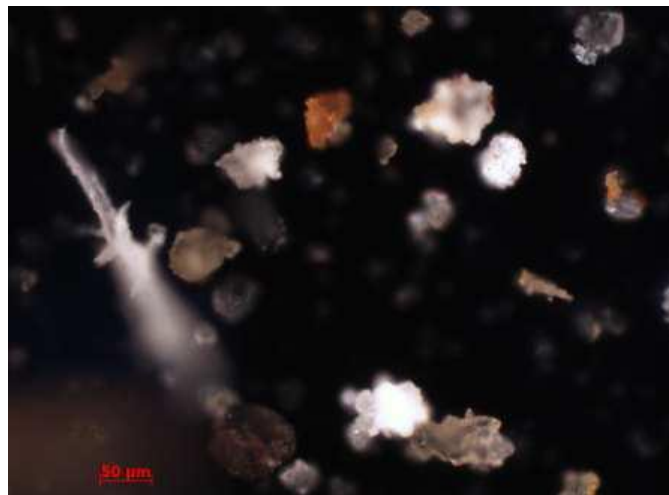


osservazioni da microscopio ottico che, in pratica, si riferiscono a particelle sedimentate di dimensioni superiori a 3 mm circa.

Anche in questo caso, al fine di chiarire meglio il senso delle osservazioni, nelle figure seguenti sono mostrate le apparecchiature per questo tipo di valutazione. Nella fase di campionamento viene impiegata un'apparecchiatura molto simile a quella presentata in fotografia:



Tale apparecchio si attiva in assenza di precipitazioni raccogliendo il materiale sedimentato. Quest'ultimo viene poi valutato per microscopia ottica automatica dopo essere stato raccolto su adeguato vetrino di osservazione. La foto di seguito riportata si riferisce ad un campione di particolato atmosferico sedimentato.



L'analisi automatica dell'immagine rende possibile la valutazione della distribuzione granulometrica e la classificazione del materiale depositato in classi di "colore" aggiungendo importanti informazioni a quelle già acquisite e che possono essere riportate in tabelle simili a quella che viene di seguito mostrata ove appunto sono mostrate 8 classi granulometriche da 1 a 200 µm di diametro e tre classi di colore (Nero, Bianco, Marrone).

Mandataria

Mandanti

### **6.1.6 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.

Sulla base delle risultanze delle simulazioni integrative, si 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;

Mandataria

Mandanti

- restituzione dei risultati nelle schede di rilievo;
- valutazione dei risultati;
- produzione del Bollettino dei Risultati ed inserimento dei dati nel Sistema Informativo;
- redazione del rapporto annuale.

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti specifici che verranno localizzati in una fasi di progettazione successiva, con le metodiche di riferimento indicate in precedenza, con durata e frequenza come di seguito riportato:

#### Fase ante operam

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

#### Fase corso d'opera

- durata: per tutta la durata dei lavori;
- frequenza trimestrale: 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.

La rete di monitoraggio sarà costituita da 7 punti influenzati dalle attività di cantiere (ATC) e 3 punto interessato dal fronte di avanzamento lavori (ATL), mentre si utilizzeranno 3 punti di monitoraggio non influenzati dalle attività di cantiere (N.I.), per un totale di 13 punti di monitoraggio.

Codice punto	Frequenza	N° campagne Ante Operam (6 mesi)	N° campagne Corso d'opera	Localizzazione
ATC 01	trimestrale	2	12	39+000
ATC 02	trimestrale	2	12	38+950
ATC 03	trimestrale	2	12	29+850
ATC 04	trimestrale	2	12	28+850
ATC 05	trimestrale	2	12	24+900
ATC 06	trimestrale	2	12	24+900
ATC 07	trimestrale	2	12	21+000
ATL 01	1 volta	-	1 volta	42+050
ATL 02	1 volta	-	1 volta	39+400

Mandataria

Mandanti

ATL 03	1 volta	-	1 volta	20+700
ATL 04	1 volta	-	1 volta	20+600
N.I.1	trimestrale	2	12	-
N.I.2	trimestrale	2	12	-
N.I.3	trimestrale	2	12	-

Non si riporta l'esatta ubicazione dei punti non influenzati (N.I.), in quanto potrebbero subire variazioni a seguito di ulteriori affinamenti dei modelli previsionali da prevedersi una volta definito il layout di cantiere esecutivo e di accertamenti sul campo per la verifica della fattibilità logistica; inoltre la scelta appare più precisa al momento in cui si avrà la certezza che non vi siano altri lavori in corso all'avvio del progetto in esame.

## 6.2 ACQUE SUPERFICIALI

### 6.2.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio relativo alla componente "Ambiente idrico superficiale" è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all'esercizio dell'opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, che intervengono sui corpi idrici superficiali interferiti dall'opera o prossimi ad essa, ed a risalirne le cause, così da ricercare gli eventuali correttivi per ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l'ambiente idrico pre-esistente.

### 6.2.2 Normativa di riferimento

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 seguenti riferimenti:

#### Normativa Comunitaria

- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 12 agosto 2013, n. 2013/39/UE - Direttiva che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque;
- Direttiva della Commissione delle Comunità europee 31 luglio 2009, n. 2009/90/Ce - Direttiva che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 16 dicembre 2008, n. 2008/105/CE - Direttiva sugli standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque (modifica e abrogazione delle Dir. 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE e modifica della Dir. 2000/60/CE);

Mandataria

Mandanti

- 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;
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;
- Direttiva 1991/271/CE del 21 maggio 1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane, ovvero la tipologia di trattamento che devono subire le acque reflue che confluiscono in reti fognarie prima dello scarico;
- Direttiva del Consiglio del 4 maggio 1976, n. 76/464/CEE - Direttiva concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità.

### **Normativa nazionale**

- Legge 28 dicembre 2015, n. 221 - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali;
- D.Lgs. 13 ottobre 2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque. Entrata in vigore del provvedimento: 11/11/2015;
- Legge 22 maggio 2015, n. 68 - Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 27 novembre 2013, n. 156 - Regolamento recante i criteri tecnici per l'identificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- D.Lgs. 10 dicembre 2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/Ce relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/Cee, 83/513/Cee, 84/156/Cee, 84/491/Cee, 86/280/Cee, nonché modifica della direttiva 2000/60/Ce e recepimento della direttiva 2009/90/Ce che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/Ce, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- D.M. 8 novembre 2010, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;

Mandataria

Mandanti

- Legge 25 febbraio 2010, n. 36 - Disciplina sanzionatoria dello scarico di acque reflue.
- D.M. 14 aprile 2009, n. 56 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo";
- Legge 27 febbraio 2009, n. 13 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
- D.L. 30 dicembre 2008, n. 208 e ss.mm.ii. - Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
- D.M. 16 giugno 2008, n. 131 - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto;
- D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.Lgs. 8 novembre 2006, n. 284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.M. 2 maggio 2006 - Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue, ai sensi dell'articolo 99, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale). In particolare, la Parte Terza del suddetto decreto, concernente: "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche" e successivi Decreti legislativi correttivi (D.Lgs. n. 284 del 8 novembre 2006, D.Lgs. n. 4 del 16 gennaio 2008);
- Direttiva del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare 27 maggio 2004 - Disposizioni interpretative delle norme relative agli standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose;
- D.M. 6 aprile 2004, n.174 - Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano;

- D.M. 12 giugno 2003, n. 185 – Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152;
- D. M. 18 settembre 2002 e s.m.i. - Modalità di informazione sullo stato di qualità delle acque, ai sensi dell'art. 3, comma 7, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 52;
- D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 e ss.mm.ii. - Attuazione della direttiva 98/83/Ce - Qualità delle acque destinate al consumo umano.

### **6.2.3 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 base ai dettami del documento, le aree oggetto di monitoraggio dovranno essere individuate in base alla tipologia di opera e in relazione alla sensibilità e/o vulnerabilità dell'area potenzialmente interferita, pertanto l'individuazione dei punti dovrà essere strettamente connessa a:

- interferenze opera – ambiente idrico e alla valutazione dei relativi impatti;
- punti di monitoraggio considerati in fase di caratterizzazione ante operam;
- reti di monitoraggio (nazionale, regionale e locale) meteo idro–pluviometriche e quali – quantitative esistenti, in base alla normativa di settore.

Nel PMA saranno indicati i siti di monitoraggio puntuali atti ad eseguire un'analisi a scala di sito, e quindi strettamente calati sulle emergenze idriche da monitorare, pertanto in corrispondenza dei più significativi corpi idrici potenzialmente interferiti dovranno essere posizionati due punti di monitoraggio secondo il criterio idrogeologico “M-V”, così da poter valutare in tutte le fasi del monitoraggio la variazione degli specifici parametri/indicatori tra i due punti “M-V” (monte-valle) ed eventualmente individuare gli impatti derivanti dalle attività connesse al progetto.

Dall'analisi dell'assetto idrografico della zona in esame e delle tipologie di opere che saranno realizzate nell'ambito del progetto si ritiene di eseguire il monitoraggio delle acque sui corpi idrici superficiali significativi interferiti dal tracciato in progetto, e per tale motivo potenzialmente esposti ad eventuale contaminazione connessa alle attività di cantiere (a seguito ad esempio di sversamenti accidentali di sostanze inquinanti).

Il tracciato di progetto prevede l'attraversamento di diversi corsi d'acqua ma si è scelto di prevedere il monitoraggio in corrispondenza dei seguenti attraversamenti maggiori:

- Canale Ozzoretto;
- Torrente Tazzera;

*Mandataria*

*Mandanti*

- Rio San Gallo (Rapecchio);
- Rio Lama – Rio Tassinaiia;
- Torrente Puzzola;
- Torrente Pescia di Collodi;
- Rio della Dogana.

In corrispondenza degli attraversamenti di questi fiumi, pertanto, sarà prevista una coppia di punti di monitoraggio (uno a monte ed uno a valle idrologico rispetto alle opere da realizzare, nonché rispetto alle aree di cantiere prossime al corso d'acqua in oggetto) allo scopo di monitorare lo stato qualitativo del corpo idrico a seguito della costruzione delle opere in progetto e nel corso della realizzazione delle stesse.

Nell'ambito delle attività di monitoraggio ambientale da eseguirsi in fase di Corso d'Opera (CO) sulle matrici ambientali interessate dall'attuazione della Gestione dei materiali di scavo, al fine di evitare eventuali fenomeni di contaminazione delle falde idriche sotterranee si prevede di eseguire il monitoraggio in Corso d'Opera (CO) delle **acque superficiali di ruscellamento e percolazione** provenienti dalle aree di stoccaggio dei materiali di scavo.

#### **6.2.4 Parametri oggetto del monitoraggio**

Secondo quanto indicato nelle citate linee guida ministeriali, la scelta degli indicatori deve essere fatta in funzione della tipologia del corpo idrico potenzialmente interferito, ponendo particolare attenzione alla valutazione dell'obiettivo di "non deterioramento" delle componenti ecosistemiche del corpo idrico, introdotto dalla Direttiva Quadro sulle Acque.

Dal momento che non si può escludere a priori che la realizzazione delle opere in progetto non comprometta il raggiungimento degli "obiettivi di qualità" e/o variazioni di "stato/classe di qualità" del corpo idrico, così come definiti dalla normativa di settore e contenuti negli strumenti settoriali di pianificazione/programmazione, verranno utilizzati gli indicatori/indici (con le relative metriche di valutazione) indicati dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i..

Le attività di monitoraggio prevedono controlli mirati all'accertamento dello stato qualitativo delle risorse idriche superficiali. Tali controlli consistono in indagini del seguente tipo:

- Indagini quantitative: misure di portata;
- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici.

#### **Indagini quantitative**

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla contestualizzazione dei valori provenienti dalle analisi qualitative chimiche, fisiche e batteriologiche, pertanto verrà rilevato il seguente parametro:

*Mandataria*

*Mandanti*



- **Portata (in situ)**

È il parametro che quantifica l'entità dei deflussi, fornendo un dato che può essere messo in correlazione sia al quadro di riferimento idrologico del corso d'acqua, per identificare eventuali impatti dovuti alle lavorazioni limitrofe impattanti il regime idrologico, sia ai parametri chimico-fisici di qualità dell'acqua per valutare l'entità dei carichi di inquinanti che defluiscono nella sezione di controllo (dato essenziale per la stima di bilanci di inquinanti nella rete idrografica).

Nelle campagne di misura la rilevazione della portata verrà eseguita effettuando misure correntometriche. Tali misure saranno eseguite utilizzando mulinelli, provvisti di un set di eliche, idonee per misure in qualsiasi condizione di velocità. Quando necessario le sezioni di misura verranno predisposte al rilievo eseguendo la pulizia del fondo e delle sponde o i manufatti esistenti per applicare i dispositivi di supporto e di calata. Sulla stessa sezione fluviale, nel caso di misure ripetute in periodi diversi, verranno, per quanto possibile, mantenute metodiche e condizioni di misura analoghe, per favorire la confrontabilità dei dati.

#### Indagini qualitative

- **Parametri chimico-fisici**

I parametri chimico-fisici potranno fornire un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque dei corsi d'acqua preliminare all'inizio dei lavori, ed in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in costruzione. Verranno rilevati i seguenti parametri:

*Temperatura acqua*

*Temperatura aria*

*pH*

*Conducibilità elettrica*

*Ossigeno disciolto*

*Solidi disciolti totali (TDS)*

*Solidi sospesi totali (TSS)*

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza d'inquinanti. La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di

Mandataria

Mandanti

ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno è in funzione della temperatura e della pressione barometrica pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. La presenza di organismi fotosintetici (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne. I solidi in sospensione totali sono indicativi, eventualmente in associazione con la torbidità rilevata strumentalmente e con la misura del trasporto solido in sospensione, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o ad interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosività del suolo (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, di cava o discarica; sistemazioni idrogeologiche, dissesti, ecc.). L'entità e la durata di concentrazioni acute di solidi in sospensione ha ripercussioni sulla quantità degli habitat per macroinvertebrati e fauna ittica.

- **Parametri chimici e microbiologici acqua**

Le analisi chimiche e microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua. Verranno analizzati parametri tipicamente legati alle attività di lavorazione e secondariamente all'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria. Verranno rilevati i seguenti parametri:

*Calcio*  
*Sodio*  
*Potassio*  
*Magnesio*  
*Cloruri*  
*Cloro attivo*  
*Fluoruri*  
*Solfati*  
*Bicarbonati*  
*Nitrati*  
*Nitriti*  
*Ammonio*  
*Ferro*  
*Cromo VI*  
*Cromo totale*  
*Idrocarburi Btex*

Mandataria

Mandanti

*Idrocarburi Totali*

*Piombo*

*Zinco*

*Rame*

*Nichel*

*Cadmio*

*Azoto nitroso (in caso di scavo meccanico)*

I cloruri sono sempre presenti nell'acqua in quanto possono avere origine minerale. Valori elevati possono essere collegati a scarichi civili, industriali e allo spandimento di fertilizzanti clorurati e all'impiego di sali antigelo sulle piattaforme stradali. Possono inoltre derivare da processi di depurazione dovuti ad attività di cantiere, dove viene utilizzato l'acido cloridrico (HCL) come correttore di pH, oppure derivano dal processo di potabilizzazione per aggiunta di ipoclorito di sodio NaClO, utilizzato per ossidare le sostanze presenti nell'acqua, liberando ossigeno. Cromo, Nichel, Zinco sono metalli potenzialmente riferibili al traffico veicolare. Il Cadmio è indicativo della classe di qualità dei corsi d'acqua ed è correlabile alle possibilità di vita dei pesci. La presenza di alcuni metalli può essere inoltre correlata alle lavorazioni, in quanto presenti nel calcestruzzo (cromo) o tramite vernici, zincature e cromature. La presenza di oli e idrocarburi è riconducibile all'attività di macchine operatrici di cantiere, a sversamenti accidentali, al lavaggio di cisterne e automezzi e al traffico veicolare.

- **Parametri biologici e fisiografico-ambientali**

*STAR.ICMI*

*Indice ISECI*

*IFF*

Lo STAR-ICMI è un indice che viene calcolato attraverso la combinazione di sei metriche correlate alle caratteristiche di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità/ricchezza riscontrabili nei siti fluviali. L'indice è costruito per valutare la qualità generale dei siti fluviali, e viene espresso in Rapporto di Qualità ecologica (RQE), dato dal rapporto del parametro biologico "osservato" ed il valore dello stesso parametro corrispondente ad un "bianco" per la tipologia di corpo idrico considerato.

L'indice ISECI effettua una valutazione sullo stato di una determinata comunità di pesci di un corso d'acqua e costituisce l'indice da utilizzare nella classificazione dei corpi idrici superficiali per l'EQB pesci, l'indice valuta la composizione e l'abbondanza della fauna ittica.

Mandataria

Mandanti

L'indice di Funzionalità Fluviale (IFF) consente di rilevare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e di valutare la funzionalità ecologica, intesa come sinergia tra il biotopo e la biocenosi del sistema acquatico e gli ecosistemi terrestri collegati ad esso.

Per il monitoraggio delle acque superficiali sono stati selezionati dei parametri-indicatori tra quelli previsti nelle linee guida ministeriali, ritenuti significativi, in relazione alla tipologia ed alle caratteristiche dei corsi d'acqua interferiti.

Il set di parametri-indicatori oggetto del monitoraggio e le metodiche di analisi per le acque superficiali sono riassunte nella tabella seguente e saranno utilizzati per le fasi : AO, CO e PO.

**Tabella 4 Parametri da monitorare per la componente acque superficiali (fasi AO, CO e PO)**

Parametro	Metodo	U.M.
Temperatura acqua	APAT2100-campo	°C
Temperatura aria	Strumentale - campo	°C
pH	APAT2060-campo	upH
Conducibilità elettrica	APAT2030-campo	μS/cm
Ossigeno disciolto	ASTM D888-campo	mgO <sub>2</sub> /l
Azoto nitroso (in caso di scavo meccanico)	APAT4020	mg/l
Solidi disciolti Totali (TDS)	UNI 15216	mg/l
Solidi Sospesi Totali (TSS)	APAT2090 B	mg/l
Portata	Correntometro - strumentale	mc/s
Calcio	EPA 6010D	mg/l
Sodio	EPA 6010D	mg/l
Potassio	EPA 6010D	mg/l
Magnesio	EPA 6010D	mg/l
cloruri	APAT4020	mg/l
Cloro attivo	APAT4080	mg/l
Fluoruri	APAT4020	mg/l
solfat	APAT4020	mg/l
Bicarbonati	APAT2010B	mg/l
Nitrati	APAT4020	mg/l
Nitriti	APAT4020	mg/l
Ammonio	APAT 4030 B	mg/l
ferro	EPA6020	μg/l
CromoVI	EPA7199	μg/l
Cromo totale	EPA6020	μg/l

Mandataria

Mandanti

Btexas	EPA5030 + EPA8260	µg/l
idrocarburi totali (cone n-esano)	EPA5021 + EPA8015 + UNIENISO9377	mg/l
Piombo	EPA6020	mg/l
zinco	EPA6020	mg/l
rame	EPA6020	mg/l
nicel	EPA6020	µg/l
cadmio	EPA6020	mg/l
Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)	MANUALE APAT 2007	-
Indice ISECI	Protocollo Ispra	-

Nel corso delle campagne di monitoraggio, in caso di scostamento tra i valori rilevati nella sezione analizzata, occorrerà valutare l'opportunità di eseguire indagini di approfondimento su parametri da valutare di volta in volta.

Ad ogni modo, le tipologie di campionature e di analisi periodiche, nonché le normative di riferimento saranno preventivamente concordate con il servizio ARPA di competenza, così come le circostanze e casistiche in cui sarà eventualmente necessario rinfittire i campionamenti.

### **6.2.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio**

#### Misure di Portata

Le misure di portata saranno realizzate sulle sezioni precedentemente individuate, il punto preciso di indagine sarà a discrezione dell'esperienza dell'operatore e delle condizioni del fiume, quando non è possibile per via delle condizioni idrologiche utilizzare il mulinello (metodo correntometrico), la portata sarà determinata con il metodo volumetrico o con il galleggiante. Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del possibile, dalla vegetazione. Prima di ogni campagna di misura dovrà essere verificata l'efficienza e la manutenzione della strumentazione. La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore. Le verticali dovranno essere più frequenti laddove il fondo è irregolare.

Il numero di punti di misura per ogni verticale è determinato dal diametro dell'elica o dalle caratteristiche del peso (se utilizzato). Indicando con altezza la profondità della verticale e con profondità la profondità del punto di misura, per la determinazione delle profondità dei punti di misura si seguiranno i seguenti criteri:

- Micromulinello con elica da 5 cm
  - Da 5 a 8 cm di altezza della verticale: 1 misura a 2.5 cm di profondità;
  - Da 8 a 10 cm due misure a 2.5 di prof e a 2.5 dal fondo;

Mandataria

Mandanti

- Da 10 a 15 si aggiunge una misura a profondità= $2.5+(altezza-5)/2$ ;
- Da 15 a 35 alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a prof= $2.5+(altezza-5)/3$ , prof= $2.5+(altezza-5)*2/3$ ;
- Da 35 a 70 alle due misure di fondo e di superficie si aggiungono 3 punti a prof= $2.5+(altezza-5)/4$ , prof= $2.5+(altezza-5)*2/4$ , prof= $2.5+(altezza-5)*3/4$ ;
- Misure a guado con elica da 12 cm di diametro;
  - Da 12 a 13 cm di altezza della verticale una misura a 6 cm di prof.;
  - Da 13 a 25 cm si aggiunge una misura al 6 cm dal fondo;
  - Da 25 a 50 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge una terza a prof= $6+(altezza-12)/2$ ;
  - Oltre 50 cm di altezza alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a prof= $6+(altezza-12)/3$  e prof= $6+(altezza-12)*2/3$ .
- Misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=12 cm
  - Da 18 a 24 cm di altezza della sezione una misura a 6 cm di profondità;
  - Da 25 a 30 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 12 cm dal fondo;
  - Da 31 a 50 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a prof= $6+(altezza-18)/2$ ;
  - Da 51 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a prof= $6+(altezza-18)/3$  e prof= $6+(altezza-18)*2/3$ ;
  - Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a prof= $6+(altezza-18)/4$ , prof= $6+(altezza-18)*2/4$ , prof= $6+(altezza-18)*3/4$ ;
  - Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.
- Misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=20 cm
  - Da 26 a 32 cm di altezza della sezione una misura a è cm di profondità;
  - Da 33 a 49 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 20 cm dal fondo;
  - Da 50 a 65 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a prof= $6+(altezza-26)/2$ ;
  - Da 66 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a prof= $6+(altezza-26)/3$  e prof= $6+(altezza-26)*2/3$ ;
  - Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a prof= $6+(altezza-26)/4$ , prof= $6+(altezza-26)*2/4$ , prof= $6+(altezza-26)*3/4$ ;

- Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.

### Campionamento per Analisi di Laboratorio

Il campionamento sarà realizzato tramite sonda a trappola che sarà immersa nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero. Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere.

Per la raccolta del campione si utilizzerà una scheda predisposta e sarà redatto un verbale di campionamento che sarà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

In occasione del campionamento saranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la Conducibilità elettrica, il pH e l'Ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive.

Tutte le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

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

- punto di prelievo (nome del corso d'acqua);
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo;
- data e ora del campionamento.

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.

### Indice di Funzionalità fluviale

L'indice di funzionalità fluviale consente di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale in merito alla funzionalità, intesa come capacità autodepurativa derivante dall'interazione di vari sistemi biotici ed abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato. L'IFF è un'indagine che consiste in un'analisi critica delle caratteristiche ambientali dell'ecosistema fluviale oggetto di studio. L'indagine viene effettuata in un periodo compreso tra il regime idrologico di morbida e magra in fase di attività vegetativa. L'indagine consiste in 14 domande relative ai comparti ambientali che costituiscono il fiume oggetto di studio, distinguendo tra sponda destra e sinistra poiché possono presentare caratteristiche notevolmente diverse, alle risposte vengono assegnati dei pesi numerici raggruppati in quattro classi.

L'IFF viene valutato compilando in campo una scheda mentre si risale il fiume da valle a monte, identificando di volta in volta un tratto omogeneo in base alle caratteristiche da rilevare, per il quale andrà compilata un'unica scheda. Questa si compone di un'intestazione con la richiesta di alcuni metadati riguardanti il bacino, il corso d'acqua, la località, la larghezza dell'alveo di morbida, la lunghezza del tratto omogeneo in esame, la

Mandataria

Mandanti

quota media del tratto, la data del rilievo, il numero della scheda, il numero della foto e il codice del tratto omogeneo.

Le domande contenute nella scheda sono relative ai seguenti aspetti:

- Condizioni vegetative delle rive e del territorio circostante al corso d'acqua;
- Ampiezza dell'alveo bagnato e struttura delle rive;
- Struttura dell'alveo;
- Caratteristiche biologiche.

Dopo la compilazione della scheda si effettua la somma dei punteggi ottenuti, determinando il valore di IFF per ciascuna sponda, al valore di IFF viene associato il relativo Livello di funzionalità e Giudizio di Funzionalità consentendo di avere un giudizio sintetico sulle caratteristiche degli ecosistemi biotici e abiotici presenti.

**Tabella 5 Livelli di funzionalità e relativo giudizio e colore di riferimenti.**

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	ottimo	Blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	
201-250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	
61 - 100	IV	scadente	arancio
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	
14 - 50	V	pessimo	rosso

L'IFF sarà valutato sul fiume Alcantara, in corrispondenza delle principali opere di attraversamento per una lunghezza di circa 1 km (500 metri a monte e 500 metri a valle dell'opera), individuando i tratti omogenei del corso fluviale.

### Indice STAR ICMI

L'indice STAR-ICMI è un indice multimetrico, per il cui calcolo vengono combinate sei metriche riconducibili alle categorie generali di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità ricchezza, ad ogni metrica viene attribuito un peso differente

Mandataria

Mandanti



Tabella 6 Metriche compongono lo STAR-ICMI e peso attribuito nel calcolo

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Metrica	Descrizione e taxa considerati	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di Famiglia)	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10} (\text{Sel\_EPTD} + 1)$	$\text{Log}_{10}$ (somma delle abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left( \frac{n_i}{A} \right)$ (sull'intera comunità)	0.083

L'indice STAR-ICMI viene espressa in Rapporto di qualità ecologica (RQE) dato dal rapporto del parametro biologico "osservato" ed il valore dello stesso parametro corrispondente alle "condizioni di riferimento" per la tipologia di corpo idrico considerato, e assume valori tra 0 e 1.

Il calcolo dell'indice prevede i seguenti passaggi:

- Calcolo dei valori grezzi che compongono l'indice;
- Conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE;
- Calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche secondo i pesi forniti nella tabella precedente;
- Normalizzazione del valore ottenuto dividendo il valore del campione in esame per il valore di STAR-ICMI nelle condizioni di riferimento.

Al valore di STAR-ICMI calcolato viene attribuito un giudizio di qualità, sulla base della suddivisione della variabilità dell'indice in 5 classi di qualità.

### Indice ISECI

La valutazione dello stato di una determinata comunità di pesci di un corso d'acqua viene effettuata sulla base di due criteri principali:

Mandataria

Mandanti

- la naturalità della comunità intesa come la ricchezza determinata dalla presenza di specie indigene attese in relazione al quadro zoogeografico ed ecologico;
- la condizione biologica delle popolazioni indigene, in termini di capacità di autoriprodursi ed avere le normali dinamiche ecologico-evolutive.

Oltre questi due principali criteri, l'ISECI tiene conto di altri tre elementi di valutazione aggiuntivi; quali il disturbo dovuto alla presenza di specie aliene, la presenza di specie endemiche, e all'eventuale presenza di ibridi.

Per ciascuna stazione di campionamento viene preliminarmente individuata in via teorica la comunità ittica attesa in considerazione dei seguenti elementi:

- distribuzione delle specie (in relazione al quadro zoogeografico nazionale dei taxa presenti nelle acque interne italiane);
- ecologia della specie;
- periodo di campionamento (in relazione alla possibile presenza degli stadi adulti di specie migratrici).

L'individuazione della comunità ittica attesa dovrà tenere in considerazione i seguenti aspetti: eventuali indagini faunistiche pregresse, posizione geografica del corso d'acqua e tipo di habitat presente nel corso d'acqua in esame.

Per quanto riguarda il campionamento, sarà eseguito in ottemperanza al protocollo metodologico elaborato da APAT-ISPRA (2008).

Il valore dell'ISECI sarà calcolato come somma pesata delle funzioni normalizzate, degli indicatori descritti in precedenza. I valori dell'ISECI vengono quindi convertiti in classi da I a V corrispondenti a giudizi sintetici che vanno da elevato a cattivo.

**Tabella 7 Parametri e Classi per il calcolo dell'ISECI**

Classi	Valore dell'ISECI (F)	Giudizio sintetico sullo stato ecologico delle comunità ittiche	Giudizio esteso sullo stato ecologico delle comunità ittiche	Colore (per la rappresentazione cartografica)
I	$0,8 < F \leq 1$	Elevato	si veda ZERUNIAN, 2004a	Blu
II	$0,6 < F \leq 0,8$	Buono	si veda ZERUNIAN, 2004a	Verde
III	$0,4 < F \leq 0,6$	Sufficiente	si veda ZERUNIAN, 2004a	Giallo
IV	$0,2 < F \leq 0,4$	Scarso	si veda ZERUNIAN, 2004a	Arancione
V	$0 < F \leq 0,2$	Cattivo	si veda ZERUNIAN, 2004a	Rosso

### 6.2.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Il monitoraggio verrà eseguito in 3 fasi:

- Ante – Operam (AO);

Mandataria

Mandanti

- Corso d'operam (CO);
- Post – Operam (PO).

Il Monitoraggio Ante Operam (AO) delle acque superficiali ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche dei corsi d'acqua, in termini qualitativi, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dalle opere in progetto.

Il Monitoraggio AO ha infine lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO o PO, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche dei corsi d'acqua tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico.

A tal fine saranno eseguite misure in situ e saranno prelevati campioni d'acqua da analizzare in laboratorio sotto il profilo fisico-chimico-batterologico e sotto il profilo biologico.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera (CO), ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non induca alterazioni dei caratteri idrologici e qualitativi del sistema delle acque superficiali.

Il Monitoraggio Post Operam (PO), ha lo scopo di evidenziare eventuali alterazioni subite dal corso d'acqua a seguito delle attività dei cantieri.

Il Monitoraggio su un corso d'acqua, in ognuna delle suddette fasi, si esegue attraverso una sezione, composta da due punti di monitoraggio, uno a monte ed uno a valle idrologico rispetto alle opere da realizzare, nonché rispetto alle aree di cantiere prossime al corso d'acqua in oggetto.

I due punti di monitoraggio a monte ed a valle saranno sempre gli stessi nelle tre fasi AO, CO e PO, previa verifica che nel tratto compreso tra esse non vi siano derivazioni, scarichi o immissioni d'acqua.

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola allegata "Localizzazione dei punti di monitoraggio", con le metodiche riportate in tabella con durata e frequenza come di seguito riportato:

- Fase AO
  - Durata: 6 mesi;
  - Frequenza: (trimestrale) 2 volte nell'anno precedente l'inizio lavori per postazione;
- Fase CO
  - Durata: per tutta la durata dei lavori;
  - Frequenza: in corrispondenza dei punti atti a monitorare i parametri dei corsi d'acqua la frequenza sarà 4 volte l'anno (trimestrale) per tutta la durata dei lavori, con le misure svolte negli analoghi periodi, estivi ed invernali, in cui sono state svolte le rilevazioni ante-operam. Per il monitoraggio delle acque di percolazione

e ruscellamento si prevede di effettuare il monitoraggio una sola volta in corrispondenza di eventi piovosi significativi.

- Nella fase di CO sarà inoltre svolto il monitoraggio della portata;
- Fase PO
  - Durata: 6 mesi;
  - Frequenza: (trimestrale) due volte nei mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura;
  - Nella fase di CO sarà inoltre svolto il monitoraggio della portata.

**Tabella 8 Programmazione del monitoraggio delle acque superficiali**

MISURE	POSIZIONE	CORSO D'ACQUA MONITORATO	Ao (6 MESI)	Co (3 ANNI)	Po (6 MESI)
ASU_01	Monte	Canale Ozzoretto	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_02	Valle		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_03	Monte	Torrente Tazzera	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_04	Valle		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_05	Monte	Rio San Gallo (Rapecchio)	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_06	Valle		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_07	Monte	Rio Lama – Rio Tassinai	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_08	Valle		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_09	Monte	Rio Puzzola	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_10	Valle		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_11	Monte	Torrente Pescia di Collodi	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_12	Valle		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_13	Monte	Rio della Dogana	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
ASU_14	Valle		Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale

**Tabella 9 Punti di monitoraggio acque ruscellamento e percolazione delle aree di stoccaggio**

MISURE	POSIZIONE	CORSO D'ACQUA MONITORATO/POSIZIONE	Ao	Co	Po
ASU_C 01	CB01	Area stoccaggio CB01	-	Una volta *	-
ASU_C 02	CB02	Area stoccaggio CB02	-	Una volta *	-
ASU_C 03	CB03	Area stoccaggio CB03	-	Una volta *	-

\* si prevede di effettuare il campionamento una sola volta in corrispondenza di eventi piovosi significativi

Per la fase Ante Operam e Post Operam i campionamenti e le analisi chimico-fisiche speditive in-situ e le analisi chimiche di laboratorio avranno frequenza trimestrale per la durata di sei mesi.

Nella fase Corso d'Opera i campionamenti e le analisi chimico-fisiche speditive in-situ avranno frequenza trimestrale durante tutto il periodo di durata del cantiere.

Appare evidente che la frequenza del monitoraggio della componente acque superficiali in fase CO e PO potrà essere variata in funzione delle caratteristiche torrentizie/stagionali dei diversi corsi d'acqua impattati e sulla base degli esiti del monitoraggio eseguito in fase AO.

## **6.3 ACQUE SOTTERRANEE**

### **6.3.1 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.

### **6.3.2 Normativa di riferimento**

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 seguenti riferimenti:

#### **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.

#### **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).

### **6.3.3 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

Mandataria

Mandanti

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 sottterraneo quali sottoattraversamenti 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.

Dall'analisi della situazione idrogeologica dell'area di indagine, delle opere previste e delle aree di cantiere sono stati individuati i seguenti ambiti di maggiore sensibilità:

- aree per le quali si prevedono rilevanti opere in sottterraneo, aree di cantiere e deposito soggette a potenziali contaminazioni, ponendo particolare attenzione per quelle che andranno ad interessare delle zone vulnerabili, a causa delle caratteristiche idrogeologiche dei terreni.

Per quanto riguarda le aree di captazione idrica, in seguito all'analisi degli studi geologici ed idrogeologici eseguiti sul territorio, non sono state rilevate criticità o particolari interferenze connesse con la realizzazione dell'opera sulle acque sotterranee, si potrebbe comunque prevedere dei punti di monitoraggio specifici in corrispondenza di pozzi o sorgenti interferenti con l'opera.

Il monitoraggio sarà quindi uno strumento per segnalare una eventuale interferenza con la componente in esame, ed eventualmente, in caso di rilevata contaminazione, effettuare opportune misure correttive.

Sono stati individuati i punti di monitoraggio nelle aree di potenziale impatto per la componente in esame, atti a caratterizzare i parametri delle acque sotterranee nei punti ritenuti più critici. Prioritari i punti limitrofi alle aree di cantiere che si trovano in zone ad alta permeabilità.

I punti di misura sono stati scelti rispettando il criterio monte - valle rispetto alla direzione di deflusso della falda, al fine di poter valutare non solo le caratteristiche chimico - fisiche delle acque sotterranee e la superficie piezometrica della falda, ma anche di valutare e

Mandataria

Mandanti

individuare “tempestivamente” eventuali variazioni di un determinato parametro tra punti di misura ubicati a monte e valle idrogeologico, delle aree di cantiere e conseguentemente eventuali impatti legati alle pressioni riconducibili, o meno, alle azioni del progetto.

#### **6.3.4 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. 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).

Mandataria

Mandanti



Per il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei presenti nel territorio in esame è stato scelto di valutare i parametri di base definiti dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e di indagare soprattutto i parametri che consentano di valutare i possibili effetti di inquinamento dovuti alle attività ed agli scarichi di cantiere ed eventuali sversamenti accidentali.

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 10 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:		
<i>calcio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>sodio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>potassio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>magnesio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>cloruri</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>cloro attivo libero</i>	<i>APAT CNR IRSA 4080</i> <i>Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>fluoruri</i>	<i>APAT4020</i>	<i>µg/l</i>
<i>solforati</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>bicarbonati</i>	<i>APAT CNR IRSA 2010 B</i> <i>Man 29 2003</i>	<i>meq/l HCO3</i>
<i>nitrati</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>nitriti</i>	<i>APAT4020</i>	<i>µg/l</i>
<i>ammonio</i>	<i>APAT CNR IRSA 4030 B</i> <i>Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>solidi disciolti totali (TDS)</i>	<i>UNI EN 15216:2008</i>	<i>mg/l</i>
<i>Solidi sospesi totali (TSS)</i>	<i>APAT CNR IRSA 2090 B</i> <i>Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>ferro</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>cromo totale</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>piombo</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>zinco</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>rame</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>nicel</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>

Mandataria

Mandanti

ATTIVITÀ DI CAMPO	METODICA	U.M.
<i>cadmio</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>idrocarburi totali (cone n-esano)</i>	<i>EPA5021 8015 UNI 9377</i>	<i>µg/l</i>

### 6.3.5 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 pH-metro 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 multi-parametriche.

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. 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

Mandataria

Mandanti

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

Mandataria

Mandanti

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.

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

I punti di monitoraggio sono stati determinati individuando per ogni area critica una coppia di punti di rilevazione che consentano di valutare in dettaglio le caratteristiche qualitative e quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo.

La rete di monitoraggio sarà costituita da n. 2 coppie di punti, secondo i criteri sopra esplicitati, per un totale di 4 postazioni di rilievo; oltre a questi saranno monitorati 4 punti di captazione (pozzi) per i quali è stata determinata un'interferenza attesa alta.

Le coppie di punti saranno posizionate secondo la direzione di deflusso prima e dopo quelle opere o aree di cantiere che possono provocare interferenza con la falda.

Qualora emergesse la necessità di installare ulteriori punti, l'esatta ubicazione dovrà essere decisa in situ tenendo conto di tutte le operazioni che verranno effettuate nel tempo in tale area.

Si prevede un'intensificazione del monitoraggio nel caso di eventi piovosi di particolare intensità, quando il livello della falda possa risalire fino a raggiungere il livello delle lavorazioni; tale accorgimento è di carattere puntuale, in base alle valutazioni in corso d'opera.

Ogni postazione dovrà infatti essere posizionata in una zona protetta ma accessibile e dovrà essere protetta in superficie da danni accidentali o atti di vandalismo.

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola "Localizzazione punti di monitoraggio ambientale", con durata e frequenza come di seguito riportato:

Fase AO:

- Durata 6 mesi;
- Frequenza: due volte nell'anno precedente l'inizio lavori per postazione (relativamente ai punti per cui si prevede monitoraggio M-V).

Fasce CO:

- Durata: per tutta la durata dei lavori;
- Frequenza: quattro volte l'anno per tutta la durata dei lavori, con le misure svolte negli analoghi periodi, estivi ed invernali, in cui sono state svolte le rilevazioni ante-operam;

Fase PO

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

Mandataria

Mandanti

Limitatamente ai parametri speditivi in tutte le fasi (AO, CO, PO) il monitoraggio avrà frequenza mensile.

Si riportano di seguito i punti di monitoraggio scelti:

**Tabella 11 Punti di monitoraggio e frequenza per la componente acque sotterranee in relazione ai cantieri**

MISURE	TIPOLOGIA	ID	PROGR. KM	OPERA DA MONITORARE	Ao (6 MESI)	Co (3 ANNI)	Po (6 MESI)
ASO_C 01	Monte	Nuovo piezometro	38+450	Area stoccaggio CB02	2 volte	Trimestrale	2 volte
ASO_C 02	Valle	Nuovo piezometro	38+450		2 volte	Trimestrale	2 volte
ASO_C 03	Monte	Nuovo piezometro	20+900	Area stoccaggio CB04	2 volte	Trimestrale	2 volte
ASO_C 04	Valle	MAT-P272	Torrente Pescia di Pescia		2 volte	Trimestrale	2 volte

**Tabella 12 Punti di monitoraggio e frequenza per la componente acque sotterranee in relazione alle aree di captazione idrica**

Misure	ID	Progr. Km	Ao (6 mesi)	Co (3 anni)	Po (6 mesi)
ASO_01	MAT-P603	41+950	2 volte	Trimestrale	2 volte
ASO_02	MAT-P150	37+850	2 volte	Trimestrale	2 volte
ASO_03	Nuovo piezometro	29+750	2 volte	Trimestrale	2 volte
ASO_04	Nuovo piezometro	23+800	2 volte	Trimestrale	2 volte

Mandataria

Mandanti

## 6.4 SUOLO E SOTTOSUOLO

### 6.4.1 Obiettivi del monitoraggio

Le operazioni di monitoraggio della componente suolo consentiranno di valutare principalmente le modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni dovute alle relative lavorazioni in corso d'opera. Le alterazioni della qualità dei suoli conseguenti alle lavorazioni di cantiere possono essere sintetizzate come segue:

- modifica delle caratteristiche fisiche dei terreni;
- variazione di fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, etc.).

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;
- corso d'opera (CO) al fine di verificare l'idoneo mantenimento dei cumuli di terreno vegetale derivante dallo scotico iniziale che verrà successivamente reimpiegato per le attività di ripristino;
- 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.

Nell'ambito della componente suolo e sottosuolo il monitoraggio della fase di Corso d'Opera (CO) è pertanto riferito ai cumuli di terreno che a seguito dell'attività di scotico, vengono formati, in attesa di riutilizzo nell'ambito dei lavori. Infatti, i parametri oggetto di monitoraggio per la fase di CO sono rappresentativi per verificare l'efficacia delle cure manutentive attuate dall'appaltatore sui cumuli per assicurare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità del terreno scoticato.

### 6.4.2 Riferimenti normativi

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;

Mandataria

Mandanti

- 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)”.

#### **6.4.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare**

Il monitoraggio della componente suolo avrà la funzione di garantire:

- il controllo dell’evoluzione della qualità del suolo intesa sia come capacità agro-produttiva che come funzione protettiva;
- il rilevamento di eventuali alterazioni dei terreni al termine dei lavori al fine di garantire la restituzione delle aree temporaneamente occupate ed il corretto ripristino dei suoli;
- un adeguato ripristino ambientale (agricolo e forestale) delle aree di cantiere;
- il controllo delle possibili alterazioni e/o modifiche al regime di scorrimento delle acque superficiali e/o scalzamento al piede di aree affette da dissesto e di conseguenza la verifica dell’efficacia degli interventi di stabilizzazione.

Coerentemente con l’obiettivo di verificare l’impatto delle aree di cantiere sulla componente in oggetto, il monitoraggio del suolo riguarderà in particolare le aree destinate allo stoccaggio del materiale. All’interno di queste aree è previsto un punto di monitoraggio destinato alle indagini in situ.

Per le fasi di ante operam e corso d’opera sarà previsto l’accertamento dei seguenti parametri:

- parametri pedologici;
- parametri chimico – fisici;
- parametri topografico-morfologici e piezometrici.

Più in dettaglio, nei punti di monitoraggio scelti e localizzati in base a criteri di rappresentatività, 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 il punto di monitoraggio, oltre ai riferimenti geografici (comprese le coordinate) e temporali, saranno registrati i caratteri stagionali dell’area di appartenenza: quota, pendenza, esposizione, uso del suolo, 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

Mandataria

Mandanti

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.

#### 6.4.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Come già anticipato, preliminarmente dovranno essere definiti i parametri stazionali del punto di indagine e raccolte le informazioni relative all'uso attuale del suolo, la valutazione della capacità d'uso e la definizione delle pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere; seguiranno la descrizione del profilo e la classificazione pedologica.

Dovranno essere determinati i seguenti parametri del sito durante le fasi Ante Operam (AO) e Post Operam (PO), ovvero 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 13 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
	Roccosità affiorante
	Fenditure superficiali
	Vegetazione
	Stato erosivo
	Permeabilità
	Classe di drenaggio
	Substrato pedogenetico
	Profondità falda
Parametri chimico – fisici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio)	Designazione orizzonte
	Limiti di passaggio
	Colore allo stato secco e umido
	Tessitura
	Struttura
	Consistenza
	Porosità
	Umidità
Contenuto in scheletro	



PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO (FASI AO E PO)	
	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

Il monitoraggio della fase di Corso d'Opera (CO) è riferito ai cumuli di terreno che a seguito dell'attività di scotico, vengono formati, in attesa di riutilizzo nell'ambito dei lavori. Oltre all'analisi sul mantenimento del cumulo (dimensioni, altezza, pendenza sponde) andranno effettuate analisi per definire le specie autoctone, sinantropiche ed infestanti. 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.

Al riguardo si fa riferimento ai parametri elencati nella tabella seguente, verificati in situ per registrare l'efficacia delle cure manutentive attuate dall'appaltatore sui cumuli per assicurare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità del terreno stoccato.

**Tabella 14 Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo - cumuli (fase CO)**

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO – CUMULI (FASE CO)	
Parametri da rilevare in situ	Provenienza e destinazione del cumulo
	Altezza del cumulo
	Pendenza scarpate
	Verifica attecchimento idrosemina (% superficie del cumulo inerbita)
	Presenza specie autoctone, sinantropiche ed infestanti
	Presenza commistione di terreno sterile e vegetale

### 6.4.5 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" [Guitoli 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.

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 stagionali 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

Mandataria

**TECH** | PROJECT  
ingegneria integrata ®



**SGI** STUDIO GEOTECNICO ITALIANO srl  
ingegneria geotecnica - ingegneria idraulica - ingegneria sismica  
progettazione software

Mandanti

**ambiente**  
ingegneria ambientale e laboratori

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.

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 è 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

Mandataria

Mandanti

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	Cuscinetti erbosi (crionivali)
CP	"suoli" poligonali (crionivali)
CT	Terrazzette (crionivali)
CS	"suoli" striati (crionivali)

Mandataria

Mandanti

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

Mandataria

Mandanti

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" (prevalente 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	$\text{CaCO}_3 \leq 0,1\%$
1	Effervescenza molto debole	$\text{CaCO}_3 \approx 0,5\%$
2	Effervescenza debole	$\text{CaCO}_3 1 \div 2\%$
3	Effervescenza forte	$\text{CaCO}_3 \approx 5\%$
4	Effervescenza molto forte	$\text{CaCO}_3 \geq 10\%$

- 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

Mandataria

Mandanti



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.

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

I punti di monitoraggio saranno definiti nelle aree dei cantieri ove si svolgono le lavorazioni principali e in tutti i siti interessati dai depositi temporanei e/o definitivi del materiale di scavo.

Mandataria

Mandanti

La fase di AO e PO avrà durata 6 mesi, mentre la fase di corso d'opera avrà tutta la durata dei lavori per la realizzazione dell'opera.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati "Localizzazione dei punti di monitoraggio". Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei punti di misura:

**Tabella 15 – Tipologia e numero rilievi previsti**

MISURE	AREA DI CANTIERE	A.O. (6 MESI)	CO (3 ANNI)	PO (6 MESI)
SUO_01	Deposito materiale scavo in CB01	1 volta	Semestrale	1 volta
SUO_02	CO01	1 volta	Semestrale	1 volta
SUO_03	CO02	1 volta	Semestrale	1 volta
SUO_04	CO03	1 volta	Semestrale	1 volta
SUO_05	CO04	1 volta	Semestrale	1 volta
SUO_06	CO05	1 volta	Semestrale	1 volta
SUO_07	Deposito materiale scavo in CB03	1 volta	Semestrale	1 volta
SUO_08	CO06	1 volta	Semestrale	1 volta
SUO_09	CO07	1 volta	Semestrale	1 volta
SUO_10	CO08	1 volta	Semestrale	1 volta

Mandataria

Mandanti

## **6.5 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA**

### **6.5.1 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.

L'obiettivo delle indagini è, quindi, il monitoraggio delle popolazioni animali e vegetali, delle loro dinamiche, delle eventuali modifiche della struttura e composizione delle biocenosi e dello stato di salute delle popolazioni di specie target, indotte dalle attività di cantiere e/o dall'esercizio dell'opera.

Per garantire tali obiettivi, il PMA individua e caratterizza:

- taxa ed associazioni tassonomiche e funzionali,
- scale temporali e spaziali d'indagine,
- metodologie di rilevamento e analisi dei dati biotici e abiotici.

Il monitoraggio ante operam prevede la caratterizzazione delle fitocenosi e zoocenosi e dei relativi elementi floristici e faunistici presenti in area vasta e nell'area direttamente interessata dal progetto, riportandone anche lo stato di conservazione. Il monitoraggio in corso e post operam dovrà verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza e nella struttura delle cenosi precedentemente individuate.

Le aree da monitorare sono state scelte in funzione della sensibilità del territorio attraversato e della presenza di ambiti di maggior pregio naturalistico. Una particolare attenzione è stata rivolta anche alla presenza dei corsi d'acqua, nelle cui fasce riparie permangono elementi di naturalità, oltre a monitorare 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. Una particolare attenzione verrà posta al monitoraggio della funzionalità dei passaggi per la fauna e alla manutenzione della pervietà degli stessi che dovrà essere adeguatamente garantita.

### **6.5.2 Normativa di riferimento**

Di seguito sono elencati i principali riferimenti normativi di interesse per l'ambito biotico che sono stati considerati per la redazione del presente progetto di monitoraggio:

#### *Normativa comunitaria*

*Mandataria*

*Mandanti*

- 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.

### *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 semi-naturali, 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";

Mandataria

Mandanti

- 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.

### **6.5.3 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.

I punti di monitoraggio in generale, dovranno essere gli stessi per le fasi ante, in corso e post operam, al fine di verificare eventuali alterazioni nel tempo e nello spazio e di monitorare l'efficacia delle mitigazioni e compensazioni previste.

### **6.5.4 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.

Mandataria

Mandanti

### Comunità vegetali

I rilevamenti fitosociologici saranno eseguiti secondo il metodo di Braun Blanquet (Braun-Blanquet J. 1964; Pignatti S. 1959; Pirola A., 1970; Westhoff V. E Van Der Maarel E. 1978; Giacomini V., Fenaroli L. 1958) e permetteranno (ove il rilievo sia effettuabile rispettando tutti i criteri previsti dal metodo stesso) l'attribuzione delle porzioni vegetazionali rilevate a fitocenosi note e ad una loro classificazione gerarchica di naturalità, e quindi ad un loro eventuale scostamento da tali categorie durante le fasi successive.

### Flora

Al fine di fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse sarà utilizzato un indice di naturalità, basato 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 rinvenivano 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.

Mandataria

Mandanti

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.

### Fauna

Nel presente progetto di monitoraggio si è scelto di impiegare come bioindicatori dello stato di conservazione delle emergenze faunistiche le seguenti classi di vertebrati superiori: Erpetofauna, Avifauna, Mammalofauna.

In particolare, queste classi annoverano specie e comunità adatte ad essere utilizzate come indicatori delle alterazioni strutturali dell'ambiente, come ad esempio gli effetti dovuti alla frammentazione del territorio per la presenza di un'infrastruttura quale la tratta ferroviaria in analisi.

L'attività di monitoraggio in fase ante operam consentirà, per le fasi successive, di individuare e focalizzare l'attenzione sulle componenti maggiormente sensibili a seguito dell'individuazione di specie bersaglio e/o specie guida.

## **6.5.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio**

### Vegetazione e flora

La caratterizzazione della vegetazione e della flora sarà effettuata attraverso due tipi di indagine:

- 1) Rilievo fitosociologico;
- 2) Censimento floristico.

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

Mandataria

Mandanti

verificare possibili alterazioni delle fitocenosi autoctone (in particolare l'ingresso di specie infestanti dovute alle attività di cantiere).

Con particolare riferimento alla fase di Post Operam, il monitoraggio ambientale delle componenti vegetazionali, avrà inoltre la finalità di verificare che l'impianto sia stato realizzato in coerenza con il progetto e con il capitolato speciale delle opere a verde di RFI (Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili – Parte II – Sezione 15 “Opere a Verde” Prot. RFI DTC SICS SP IFS 001 A del 30/06/2014), si fa presente che la suddetta verifica, riguardante l'attecchimento degli impianti sarà a carico dell'appaltatore, mentre sarà oggetto del presente PMA verificare la corretta manutenzione degli impianti vegetativi.

L'appaltatore, per quanto riguarda le opere a verde previste, dovrà prevedere cure adeguate per l'attecchimento in particolare l'irrigazione nei periodi siccitosi

- *Rilievo fitosociologico con metodo Braun-Blanquet che consente di registrare la presenza delle specie vegetali naturali ed alloctone invasive e di verificarne l'espansione e la contrazione nel corso del tempo (1)*

Tale indagine è finalizzata all'individuazione delle variazioni prodotte nella struttura delle formazioni vegetali e consiste in rilievi fitosociologici con il metodo Braun-Blanquet.

Le stazioni di rilevamento vengono identificate sulla base dei caratteri fisionomici indicatori dell'unitarietà strutturale della vegetazione considerata. Nella superficie campione (stazione di rilevamento), congruente col minimo areale di sviluppo del popolamento indagato, viene effettuato il censimento delle entità floristiche presenti, che sarà riportato sulla relativa scheda di rilevamento insieme alla percentuale di terreno coperta da ciascuna specie.

Per la stima del grado di copertura della singola specie si utilizza il metodo di Braun-Blanquet (1928).

Nel corso dell'indagine l'area in esame deve essere delimitata temporaneamente da una fettuccia metrica. Nel caso di vegetazione pluristratificata, le specie dei diversi strati vengono rilevate separatamente (strato arboreo, arbustivo ed erbaceo).

<b>Risultati attesi</b>	
➤	Analisi composizionale secondo metodo Braun-Blanquet:
○	Strato
○	Composizione floristica
○	Copertura
○	Forma
➤	Fisionomia e struttura della vegetazione

- *Rilievo della composizione floristica e della copertura percentuale delle singole specie (2)*

Mandataria

Mandanti



L'analisi floristica consiste nell'individuazione delle specie vegetali presenti all'interno di quadrati permanenti opportunamente predisposti in zone campione significative dal punto di vista ecologico e rappresentative dell'area in esame.

Per ogni punto di campionamento, i censimenti della flora vengono realizzati lungo fasce di interesse, di larghezza non superiore ai 30 m, poste ai lati del tracciato dell'opera, opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine.

Il censimento delle specie vegetali viene realizzato percorrendo due itinerari paralleli al tracciato in modo tale da distinguere la flora della fascia prossimale alla linea ferroviaria, più esposta all'infiltrazione di specie estranee alla flora originaria, da quella della fascia distale, meno esposta, dove si ritiene persista, almeno in parte, la composizione floristica originaria (o quanto meno più intatta). Si procede per tratti successivi di 100 m 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.

Il riconoscimento delle specie è effettuato in campo (quando il campione è certo al livello di specie; viceversa i campioni per i quali sussistono dubbi vengono portati in laboratorio per un'analisi più approfondita): vengono segnalate le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico, e foto-documentate. Inoltre, per meglio evidenziare le variazioni che la realizzazione dell'infrastruttura produce nella flora, vengono distinte le entità sinantropiche presenti nelle due fasce. Il rapporto specie sinantropiche/totale specie censite rappresenta, infatti, uno degli indici previsti 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.

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.

<b>Risultati attesi</b>	
➤	Lista floristica: <ul style="list-style-type: none"><li>○ Fascia prossimale</li><li>○ Fascia distale</li></ul>
➤	Emergenze floristiche
➤	Specie sinantropiche
➤	Specie invasive/banalizzatrici
➤	Mappatura percorsi
➤	Indice di variazione: <b>SPECIE SINANTROPICHE / TOT. SPECIE CENSITE</b>

## Fauna

Il monitoraggio della componente faunistica prevede l'esecuzione di attività specifiche e mirate realizzate in tre distinte fasi collocate rispettivamente prima (fase ante operam), durante (in corso d'opera) e dopo (post operam) la costruzione della linea ferroviaria.

In particolare sono previste le seguenti attività:

- approfondita analisi bibliografica per la caratterizzazione generale delle presenze faunistiche nel territorio coinvolto dalla realizzazione dell'opera in esame in fase di ante operam;
- rilievi in campo specifici in fase di ante operam per approfondire il quadro conoscitivo delle comunità faunistiche in particolari aree caratterizzate da un certo valore ecologico-ambientale;
- rilievi in campo specifici in fase di corso d'opera per la valutazione dell'evoluzione della consistenza e della diversità in specie delle comunità nelle stesse aree monitorate in ante operam;
- rilievi in campo specifici in fase di post operam per valutare l'efficacia degli interventi di mitigazione previsti per la componente in esame.

Prima dell'inizio delle attività di costruzione dell'opera verrà realizzata un'accurata raccolta e analisi di dati bibliografici esistenti, a cui saranno affiancate indagini in campo specifiche di approfondimento per alcuni gruppi faunistici "indicatori". La scelta di approfondire le indagini di monitoraggio è legata alla necessità di disporre di dati sulle popolazioni animali qualitativi e semi-quantitativi, che consentano di valutare il trend evolutivo delle specie e che potranno dare la misura del grado di modificazione e degli impatti indotti dalla realizzazione e dalla successiva messa in esercizio dell'opera.

Nell'ambito del programma di attuazione del progetto in questione dovranno essere previsti monitoraggi e controlli specifici durante le fasi di realizzazione e di esercizio dell'opera. Questo consentirà di seguire l'evoluzione del popolamento a vertebrati in funzione delle pressioni ambientali prodotte nelle rispettive fasi.

Il monitoraggio della fauna vertebrata dovrà essere finalizzato alla valutazione della consistenza delle popolazioni, mediante l'utilizzo di metodiche standardizzate, con particolare riguardo alle specie di preminente interesse conservazionistico-naturalistico.

Mandataria

Mandanti

#### MONITORAGGIO ANTE OPERAM

(A) Analisi bibliografica delle presenze faunistiche: questa fase sarà necessaria per fornire un quadro generale delle presenze faunistiche di maggior valore ecologico caratterizzanti il territorio coinvolto nella realizzazione dell'infrastruttura in oggetto. In particolare l'analisi bibliografica dell'area di studio prevedrà i seguenti *step*:

1. individuazione degli ambienti di interesse prioritario per la fauna;
2. allestimento di *check-list* di emergenze faunistiche presenti in ciascun ambiente di interesse prioritario individuato attraverso l'impiego di specifiche fonti bibliografiche riferite al territorio in analisi con particolare attenzione ad eventuali specie prioritarie (liste rosse e blu, specie degli Allegati della Direttiva Habitat e della Direttiva Uccelli) e rare;
3. valutazione preliminare sul livello di disturbo che le opere in progetto potrebbero causare, come ad esempio il disturbo diretto in fase di corso d'opera arrecato a colonie di importanti specie avicole nidificanti o svernati, il disturbo diretto e prolungato causato da macchinari e dai cantieri in particolari fasi del ciclo vitale di alcune specie, la distruzione e sottrazione degli habitat riproduttivi e di svernamento, la frammentazione degli habitat e la creazione (o la rimozione) di eventuali barriere impermeabili al passaggio della fauna oltre a quelle già esistenti.

(B) Programma dei rilevamenti:

1. individuazione per ciascuna area di campionamento delle zone in cui procedere al monitoraggio delle componenti faunistiche prima dell'inizio dei lavori;
2. caratterizzazione ambientale delle zone scelte secondo i principali parametri (chimico-fisici, ecologici, geomorfologici, pedologici) che influenzano la distribuzione ecologico-spaziale e la consistenza delle specie;
3. applicazione dei metodi di censimento adatti alle caratteristiche delle specie o gruppi sistematici interessati, prima, durante e dopo la costruzione dell'opera.

#### MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

L'attività di monitoraggio in corso d'opera della fauna prevede la fase di rilievo in campo precedentemente descritta con particolare riferimento alle specie indicatrici e/o bersaglio individuate come specie particolarmente vulnerabili o di rilevante interesse naturalistico nella fase di ante operam.

Mandataria

Mandanti

Dovrà essere, inoltre, verificata l'insorgenza di eventuali impatti negativi non previsti sulle popolazioni animali più significative e rilevanti dal punto di vista ecologico ed eventualmente proporre misure operative per la minimizzazione degli stessi.

#### MONITORAGGIO POST OPERAM

L'attività di monitoraggio in post operam della fauna prevede la fase di rilievo in campo precedentemente descritta con particolare riferimento alle specie indicatrici e/o bersaglio individuate come specie particolarmente vulnerabili o di rilevante interesse naturalistico sia nella fase di ante operam che di corso d'opera.

Tale attività avrà lo scopo di verificare, attraverso lo studio dell'evoluzione della consistenza delle emergenze faunistiche, l'efficacia dei ripristini vegetazionali in relazione alla componente faunistica (corridoi ecologici e passaggi fauna).

Nella tabella seguente sono elencati i principali metodi di censimento della fauna vertebrata, applicabili nella situazione ambientale in questione, tutte le fasi di progetto (ante operam, corso d'opera e post operam).

In più casi, per una singola specie o gruppo di specie, sarà indispensabile applicare congiuntamente più metodi di censimento, al fine di valutare correttamente, attraverso l'analisi comparativa dei dati ottenuti, la consistenza delle popolazioni. E' comunque opportuno specificare che non sempre è possibile definire la consistenza o la densità delle popolazioni, in quanto diverse specie rare hanno comportamenti elusivi, utilizzano aree vaste con confini difficilmente definibili e presentano un basso grado di contattabilità. In tali casi i rilevamenti saranno finalizzati all'acquisizione di dati semi-quantitativi, espressi in genere come frequenza d'incontro o delle presenze.

	<b>Tecniche di censimento</b>	<b>Cronoprogramma</b>
<b>ERPETOFAUNA</b>	<p><u>Osservazione diretta</u>: ricerca e conteggio degli esemplari lungo transetti o all'interno di aree rappresentative del territorio. Il metodo consente di ottenere dati qualitativi o semi-quantitativi (all'aumentare dello sforzo di campionamento).</p> <p><u>Cattura manuale</u>: ricerca e cattura degli esemplari previa ricerca in microhabitat tipici o mediante l'uso di attrezzature (trappole a caduta o galleggianti, cappi, retini). Si ottengono risultati di tipo prevalentemente qualitativo: aumentando lo sforzo di campionamento</p>	<p>AO: 2 rilievi in aprile/maggio;</p> <p>CO: 2 rilievi ad aprile e 2 rilievi a maggio;</p> <p>PO: 2 rilievi in aprile/maggio.</p>

Mandataria

Mandanti

	Tecniche di censimento	Cronoprogramma
	<p>è possibile procedere alla determinazione di parametri ecologici, quali l'Indice di Petersen (Heyer et al., 1994), ottenibile mediante la ricattura degli esemplari precedentemente catturati e marcati ("metodo delle catture successive").</p> <p><u>Richiami acustici</u>: conteggio dei richiami dei maschi in corrispondenza dei punti d'ascolto (possibile solo per anfibii canori e limitato alla sola stagione riproduttiva). Possono inoltre essere applicati altri metodi a supporto dei precedenti, quali il transetto notturno effettuato su automezzo (night driving, utile per il monitoraggio degli anfibii notturni) e/o la raccolta e l'identificazione degli esemplari uccisi sulle strade (<i>roadkill analysis</i>). Tutti i metodi proposti sono applicabili esclusivamente ai periodi in cui la componente faunistica in esame è attiva (primavera-autunno). A prescindere dalla tecnica adottata, si garantisce il rilascio e l'incolumità degli esemplari catturati.</p>	
AVIFAUNA	<p><u>Rilievo mediante stazioni di ascolto (point counts)</u>: individuazione delle specie nidificanti nell'area in esame mediante l'ascolto dei canti da un numero adeguato di stazioni. Il metodo, qualitativo, è particolarmente adatto per ambienti boschivi e/o specie difficili da osservare.</p> <p><u>Rilievo su transetti lineari</u>: registrazione dei contatti (visivi od auditivi) ottenuti da un osservatore durante il tempo impiegato a percorrere un transetto di lunghezza predeterminata; si riportano, quindi, la specie, il numero di individui, l'attività, il substrato e la distanza dal</p>	2 volte all'anno: marzo e ottobre.

Mandataria

Mandanti

	Tecniche di censimento	Cronoprogramma
	<p>transetto degli uccelli osservati. Il metodo è sostanzialmente qualitativo; aumentando decisamente lo sforzo di campionamento (35-40 registrazioni, ripetizione mensile del campionamento) è, tuttavia, possibile ottenere informazioni semi-quantitative e procedere al calcolo di indici faunistici (es. ricchezza di specie, abbondanza, diversità) e stime di densità. Le specie particolarmente elusive o rare (es. rapaci) possono, inoltre, richiedere l'applicazione di 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 <i>playback</i>). Le specie coloniali (es. laridi, ardeidi) richiedono anch'esse tecniche specifiche per stimare le densità delle colonie individuate.</p>	
<b>MAMMALOFAUNA</b>	<p><u>Trappole "a vivo"</u> per la microteriofauna (talpe, toporagni, arvicole, ghiri, topi, ratti): campionamento basato su una disposizione di trappole non letali, di diverso tipo, a intervalli regolari, lungo un transetto od in modo da formare una "griglia di cattura". Nel secondo caso è possibile ottenere una stima della densità della popolazione, potendo ricondurre il numero di esemplari catturati alla superficie di campionamento (area della "griglia"). Le catture si effettuano nottetempo; è sempre previsto il rilascio degli esemplari catturati.</p> <p><u>Osservazione dei segni di attività</u> per la mesoteriofauna: analisi di tracce, orme, tane, feci, resti di pasto, ecc.</p>	<p>AO: 2 volte all'anno (primavera-autunno); CO: 4 volte (rilievi stagionali); PO: 2 volte all'anno (primavera-autunno).</p>

Mandataria

Mandanti

Al termine dei rilievi in campo i dati raccolti verranno criticamente analizzati anche grazie all'impiego di indici di abbondanza di particolari specie bersaglio che diano informazioni sullo stato di conservazione dei diversi habitat e che consentano di monitorare le alterazioni strutturali nelle aree indagate.

#### Ulteriori elementi da monitorare (post operam)

Una volta costruite le misure di mitigazione (aree di rimboschimento e sottopassi faunistici), è importante verificarne la permeabilità faunistica, cioè se esse vengono effettivamente utilizzate dagli animali nella misura stimata in sede progettuale. E', pertanto, necessario rispondere in particolare alle seguenti domande: ciò che è stato costruito risponde effettivamente ai motivi che lo hanno reso necessario? Quali sono le specie utilizzatrici? Qual è l'influsso degli ambienti circostanti? Gli attraversamenti vengono usati solo dagli animali in fase di dispersione oppure anche dai residenti? Inoltre, occorre verificare lo stato di conservazione ed efficienza delle opere (usura, danneggiamento, degrado) in modo da supportarne la manutenzione.

Per rispondere a queste esigenze sono necessarie azioni di monitoraggio opportune:

- **per piccoli attraversamenti, come tunnel e passaggi sotto ponti e canali sotterranei, si utilizza il metodo "inchiostro": occorre fissare su una tavola un tampone inchiostriante e alcuni fogli, che possono essere introdotti nel tunnel per 1,5-2 m, allo scopo di registrare le impronte delle zampe degli animali in transito;**
- **una variante è una striscia di sabbia o argilla all'ingresso del tunnel;**
- **quando il metodo "inchiostro" non può essere usato, oppure è necessario documentare anche il comportamento degli animali, si ricorre a un sistema di registrazione video automatico (telecamera a infrarossi con videoregistratore e sensori che percepiscono la presenza degli animali); questo sistema funziona bene con i mammiferi e può avere un'autonomia di una settimana.**

La durata ottimale dei monitoraggi finalizzati alla taratura degli interventi deve essere almeno di 4 anni, mentre la verifica di manutenzione deve accompagnare la vita dell'opera complessiva.

Infine, saranno oggetto di controllo anche i reimpianti delle opere a verde nelle aree di cantiere dove questi saranno realizzati, al fine di monitorare le aree di rimboschimento. I sopralluoghi saranno effettuati nei periodi di inizio primavera e fine estate della fase post operam.

Mandataria

Mandanti

## 6.5.6 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 16 Tipologia di rilievi e frequenza prevista per la componente Flora e vegetazione**

ATTIVITÀ	ANTE OPERAM (6MESI) (FREQUENZA)	CORSO D' OPERA (FREQUENZA)	POST OPERAM (6 MESI) (FREQUENZA)
<i>Censimento floristico</i> <i>Flora - analisi floristica per fasce</i> <i>campione distale e prossimale all'opera</i> <i>(c)</i>	2 volte /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	2 volte /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	2 volte /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)
<i>Rilievo Fitosociologico</i> <i>Comunità vegetali - rilievo</i> <i>fitosociologico con metodo di Braun-</i> <i>Blanquet (d)</i>	1 volta /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	1 volta /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	1 volta /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)

La durata del periodo di monitoraggio in corso d'opera sarà di tutta la durata della realizzazione dell'opera; mentre quello relativo alla fase post operam, che ha l'obiettivo di controllare le ricadute dell'esercizio dell'opera, avrà una durata di sei mesi dalla 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.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "Localizzazione dei punti di monitoraggio". Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei punti individuati.

**Tabella 17 - Punti di monitoraggio per la componente Flora e Vegetazione**

Punto	Progr. Km	Indagini previste		
		A.O. (6 mesi)	C.O. (3 anni)	P.O. (6 mesi)
VEG_01	41+500	X	X	X
VEG_02	31+500	X	X	X

Mandataria

Mandanti



Punto	Progr. Km	Indagini previste		
		A.O. (6 mesi)	C.O. (3 anni)	P.O. (6 mesi)
VEG_03	27+900	X	X	X

Sarà inoltre effettuata una verifica della funzionalità delle opere di inserimento ambientale previste mediante un apposito Piano di Monitoraggio in fase di Post-Operam; quest'ultimo, in corrispondenza delle opere a verde previste e delle aree di cantiere dismesse andrà a prevedere cure adeguate per l'attecchimento (con irrigazione nei periodi siccitosi) ed una verifica dello stato fito-sanitario delle specie messe a dimora, con l'eventuale sostituzione delle fallanze. Tale l'indagine sarà effettuata due volte all'anno ed avrà durata non inferiore ai tre anni dopo la piantumazione e avrà lo scopo anche di impedire la colonizzazione spontanea di specie alloctone come *Ailanthus altissima* o *Robinia pseudoacacia*.

### Fauna

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

La durata del periodo di monitoraggio in corso d'opera sarà tutta la durata dei cantieri; mentre quello relativo alla fase post-operam sarà di sei mesi.

Il PMA prevede di localizzare le azioni nei tratti in prossimità delle aree di interesse conservazionistico, al fine di garantire un efficace controllo degli effetti sul sistema delle aree di interesse comunitario e di valutare l'efficienza delle opere mitigative poste in loro corrispondenza.

Di seguito le 3 macroaree da monitorare:

Macroarea	Km	Codice AP	Tipo Sito	Nome Sito
1	27+900	IT5120018	ZSC	Lago di Sibolla
2	31+500	IT5120020	ZSC	Padule di Verciano, Prati alle Fontane e Padule delle Monache
3	41+500			Attraversamento del Canale Ozzoretto

Il PMA concentrerà le sue azioni proprio in corrispondenza delle aree sopra evidenziate, per monitorare efficacemente l'instaurarsi di criticità e i benefici apportati dalle opere di mitigazione.

**Km 28:** Area Ramsar "Lago di Sibolla", distante circa 850 m dal tracciato.

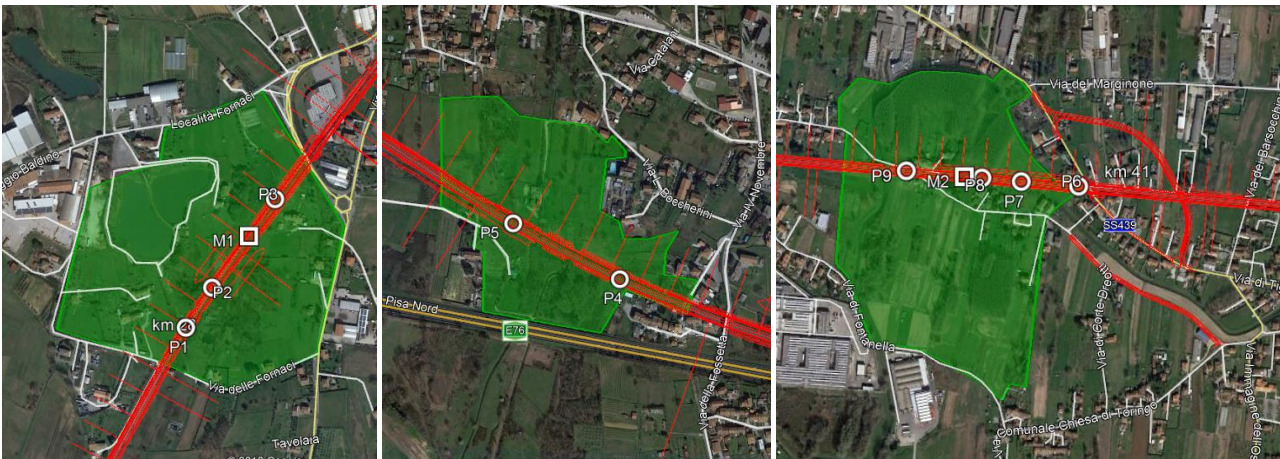
**Km 31 - 32:** ZSC "Padule di Verciano, Prati alle Fontane e Padule delle Monache", distante 900/1000 m dal tracciato.

**Km 42:** il tracciato attraversa il Canale Ozzoretto.

Mandataria

Mandanti

L'esatta localizzazione delle macroaree all'interno delle quali saranno allocate le singole unità di campionamento (trasetti e stazioni) dovrà coincidere con la localizzazione degli attraversamenti faunistici. Durante la fase di ante operam, in occasione del primo sopralluogo, tali punti saranno individuati e referenziati tramite GPS; contestualmente ne sarà valutata l'idoneità faunistica preliminare alla realizzazione dell'intervento, e la possibile esistenza di aree di maggior pregio/maggiormente adatte all'intervento nelle immediate vicinanze degli stessi. Qualora ciò si verificasse, la posizione del sottopasso faunistico potrà essere rettificata di conseguenza.



**Figura 6.1: Macroaree per l'allocazione delle unità di campionamento faunistiche. Dettaglio della collocazione delle stesse lungo il tracciato in progetto: da sinistra a destra, Macroarea1, Macroarea2, Macroarea3. Sono riportati i sottopassi di dimensioni medio-piccole (cerchi) medie (quadrati). In rosso è riportato il tracciato in progetto.**

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

**Tabella 18 – Tipologia e numero rilievi previsti**

Attività	Ante Operam (6 mesi) (frequenza)	Corso d' Opera (3 anni) (frequenza)	Post Operam (6 mesi) (frequenza)
Avifauna (AV)	2 volte	2/anno	2 volte
Fauna mobile terrestre – Mammiferi di medie e piccole dimensioni (MT)	2 volte	4/anno	2 volte
Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili (MT)	2 volte	4/anno	2 volte

Le aree caratterizzate da una maggiore naturalità sono quelle legate al passaggio dei corsi d'acqua, in corrispondenza delle quali sono previste anche le indagini sulla fauna (AV e MT).

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "Planimetrie localizzazione punti di monitoraggio ambientale", ove è possibile individuare i punti previsti. Di seguito si riporta una tabella esplicativa.

**Tabella 19 Punti di monitoraggio per la componente Fauna**

Punto	Progr. Km	Indagini previste		
		A.O. (6 mesi)	C.O. (3 anni)	P.O. (6 mesi)
FAU_01	41+500	X	X	X
FAU_02	31+500	X	X	X
FAU_03	27+900	X	X	X

## 6.6 PAESAGGIO

### 6.6.1 Obiettivi di monitoraggio

Il monitoraggio della componente paesaggistica ha lo scopo di analizzare lo stato dei luoghi (contesto paesaggistico ed area di intervento) prima dell'esecuzione delle opere previste, ed accertarne dopo la realizzazione dell'intervento:

- la compatibilità rispetto ai valori paesaggistici riconosciuti dagli eventuali vincoli presenti;
- la congruità con i criteri di gestione dell'immobile o dell'area;
- la coerenza con gli obiettivi di qualità paesaggistica.

Per tale motivo si prevede di monitorare la componente paesaggio sia in fase ante operam che in fase post operam.

Gli elementi per la valutazione di compatibilità paesaggistica si basano su una simulazione dettagliata dello stato dei luoghi a seguito della realizzazione del progetto, resa mediante una fotomodellazione realistica (rendering computerizzato o manuale del progetto e sovrapposizione alle foto dello stato di fatto), comprendente un adeguato intorno dell'area di intervento, desunto dal rapporto di intervisibilità esistente (punti di osservazione), per consentire la valutazione di compatibilità ed adeguatezza delle soluzioni nei riguardi del contesto paesaggistico. Attraverso elaborazioni fotografiche e grafiche, si mostreranno gli effetti dell'inserimento nel contesto paesaggistico e l'adeguatezza delle soluzioni.

Mandataria

Mandanti

### **6.6.2 Il report sul paesaggio**

Il monitoraggio della componente paesaggio si esplica attraverso diverse attività finalizzate alla redazione del Report sul Paesaggio, comprensivo di rappresentazioni in elaborati grafici.

A tal fine, il Report individua:

- lo stato attuale del bene paesaggistico interessato;
- gli elementi di valore paesaggistico in esso presenti, nonché le eventuali presenze di beni culturali tutelati di cui alla parte II del Codice del Paesaggio (D. Lgs. 41/2004 e s.m.i.);
- gli impatti sul paesaggio delle trasformazioni proposte;
- gli elementi di mitigazione e compensazione necessari.

### **6.6.3 Metodiche di monitoraggio**

Il monitoraggio della componente paesaggio consisterà in due tipologie differenti di rilevazioni:

- **Rilievo Aerofotogrammetrico;**
- **Rilievo a terra con punti di presa fotografica.**

**Il Rilievo Aerofotogrammetrico** consisterà nell'acquisizione (preferibilmente mediante ripresa aerofotogrammetrica eseguita mediante drone) a distanza di dati riguardanti il territorio e l'ambiente, attraverso tecniche di telerilevamento (tecnologia LiDAR), che prevedono le seguenti fasi:

- esecuzione del volo di ripresa aerofotogrammetrica;
- produzione fotogrammi stereoscopici;
- produzione ortofoto digitali a colori;
- elaborazione dati LiDAR.

Scopo principale della ripresa aerotrasportata è l'acquisizione di dati attraverso i quali poter analizzare, relativamente alle aree di indagine:

- l'uso del suolo;
- gli eventuali stress presenti nella vegetazione naturale;
- fornire elementi per l'analisi di dettaglio della vegetazione naturale attraverso processi di stratificazione dei dati di immagine.

Nell'ambito della progettazione della ripresa aerea, i seguenti elementi saranno tenuti in considerazione:

- la risoluzione geometrica al suolo non sarà maggiore di 1,0 m, allo scopo di ottenere un numero sufficiente di pixels per l'analisi delle chiome degli alberi;

Mandataria

Mandanti

- l'accuratezza della geometria dell'immagine compresa tra 1 e 2,5 m;
- la ripresa sarà effettuata in un preciso momento dello stato vegetativo della copertura del suolo, allo scopo di meglio cogliere l'eventuale stress della vegetazione;
- saranno precisati:
  - la quota di volo;
  - il tempo necessario per il completo ricoprimento delle aree di indagine.
- gli strumenti di controllo della posizione prevedranno l'uso di:
  - GPS differenziale;
  - Sistema di Navigazione Inerziale (POS).
- Per l'esecuzione della ripresa si dovranno inoltre acquisire:
  - descrizione strumentazione utilizzata;
- verifica del funzionamento dello spettroscopio e dell'attrezzatura di controllo della posizione del drone;

verifica delle condizioni meteorologiche presenti sulle aree di indagine al momento della prevista realizzazione delle riprese aeree ed in termini di:

- probabile copertura nuvolosa sulle dette aree che non dovrà essere superiore al 5%;
- condizioni di trasparenza atmosferica da mettere in relazione all'umidità dell'area e del pulviscolo atmosferico;
- rispetto dell'intervallo di tempo previsto per non più di 3 ore di acquisizione giornaliera centrate sulle ore 12,00 solari (10,30-13,30) allo scopo di evitare l'effetto ombra.

**Il rilievo Fotografico** sarà eseguito congiuntamente ai rilievi fotogrammetrici, e consentirà di eseguire un'attenta analisi del paesaggio, dello stato attuale dell'area d'intervento e del contesto paesaggistico.

I punti di presa funzionali al rilievo fotografico saranno quelli che, in base agli studi paesaggistici effettuati, possono determinare un'alterazione della percezione scenica dei luoghi, relativamente al rapporto opera-paesaggio.

Per quanto riguarda il rilievo fotografico sarà prodotta una documentazione fotografica costituita da schede monografiche di dettaglio dei punti individuati e di un elaborato grafico dove sono individuati planimetricamente i punti in cui sono scattate le foto mediante i coni ottici di visualizzazione.

Mandataria

Mandanti

#### **6.6.4 Criteri di scelta delle aree indagate**

Le indagini effettuate mediante telerilevamento interesseranno il seguente territorio:

- tutto il territorio interessato dalla realizzazione delle tratte/nodo ferroviario, ivi compresi i tratti di interconnessione, per una fascia minima di 100 metri da ciascun lato della linea;
- le aree di cantiere e le aree limitrofe per una fascia minima di 100 metri intorno al loro confine;
- le aree di particolare interesse naturalistico limitrofe alla linea.

Per quanto riguarda i rilievi fotografici, i punti di osservazione e di rappresentazione fotografica saranno individuati e ripresi nelle aree per le quali l'inserimento dell'opera determini sulla componente in esame e in merito ai criteri contenuti negli studi paesaggistici, un impatto medio o alto, i punti di rilievo saranno ubicati in luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici, dai quali sia possibile cogliere con completezza le fisionomie fondamentali del territorio.

In particolare, la rappresentazione dei prospetti e degli skylines si estenderà anche agli edifici contermini, per un'area più o meno estesa, secondo le principali prospettive visuali da cui l'intervento è visibile.

Non verranno eseguite fotografie da punti e luoghi non accessibili da tutti.

#### **6.6.5 Elaborazione delle immagini e output**

Le immagini acquisite mediante telerilevamento verranno elaborate allo scopo di derivare dati quali-quantitativi sullo stato della copertura vegetale e per indirizzare le indagini di campo attraverso la stratificazione dei dati di immagine. L'elaborazione consiste nelle seguenti attività:

- correzioni radiometriche ed atmosferiche realizzate allo scopo di rendere comparabili i dati di immagine acquisiti in condizioni diverse di illuminazione (azimut e zenit solari, trasparenza atmosferica);
- correzioni geometriche realizzate allo scopo di ottenere ortoregistrazioni sovrapponibili alla cartografia in scala 1:10.000. L'obiettivo di queste correzioni è raggiunto utilizzando:
  - un DTM di dettaglio delle aree di indagine con risoluzione non superiore a 20x20 m;
  - i dati raccolti dal GPS e dal Sistema di Navigazione Inerziale.

La precisione della correzione dovrà essere compresa tra  $\pm 2$  pixels.

Gli output delle indagini eseguite mediante i metodi descritti nei paragrafi precedenti saranno opportunamente elaborati, così da fornire delle valutazioni oggettive, e funzionali

Mandataria

Mandanti

ad un confronto tra la situazione ante- Operam e Post - Operam, le elaborazioni che saranno eseguite sono le seguenti:

- elaborazione delle immagini orientate alla evidenziazione della vegetazione sottoposta a stress in generale: a tale scopo saranno utilizzati modelli che consentano la messa in evidenza dei detti stress **NDVI** (Normalized Differences Vegetation Index).
  - L'indice di vegetazione normalizzato è il principale indicatore da satellite della presenza di vegetazione sulla superficie terrestre e del suo evolversi nel tempo. L'indice viene utilizzato come indicatore poichè, in caso di stress idrico, le piante riducono l'attività fotosintetica. L'indice viene calcolato partendo da immagini satellitari prodotte da sensori che acquisiscono nel rosso (R: 0.7 µm) e vicino infrarosso (NIR: 0.9 µm). Valuta la presenza di attività fotosintetica, in quanto mette in relazione lo spettro del rosso, in cui c'è assorbimento da parte della clorofilla, e quello del vicino infrarosso in cui le foglie riflettono la luce per evitare il surriscaldamento. I valori dell'indice sono tipicamente compresi tra -1 e +1. La presenza di vegetazione assume valori maggiori di 0.2. L'indice così determinato può essere confrontato con una serie storica di valori, e permette quindi di rilevare e identificare eventuali anomalie.
- elaborazione dei dati di immagini orientate a segmentare le immagini con lo scopo di assistere la fase di campionamento della copertura vegetale direttamente in campo.

### 6.6.6 *Articolazione temporale del monitoraggio*

Punto	Ubicazione	Ante Operam (6 mesi)	Post Operam (6 mesi)
PAE_01	32+150	Una campagna	Una campagna

Mandataria

Mandanti

## 6.7 RUMORE

### 6.7.1 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.

### 6.7.2 Normativa di riferimento

#### Leggi nazionali

- 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 DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 Marzo 2004, n. 142 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447. (GU n. 127 del 1-6-2004) testo in vigore dal 16-6-2004;

Mandataria

Mandanti



- 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;
- Decreto 23 Novembre 2001 Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore. (GU n. 288 del 12-12-2001);
- Decreto Ministero Ambiente 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore" (Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000);
- 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 -Tecnica di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 -Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 -Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- 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 descritto di seguito è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014".

### **6.7.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare**

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto degli standard o dei valori limite definiti dalle leggi, in particolare il rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti in base alla classificazione acustica del territorio.

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

Mandataria

Mandanti

- 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.

La 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);
- RUV, per il monitoraggio del rumore prodotto dalla viabilità di cantiere (ante operam- corso d'opera);
- RUL, per il monitoraggio del rumore prodotto dal FAL (corso d'opera);
- RUF, per il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario (ante operam-post operam).

Nel caso in oggetto, in funzione della tipologia dell'opera da realizzare, della dotazione infrastrutturale e del territorio in cui si inserisce, si prevedono tutte le tipologie di punti di misura.

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

In base alla finalità della misura ed alla tipologia di rumore monitorato si prevede di eseguire per le tipologie di punti RUC, delle misure di 24 ore, con postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, mentre per le misure RUL la durata sarà di 7 giorni; le misure saranno eseguite in fase ante operam ed in corso d'opera per il controllo e la caratterizzazione del rumore nelle aree di cantiere (RUC), solo in fase di corso d'opera per il fronte di avanzamento lavori (RUL), ed in ante operam e post operam per il controllo del transito dei convogli ferroviari (RUF).

Le postazioni RUF sono localizzate:

- in corrispondenza di punti caratterizzati da un impatto residuo a valle delle misure di mitigazione previste nel progetto (barriere antirumore di linea), la campagna di monitoraggio acustico che sarà effettuata Post-operam sarà volta a verificare il rispetto dei limiti di legge per tutti i ricettori interessati;
- in corrispondenza dei ricettori per i quali in fase di studio acustico sono stati ipotizzati degli interventi diretti.

Le misure verranno effettuate prima di realizzare eventuali interventi diretti, per validare le ipotesi fatte in fase di studio acustico.

Le postazioni RUC e RUL sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi maggiormente esposti alle attività di cantiere ed in corrispondenza di edifici scolastici.

Oltre ai punti appena indicati, saranno effettuate delle campagne di monitoraggio (RUV) di durata 7 giorni volte a valutare l'incremento del rumore in Corso d'opera anche per quanto

*Mandataria*

*Mandanti*

riguarda i ricettori ubicati lungo la viabilità interessata dai mezzi pesanti per il trasporto dei materiali (Via di Tiglio).

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.

#### 6.7.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

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.

Mandataria

Mandanti

LAeq,F	è il livello continuo equivalente riferito solo al passaggio di tutti i convogli nelle 24 ore
--------	---

### **6.7.5 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.

I punti di monitoraggio specifici della componente rumore, nonché la tipologia di punto (RUC, RUL, RUF, RUV), verranno localizzati nel dettaglio in fase di progettazione successiva.

Nella tabella seguente si riportano i punti di monitoraggio della componente rumore, nonché la tipologia di punto (RUC, RUL, RUF). Nel complesso si prevedono:

- 6 RUC;
- 9 RUL;
- 1 RUV;
- 4 RUF.

Mandataria

Mandanti

**Tabella 20 Punti di misura**

PUNTO	COD. RICETTORE/ PK PER RICETTORI AFFERENTI A FINESTRE	FASE	FREQUENZA	DURATA
RUL 09	4613	CO	n. 1 campagna	7g
RUL 08	4622	CO	n. 1 campagna	7g
RUC 06	1329	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUL 07	1399	CO	n. 1 campagna	7g
RUC 05	2341	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUL 06	2384	CO	n. 1 campagna	7g
RUL 05	4830	CO	n. 1 campagna	7g
RUC 04	2437	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUC 03	1459	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUL 04	2606	CO	n. 1 campagna	7g
RUC 02	2606	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUC 01	2609	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUL 03	2609	CO	n. 1 campagna	7g
RUL 02	2613	CO	n. 1 campagna	7g
RUV 01	SR439	AO	n. 1 campagna	7g
		CO	n. 1 campagna	7g
RUL 01	2708	CO	n. 1 campagna	7g
RUF 01	2489	A.O.	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h

Mandataria

Mandanti

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

RUF 02	2466	A.O.	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h
RUF 03	2369	A.O.	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h
RUF 04	1345	A.O.	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h

Mandataria



Mandanti



## 6.8 VIBRAZIONI

Le principali sorgenti di vibrazioni nei cantieri sono generalmente connesse alle attività di demolizione, scavo, perforazione e palificazione.

### 6.8.1 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 dal passaggio dei mezzi di cantiere lungo le piste ricavate all'interno delle aree di lavorazione stesse.

### 6.8.2 Normativa di riferimento

Il problema 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 e dalla UNI 9916 - Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.

#### UNI 9614

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<sup>2</sup> o mm/s<sup>2</sup> 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<sup>2</sup> e a<sub>0</sub> = 10<sup>-6</sup> m/s<sup>2</sup> 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).

Mandataria

Mandanti

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 9916**

Tale norma non fornisce limiti ben definiti ma fornisce una guida relativa ai metodi di misura, di trattamento dei dati, di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

La norma classifica le definizioni di danno in funzione degli effetti che le vibrazioni provocano agli edifici secondo la seguente terminologia:

- danno di soglia: formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici intonacate o sulle superfici di muri a secco; inoltre formazione di fessure filiformi nei giunti a malta delle costruzioni in mattoni e in calcestruzzo;
- danno minore: formazione di fessure più aperte, distacco e caduta di gesso o pezzi di intonaco di muri a secco; formazione di fessure in blocchi di mattoni o di calcestruzzo;
- danno maggiore: danneggiamento di elementi strutturali; fessure nelle colonne di supporto; apertura di giunti; serie di fessure nella muratura.

Ed inoltre;

- ISO 2631, Mechanical vibration and shock evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 1: General requirements, 1997.
- ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz), 1989.
- ISO 2631, Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 3: Evaluation of exposure to whole-body vibration in the frequency range 0.1 to 0.63 Hz, 1985.
- ISO 1683, Acoustics – Preferred reference quantities for acoustic levels, 1983.
- CEI 29-1 Misuratori di livello sonoro (conforme alla pubblicazione IEC 651), 1983.
- DIN 4150, Vibrations in building. Part 2: Influence on persons in buildings, 1975.

Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza o i corrispondenti valori riscontrati sui

Mandataria

Mandanti



tre assi, possono essere confrontati con i limiti di seguito riportati, distinti in funzione della destinazione d'uso dell'edificio ove sono state rilevate.

**Tabella 21 Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per l'asse z**

	A (M/S <sup>2</sup> )	L (dB)
Aree critiche	5,0 10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni (notte)	7,0 10 <sup>-3</sup>	77
Abitazioni (giorno)	10,0 10 <sup>-3</sup>	80
Uffici	20,0 10 <sup>-3</sup>	86
Fabbriche	40,0 10 <sup>-3</sup>	92

**Tabella 22 Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per gli assi x e y**

	A (M/S <sup>2</sup> )	L (dB)
Aree critiche	3,6 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni (notte)	5,0 10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni (giorno)	7,2 10 <sup>-3</sup>	77
Uffici	14,4 10 <sup>-3</sup>	83
Fabbriche	28,8 10 <sup>-3</sup>	89

### 6.8.3 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 vibrazione (es: scavo, fondazioni pali, etc.) sono svolte nelle immediate vicinanze dei ricettori.

Mandataria

Mandanti

#### **6.8.4 Modalità di monitoraggio e parametri**

I rilievi sono eseguiti per mezzo di un analizzatore di frequenza in tempo reale (per la classe 1 conforme alle norme EN 60652/1994 e EN 60804/1994 e alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994 per quanto riguarda i filtri) collegato ad un accelerometro per mezzo di un opportuno preamplificatore di segnale. Il principio di funzionamento dell'accelerometro si basa sulla nota relazione  $F = M \times a$ , per cui un corpo di massa  $M$  cui è applicata una forza  $F$  si sposta con accelerazione  $a$ . Il fenomeno vibratorio imprime alla massa  $M$  una forza  $F$ , la forza attua uno sforzo di compressione o di taglio su un cristallo piezoelettrico, il quale genera una carica elettrica proporzionale alla forza e di conseguenza all'accelerazione. L'accelerometro sfrutta la tecnologia LIVM (Low impedance voltage mode) che permette di convertire l'alta impedenza dei segnali elettrici generati dal cristallo piezoelettrico in una tensione a bassa impedenza per trasmettere il segnale sui cavi elettrici e mantenere un'eccellente immunità al rumore elettrico, tanto che la sensibilità di detto accelerometro è pari a 517.50 mV/g corrispondente a 52,77 mV/m/s<sup>2</sup> nel range di frequenza da 1Hz a 3000 Hz. Il rumore elettrico equivalente è, invece, pari a 0.0001 G corrispondente a 0,980665 mm/s<sup>2</sup>. 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.

#### **6.8.5 Elaborazioni delle misure**

L'elaborazione delle misurazioni sarà effettuata per ogni evento significativo, per ogni sensore installato e per ogni direzione di misura. I segnali, registrati nel dominio del tempo dovranno essere analizzati nel dominio delle frequenze nel campo da 1 a 80 Hz, rappresentando gli spettri in diagrammi ad 1/3 di ottava. Più in dettaglio per ogni sito di misura e per ogni posizione dovrà essere diagrammato lo spettro medio e lo scarto quadratico medio delle misure delle tre componenti, composte secondo le indicazioni della normativa ISO 2631. Si ricorda che ogni diagramma dovrà essere completato dalla tabella dei valori relativi al diagramma stesso.

Nei spettri elaborati sarà sovrapposta, inoltre, la curva indicata dalle norme ISO 2631 per la soglia di sensibilità umana tra 1-80 Hz e quella caratteristica degli ambienti di lavoro (curva ISOX4). Ciò potrà essere utile per paragonare i valori ottenuti alla soglia di percezione umana.

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

Per la componente vibrazioni si prevedono due tipologie di postazioni di misura:

Mandataria

Mandanti

- le postazioni di tipo VIC, specifiche per la verifica delle attività di cantiere, da monitorare nelle fasi AO e CO;
- le postazioni di tipo VIL, specifiche per la verifica delle attività del FAL, da monitorare nella fase CO;
- le 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.

In particolare, i VIL si prevedono in corrispondenza di quei ricettori maggiormente esposti alle attività di:

- Scavo meccanizzato;
- realizzazione dei rilevati e trincee, nei quali risulta impattante l'azione dovuta al vibrocompattatore.

Le misure VIF saranno previste in corrispondenza dei ricettori residenziali prossimi alla linea e oggetto di potenziale disturbo, le misure saranno funzionali ai rilievi 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 9614:1990 "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:

**Tabella 23 Valori limite di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614)**

Luogo	Accelerazione[m/s <sup>2</sup> ]	L[dB]
Aree critiche	3.3 * 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni (notte)	5.0*10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni (giorno)	7.2*10 <sup>-3</sup>	77
Uffici	14.4*10 <sup>-3</sup>	83
Fabbriche	28.8*10 <sup>-3</sup>	89

Mandataria

Mandanti

Nella tabella seguente si riportano i punti di monitoraggio della componente vibrazioni, nonché la tipologia di punto (VIC, VIL, VIF). Nel complesso si prevedono:

- 6 VIC;
- 9 VIL;
- 4 VIF.

per un totale di 19 postazioni di misura.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "Localizzazione punti di monitoraggio".

Nella fase Ante Operam sarà svolta una campagna di misura sui punti VIC e VIF. Nella fase Corso d'Opera sono previste campagne di misura per i punti VIC, mentre per i VIL la misura sarà da eseguirsi 2 volte durante le lavorazioni più impattanti. In fase di Post Operam sarà svolta una campagna di monitoraggio sui punti VIF.

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

**Tabella 24 – Tipologia e numero rilievi previsti**

PUNTO	COD. RICETTORE/ PK PER RICETTORI AFFERENTI A FINESTRE	FASE	FREQUENZA	DURATA
VIL 09	4613	CO	n. 2 campagne	24 h
VIL 08	4622	CO	n. 2 campagne	24 h
VIC 06	1329	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIL 07	1399	CO	n. 2 campagne	24 h
VIC 05	2341	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIL 06	2384	CO	n. 2 campagne	24 h
VIL 05	4830	CO	n. 2 campagne	24 h
VIC 04	2437	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIC 03	1459	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h

Mandataria

Mandanti

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

VIL 04	2606	CO	n. 2 campagne	24 h
VIC 02	2606	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIC 01	2609	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIL 03	2609	CO	n. 2 campagne	24 h
VIL 02	2613	CO	n. 2 campagne	24 h
VIL 01	2708	CO	n. 2 campagne	24 h
VIF 01	2489	A.O.	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h
VIF 02	2466	A.O.	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h
VIF 03	2369	A.O.	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h
VIF 04	1345	A.O.	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagna	24 h

Mandataria

**TECH** PROJECT  
ingegneria integrata ®



Mandanti

