



# REGIONE TOSCANA

Direzione mobilità, infrastrutture e trasporto pubblico locale  
Settore viabilità regionale ambiti Firenze-Prato e Pistoia

## NUOVO PONTE SUL FIUME ARNO E RELATIVI COLLEGAMENTI VIARI TRA LO SVINCOLO DELLA SGC FI-PI-LI DI LASTRA A SIGNA E DI SIGNA CIG: 95482064DA - CUP: D91B21005300001

### OFFERTA TECNICA



## 12 - AMBIENTE E PAESAGGIO

Descrizione elaborato

Piano di monitoraggio ambientale - Relazione tecnica

Data  
Giugno 2023

Codice interno	Livello	Ambito	Tipo	Numero	Rev.
23007	PD	AMB	R	07	00

### Raggruppamento Temporaneo di Imprese:

Mandataria:



**CONSORZIO STABILE  
ON SITE SCARL**  
Via delle Porcellane, 5 - 50019 Sesto  
Fiorentino (FI)  
P. IVA: 07226860489  
E-Mail: [info@consorziostableonsite.com](mailto:info@consorziostableonsite.com)

Mandante:



**GIUGLIANO COSTRUZIONI METALLICHE S.r.l.**  
Zona INDUSTRIALE ASI Marcanise Sud  
81025 MARCANISE (CE)  
P. IVA: 04312731211  
E-Mail: [info@giuglianocostruzionimetalliche.com](mailto:info@giuglianocostruzionimetalliche.com)

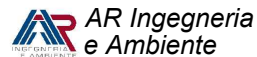
### Redazione Offerta Tecnica e Progetto Definitivo:



**DP INGEGERIA S.R.L.**  
Società di Ingegneria Civile

DP INGEGERIA [info@dpingegneria.com](mailto:info@dpingegneria.com) - [www.dpingegneria.com](http://www.dpingegneria.com)

ASSOCIATO



Prof. Ing. Stefano **Pagliara**

Ing. Massimo **Ascoli**

Prof. Ing. Alessandro **Marradi**

Dott. Paolo **Turin**

Consulenza:

Prof. Ing. Walter **Salvatore**

Prof. Ing. Nunziante **Squeglia**



## Sommario

A	Premessa.....	3
B	Criteri metodologici per la redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale .....	3
B.1	Obiettivi del Monitoraggio Ambientale.....	3
B.2	Requisiti del Piano di Monitoraggio Ambientale .....	3
C	Caratteristiche generali del territorio .....	6
C.1	inquadramento geomorfologico e idrografico .....	7
C.2	Uso del suolo e biodiversità .....	7
D	Componenti oggetto di monitoraggio ambientale.....	8
D.1	Atmosfera.....	8
D.1.1	RIFERIMENTI Normativi.....	8
D.1.1.2	NORMATIVA.....	9
D.1.2	DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	10
D.1.3	Metodica di monitoraggio.....	10
D.1.4	Parametri rilevati .....	11
D.1.5	Frequenza.....	13
D.2	Acque superficiali.....	14
D.2.1	Riferimenti Normativi.....	15
D.2.2	Definizione dei punti di monitoraggio .....	16
D.2.3	Metodica di monitoraggio.....	16
D.2.4	Parametri rilevati.....	16
D.2.5	Frequenza.....	19
D.2.6	Modalità di trasmissione e comunicazione dei dati misurati.....	21
D.2.7	Documentazione da produrre .....	21
D.2.8	Gestione delle anomalie .....	22
D.2.9	Misure di mitigazione e compensazione da mettere in atto in caso di criticità .....	24
D.3	Acque sotterranee.....	25
D.3.1	Riferimenti Normativi.....	25
D.3.2	Definizione dei punti di monitoraggio .....	26
D.3.3	Metodica di monitoraggio.....	26
D.3.4	Parametri rilevati.....	26
D.3.5	Frequenza.....	27
D.3.6	Modalità di trasmissione e comunicazione dei dati misurati.....	30



D.3.7	Documentazione da produrre .....	30
D.3.8	Gestione delle anomalie .....	31
D.3.9	Misure di mitigazione e compensazione da mettere in atto in caso di criticità .....	33
D.4	Rumore .....	33
D.4.1	Riferimenti Normativi.....	33
D.4.2	Definizione dei punti di monitoraggio .....	35
D.4.3	Metodica di monitoraggio.....	35
D.4.4	Parametri rilevati .....	36
D.4.5	Frequenza.....	37
D.5	Vibrazioni .....	38
D.5.1	Riferimenti Normativi.....	38
D.5.2	Definizione dei punti di monitoraggio .....	39
D.5.3	Metodica di monitoraggio.....	39
D.5.4	Parametri rilevati .....	40
D.5.5	Frequenza.....	40
D.5.6	Ante-Operam .....	40
D.5.7	Corso d'opera .....	41
D.5.8	Post-Operam.....	41
D.6	Biodiversità.....	42
D.6.1	<b>RIFERIMENTI</b> Normativi.....	43
D.6.1.2	<b>NORMATIVA</b> .....	43
D.6.2	<b>DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO</b> .....	44
D.6.3	Metodica di monitoraggio.....	44
D.6.4	Parametri rilevati .....	50
D.6.5	Frequenza.....	51

**A Premessa**

La presente relazione tecnica ha come oggetto Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) da realizzare nell'ambito delle opere per il nuovo ponte sul Fiume Arno e relativi collegamenti viari tra lo svincolo della Sgc FI-PI-LI di Lastra a Signa e di Signa. Le scelte progettuali di seguito descritte sono mutate in estensione a quanto previsto nel PFTE, senza introdurre modifiche e varianti sostanziali al progetto approvato, e sono state elaborate organicamente ad esito degli approfondimenti tecnici operati con il PD.

Nello sviluppare il PMA sono state rispettate le prescrizioni scaturite ad esito della procedura autorizzativa PAUR ex D.Lgs. 152/2006 e L.R. 10/2010 di cui alla Delibera di Giunta Regione Toscana nr. 672 del 13/06/2022 e al relativo Allegato 1 (CDS - riunione del 05/05/2022).

**B Criteri metodologici per la redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale****B.1 Obiettivi del Monitoraggio Ambientale**

In conformità alle indicazioni tecniche contenute all'interno delle "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n.443)", predisposte dalla CSVIA (2007), lo scopo del Monitoraggio Ambientale (MA) proposto è quello di:

- correlare gli stati ante-operam, corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione realizzati;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

**B.2 Requisiti del Piano di Monitoraggio Ambientale**

Conseguentemente agli obiettivi da perseguire con il Monitoraggio Ambientale, il PMA deve soddisfare i seguenti requisiti:

- prevedere il coordinamento delle attività di monitoraggio previste "ad hoc" con quelle degli Enti territoriali ed ambientali che operano nell'ambito della tutela e dell'uso delle risorse ambientali;
- contenere la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e la definizione degli strumenti;
- indicare le modalità di rilevamento e uso della strumentazione coerenti con la normativa vigente;
- prevedere meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie;
- prevedere l'utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico;
- individuare parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali;
- definire il numero, le tipologie e la distribuzione territoriale delle stazioni di misura e motivarne la scelta alla luce delle interferenze e della sensibilità/criticità dell'ambiente interessato;
- prevedere la frequenza delle misure adeguata alle componenti che si intendono monitorare;
- prevedere l'integrazione della rete di monitoraggio progettata dal PMA con le reti di monitoraggio esistenti;





- prevedere la restituzione periodica programmata e su richiesta delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo ed aggiornamento, e con possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti in fase di progetto;
- pervenire ad un dimensionamento del monitoraggio proporzionato all'importanza e all'impatto dell'opera. Il PMA focalizzerà modalità di controllo indirizzate su parametri e fattori maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto della sola opera specifica sull'ambiente;
- definire la struttura organizzativa preposta all'effettuazione del MA;
- individuare i costi relativi alle fasi di esecuzione e gestione del Piano di Monitoraggio Ambientale.

### B.2.1.1 Approccio metodologico

I criteri che hanno condotto alla stesura del PMA dell'infrastruttura in progetto hanno seguito i seguenti passi procedurali:

- *analisi dei documenti di riferimento e pianificazione delle attività di progettazione* sulla base delle Linee Guida della CSVIA e delle prescrizioni impartite dagli enti di controllo;
- *fase ricognitiva dei dati preesistenti*: l'analisi dei dati preesistenti e degli studi specialistici effettuati nelle diverse fasi di progettazione per ciascuna componente analizzata ha permesso di caratterizzare l'ambito territoriale interessato dal progetto di monitoraggio;
- *definizione dei riferimenti normativi e bibliografici*: sia per la definizione delle metodiche di monitoraggio, sia per la determinazione dei valori di riferimento, rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali;
- *scelta delle componenti ambientali*: le componenti ambientali interessate sono quelle individuate e studiate nello SIA. Contestualmente alle componenti, sono stati definiti gli indicatori ambientali, il cui monitoraggio consente di risalire allo stato delle componenti ambientali stesse che devono essere controllate;  
A quanto individuato nello sia si aggiunge quanto prescritto in fase di rilascio del PAUR e riportato nella CdS del 05.05.2022.
- *scelta delle aree da monitorare* dedotte a seguito di un attento esame della sensibilità alle azioni di progetto, sia per la tutela della salute della popolazione sia per la tutela dell'ambiente. Le aree saranno differenziate in funzione dei criteri di indagine e delle potenzialità di interferenza con la componente ambientale in esame. I criteri che sono stati considerati nella loro determinazione sono:
  - presenza della sorgente di interferenza;
  - presenza di elementi significativi, attuali o previsti, rispetto ai quali è possibile rilevare una modifica delle condizioni di stato dei parametri caratterizzanti;
- *programmazione delle attività*: la complessità delle opere di progetto e la durata dei lavori richiedono una precisa programmazione, in relazione allo stato di avanzamento dei lavori, alle attività di raccolta, elaborazione e restituzione delle informazioni. Qualora si riscontrassero anomalie, occorre inoltre effettuare una serie di accertamenti straordinari atti ad approfondire e verificare l'entità del problema, determinarne la causa e indicare le possibili soluzioni.

### B.2.1.2 Estensione temporale del PMA

Le finalità delle diverse fasi di monitoraggio sono così distinte:

#### A. Monitoraggio Ante Operam (AO):

- definire le caratteristiche dell'ambiente relative a ciascuna componente naturale ed antropica, esistenti prima dell'inizio delle attività;



- rappresentare la situazione di partenza, rispetto alla quale valutare la sostenibilità ambientale dell'opera, che costituisce termine di paragone per valutare l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera;
  - predisporre (evidenziando specifiche esigenze ambientali) il monitoraggio in modo da consentire la valutazione comparata con i controlli effettuati in CO e PO.
- B. Monitoraggio in Corso d'Opera (CO):
- analizzare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalla realizzazione dell'opera, direttamente o indirettamente (es.: allestimento del cantiere);
  - controllare situazioni specifiche, al fine di adeguare la conduzione dei lavori;
  - identificare le criticità ambientali, non individuate nella fase AO, che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio e l'eventuale adozione di azioni correttive e mitigative.
- C. Monitoraggio Post Operam (PO):
- confrontare gli indicatori definiti nello stato AO con quelli rilevati nella fase di esercizio dell'opera;
  - controllare i livelli di ammissibilità, sia dello scenario degli indicatori definiti nelle condizioni AO, sia degli altri eventualmente individuati in fase di costruzione;
  - verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e compensazione, anche al fine del collaudo. La verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione avverrà nel corso della fase di monitoraggio PO. Laddove dovessero rilevarsi situazioni di non conformità normativa dei livelli di impatto ambientale rilevati, si provvederà a darne pronta comunicazione alla Direzione Lavori e alla Committenza in modo da poter provvedere all'eventuale integrazione delle opere di compensazione (interventi diretti e/o indiretti).

Il PMA svilupperà in modo chiaramente distinto le tre fasi temporali nelle quali si svolgerà l'attività di MA.

Data la tipologia di opere previste, caratterizzate dal significativo sviluppo lineare del tratto stradale interessato dalle lavorazioni, le suddette fasi di pre-esercizio ed esercizio potranno considerarsi in maniera distinta per differenti tratti stradali.

In tal modo, il monitoraggio potrà svilupparsi secondo tempistiche articolate sulla base dell'effettivo andamento delle lavorazioni e relativa chiusura dei singoli tratti di cantiere (lavorazioni in linea), previa verifica dell'assenza di condizioni al contorno tali da alterare in maniera significativa le risultanze del monitoraggio stesso

In accordo con il cronoprogramma generale dei lavori, al fine del PMA, la durata dei monitoraggi in CO è prevista pari a circa 33 mesi, ovvero 2,75 anni, di conseguenza sono state previste il seguente n. di campagne in relazione alla frequenza prevista

CAMPAGNE	N.
Annuali	3
Semestrali	6
Quadrimestrali	9
Trimestrali	11
Mensili	33

### B.2.1.3 Identificazione delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio

Un aspetto importante nella predisposizione di un Piano di Monitoraggio Ambientale consiste nell'identificazione delle componenti e degli indicatori ambientali più appropriati per descrivere compiutamente ed efficacemente gli effetti sul territorio delle attività di cantiere.



Tale analisi deve fare riferimento a due aspetti principali:

- le tipologie delle opere e delle attività di costruzione delle stesse;
- la situazione territoriale ed ambientale presente nell'area di intervento.

In questo quadro è stata operata una scelta che ha portato a concentrare l'attenzione delle attività di monitoraggio su quelle componenti e su quegli indicatori ambientali che, tra tutti quelli possibili, effettivamente possono fornire utili indicazioni nella gestione dei cantieri. In particolare, si fa riferimento agli aspetti legati al suolo (anche ai fini delle acque sotterranee), agli aspetti antropici e al regime idrico presente.

Le fasi in cui ciascuna componente verrà monitorata dipendono dalla durata degli impatti previsti e dalle caratteristiche proprie di ogni matrice. Tenendo presente tali scelte, si sono potute indagare e decidere le metodiche e le modalità di monitoraggio di ciascuna componente. Per ogni componente si sono effettuate scelte, ovviamente diverse, a seconda delle caratteristiche peculiari delle stesse, ma i criteri generali per il posizionamento dei punti di monitoraggio si possono ritenere comuni a tutte.

La scelta delle aree è basata sulla sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto, sia per la tutela della salute della popolazione sia per la tutela dell'ambiente e, in particolare, riguardano le aree di pregio o interesse individuate dalla normativa comunitaria, nazionale e regionale. I criteri che dovranno essere considerati nella loro determinazione sono:

- presenza della sorgente di interferenza;
- presenza di elementi significativi, attuali o previsti, rispetto ai quali è possibile rilevare una modifica delle condizioni di stato dei parametri caratterizzanti.

Per quanto riguarda le attività di misura, campionamento, analisi ed elaborazione dati, al fine di garantire la confrontabilità dei dati, saranno utilizzate le stesse metodiche su tutti gli ambiti territoriali indagati. Si propone, pertanto, il monitoraggio delle seguenti componenti ambientali:

- *Atmosfera;*
- *Acque Superficiali;*
- *Acque Sotterranee;*
- *Rumore;*
- *Vibrazioni.*
- *Biodiversità*

Di seguito si riporta una descrizione dettagliata delle indagini che saranno effettuate, suddivise per componente ambientale, con particolare riferimento alla tipologia di campionamento e misura, alla strumentazione, alle metodiche di analisi, alle frequenze di rilevamento, ecc.

## **C *Caratteristiche generali del territorio***

Le opere in esame sono interamente ricomprese nella parte bassa della piana fiorentina; il progetto viario si estende in direzione NW-SE nei comuni di Signa e Lastra a Signa, La Cassa di espansione San Colombano è collocata, invece, nel territorio del Comune di Lastra a Signa.

Nell'insieme, il territorio interessato dalle opere in progetto è costituito prevalentemente da aree derivanti da azioni di progressiva bonifica idraulica, iniziata almeno in epoca romana e tuttora in corso in tempi relativamente recenti, è scarsamente edificato, se non nella parte iniziale, ove lambisce le aree attrezzate del Parco dei Renai, e nel tratto terminale, in prossimità dell'impianto di depurazione di San Colombano e della zona artigianale e industriale di Stagno, nel comune di Lastra a Signa, ove è prevista la realizzazione di una rotatoria per il raccordo con i bracci delle viabilità esistenti di accesso all'impianto e alla zona produttiva.

Nella parte settentrionale il tracciato viario attraversa le ex-cave di pianura dei Renai di Signa, oggetto di attività estrattiva (sabbia e ghiaia) e in parte interessate da processi spontanei di rinaturalizzazione, e più recentemente trasformate in un parco pubblico anche con funzione di difesa idraulica, stante la realizzazione della cassa d'espansione dei Renai prevista dal Piano di Bacino.

A.T.I.



23007\_PD\_AMB\_R\_07\_00 Piano di Monitoraggio Ambientale\_02

REDAZIONE DI GARA E PROGETTO DEFINITIVO:



Prof. Ing. A. Marradi | Prof. Ing. S. Pagliara | Ing. M. Ascoli | Dott. P. Turin

CONSULENZA:

Prof. Ing. W. Salvatore  
Prof. Ing. N. Squeglia

PAGINA

6



L'elevata naturalità dei luoghi ne ha dato luogo al riconoscimento della tutela a livello comunitario, per cui l'area è entrata a far parte dell'esteso e articolato Sito Natura 2000 IT5140011 *Stagni della Piana fiorentina e pratese*, designato come ZSC e ZPS e tutelato a livello regionale.

La parte della ZSC interessata dall'opera in oggetto è denominata, come sopra anticipato, *Renai di Signa*, definita dal punto di vista ecologico area *source*, ovvero di rilevante importanza in quanto di rifugio per numerose specie faunistiche.

Nell'area dei Renai, immediatamente a nord del passaggio del nuovo tratto ferroviario, sulla linea Firenze-Pisa è presente una cava di sabbia ad oggi attiva, che verrà attraversata dal tracciato di progetto. Tra le due linee ferroviarie scorre il canale di collegamento con l'impianto idrovoro della Viaccia, situato al margine orientale dell'area dei Renai.

### **C.1 inquadramento geomorfologico e idrografico**

Dal punto di vista geomorfologico, l'area oggetto di intervento è ubicata nella pianura alluvionale del Fiume Arno. La pianura è stata originata dalle alluvioni connesse con l'attività deposizionale dell'Arno e del Fiume Bisenzio, che, provenendo da Prato e da Campi Bisenzio confluisce nell'Arno presso Signa.

L'area di progetto rientra in un'ampia depressione tettonica, in cui la deposizione fluviolacustre ha determinato accumuli notevoli; per secoli, nell'ambito della pianura alluvionale, si sono verificati fenomeni di esondazione, ai quali sono stati associati processi erosivi lineari. La presenza di ricorrenti esondazioni ha imposto i necessari interventi di mitigazione per limitare la tendenza alla divagazione dei corsi di acqua e per la difesa dalle piene. Il complesso degli interventi ha impresso all'Arno una marcata linearità, con conseguente approfondimento dell'alveo favorito, in maniera rilevante, dalle attività estrattive dal letto fluviale e dalla costruzione di opere idrauliche, quali briglie, traverse, dighe, ecc..

Nonostante la presenza delle opere di regolazione idraulica, nell'ambito di progetto si sono verificate esondazioni che hanno prodotto nuovi depositi di materiali e nuovi processi erosivi, a testimonianza di una dinamica fluviale attiva, che determina tuttora il deposito di materiali granulari sia sabbiosi-ghiaiosi che limosi argillosi coesivi.

Il territorio in oggetto è connotato anche da elementi morfologici di natura antropica quali aree di cava, riporti, colmate, argini e canali. Nell'area dei Renai, compresa tra l'Arno e il tratto terminale del Bisenzio, ma anche nella porzione del territorio del Comune di Lastra a Signa prospiciente la riva sinistra dell'Arno, sono presenti aree di cave non più coltivate, oggi riconoscibili come ampi bacini lacustri, residui di un'intensa attività estrattiva durata finì agli anni '70.

In questi laghi la profondità dell'acqua è variabile ed in stretto rapporto con la superficie freatica circostante e con le sue variazioni stagionali: il fondo dei laghi è posto generalmente a quota di circa 23 metri s.l.m. ed il livello dell'acqua al loro interno si attesta intorno ai 29-30 metri s.l.m.; la profondità massima riscontrabile è quindi pari a 6-7 metri.

Gli argini dei due fiumi e le depressioni delle cave per l'estrazione delle sabbie rappresentano i temi di maggiore variabilità morfologica dell'area che nel suo complesso mostra una bassissima variabilità altimetrica: il piano campagna si attesta generalmente intorno ai 34-35 m s.l.m., con variazioni comprese tra 37 e 29 m s.l.m.

Le zone non interessate dalle escavazioni mantengono il disegno del mosaico degli usi agricoli

### **C.2 Uso del suolo e biodiversità**

L'area in cui si inserisce il progetto risulta in buona parte antropizzata a causa dell'attività agricola e dell'attività estrattiva che nel tempo hanno portato a regressioni e riduzioni delle superfici occupate da vegetazione spontanea

Come accennato il territorio di riferimento per l'opera in esame interessa aree sistemate a prato stabile, aree estrattive, sistemi colturali e particellari complessi, seminativi irrigui e non irrigui, area di arboricoltura e area a vegetazione boschiva ed arbustiva, queste ultime aree prevalentemente connesse alle fasce ripariali dei principali corsi d'acqua, dei laghi di cava e in generale agli ambienti umidi non interessati direttamente dalle sistemazioni agrarie o dalle forzanti antropiche.

Le aree umide di tipo fluviale e lacustre hanno dato origine a vegetazione igrofila riconducibile ad habitat di interesse comunitario tra i quali quello di maggior rilievo è:





- 92A0 Foresta a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*  
che caratterizza gran parte delle sponde dei bacini lacustri, oltre che alcune fasce poste sull'arginatura delle rive dell'Arno;

in modo più modesto quanto a superficie occupata si riportano gli habitat ascrivibili alle categorie:

- 3130 Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei Littorelletea uniflorae;
- 3150 Laghi eurofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition;
- 3270 Fiumi con argini melmosi con vegetazione del Chenopodion rubri p.p e Bidention p.p.

È inoltre rilevata la presenza di varie specie erbacee idrofile tra le quali il giaggiolo acquatico (*Iris pseudacorus*), il giunco comune (*Juncus effusus*), la carice pendula (*Carex pendula*), la carice riparia (*Carex riparia*), il giunchetto comune (*Scirpoides holoschoenus*) e il ranuncolo acquatico (*Ranunculus aquatilis*).

Particolarmente rilevanti sono le aree a canneto che rappresentano uno degli ambienti umidi con lo stato di conservazione più precario.

## D Componenti oggetto di monitoraggio ambientale

### D.1 Atmosfera

L'inquinamento atmosferico può essere definito come una modificazione della normale composizione dell'atmosfera in quantità e con caratteristiche tali da determinare effetti nocivi alla salute e all'ambiente. Il progredire delle conoscenze in merito agli effetti dell'inquinamento sulla salute e sugli ecosistemi ha esteso l'attenzione a nuovi composti e portato alla definizione di nuovi limiti di concentrazione.

Negli ultimi anni, quindi, l'interesse della comunità scientifica e degli Enti preposti alla salvaguardia della salute pubblica e dell'ambiente si è trasferito dagli inquinanti tradizionali - derivanti soprattutto dai processi industriali e dalle attività di combustione (biossido di zolfo, composti dell'azoto, monossido di carbonio e polveri totali sospese) - alle sostanze che in area urbana sono emesse principalmente dal traffico (benzene, idrocarburi policiclici aromatici e polveri fini) e agli inquinanti di origine secondaria, come ozono e particolato.

Scopo del documento è descrivere i processi logici che hanno portato ai contenuti di seguito descritti e quindi fornire, ai fini del monitoraggio ambientale, tutte le informazioni necessarie per una corretta esecuzione delle attività di misura in campo, per la restituzione dei dati e per l'organizzazione degli stessi in una banca dati strutturata.

L'analisi di questa componente non è semplicemente finalizzata a fornire le modalità per il riconoscimento e la valutazione delle potenziali interferenze del progetto con la matrice ambientale "atmosfera", ma considera la rilevanza di tale matrice anche per altre, quali la vegetazione e la fauna, nello spirito di realizzare un sistema integrato di monitoraggio, capace di sfruttare le sinergie potenziali inter-componente.

#### D.1.1 RIFERIMENTI Normativi

Si riporta di seguito l'analisi del complesso contesto normativo vigente in materia di qualità dell'aria, oggetto di continua evoluzione e mutamento sia a livello nazionale che internazionale. In particolare, si segnala che nel recente passato l'evoluzione normativa europea ha dato origine alla Dir. 2008/50/CE - "Concernente la qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", al D. Lgs. 3/8/2007 n.152 - "Attuazione della Dir.2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente" e ai primi strumenti amministrativi per il recepimento nazionale della suddetta Dir. 2008/50/CE.

A livello nazionale, i principali strumenti normativi vigenti sono oggi rappresentati dal D.Lgs. n.183/2004, dal D Lgs. n.152/2006 e dal D.Lgs. n.155/2010, così come recentemente modificato dal D.Lgs. n.250/2012, che rappresentano il naturale riferimento per l'individuazione dei parametri indicatori della qualità dell'aria e delle relative metodiche e frequenze di campionamento.

##### D.1.1.1 Normativa Comunitaria

Attualmente le direttive di riferimento sono le seguenti:

A.T.I.



REDAZIONE DI GARA E PROGETTO DEFINITIVO:



Prof. Ing. A. Marradi | Prof. Ing S. Pagliara | Ing. M. Ascoli | Dott. P. Turin

CONSULENZA:

Prof. Ing. W. Salvatore  
Prof. Ing. N. Squeglia

PAGINA

8



- Dir 96/62/CE ("Direttiva madre") - In materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente;
- Dir 99/30/CE - Concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido d'azoto, gli ossidi d'azoto, le particelle e il piombo;
- Dir 2000/69/CE - Concernente i valori limite per il benzene e il monossido di carbonio nell'aria ambiente;
- Dir 2002/03/CE - Concernente i valori limite per l'ozono (non ancora recepita dalla normativa nazionale);
- Dir 2004/107/CE - Concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente (non ancora recepita dalla normativa nazionale);
- Dir 2008/50/CE – Concernente la qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

#### D.1.1.2 **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;
- 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. 2/4/2002 n.60 - Decreto concernente i valori limite di qualità dell'ambiente per alcuni inquinanti; in particolare, in recepimento delle successive Direttive CE, abroga alcuni articoli del DPR 203/88 fissando nuovi limiti per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio;
- 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. 24/12/2012 n.250, 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. (13G00027) (GU n.23 del 28-1-2013).

**D.1.2 DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO**

Il monitoraggio ambientale della componente "atmosfera" ha l'obiettivo di valutare la qualità dell'aria nelle aree interessate dall'opera, verificando gli eventuali incrementi nel livello di concentrazione delle sostanze inquinanti aerodisperse, derivanti dalla realizzazione dell'opera stessa. Gli impatti sulla componente atmosfera legati alla realizzazione della nuova infrastruttura sono riconducibili principalmente alle seguenti tipologie:

- a) diffusione e sollevamento di polveri legate alla movimentazione di inerti o alle lavorazioni previste all'interno del cantiere (scotico, scavo, demolizioni, ecc.);
- b) diffusione di inquinanti aeriformi emessi dai motori a combustione interna delle macchine operatrici;
- c) diffusione di inquinanti aeriformi e particellari emessi dai mezzi pesanti in ingresso/uscita a/dai cantieri (soprattutto per la movimentazione delle terre e per i trattamenti a calce).

Le tipologie di impatto di cui alle lettere a) e b) vengono solitamente definite col termine "impatti diretti", in quanto direttamente originate dalle lavorazioni previste dalla cantierizzazione. Le tipologie di impatto di cui alla lettera c) vengono, invece, definite col termine "impatti indiretti", in quanto conseguenza indiretta della presenza stessa dei cantieri.

Gli impatti diretti risultano strettamente connessi alle lavorazioni, hanno entità variabile nel corso della "vita" dei cantieri (strettamente correlata al cronoprogramma dei lavori) e sono caratterizzati da un areale di impatto piuttosto prossimo al perimetro dei cantieri (interessando per lo più e in maniera predominante la cosiddetta "prima schiera" dei recettori prospicienti l'area di lavorazione).

Gli impatti indiretti risultano determinati non tanto dalle lavorazioni che si attuano all'interno dei cantieri, quanto dalla loro stessa presenza. Essi sono, infatti, correlati al traffico indotto dai cantieri (per approvvigionamento e/o allontanamento dei materiali) e, in ambiti cittadini quale quello in esame, quasi esclusivamente alle interferenze che i cantieri stessi determinano con le "normali" condizioni del deflusso veicolare urbano (interferenze che determinano picchi di "carico ambientale" su alcune specifiche viabilità che, allo stato attuale, spesso risultano sottoposte a minori livelli di pressione antropica).

In fase di esercizio dell'infrastruttura, invece, l'impatto sulla componente è legato essenzialmente al traffico veicolare sull'infrastruttura di progetto, sia nel tratto in affiancamento al sedime esistente, per la maggiore capacità di ricezione ma anche di smaltimento del flusso veicolare, sia nel tratto di nuova realizzazione dove l'infrastruttura rappresenta una nuova sorgente di inquinamento, prima non presente. Per il dettaglio sui punti di misura si rimanda all'elaborato grafico.

**D.1.3 Metodica di monitoraggio**

Data la differente tipologia di impatti previsti in fase di esercizio e di realizzazione dell'infrastruttura, si effettueranno 2 diverse tipologie di monitoraggio. Una è rivolta all'analisi dell'inquinamento dovuto al sollevamento di polveri in fase di cantiere e durante le lavorazioni, mentre l'altra è rivolta al monitoraggio dello stato di qualità dell'aria connesso al traffico veicolare e all'esercizio dell'infrastruttura.

**D.1.3.1 Misure tipo ATM\_LAB - Rilievo della qualità dell'aria con mezzo mobile strumentato**

Le misure della tipologia ATM\_LAB saranno eseguite per una durata di almeno 15 gg (a partire dalle ore 00:00 del giorno 1) con laboratori mobili strumentati in grado di rilevare in automatico i parametri richiesti. I parametri che verranno monitorati attraverso la strumentazione installata sul laboratorio mobile sono riportati nella Tabella D.1, nella quale, per ogni inquinante, viene indicata la durata di campionamento, l'unità di misura, le eventuali elaborazioni statistiche particolari da effettuare sui dati e il mezzo con cui vengono monitorati i parametri. Quest'ultimi sono quelli stabiliti dalla vigente normativa in materia di qualità dell'aria, per i quali sono fissati dei limiti massimi di concentrazione.

Dal momento che la finalità ultima del D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. è quella di definire e stabilire delle soglie di accettabilità e di qualità dell'aria, tali parametri saranno monitorati e confrontati con i relativi limiti esclusivamente in fase di esercizio dell'infrastruttura, ossia quando la strada andrà ad integrare il complesso delle sorgenti di emissione del territorio in esame.



TABELLA D.1 - TIPOLOGIA DI MONITORAGGIO PER MISURE DI TIPO ATM

Parametro	Durata campionamento	Unità di misura	Elaborazioni statistiche	Campionamento e determinazione
CO	1 h	mg/m <sup>3</sup>	Media su 8h / Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
NO <sub>x</sub> , NO, NO <sub>2</sub>	1 h	µg/m <sup>3</sup>	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
PTS	24 h	µg/m <sup>3</sup>	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
PM <sub>10</sub>	1 h	µg/m <sup>3</sup>	Media su 24 h	Gravimetrico (skypost o sim.)
O <sub>3</sub>	1 h	µg/m <sup>3</sup>	Media su 8h / Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
SO <sub>2</sub>	1 h	µg/m <sup>3</sup>	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)

Da quanto sopra, si evince che i parametri CO, NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e PTS verranno rilevati in continuo con apposita strumentazione certificata, installata su laboratorio mobile e restituiti come valore medio orario (o come media su 8 ore laddove richiesto dalla normativa). Il parametro PM<sub>10</sub> verrà acquisito mediante campionamento gravimetrico su filtro e restituito come valore medio giornaliero. Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria, dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, umidità, pressione, irraggiamento, altezza di pioggia).

#### D.1.3.2 Misure tipo POL – Rilievo del particolato fine (PM<sub>10</sub>)

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione del particolato fine, prodotto dalle attività in atto nelle aree di cantiere e dal sollevamento polveri connesso ad esse.

Le misurazioni del tipo POL sono delle postazioni di misura mobili che avranno durata unitaria di 7 giorni (a partire dalle ore 00:00 del giorno 1) esclusivamente per la fase di corso d'opera. Le campagne di misura del PM<sub>10</sub> vengono definite attraverso delle procedure di misura standardizzate che, in prossimità di sorgenti di emissione, quali le attività di cantiere e/o viabilità di cantiere, permettono di monitorare il particolato disperso nei bassi strati dell'atmosfera.

La misurazione delle polveri avverrà mediante campionatore sequenziale, come previsto dalla normativa tecnica di settore ed i valori di concentrazione rilevati saranno confrontati con il limite stabilito dal D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii., tenendo presente, nell'interpretazione degli stessi, le diverse finalità del monitoraggio. Infatti, nel caso in esame, le misurazioni hanno lo scopo di controllare e monitorare le emissioni di una sorgente temporanea (cantiere) che, comunque, può generare dei picchi di concentrazione rispetto ai valori medi registrati abitualmente nel territorio in esame. Contemporaneamente al rilevamento del particolato, saranno rilevati su base oraria gli stessi parametri meteorologici previsti per le misure di tipo ATM

#### D.1.4 Parametri rilevati

I parametri oggetto di monitoraggio sono:

- inquinanti gassosi;
- polveri;
- parametri meteorologici.

Per quanto concerne gli inquinanti gassosi, la loro individuazione e definizione all'interno del presente PMA trova un solido supporto nel contesto normativo di livello europeo e nazionale vigente, così come precedentemente descritto. Se da un lato, infatti, è ragionevole ipotizzare che l'obiettivo del PMA non debba essere quello di caratterizzare lo stato qualitativo dell'aria alla stregua di una rete provinciale di monitoraggio, è tuttavia innegabile che gli effetti ambientali correlati alle emissioni previste nelle





fasi di realizzazione ed esercizio dell'infrastruttura, per essere opportunamente controllati nella loro entità ed evoluzione temporale, necessitano di indicatori e di limiti di riferimento che trovano proprio nella normativa la loro più efficace, usuale ed oggettiva espressione. I parametri individuati risultano i seguenti:

- ossidi di azoto;
- biossido di zolfo;
- monossido di carbonio;
- ozono.

Per quanto riguarda il particolato:

- polveri totali sospese (PTS);
- polveri sottili (PM<sub>10</sub>);

Per i dati meteorologici:

- direzione e velocità del vento;
- temperatura;
- umidità;
- pressione atmosferica;
- radiazione netta e globale;
- pioggia.

La Tabella D.2 e la Tabella D.3 elencano i parametri oggetto di monitoraggio rispettivamente per le misure di tipo ATM e POL.

TABELLA D.2 - PARAMETRI DI MONTAGGIO PER MISURE DI TIPO ATM

Tipologia	Parametri
<i>Inquinanti gassosi</i>	CO (Monossido di Carbonio)
	NO <sub>x</sub> , NO, NO <sub>2</sub> (Ossidi di Azoto)
	O <sub>3</sub> (Ozono)
	SO <sub>2</sub> (Biossido di zolfo)
<i>Polveri (particolato)</i>	PTS (Polveri Totali Sospese)
	PM <sub>10</sub> (Polveri sottili)
<i>Dati metereologici</i>	Direzione vento
	Velocità vento
	Temperatura
	Pressione atmosferica
	Umidità relativa
	Radiazione solare globale



Tipologia	Parametri
	Precipitazioni

TABELLA D.3 - PARAMETRI DI MONTAGGIO PER MISURE DI TIPO POL

Tipologia	Parametri
<i>Polveri (particolato)</i>	PM <sub>10</sub> (Polveri sottili)
<i>Dati meteorologici</i>	Direzione vento
	Velocità vento
	Temperatura
	Pressione atmosferica
	Umidità relativa
	Radiazione solare globale
	Precipitazioni

### D.1.5 Frequenza

Durata e periodicità delle misure sono state stabilite in modo differente, a seconda sia della fase di monitoraggio che della finalità e tipologia di misura da effettuare. In particolare, le fasi di monitoraggio sono divise in Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam.

#### D.1.5.1 Fase di AO

Sarà effettuata una campagna di monitoraggio del tipo ATM della durata di 15 giorni nei 6 mesi antecedenti all'inizio delle lavorazioni, che potrà essere utilizzata come verifica e determinazione del livello di "bianco" per entrambe le tipologie di monitoraggio previste. Infatti, il monitoraggio Ante Operam ha lo scopo di determinare i livelli di concentrazione presenti nell'area prima delle modificazioni indotte sia dalle lavorazioni e dalle attività di cantiere che dall'esercizio dell'infrastruttura.

#### D.1.5.2 Fase di CO

Saranno effettuate campagne di monitoraggio trimestrali del Tipo POL, della durata di 7 giorni per l'intera durata delle lavorazioni. In tal modo sarà possibile ottenere misure nelle stagioni meteo-climaticamente significative e correlare i risultati anche all'andamento stagionale dei trasporti di particolato. In tal modo sarà possibile rilevare il vero contributo dovuto al sollevamento delle polveri connesse alle attività di cantiere.

#### D.1.5.3 Fase di PO

Saranno effettuate campagne di monitoraggio trimestrali del Tipo ATM della durata di 15 giorni nei 6 mesi successivi alla fine delle lavorazioni, che saranno utilizzate per la verifica dell'eventuale incremento di concentrazione degli inquinanti tipici da traffico veicolare, in seguito all'entrata in esercizio dell'infrastruttura. Anche in tal caso sarà possibile ottenere misure in 2 stagioni meteo-climaticamente significative e correlare i risultati anche all'andamento stagionale dei trasporti di inquinanti.

I punti ATM 06 e ATM 07 non verranno monitorati, vista la loro ubicazione nei pressi delle aree di scavo dove, da progetto, non è previsto nessun intervento nella fase di Post Operam.

Le tabelle seguenti riportano il tipo di misura e la frequenza per ogni punto di monitoraggio della componente "Atmosfera", per ognuna delle tre fasi previste.



TABELLA D.4 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (ANTE OPERAM)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Ante Operam	ATM 01	ATM_LAB	2 volte nei 6 mesi precedenti
	ATM 02	ATM_LAB	2 volte nei 6 mesi precedenti
	ATM 03	ATM_LAB	2 volte nei 6 mesi precedenti
	ATM 04	ATM_LAB	2 volte nei 6 mesi precedenti
	ATM 05	ATM_LAB	2 volte nei 6 mesi precedenti
	ATM 06	ATM_LAB	2 volte nei 6 mesi precedenti
	ATM 07	ATM_LAB	2 volte nei 6 mesi precedenti

TABELLA D.5 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (CORSO D'OPERA)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Corso d'opera	ATM 01	ATM_POL	trimestrale
	ATM 02	ATM_POL	trimestrale
	ATM 03	ATM_POL	trimestrale
	ATM 04	ATM_POL	trimestrale
	ATM 05	ATM_POL	trimestrale
	ATM 06	ATM_POL	trimestrale durante le operazioni di scavo
	ATM 07	ATM_POL	trimestrale durante le operazioni di scavo

TABELLA D.6 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (POST OPERAM)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Post Operam	ATM 01	ATM_LAB	2 volte nei 6 mesi successivi
	ATM 02	ATM_LAB	2 volte nei 6 mesi successivi
	ATM 03	ATM_LAB	2 volte nei 6 mesi successivi
	ATM 04	ATM_LAB	2 volte nei 6 mesi successivi
	ATM 05	ATM_LAB	2 volte nei 6 mesi successivi

## D.2 Acque superficiali

Il presente paragrafo costituisce la sezione del Piano di Monitoraggio Ambientale dedicata a descrivere le modalità di analisi e controllo della componente Acque Superficiali.



Scopo del documento è descrivere i processi logici che hanno portato ai contenuti di seguito esposti e quindi fornire, ai fini del monitoraggio ambientale, tutte le informazioni necessarie per una corretta esecuzione delle attività di misura in campo, delle analisi di laboratorio e riguardo la restituzione dei dati.

Il documento è stato redatto nello spirito della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 Ottobre 2000, che costituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque e che ribadisce il concetto che *"L'acqua non è un prodotto commerciale al pari degli altri, bensì un patrimonio che va protetto, difeso e trattato come tale"* e ancora *"Come stabilito dall'articolo 174 del trattato, la politica ambientale della Comunità deve contribuire a perseguire gli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali, che deve essere fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, anzitutto alla fonte, dei danni causati all'ambiente, nonché sul principio "chi inquina paga"."*

Il monitoraggio delle acque superficiali ha, comunque, anche lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della realizzazione dell'opera e di valutare se tali cambiamenti siano imputabili alla costruzione della medesima o al suo futuro esercizio, così da ricercare le azioni correttive che possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni accettabili.

Gli impatti prevedibili a spese dell'ambiente idrico superficiale possono essere riassunti di seguito:

- modifica del regime idrologico;
- inquinamento delle acque;
- consumo di risorse idriche.

Da ciò scaturisce la scelta dei punti da monitorare e delle tecniche da adottare, essendo i punti e le tecniche vincolati all'area d'interesse dell'opera ed allo scopo del monitoraggio.

## D.2.1 Riferimenti Normativi

Si riporta di seguito l'analisi del contesto normativo vigente in materia di qualità dell'acqua, oggetto di continua evoluzione e mutamento sia a livello nazionale che internazionale.

### D.2.1.1 Normativa Comunitaria

- Decisione 2001/2455/CE Parlamento Europeo e Consiglio del 20/11/2001 relativa all'istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE. (GUCE L 15/12/2001, n. 331).
- Direttiva 2000/60/CE del 23/10/2000 - Regolamento che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. (Direttiva modificata dalla Decisione 2001/2455/CE).

### D.2.1.2 Normativa Nazionale

- D. Lgs. n. 27 del 2.02.2002 – "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 02.02.2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano".
- D. Lgs. n. 31 del 02.02.2001 – "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano".
- D. Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e ss.mm.ii. - "Norme in materia ambientale"
- D. Lgs n. 152 del 11.05.1999 – "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE".
- Decreto 15.02.1983 "Disposizioni relative ai metodi di misura, alla frequenza dei campionamenti e delle analisi delle acque superficiali destinate all'approvvigionamento potabile";
- DPR 8.06.1982 n. 470: "Attuazione della Direttiva CEE n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione".





### D.2.2 Definizione dei punti di monitoraggio

L'ambito territoriale in cui il progetto si inserisce è caratterizzato dalla presenza di una rete idrica superficiale costituita da corsi d'acqua naturali nel tratto finale del loro sviluppo, prima di confluire le proprie acque nel fiume Arno. Su tale rete idrica sono stati individuati i punti di monitoraggio, in modo che i corsi d'acqua oggetto di monitoraggio appartengano alla rete idrica maggiore e garantiscano la presenza di acqua per il campionamento nel periodo di misura prefissato dal presente Piano. Le potenziali interferenze fra l'infrastruttura in progetto e la matrice ambientale "acque superficiali" sono costituite:

- dal fronte avanzamento lavori, ovvero dalla realizzazione di opere quali viadotti, tombini, scatolari, ponti, argini e manufatti;
- da scarichi di cantiere. Si ricorda, in ogni caso, che tali scarichi puntuali necessitano di apposita autorizzazione di un ente di controllo e, a seguito di tale autorizzazione, dovranno essere effettuati autocontrolli con tempistiche definite.

Pertanto, i corsi d'acqua saranno monitorati in prossimità dell'interferenza per i lavori di costruzione lungo il fronte avanzamento lavori, dal momento che le verifiche sugli scarichi saranno regolate da apposita autorizzazione. In relazione ad ogni potenziale interferenza saranno, in fase di corso d'opera, posti due punti di monitoraggio secondo il criterio Monte (M) / Valle (V), con la finalità di valutare non solo il valore assoluto dell'indicatore in ciascun sito, ma anche e soprattutto la variazione dello stesso prima e dopo l'intersezione con il tracciato di progetto.

In particolare, sarà tenuto sotto osservazione il fiume Arno, visto che è previsto un attraversamento con un nuovo ponte, il quale prevede la costruzione di una pila all'interno dell'alveo bagnato dalla portata duecentennale. La costruzione di pile in alveo, nonché l'utilizzo di macchinari per l'infissione dei pali di grande diametro, sono, infatti, i principali responsabili della modifica del regime idrico del corpo fluviale e/o della loro contaminazione accidentale.

Inoltre, saranno oggetto di monitoraggio il fosso Stagnolo, che attraversa il territorio in cui è prevista la cassa di espansione ed è intercettato in due punti dal rilevato stradale e il fiume Bisenzio. In corrispondenza dei corsi d'acqua oggetto di monitoraggio sono previsti due punti di indagine ubicati rispettivamente a monte e a valle dell'area di lavorazione.

Si fa presente che il posizionamento dei punti di monitoraggio è stato indicato nelle Tavola allegata al presente PMA, ma dovrà essere oggetto di verifica in campo. Il sopralluogo in situ consentirà non solo di escludere eventuali elementi di turbativa sui corsi d'acqua monitorati (come, ad esempio, la presenza di punti di immissione di acque di scarico tra il punto di monte e quello di valle), ma consentirà anche di valutare l'effettiva ampiezza del corso d'acqua.

### D.2.3 Metodica di monitoraggio

In accordo con la normativa vigente, il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale sarà svolto con analisi:

- ON SITE, con misura istantanea di parametri chimico-fisici mediante l'utilizzo di una sonda multi-parametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori) e con misura di portata del corso d'acqua;
- LAB, con analisi di parametri chimico-batteriologici da effettuare su campioni d'acqua prelevati.

Il parametro idrologico della portata è necessario per una corretta correlazione dei dati delle misure chimico-fisiche con il fattore di diluizione o concentrazione dovuto all'entità del corpo idrico, anche in funzione dei regimi stagionali.

### D.2.4 Parametri rilevati

Stanti le premesse e le considerazioni sopra enunciate, la scelta dei parametri da indagare deve prevedere una caratterizzazione idrologica e qualitativa dei corpi idrici. Con l'entrata in vigore del D. Lgs. n.152/2006 (e s.m.i.) recante "Norme in materia ambientale" che recepisce la Direttiva 2000/60/CE, sono state introdotte sostanziali innovazioni in tema di indagine e classificazione delle acque superficiali. Il decreto ha ripreso sostanzialmente le indicazioni e le strategie individuate dal precedente (D. Lgs. n.152/99, attualmente abrogato), riscrivendo però la sezione relativa alla classificazione dei corpi idrici e gli obiettivi di qualità ambientale. Nel decreto del 2006 e nelle successive modifiche ed integrazioni vengono elencati, per le varie tipologie di acque superficiali, gli "elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico" e sono date delle "definizioni normative per la classificazione dello stato ecologico elevato, buono e sufficiente" per ogni elemento di qualità, privilegiando gli



elementi biologici. Per quanto riguarda lo stato chimico, il D. Lgs. n.152/2006 definisce gli standard di qualità ambientali per varie matrici, in particolare nella tabella 1/A dell'Allegato I alla Parte III del D. Lgs. n.152/2006, sono elencate le sostanze prioritarie da ricercare nelle acque superficiali e le concentrazioni che identificano il buono stato chimico di un corpo idrico.

La Tabella D.7 e la Tabella D.8 mostrano i parametri monitorati per la componente "Acque Superficiali", divisi rispettivamente nelle due metodologie previste, AISU – OS e AISU - LAB.

TABELLA D.7 - PARAMETRI ANALIZZATI PER LA MATRICE "ACQUE SUPERFICIALI" (AISU – OS)

Tipologia	Parametri
<i>Parametri chimico-fisici delle acque</i>	Portata
	Temperatura acqua
	Temperatura aria
	pH
	Conducibilità elettrica
	Ossigeno disciolto
	Solidi Sospesi Totali (SST)
	Potenziale redox



TABELLA D.8 - PARAMETRI ANALIZZATI PER LA MATRICE "ACQUE SUPERFICIALI" (AISU – LAB)

Tipologia	Parametri	
Parametri chimici delle acque	<u>Generali</u>	<u>Metalli e specie metalliche</u>
	Ammoniaca	Cromo VI
	Nitrati	Rame
	Nitriti	Piombo
	BOD5	Cadmio
	COD	Ferro
	Tensioattivi anionici	Arsenico
	Tensioattivi non anionici	Mercurio
	Cloruri	Cromo totale
	Solfati	Nichel
	Idrocarburi totali	Zinco
Parametri microbiologici	Streptococchi fecali	
	Coliformi totali	
	Coliformi fecali	
	Escherichia coli	
Altro	Indice STAR_ICMi	

Il monitoraggio comprende anche l'analisi dei Parametri microbiologici in modo tale da avere un quadro il più possibile completo degli impatti sulla matrice "Acque superficiali" durante l'intero ciclo di durata delle lavorazioni e nella prima fase di esercizio dell'opera.

La presenza dei parametri microbiologici in oggetto potrebbe essere determinata da eventuali scarichi idrici presenti nelle varie aree di cantiere operativo previste da progetto durante la fase di lavorazione. Nei riguardi delle misure di mitigazione da attuare per limitare o ridurre al minimo gli impatti, queste riguardano il collettamento degli scarichi nelle fognature pubbliche presenti. Quando ciò non sia possibile, occorre dotare le aree di cantiere con appositi sistemi di trattamento oppure servirsi direttamente di una ditta specializzata che preleva e porta a smaltimento i liquami e i fanghi prodotti.

Oltre ai parametri elencati nella Tabella D.8, sarà rilevato l'indice STAR\_ICMi, esplicitamente derivato come strumento per lo svolgimento dell'esercizio di intercalibrazione dei fiumi europei, in relazione alla componente macrobentonica. Al momento, lo STAR\_ICMi è usato dall'Italia, e da altri Paesi, come:

- metodo per la valutazione della qualità ecologica dei corsi d'acqua;
- parametro ufficiale per definire i limiti di classe per tutti i metodi che verranno successivamente;
- al fine di poter svolgere l'esercizio di intercalibrazione.

L'indice è stato ideato per valutare la qualità generale dei siti fluviali e viene direttamente calcolato come di Qualità Ecologica (RQE), assumendo valori tra 0 e 1+. Fornisce quindi un risultato in accordo con quanto richiesto dalla legislazione Europea per i sistemi di classificazione.



Lo STAR\_ICMi è un indice multimetrico composto da sei parametri opportunamente normalizzati e ponderati, che includono i principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare. Le sei metriche sono: *ASPT*, *Log10(sel\_EPTD+1)*, *1-GOLD*, *Numero Famiglie di EPT*, *Numero totale di Famiglie e indice di diversità di Shannon-Weiner*. Il livello di identificazione tassonomica richiesto per il calcolo dell'indice STAR\_ICMi è la Famiglia. Alcune delle metriche componenti necessitano, per poter essere calcolate correttamente, di dati relativi all'abbondanza delle singole famiglie di organismi bentonici.

Il calcolo dell'indice STAR\_ICMi prevede 4 passaggi successivi elencati nel seguito:

1. calcolo dei valori grezzi delle sei metriche che compongono lo STAR\_ICMi;
2. conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE, dividendo il valore osservato (i.e. ottenuto per il campione in esame) per il valore mediano relativo ai campioni di riferimento propri del tipo fluviale analizzato;
3. calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche secondo i pesi forniti nella Tabella;
4. normalizzazione del valore così ottenuto, effettuata dividendo il valore del campione in esame per quello dell'indice STAR\_ICMi nelle condizioni di riferimento.

AISU - BIO	Altro
	Indice STAR_ICMi

### D.2.5 *Frequenza*

Le fasi oggetto di monitoraggio, come previsto dalle Linee guida per il PMA, saranno *Ante Operam*, *Corso d'Opera* e *Post Operam*.

#### D.2.5.1 *Fase di AO*

La definizione del programma temporale del monitoraggio delle acque superficiali avverrà in relazione alle condizioni naturali (variazioni stagionali) e allo sviluppo dei lavori di costruzione dell'opera. Pertanto, sono previsti monitoraggi semestrali per punto di misura per tutta la durata delle lavorazioni, in modo da valutare l'interferenza di esse su tutti i parametri caratteristici delle acque di scorrimento superficiale. Un opportuno confronto dei parametri rilevati in questa fase con quelli monitorati in AO permetterà una valutazione critica delle interferenze indotte dalle lavorazioni. Inoltre, i punti verranno monitorati su 2 sezioni, una a monte e una a valle dell'interferenza con il tracciato di progetto, in modo da poter valutare in modo specifico la variazione indotta dalle lavorazioni sui parametri indagati.

#### D.2.5.2 *Corso d'Opera*

La definizione del programma temporale del monitoraggio delle acque superficiali avverrà in relazione alle condizioni naturali (variazioni stagionali) e allo sviluppo dei lavori di costruzione dell'opera. Pertanto, sono previsti monitoraggi trimestrali per punto di misura per tutta la durata delle lavorazioni, in modo da valutare l'interferenza di esse su tutti i parametri caratteristici delle acque di scorrimento superficiale. Un opportuno confronto dei parametri rilevati in questa fase con quelli monitorati in AO permetterà una valutazione critica delle interferenze indotte dalle lavorazioni. Inoltre, i punti verranno monitorati su 2 sezioni, una a monte e una a valle dell'interferenza con il tracciato di progetto, in modo da poter valutare in modo specifico la variazione indotta dalle lavorazioni sui parametri indagati.

#### D.2.5.3 *Fase di PO*

Il monitoraggio si rende necessario sia per la verifica dell'interferenza con l'esercizio dell'infrastruttura, sia per l'eventuale verifica di restituzione al corpo idrico della qualità delle acque presente prima della realizzazione dell'infrastruttura e dell'esecuzione delle lavorazioni annesse. I parametri previsti da monitorare sono gli stessi del monitoraggio AO e CO, definiti nei paragrafi precedenti, trimestralmente nei 6 mesi dopo la fine delle lavorazioni e l'entrata in esercizio dell'infrastruttura.

L'ubicazione dei punti è rappresentata nella Tavola allegata alla presente relazione. Questi, come già ribadito, sono localizzati in corrispondenza delle intersezioni del tracciato di progetto con i corsi d'acqua presenti. Si è deciso di posizionare ulteriori 2 punti di campionamento nell'alveo del fiume Arno, in due sezioni poste a monte e a valle del territorio oggetto di lavorazione. Questo





per valutare più a fondo e in maniera più dettagliata l'impatto che potrebbe avere la realizzazione dell'opera, e anche l'esercizio l'opera stessa, sulle acque superficiali presenti.

Nelle tabelle seguenti è riportata la schematizzazione dei punti d'indagine per la matrice "Acque Superficiali", per ognuna delle tre fasi del monitoraggio.

TABELLA D.9 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (ANTE OPERAM)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Ante Operam	AISU 01M	AISU OS + AISU LAB + AISU BIO	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AISU 01V	AISU OS + AISU LAB + AISU BIO	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AISU 02M	AISU OS + AISU LAB + AISU BIO	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AISU 02V	AISU OS + AISU LAB + AISU BIO	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AISU 03M	AISU OS + AISU LAB + AISU BIO	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AISU 03V	AISU OS + AISU LAB + AISU BIO	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AISU 04M	AISU OS + AISU LAB + AISU BIO	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AISU 04V	AISU OS + AISU LAB + AISU BIO	2 volte nei 12 mesi precedenti

TABELLA D.10 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (CORSO D'OPERA)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Corso d'opera	AISU 01M	AISU OS+ AISU LAB + AISU BIO	Trimestrale
	AISU 01V	AISU OS+ AISU LAB + AISU BIO	Trimestrale
	AISU 02M	AISU OS+ AISU LAB + AISU BIO	Trimestrale
	AISU 02V	AISU OS+ AISU LAB + AISU BIO	Trimestrale
	AISU 03M	AISU OS+ AISU LAB + AISU BIO	Trimestrale
	AISU 03V	AISU OS+ AISU LAB + AISU BIO	Trimestrale
	AISU 04M	AISU OS+ AISU LAB + AISU BIO	Trimestrale
	AISU 04V	AISU OS+ AISU LAB + AISU BIO	Trimestrale

TABELLA D.11 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (POST OPERAM)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Post Operam	AISU 01M	AISU OS + AISU LAB	2 volte nei 6 mesi successivi
	AISU 01V	AISU OS + AISU LAB	2 volte nei 6 mesi successivi
	AISU 02M	AISU OS + AISU LAB	2 volte nei 6 mesi successivi
	AISU 02V	AISU OS + AISU LAB	2 volte nei 6 mesi successivi



	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
	AISU 03M	AISU OS + AISU LAB	2 volte nei 6 mesi successivi
	AISU 03V	AISU OS + AISU LAB	2 volte nei 6 mesi successivi
	AISU 04M	AISU OS + AISU LAB	2 volte nei 6 mesi successivi
	AISU 04V	AISU OS + AISU LAB	2 volte nei 6 mesi successivi

#### D.2.6 Modalità di trasmissione e comunicazione dei dati misurati

Il monitoraggio ambientale, proprio in quanto attività di presidio ambientale, richiede estrema tempestività nella restituzione dei dati, in particolare nella fase di corso d'opera, al fine di consentire un efficace intervento nel caso in cui si riscontrassero situazioni di criticità.

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

Il SIT dovrà quindi rispondere non solo ad esigenze di archiviazione, ma anche di acquisizione, validazione, elaborazione, comparazione, pubblicazione e trasmissione dei diversi dati.

Nel SIT saranno resi disponibili i seguenti dati:

- caratteristiche dei punti di misura;
- esiti delle misure in situ e di laboratorio;
- eventuali schede indicanti situazioni anomale e/o di allarme.

#### D.2.7 Documentazione da produrre

Nel corso dell'intero monitoraggio dovranno essere rese disponibili le seguenti informazioni:

- Schede di misura.
- Relazioni di fase AO.
- Relazioni di fase CO.
- Relazioni di fase PO.
- Dati sul SIT.

##### 1.1.1.1.1 Scheda di misura

È prevista la compilazione della scheda di misura con gli esiti dei campionamenti in situ e delle analisi di laboratorio.

##### 1.1.1.1.2 Relazione di Ante Operam

Al fine di illustrare i risultati delle attività preliminari di acquisizione dati, dei sopralluoghi effettuati, delle campagne di misura compiute e delle elaborazioni sui dati, sarà redatta una relazione di fase di AO che dovrà costituire il parametro di confronto per le relazioni delle successive fasi di CO e PO.

##### 1.1.1.1.3 Relazioni di Corso d'opera

Al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nella fase di CO, saranno redatte relazioni e/o bollettini con frequenza trimestrale.

##### 1.1.1.1.4 Relazione di Post Operam

A.T.I.



23007\_PD\_AMB\_R\_07\_00 Piano di Monitoraggio Ambientale\_02

REDAZIONE DI GARA E PROGETTO DEFINITIVO:



Prof. Ing. A. Marradi | Prof. Ing S. Pagliara | Ing. M. Ascoli | Dott. P. Turin

CONSULENZA:

PAGINA

Prof. Ing. W.  
Salvatore  
Prof. Ing. N.  
Squeglia

21



Nella fase di PO, dedicata al monitoraggio della fase di esercizio dell'infrastruttura, dovranno essere riportati i risultati delle misurazioni effettuate in tutti i punti di monitoraggio.

#### 1.1.1.1.5 Report di segnalazione anomalia

Nel caso di situazioni anomale dovrà esserne data tempestiva segnalazione al Committente e all'Organo di controllo tramite un report che dovrà comprendere tutte le indicazioni riportate nel §3.8.

### D.2.8 *Gestione delle anomalie*

#### D.2.8.1 *Criteri per la definizione dei livelli di criticità*

Nel corso del monitoraggio Ante Operam verrà misurato, come già ribadito, lo stato ambientale dei corsi d'acqua prima dell'inizio delle lavorazioni. In questo modo i dati rilevati costituiranno il riferimento per le successive misure di:

- Corso d'Opera, al fine di valutare con tempestività eventuali situazioni anomale;
- Post Operam, con lo scopo di verificare il mantenimento o il ripristino delle condizioni iniziali.

Sulla base di quanto previsto dal metodo, che sarà analizzato nel dettaglio nel §3.8.3, si definiscono le seguenti due condizioni anomale:

- parametro VIP(m) – VIP(v) compreso tra 1 e 2, si è in presenza di una soglia di attenzione;
- parametro VIP(m) – VIP(v) maggiore di 2, si è in presenza di una soglia di allarme.

Nel paragrafo successivo verrà analizzato il criterio utilizzato per la gestione delle situazioni anomale per la componente "Acque superficiali", basato sul criterio di confronto monte-valle.

#### D.2.8.2 *Criterio di gestione delle anomalie*

Il criterio di gestione delle eventuali alterazioni nei corpi idrici superficiali si basa, come detto, sul criterio di confronto monte-valle. Valori elevati nel punto di valle, ovvero superiori a quanto registrato nel sito di monte, potrebbero essere infatti indice di un eventuale impatto dovuto alle lavorazioni in corso.

Il procedimento alla base del metodo permette, tramite l'analisi dei dati raccolti, di segnalare tempestivamente eventuali situazioni anomale attraverso l'individuazione di soglie di attenzione ed allarme, consentendo così di intervenire con opportune azioni correttive. È articolato nelle seguenti fasi fondamentali:

- accettazione dei dati;
- normalizzazione del giudizio di qualità ambientale attraverso le curve VIP (Valore Indicizzato del Parametro);
- valutazione di soglie di attenzione e allarme.

Si prosegue quindi, per ciascun parametro monitorato e ritenuto significativo per la valutazione degli impatti, all'assegnazione di un giudizio di qualità, sotto forma di un indice (VIP ovvero Valore Indicizzato del Parametro) compreso tra 0 e 10.

Al valore VIP=0 viene convenzionalmente assegnato il significato di qualità ambientale pessima mentre a VIP =10 corrisponde a un giudizio di qualità ambientale ottimale.

Si tratta di una normalizzazione del dato originale attraverso curve-funzione, che permettono la trasformazione del dato ambientale rilevato in un Valore Indicizzato del Parametro, consentendo così un'analisi più spedita, grazie alla disponibilità della stessa scala di riferimento (tra 0 e 10) per ogni parametro misurato.

I valori VIP di monte e di valle, distribuiti su una scala tra 0 (qualità ambientale pessima) e 10 (qualità ambientale ottimale), vengono quindi utilizzati per calcolare la differenza VIP Monte – VIP Valle. In condizioni normali tale differenza dovrebbe essere nulla, ovvero oscillare di poco intorno allo 0, vista la relativa poca distanza tra le due stazioni. Valori elevati della differenza indicano invece la presenza di una situazione di degrado.

Si definiscono i seguenti livelli di soglia di attenzione e allarme:

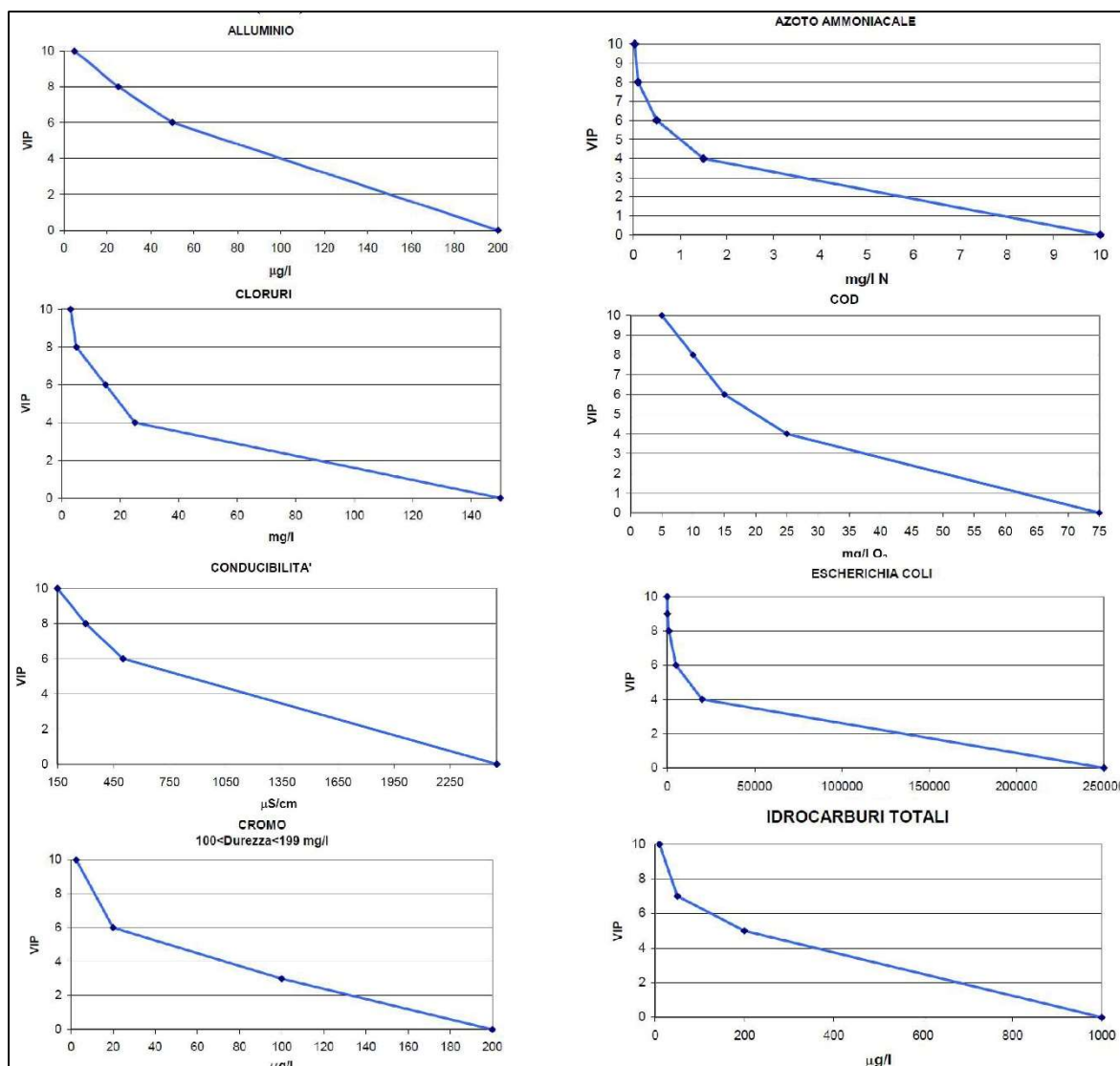


- Soglia di attenzione: valore della differenza (VIPMonte - VIPValle) compreso tra 1 e 2;
- Soglia di intervento: valore della differenza (VIPMonte - VIPValle) maggiore di 2;

Nell'eventualità in cui la differenza VIPMonte - VIPValle risulti negativa, per valori fino a -1 si può ritenere che ciò possa essere dovuto alla normale variabilità analitica; per valori inferiori a -1 si deve ritenere che il laboratorio o il prelevatore non operi correttamente.

La Figura 3.1 riporta, per ciascun parametro ritenuto significativo, le curve che verranno utilizzate per la normalizzazione dei valori di concentrazione.

FIGURA D.1 - CURVE PER LA NORMALIZZAZIONE DEI VALORI DI CONCENTRAZIONE IN VALORI INDICIZZATI DEL PARAMETRO (VIP)



### D.2.8.3 Procedura di valutazione

Qualora venisse riscontrata una situazione anomala si procederà seguendo il seguente iter:

1. confronto tra punto di monte e punto di valle secondo il metodo riportato nel §3.8.2;
2. verifica della correttezza del dato mediante controllo della strumentazione e ripetizione eventuale della misura;





3. apertura Scheda Anomalia, che dovrà essere inviata alla Committente e all'Organo di controllo, riportante le seguenti indicazioni:

- date di emissione, sopralluogo e analisi del dato;
- parametro o indice indicatore di riferimento;
- superamento della soglia di attenzione e/ o di allarme;
- cause ipotizzate e possibili interferenze;
- note descrittive ed eventuali foto;
- verifica dei risultati ottenuti (da compilare successivamente).

4. verifica della correttezza del dato mediante controllo della strumentazione e ripetizione della misura.

Nel caso in cui il parametro non presenti più anomalia (valore del parametro VIP inferiore a 1), si procede alla chiusura della medesima.

Qualora invece l'anomalia sia nuovamente riscontrata, si procederà in accordo con la Committente e con l'Organo di controllo, a tenere il parametro anomalo sotto controllo, eventualmente aumentando il numero delle campagne e verificando che il parametro rientri.

Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo senza una giustificazione adeguata e legata alle lavorazioni in essere.

#### D.2.9 Misure di mitigazione e compensazione da mettere in atto in caso di criticità

Trattandosi di misure da adottare in situazioni di urgenza e criticità, e quindi in assenza di dati specifici, le tipologie di intervento avranno principalmente lo scopo di:

- eliminare e/o contenere le fonti primarie di contaminazione;
- eliminare e/o contenere liquidi contaminanti in sospensione o non contenuti;
- limitare e/o mitigare la diffusione della contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque di falda;
- inibire l'accesso di personale non autorizzato alle aree sospette e/o potenzialmente contaminate.

Per limitare l'impatto sulla risorsa idrica e sulle specie presenti nell'ambiente fluviale, verranno utilizzate barriere antinquinamento. Queste, di forma circolare e leggere in peso, sono ideali per contenere inquinamenti da idrocarburi all'interno di canali e torrenti. Per quanto riguarda la realizzazione dei pali necessari alla costruzione del ponte sul torrente Faella, visto che questi si trovano a monte di diversi pozzi e opere di derivazione idraulica, le palificazioni previste saranno realizzate senza l'utilizzo di fanghi bentonitici e utilizzando calcestruzzi dotati di viscosità sufficiente ad evitare il trascinamento, in fase di getto, dal flusso della falda. Inoltre, in caso di sversamento accidentale di sostanze pericolose, si provvederà all'utilizzo di materiali assorbenti per limitare e circoscrivere il più possibile la perdita. Il kit del materiale assorbente sarà costituito da fogli, manicotti, cuscini, sacchi, guanti, ecc. In caso di superamento delle soglie di attenzione devono essere messe in atto opportune azioni, da comunicare immediatamente agli Organi di controllo (Comuni interessati, Regione Toscana, ARPAT), per ripristinare le condizioni quali-quantitative del corpo idrico alla situazione precedente mentre in caso di superamento delle soglie di allarme deve essere interrotta qualsiasi lavorazione che interessi l'area, con comunicazione tempestiva agli Organi di controllo che contenga anche le indicazioni degli interventi che si intendono attivare.

Di seguito sono riportati i principali accorgimenti da mettere in atto durante i lavori di realizzazione delle opere in prossimità dei corsi d'acqua, in modo tale da limitare il più possibile l'impatto sulla risorsa idrica e sulla fauna ittica:

- realizzare guadi provvisori con condotte interrate per il mantenimento della continuità idrica ed ecologica del corso d'acqua;



- dimensionare le condotte interrate, in modo da consentire il flusso idrico per tutto il periodo di lavoro, senza pericoli di inondazione dell'area di cantiere;
- prevedere opere provvisorie di isolamento selettivo nelle aree di lavoro;
- misure di salvaguardia ed eventuale recupero della fauna ittica nell'area di lavoro;
- misure di mitigazione e salvaguardia della vegetazione ripariale.

Per quanto concerne la posa di tubazioni e condotte e la realizzazione di opere provvisorie di isolamento selettivo, queste saranno adeguatamente dimensionate per mantenere la continuità idraulica ed ecologica del corso d'acqua e per consentire il passaggio dei pesci. Tale sistema è essenziale per prevenire sia gli sversamenti in acqua di sostanze pericolose eventualmente impiegate negli interventi, sia il possibile intorbidimento dell'acqua.

### **D.3 Acque sotterranee**

Il presente capitolo costituisce la sezione del PMA dedicata a descrivere il monitoraggio delle Acque Sotterranee. Lo scopo è fornire tutte le informazioni necessarie per una corretta esecuzione delle attività di misura in campo, dell'analisi di laboratorio e della restituzione dei dati.

Per acqua sotterranea o freatica si intende l'acqua che si trova al di sotto della superficie terrestre, immagazzinata nei pori fra le particelle sedimentarie e nelle fenditure delle rocce compatte. Le acque sotterranee possono presentare essenzialmente due gruppi di problemi:

- inquinamento delle falde dovuto a scarichi che raggiungono le acque sotterranee;
- sovrasfruttamento delle falde con conseguente riduzione, abbassamento del livello piezometrico.

Per la normativa attualmente in vigore, sono significativi gli accumuli d'acqua contenuti nel sottosuolo permeanti la matrice rocciosa, posti al di sotto del livello di saturazione permanente.

Fra esse ricadono le falde freatiche e quelle profonde (in pressione o non) contenute in formazioni permeabili e, in via subordinata, i corpi d'acqua intrappolati entro formazioni permeabili con bassa o nulla velocità di flusso. Le manifestazioni sorgentizie, concentrate o diffuse (anche subacquee), si considerano appartenenti a tale gruppo di acque in quanto affioramenti della circolazione idrica sotterranea.

#### **D.3.1 Riferimenti Normativi**

##### **D.3.1.1 Normativa Comunitaria**

- Direttiva 1998/83/CE del 3 novembre 1998 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque e successive modifiche ed integrazioni con Decisione 2001/2455/CE e Direttive 2008/32/CE.
- Direttiva 2006/118/CE del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento e successive modifiche.

##### **D.3.1.2 Normativa Nazionale**

- D.M. del 15 febbraio 1983 "Disposizioni relative ai metodi di misura, alla frequenza dei campionamenti e delle analisi delle acque superficiali destinate all'approvvigionamento idrico -potabile".
- L. n.36 del 5 gennaio 1994 "Disposizioni in materia di risorse idriche"
- D. Lgs. n. 152 del 11 maggio 1999, come integrato e modificato dal D.Lgs. n. 258 del 18 agosto 2000, recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 31/271/CEE e della Direttiva 91/676/CEE.



### D.3.2 Definizione dei punti di monitoraggio

La permeabilità dipende ovviamente dal collegamento fra i sistemi di fratture o fra i pori ed anche dalla presenza di frazione fine che intasa le vie di circolazione dell'acqua. Sono stati, quindi, identificati dei punti di campionamento individuando aree critiche (di realizzazione dell'opera), presso le quali realizzare dei piezometri di rilevazione che consentano di valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda, unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo. I punti di monitoraggio sono stati definiti con riferimento alle unità idrogeologiche, ovvero la finalità delle indagini è quella di individuare modificazioni alle caratteristiche chimiche dei "bacini idrici sotterranei" dovuti alle attività di costruzione. Si tratta di attività lavorative che potrebbero comportare il raggiungimento della falda da parte delle sostanze inquinanti in caso di sversamenti accidentali o di percolazione di acque di scorrimento superficiale.

### D.3.3 Metodica di monitoraggio

In accordo con la normativa vigente, il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale sarà svolto con analisi:

- ON SITE, con misura istantanea di parametri chimico-fisici mediante l'utilizzo di una sonda multi-parametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori) e con misura di portata del corso d'acqua;
- LAB, con analisi di parametri chimico-batteriologici da effettuare su campioni d'acqua prelevati.

Il livello statico della falda è necessario per una corretta correlazione dei dati delle misure chimico-fisiche con i regimi stagionali.

### D.3.4 Parametri rilevati

La definizione dei parametri da utilizzare come indicatori di potenziale interferenza è stata effettuata nell'ottica di definire un unico sistema di monitoraggio che non fosse così strettamente legato alla tipologia dell'interferenza, ma che comunque garantiscesse significatività.

La Tabella D.12 e la Tabella D.13 mostrano le tipologie di parametri che verranno prese in considerazione per le due metodologie di analisi. Nello specifico, i parametri chimici delle acque rispetteranno i limiti della Tabella 2, Allegato 5, Parte Quarta del D. Lgs. 152/2006., oltre ai parametri Cr, Co, Ni e Zn.

TABELLA D.12 - PARAMETRI ANALIZZATI PER LA MATRICE "ACQUE SOTTERRANEE" (AIST-OS)

Tipologia	Parametri
Parametri chimico-fisici delle acque	Livello statico della falda
	Temperatura acqua
	Temperatura aria
	pH
	Conducibilità elettrica
	Ossigeno disciolto



TABELLA D.13 - PARAMETRI ANALIZZATI PER LA MATRICE "ACQUE SOTTERRANEE" (AIST-LAB)

Tipologia	Parametri	
<i>Parametri chimico-fisici delle acque</i>	Livello statico della falda	
	Temperatura acqua	
	Temperatura aria	
	pH	
	Conducibilità elettrica	
	Ossigeno disciolto	
<i>Parametri chimici delle acque</i>	<u>Generali</u>	<u>Metalli e specie metalliche</u>
	Nitrati	Cromo VI
	Nitriti	Rame
	Tensioattivi anionici	Piombo
	Tensioattivi non anionici	Cadmio
	Cloruri	Ferro
	Solfati	Arsenico
	Idrocarburi totali	Cromo
	-	Alluminio
	-	Cobalto
	-	Nichel
	-	Zinco
<i>Parametri microbiologici</i>	Streptococchi fecali	
	Coliformi totali	
	Coliformi fecali	
	Escherichia coli	

Il monitoraggio comprende anche l'analisi dei Parametri microbiologici in modo tale da avere un quadro il più possibile completo degli impatti sulla matrice "Acque superficiali" durante l'intero ciclo di durata delle lavorazioni e nella prima fase di esercizio dell'opera.

La presenza dei parametri microbiologici in oggetto potrebbe essere determinata da eventuali scarichi idrici presenti nelle varie aree di cantiere operativo previste da progetto durante la fase di lavorazione. Nei riguardi delle misure di mitigazione da attuare per limitare o ridurre al minimo gli impatti, queste riguardano il collettamento degli scarichi nelle fognature pubbliche presenti. Quando ciò non sia possibile, occorre dotare le aree di cantiere con appositi sistemi di trattamento oppure servirsi direttamente di una ditta specializzata che preleva e porta a smaltimento i liquami e i fanghi prodotti.

### D.3.5 Frequenza

Le fasi oggetto di monitoraggio, come previsto dalle Linee guida per il PMA, saranno *Ante Operam*, *Corso d'Opera* e *Post Operam*.

A.T.I.



REDAZIONE DI GARA E PROGETTO DEFINITIVO:



Prof. Ing. A. Marradi | Prof. Ing. S. Pagliara | Ing. M. Ascoli | Dott. P. Turin

CONSULENZA:

Prof. Ing. W. Salvatore  
Prof. Ing. N. Squeglia

PAGINA

27



### D.3.5.1 Fase di AO

In fase di Ante Operam, verranno effettuati i sopralluoghi e l'identificazione dei piezometri selezionati, la definizione delle modalità di alimentazione – deflusso – recapito degli stessi e l'identificazione dei rapporti tra acque superficiali ed acque sotterranee, nonché la determinazione delle caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche. Nella prima fase (Ante Operam) verrà caratterizzata la situazione indisturbata delle condizioni di deflusso delle acque sotterranee.

Sono previsti 2 campionamenti nei 12 mesi precedenti all'avvio delle attività potenzialmente impattanti.

### D.3.5.2 Corso d'Opera

Il monitoraggio in Corso d'Opera ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non induca alterazioni dei caratteri quantitativi e qualitativi del sistema delle acque sotterranee. Il monitoraggio in CO dovrà confrontare i parametri rilevati nello stato AO e segnalare le eventuali divergenze da questo. In particolare, in riferimento alle caratteristiche quantitative delle acque, il monitoraggio dovrà evidenziare:

- l'entità dei prelievi o dei drenaggi legati alla realizzazione dell'opera;
- le conseguenti escursioni piezometriche;
- le eventuali emergenze naturali delle acque sotterranee;
- le variazioni delle direzioni di flusso legate alla realizzazione dell'opera.

Per quanto riguarda le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee, il monitoraggio in CO dovrà segnalare le variazioni dello stato chimico delle acque e situazioni di inquinamento, per potere dare corso alle eventuali contromisure. I campionamenti saranno effettuati trimestralmente per tutta la durata delle lavorazioni, in modo da poter tener conto nelle valutazioni anche degli eventi stagionali. Nello specifico, al fine di monitorare le possibili interferenze delle opere con le acque sotterranee, viene proposta la realizzazione di piezometri ubicati:

- in prossimità delle aree destinate alle lavorazioni per la costruzione del viadotto e del ponte sul fiume Arno;
- nelle aree destinate all'attività di scavo;
- all'interno delle casse d'espansione previste, così da valutare eventuali variazioni della falda durante il periodo di lavorazione;
- in corrispondenza delle aree di cantiere.

La localizzazione dei piezometri è riportata nella Tavola allegata al PMA, mentre le modalità di campionamento saranno eseguite seguendo la seguente procedura:

- Piezometri AIST 03, AIST 04 in prossimità del viadotto e del ponte sul fiume Arno:
  - un'analisi al mese prima della realizzazione dei pali;
  - un'analisi nella settimana di esecuzione dei pali;
  - un'analisi al mese per 6 mesi dopo l'esecuzione dei pali.
- Piezometri AIST 02, AIST 06 posizionati nelle aree destinate all'attività di scavo:
  - 1 analisi prima dell'inizio degli scavi;
  - 1 analisi al mese durante l'esecuzione dei lavori.
- Piezometri AIST 05, AIST 08, AIST 09 posizionati all'interno della cassa d'espansione:
  - 1 analisi prima della realizzazione della cassa;
  - 1 analisi al mese durante l'esecuzione dei rilevati arginali della cassa.





- Piezometri AIST 01, AIST 07 posizionati in corrispondenza delle aree di cantiere:
  - 1 analisi prima dell'installazione del campo base o operativo;
  - 1 analisi al mese durante l'esecuzione dei lavori.

### D.3.5.3 Fase di PO

In quest'ultima fase sono programmati i seguenti interventi:

- accertamento di eventuali variazioni significative a lungo termine delle caratteristiche fisico-chimico delle acque sotterranee, indotte dalla realizzazione di fondazioni profonde (pali) o di eventi accidentali che si possano verificare tramite il prelievo e l'analisi di campioni d'acqua dai piezometri di ciascun'area;
- misura dei livelli piezometrici nei punti di misura (piezometri) e controllo della direzione media areale di flusso prevalente per ogni singola area sottoposta ad azione di monitoraggio, al fine di accertare eventuali modificazioni indotte dalla costruzione dell'opera.

Nelle tabelle seguenti è riportata la schematizzazione dei punti d'indagine per la matrice "Acque Sotterranee", per ognuna delle tre fasi del monitoraggio

TABELLA D.14 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (ANTE OPERAM)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Ante Operam	AIST 01	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AIST 02	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AIST 03	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AIST 04	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AIST 05	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AIST 06	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AIST 07	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AIST 08	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AIST 09	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi precedenti
	AIST 09	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi precedenti

TABELLA D.15 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (CORSO D'OPERA)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Corso d'opera	AIST 01	AIST OS + AIST LAB	Trimestrale
	AIST 02	AIST OS + AIST LAB	Trimestrale
	AIST 03	AIST OS + AIST LAB	Trimestrale
	AIST 04	AIST OS + AIST LAB	Trimestrale
	AIST 05	AIST OS + AIST LAB	Trimestrale



	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
	AIST 06	AIST OS + AIST LAB	Trimestrale
	AIST 07	AIST OS + AIST LAB	Trimestrale
	AIST 08	AIST OS + AIST LAB	Trimestrale
	AIST 09	AIST OS + AIST LAB	Trimestrale

TABELLA D.16 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (POST OPERAM)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Post Operam	AIST 01	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi successivi
	AIST 02	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi successivi
	AIST 03	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi successivi
	AIST 04	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi successivi
	AIST 05	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi successivi
	AIST 06	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi successivi
	AIST 07	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi successivi
	AIST 08	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi successivi
	AIST 09	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi successivi

### D.3.6 Modalità di trasmissione e comunicazione dei dati misurati

Il monitoraggio ambientale, proprio in quanto attività di presidio ambientale, richiede estrema tempestività nella restituzione dei dati, in particolare nella fase di corso d'opera, al fine di consentire un efficace intervento nel caso in cui si riscontrassero situazioni di criticità.

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

Il SIT dovrà quindi rispondere non solo ad esigenze di archiviazione, ma anche di acquisizione, validazione, elaborazione, comparazione, pubblicazione e trasmissione dei diversi dati.

Nel SIT saranno resi disponibili i seguenti dati:

- schede dei piezometri e delle sorgenti (caratteristiche e descrizione dell'accessibilità al punto);
- schede di misura (esiti delle misure in situ e di laboratorio);
- eventuali schede indicanti situazioni anomale e/o di allarme.

### D.3.7 Documentazione da produrre

Nel corso dell'intero monitoraggio dovranno essere rese disponibili le seguenti informazioni:

- Schede di misura.
- Relazioni di fase AO.
- Relazioni di fase CO.



- Relazioni di fase PO.
- Dati sul SIT.

#### 1.1.1.1.6 Scheda di misura

A seguito di ciascun rilievo sarà compilata la scheda di misura con gli esiti dei campionamenti in situ e delle analisi di laboratorio.

#### 1.1.1.1.7 Relazione di Ante Operam

Al fine di illustrare i risultati delle attività preliminari di acquisizione dati, dei sopralluoghi effettuati, delle campagne di misura compiute e delle elaborazioni sui dati, sarà redatta una relazione di fase di AO che dovrà costituire il parametro di confronto per le relazioni delle successive fasi di CO e PO.

#### 1.1.1.1.8 Relazioni di Corso d'opera

Al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nella fase di CO, saranno redatte relazioni e/o bollettini con frequenza trimestrale.

#### 1.1.1.1.9 Relazione di Post Operam

Nella fase di PO, dedicata al monitoraggio della fase di esercizio dell'infrastruttura, dovranno essere riportati i risultati delle misurazioni effettuate in tutti i punti di monitoraggio.

#### 1.1.1.1.10 Report di segnalazione anomalia

Nel caso di situazioni anomale dovrà esserne data tempestiva segnalazione al Committente e all'Organo di controllo tramite un report che dovrà comprendere tutte le indicazioni riportate nel capitolo che segue.

### D.3.8 Gestione delle anomalie

#### D.3.8.1 Criteri per la definizione dei livelli di criticità

Allo scopo di individuare eventuali pressioni ed impatti esercitati sulla componente "Acque sotterranee", è necessario definire opportuni "valori soglia", al raggiungimento dei quali si dovranno intraprendere le azioni correttive da definirsi dopo il monitoraggio Ante Operam.

Per la valutazione delle soglie, la situazione assunta come riferimento è quella individuata nei valori misurati a monte delle lavorazioni previste. Visto che la misura dei parametri di monte e di valle avviene in modo pressoché isocrono, il confronto tra questi due valori risulta più rappresentativo di quello con eventuali valori misurati nello stesso sito di valle, ad esempio in Ante Operam. Inoltre, adottando tale scelta, si evitano i problemi di confrontabilità dei dati legati alla stagionalità.

Si procede quindi con l'elaborazione dei dati, ovvero con la trasformazione dei valori in VIP secondo le curve funzione precedentemente presentate. I valori VIP di monte e di valle, distribuiti su una scala tra 0 e 10, sono utilizzati per calcolare la differenza  $VIP_{Monte} - VIP_{Valle}$  ( $\Delta VIP$ ). In condizioni normali (cioè nei casi in cui i corpi idrici sotterranei non siano interessati da impatti dovuti alle lavorazioni), tale differenza dovrebbe essere nulla, ovvero oscillare di poco intorno allo 0. Di contro valori elevati della differenza indicano la presenza di una situazione di degrado.

Vengono definiti i seguenti livelli di soglia di attenzione e allarme:

- Soglia di attenzione: differenza ( $VIP_{Monte} - VIP_{Valle}$ ) compresa tra 1 e 2;
- Soglia di allarme: differenza ( $VIP_{Monte} - VIP_{Valle}$ ) maggiore di 2.

Nell'eventualità in cui la differenza  $VIP_{Monte} - VIP_{Valle}$  risulti negativa, per valori fino a -1 si ritiene che ciò possa essere dovuto alla normale variabilità analitica; per valori inferiori a -1 è possibile che il laboratorio o il tecnico in campo non stia operando correttamente.

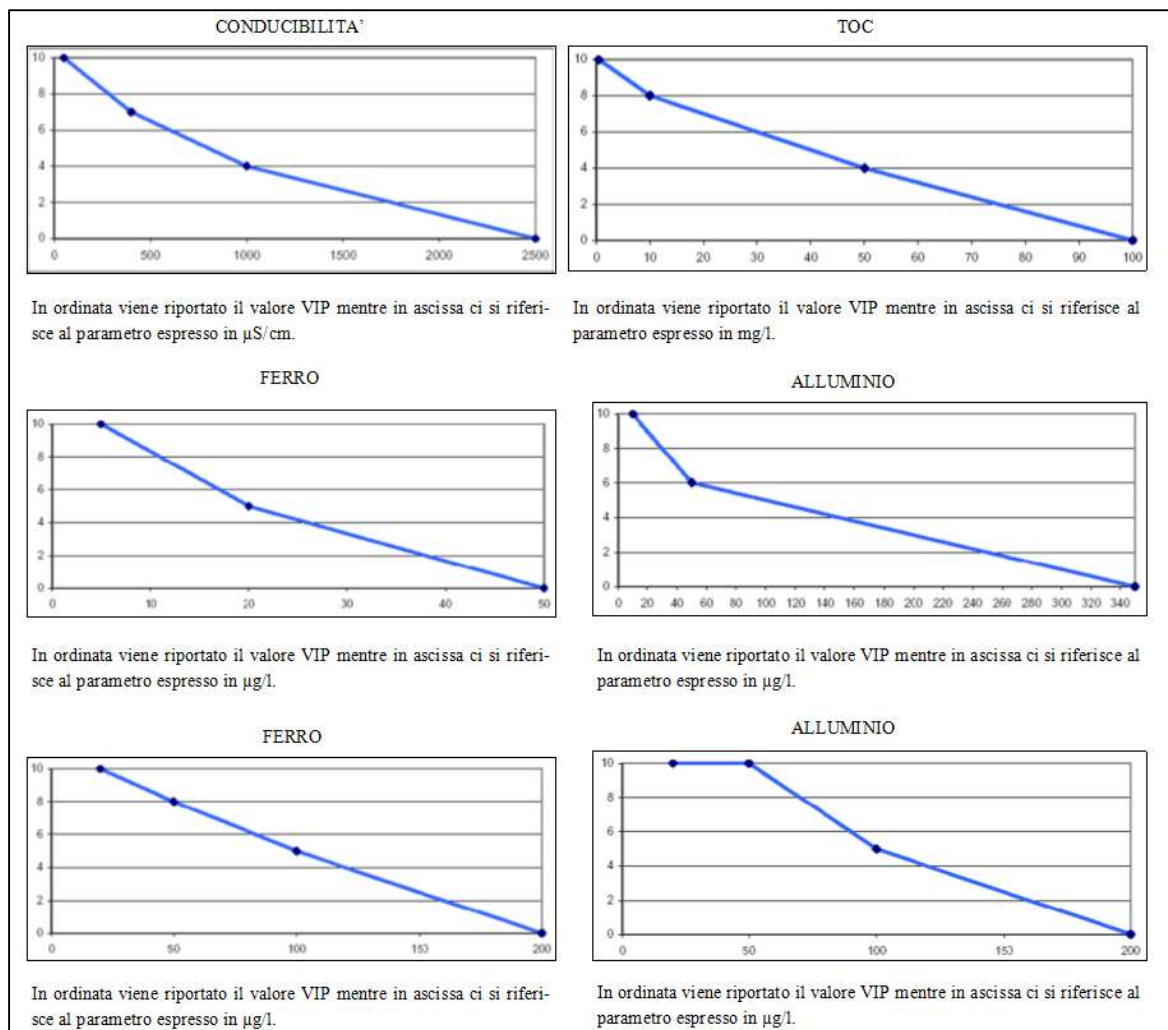


### D.3.8.2 Criterio di gestione delle anomalie

Il criterio di gestione delle eventuali alterazioni nei corpi idrici sotterranei si basa, come detto, sul criterio di confronto monte-valle. Si tratta del medesimo metodo adottato per la componente "Acque Superficiali", quindi, per maggiori dettagli si rimanda al capitolo omologo D.2.8.2.

Nella Figura D.2 sono riportate, per ciascun parametro ritenuto significativo, le curve che verranno utilizzate per effettuare l'operazione di normalizzazione dei dati.

FIGURA D.2 - CURVE PER LA NORMALIZZAZIONE DEI VALORI DI CONCENTRAZIONE IN VALORI INDICIZZATI DEL PARAMETRO (VIP)



### D.3.8.3 Procedura di valutazione

Il criterio alla base del metodo analizzato nei paragrafi precedenti è, come ribadito più volte, il criterio del monte-valle, che prevede la valutazione della differenza di concentrazione dei parametri analizzati tra un piezometro collocato a monte e uno a valle delle lavorazioni.

Nel caso in cui i valori registrati nel punto di monte siano decisamente superiori ai corrispettivi di valle, la causa dell'anomalia dovrebbe ovviamente trovarsi a monte dei punti di controllo ed essere quindi indipendente dalle lavorazioni in corso. La situazione dovrà comunque essere segnalata all'Organo di Controllo.

Di contro, un eventuale e consistente aumento delle concentrazioni nel sito di valle, potrebbe far supporre un possibile impatto da parte delle lavorazioni in corso. Pertanto, i valori registrati andranno innanzitutto confrontati con i limiti di legge: se saranno



superiori a questi ultimi, si procederà secondo normativa, altrimenti sarà applicato il criterio monte-valle, secondo le modalità analizzate nel capitolo relativo la gestione delle anomalie

In ogni caso, ogni parametro anomalo registrato deve essere tempestivamente segnalato tramite un'apposita scheda, da inviare alla Committente, che contenga almeno le seguenti indicazioni:

- date di emissione, di sopralluogo e di analisi del dato;
- parametro o indice di riferimento;
- descrizione dell'impatto qualitativo rilevato;
- cause ipotizzate e possibili interferenze (descrizione delle lavorazioni in corso);
- note descrittive ed eventuali foto;
- verifica dei risultati ottenuti.

#### D.3.9 Misure di mitigazione e compensazione da mettere in atto in caso di criticità

Trattandosi di misure da adottare in situazioni di urgenza e criticità, e quindi in assenza di dati specifici, le tipologie di intervento avranno principalmente lo scopo di:

- eliminare e/o contenere le fonti primarie di contaminazione;
- eliminare e/o contenere liquidi contaminanti in sospensione o non contenuti;
- limitare e/o mitigare la diffusione della contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque di falda;
- inibire l'accesso di personale non autorizzato alle aree sospette e/o potenzialmente contaminate.

Le aree di cantiere base, nello specifico, le zone adibite a deposito e stoccaggio materiali saranno dotate di copertura e rivestite da materiale impermeabile, in modo tale da evitare, o comunque limitare, fenomeni di inquinamento della falda connessi al trasporto in profondità di polveri o sostanze pericolose da parte delle acque di infiltrazione.

Qualunque tipologia di scavo e movimento terre dovrà essere messa in atto con tutte le precauzioni del caso nei riguardi della possibile alterazione delle sorgenti e falde sotterranee, con conseguente riduzione dei volumi originariamente disponibili.

Durante le fasi di lavorazioni, in caso di sversamenti accidentali di sostanze pericolose, si provvederà all'utilizzo di materiali assorbenti per limitare e circoscrivere il più possibile la perdita. Il kit del materiale assorbente sarà costituito da fogli, manicotti, cuscini, sacchi, guanti, ecc.

In caso di superamento delle soglie di attenzione devono essere messe in atto opportune azioni, da comunicare immediatamente agli Organi di controllo (Comuni interessati, Regione Toscana, ARPAT), per ripristinare le condizioni quali-quantitative del corpo idrico alla situazione precedente mentre in caso di superamento delle soglie di allarme deve essere interrotta qualsiasi lavorazione che interessi l'area, con comunicazione tempestiva agli Organi di controllo che contenga anche le indicazioni degli interventi che si intendono attivare.

### **D.4 Rumore**

#### D.4.1 Riferimenti Normativi

##### D.4.1.1 Normativa Comunitaria

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





#### D.4.1.2 Normativa Nazionale

La Legge quadro n.447 del 26/10/95 è la normativa che stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico. A questa legge sono collegati dei decreti che ne costituiscono dei regolamenti attuativi:

- DMA 11/12/96 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo";
- DPCM 18/9/97 "Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante";
- DMA 31/10/97 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale";
- DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- DPCM 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- DPR 11/12/97 n. 496 "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili";
- DMA 16/3/98 "Tecnica di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- DPCM 31/3/98 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività di tecnico competente in acustica, ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera b), e dell'articolo 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- D.P.R. n. 459 -18 Novembre 1998 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario";
- D.P.C.M. 16 aprile 1999 n.215 "Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi";
- Decreto 20 maggio 1999 "Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico";
- DPR 30/03/2004 n. 142 " Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447";
- Circolare 6 Settembre 2004 - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004);
- D.P.C.M. 1 marzo 1991: "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- D.Lgs. 528 del 19 novembre 1999: "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n°494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili";
- D.M. 29 novembre 2000: "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore";
- D.M. 23 novembre 2001: "Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 -Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore";
- D. Lgs. 262 del 4 settembre 2002: "Macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto -emissione acustica ambientale - attuazione della direttiva 2000/14/CE".



#### D.4.1.3 Normativa regionale

- L.R. n. 89 del 1/12/98 "Norme in materia di inquinamento acustico" (B.U.R. Toscana n. 42 del 10/12/98);
- L.R. n. 67 del 29/11/04 "Modifiche alla legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)";
- DGRT 21 ottobre 2013, n. 857 Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98;
- D.P.G.R. n. 2/R del 08.01.2014 "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'art. 2, comma 1, della LR 89/98 - Norme in materia di inquinamento acustico";
- Regolamento 38/R/2014 "modifica del regolamento 2/R/2104".

#### D.4.2 Definizione dei punti di monitoraggio

In generale, i criteri che guidano la scelta dei punti di indagine possono essere così riassunti:

- **Classificazione e destinazione d'uso del ricettore:** sono privilegiati i ricettori in classe I, quelli particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) e i luoghi di culto. Tra i ricettori meno sensibili sono stati scelti quelli in classe II, III, IV, preferendo edifici a destinazione residenziale.
- **Clima acustico esistente:** ancor prima di eseguire l'indagine AO, sono state privilegiate, nella scelta dei punti di misura, due categorie di area:
  - le zone in cui attualmente l'inquinamento acustico è basso o inesistente, e che quindi si presume avranno il maggior impatto differenziale dall'introduzione dell'infrastruttura;
  - le zone in cui attualmente l'inquinamento acustico è particolarmente alto, e che quindi dovranno essere monitorate per verificare se l'introduzione di nuove sorgenti di rumore sia sostenibile.
- **Impatto atteso:** sono privilegiati ricettori in prossimità dell'infrastruttura o dei cantieri, valutando anche, in base alle informazioni di progetto, l'intensità delle sorgenti sonore previste.
- **Propagazione del rumore:** sono stati scelti ricettori in diretta visibilità dell'infrastruttura e dei cantieri, non coperti da ostacoli artificiali o dovuti alla conformazione del terreno.
- **Sensibilità complessiva al rumore:** il censimento dei ricettori di rumore è stato corredato da una valutazione complessiva di sensibilità al rumore (basato su 5 parametri: criticità del clima acustico esistente, rilevanza delle sorgenti previste, distanza dalle sorgenti, durata temporale del disturbo e destinazione d'uso del ricettore). Tale valutazione è stata utilizzata nella scelta dei punti di indagine.

#### D.4.3 Metodica di monitoraggio

##### D.4.3.1 SETT – Misure di 7 giorni con postazione semi-fissa

La metodica di monitoraggio **SETT** ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dalla viabilità. In particolare, sono volti a verificare che la nuova configurazione dell'assetto viario consenta il rispetto dei limiti fissati, verificando l'incremento sonoro introdotto dall'attivazione della specifica sorgente in esame. La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 7 gg consecutivi, secondo quanto previsto dal DM16/03/1998 per il rilievo fonometrico delle infrastrutture stradali. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq}$ , 1min;
- livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{Amax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ );



- livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99;
- analisi spettrale;
- livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h), sia come valore giornaliero che come media settimanale.

#### D.4.3.2 DAY – Misure di 24 ore con postazione semi-fissa

La metodica di monitoraggio DAY ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dalle attività di cantiere. In particolare, sono volti a verificare che l'attivazione degli impianti e dei macchinari consenta il rispetto dei limiti fissati, verificando l'incremento sonoro introdotto dall'attivazione della specifica sorgente in esame, nonché, quando necessario, il rispetto del valore limite di immissione differenziale. La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 24 ore consecutive. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq,1min}$ ;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ );
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99;
- analisi spettrale;
- il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) è ricavato in laboratorio per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato.

#### D.4.3.3 SPOT – Misure spot di controllo periodico

Questa metodica di monitoraggio ha come finalità la caratterizzazione del rumore emesso dall'attività del cantiere nella normale attività, tenuto conto che il rumore derivante dall'attività di cantiere è oggetto di fluttuazioni continue anche significative. La tecnica di monitoraggio consiste nella misura mensile per tutta la durata del cantiere, della durata di 10 minuti e ripetute 4 volte nell'arco del periodo diurno durante l'attività del cantiere. L'intervallo temporale tra le diverse misure è di almeno 1 ora, al fine di caratterizzare l'intera giornata lavorativa del cantiere ed il rispetto dei limiti di emissione fissati dal DPCM 14/11/97. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni minuto. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

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

#### D.4.4 Parametri rilevati

La Tabella D.17 mostra i parametri monitorati per la componente Rumore.

TABELLA D.17 - PARAMETRI ANALIZZATI PER LA MATRICE "RUMORE"

Parametri acustici rilevati		
<b>SPOT, DAY e SETT</b>	Livelli equivalenti press. Sonora pond. A	Sorgente specifica
	Livelli massimi $L_{AImax}$ $L_{AFmax}$ $L_{ASmax}$	Tempo a lungo termine TL



	Livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99	Tempo di riferimento TR
	Analisi spettrale	Tempo di osserv. TO
	Livello di rumore corretto LC	Liv.P.Son.Pond.A LAS LAF LAI
	Tempo di misura TM	LASmax, LAFmax LAI max
	Livello di emissione	Liv.eq press.son.pond A LAeqT
	Liv. Rumore ambientale LA	Liv.eq press.son.pond A LAeqTL
	Livello di rumore residuo LR	Fattore correttivo KI
	Livello differenziale di rumore LD	Presenza rumore a tempo parz.

#### D.4.5 Frequenza

Data la finalità esposta per ciascuna delle tipologie di misura previste, le frequenze di monitoraggio risultano:

- **DAY:** misura di collaudo presso l'ubicazione dei cantieri operativi, finalizzata alla caratterizzazione una tantum dell'incremento di livello sonoro generato dalla presenza del cantiere stesso e dovuto, quindi, all'attivazione dei macchinari e degli impianti presenti.
- **SPOT:** misure di controllo periodico, effettuate mensilmente presso ciascun punto di misura RUM per tutta la durata dei cantieri, per la verifica del rumore emesso dall'attività di cantiere nella normale attività.

Nelle tabelle seguenti è riportata la schematizzazione dei punti d'indagine per la matrice "Rumore", per ognuna delle tre fasi del monitoraggio.

TABELLA D.18 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (ANTE OPERAM)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Ante Operam	RUM 1	SPOT	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 2	SETT	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 3	DAY	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 4	SPOT	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 5	DAY	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 6	SPOT	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 7	DAY	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 8	SETT	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 9	DAY	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 10	SPOT	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 11	DAY	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 12	SPOT	1 volta nei 3 mesi precedenti



TABELLA D.19 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (CORSO D'OPERA)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza	Tipo di misura	Frequenza
Corso d'Opera	RUM 1	SPOT	mensile	DAY	Trimestrale con cantiere attivo in prossimità
	RUM 2	SPOT	mensile	DAY	
	RUM 3	SPOT	mensile	DAY	
	RUM 4	SPOT	mensile	DAY	
	RUM 5	SPOT	mensile	DAY	
	RUM 6	SPOT	mensile	DAY	
	RUM 7	SPOT	mensile	DAY	
	RUM 8	SPOT	mensile	DAY	
	RUM 9	SPOT	mensile	DAY	
	RUM 10	SPOT	mensile	DAY	
	RUM 11	SPOT	mensile	DAY	
	RUM 12	SPOT	mensile	DAY	

TABELLA D.20 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (POST OPERAM)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Post Operam	RUM 1	SETT	1 volte nei 6 mesi successivi
	RUM 2	SETT	1 volte nei 6 mesi successivi
	RUM 3	SETT	1 volte nei 6 mesi successivi
	RUM 4	SETT	1 volte nei 6 mesi successivi
	RUM 8	SETT	1 volte nei 6 mesi successivi
	RUM 9	SETT	1 volte nei 6 mesi successivi
	RUM 10	SETT	1 volte nei 6 mesi successivi

## D.5 Vibrazioni

### D.5.1 Riferimenti Normativi

L'attività di monitoraggio delle vibrazioni ha lo scopo di verificare le situazioni di criticità nei confronti della popolazione. La normativa di settore sulle vibrazioni è ancora mancante, ma esiste una normativa tecnica di supporto per il disturbo alle persone (ISO 2361/UNI 9614) e per gli eventuali danni alle strutture (UNI 9916).

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

Nel caso di una infrastruttura viaria, tra i sistemi in grado di attenuare il disturbo provocato dalle vibrazioni assume sicuramente un ruolo rilevante il controllo della regolarità della pavimentazione. Negli edifici prossimi a strade ed autostrade con flussi





significativi di traffico pesante possono, infatti, registrarsi livelli di accelerazione prossimi ai limiti UNI 9614, soprattutto in presenza di pavimentazioni in cattivo stato di manutenzione, giunti e condotte interrato passanti al di sotto della carreggiata.

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

- UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".
- UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici".
- UNI ENV 28041 "Risposta degli individui alle vibrazioni. Apparecchiatura di misura".
- UNI 11048 "Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo".
- ISO 2631 "Evaluation of Human exposure to whole-body vibration".
- ISO 4866 "Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings".
- ISO 5347 "Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups. Basic concepts".
- ISO 5348 "Mechanical vibration and shock – Mechanical mounting of accelerometers".
- DIN 4150, sull'influenza sulle persone e sugli edifici.
- BS 6472 "Guide to evaluation of human exposure to vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz)".

#### D.5.2 Definizione dei punti di monitoraggio

La scelta dei punti di monitoraggio non può prescindere dalla definizione dell'area entro cui stimare le potenziali interferenze. Nel caso di una infrastruttura lineare, come quella in oggetto, l'area di studio si configura solitamente come un corridoio per il quale serve definire la larghezza.

Quest'ultima viene determinata in maniera tale da comprendere l'area all'interno della quale si prevede che l'impatto dell'opera sia apprezzabile, tenendo conto delle caratteristiche morfologiche e urbanistiche del territorio e della tipologia dell'opera. La larghezza del corridoio può non essere costante lungo l'intero sviluppo dell'infrastruttura.

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

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

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

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

La scelta è stata effettuata attraverso il censimento adottato per lo studio della componente rumore, in quanto in esso sono inclusi ricettori entro una fascia di 250 metri per lato a partire dal bordo strada.

#### D.5.3 Metodica di monitoraggio

Il monitoraggio comporterà le seguenti attività preliminari:



- sopralluogo ed individuazione degli edifici segnalati;
- individuazione all'interno dei suddetti edifici di due postazioni di misura: la prima posta al piano più basso (piano terra), la seconda ad un piano alto (preferibilmente all'ultimo piano abitato), compatibilmente con l'accessibilità ai locali dell'edificio. Nel caso in cui tale accessibilità venga a mancare occorrerà individuare siti sostitutivi di misura aventi caratteristiche analoghe.

Il progetto di monitoraggio utilizza una serie di metodiche di misura standardizzate, in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici dell'indagine ed una elevata ripetibilità.

#### *D.5.3.1 VIB - valutazione del disturbo negli edifici*

La metodica di monitoraggio VIB ha come finalità la determinazione dell'accelerazione efficace complessiva ponderata secondo la norma UNI 9614 nel dominio di frequenza  $1 \div 80$  Hz.

La tecnica di monitoraggio consente nel misurare le vibrazioni (continue od intermittenti), originate da sorgenti di eccitazione, che colpiscono gli edifici, al fine di valutare il disturbo per le persone residenti. La valutazione, ai sensi delle norme UNI 9614 ed ISO 2631-2, si effettua nel luogo, nel momento e nelle condizioni in cui solitamente si manifesta il disturbo. Le suddette procedure non si applicano per la valutazione delle vibrazioni considerate come possibile causa di danni strutturali o architettonici agli edifici. Le operazioni di monitoraggio avvengono esclusivamente in edifici sedi di attività umana. I rilievi vibrometrici sono da effettuarsi nei locali abitati in corrispondenza dei quali il fenomeno vibratorio è presumibilmente maggiore. È prevista almeno una verifica in un locale del primo e dell'ultimo solaio abitati dell'edificio prescelto (laddove accessibili e previa autorizzazione dei soggetti proprietari). Essa deve essere effettuata sul pavimento in corrispondenza della posizione prevalente del soggetto esposto. Qualora questa non sia individuabile, i rilievi sono effettuati a centro ambiente. Gli assi di monitoraggio sono l'asse verticale Z, perpendicolare al pavimento, e l'asse orizzontale X-Y, perpendicolare alla parete del locale più vicina alla sorgente eccitante. Le misurazioni della tipologia VIBG avranno durata pari a 24 ore.

#### *D.5.4 Parametri rilevati*

Nelle misure di monitoraggio saranno impiegati sensori (accelerometri o trasduttori di velocità) in grado di misurare le componenti di moto lungo tre direzioni assiali. Le terne di sensori dovranno essere installate, possibilmente, al centro del pavimento del piano basso ed al centro del solaio di un piano alto dell'edificio. I sensori saranno collegati ad un analizzatore (sistema di acquisizione multicanale) in grado di campionare i segnali mantenendo la corretta ampiezza e fase degli stessi. La frequenza di campionamento non dovrà essere inferiore a 250 Hz e il sistema di registrazione, compresi i sensori, dovrà garantire una banda passante non inferiore a 1 kHz; l'intervallo di frequenze da analizzare è compreso tra 1 a 80 Hz. La misura dell'accelerazione dovrà essere ponderata mediante il filtro combinato Wm, da cui sarà ricavata l'accelerazione ponderata in frequenza am o il livello di accelerazione ponderata in frequenza Lw; tali grandezze dovranno essere registrate con costante di tempo slow.

#### *D.5.5 Frequenza*

Il PMA per la componente vibrazioni prevede, come ricordato, l'articolazione del monitoraggio sulle tre fasi:

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

#### *D.5.6 Ante-Operam*

Si procede verificando le osservazioni e le misure eseguite per lo studio di impatto ambientale, analizzando, per la fascia di studio presa in considerazione, i ricettori potenzialmente impattati. L'area di indagine è necessariamente valutata sulla base dell'impatto vibrazionale atteso dall'opera in oggetto e sulla tipologia dei ricettori potenzialmente colpiti. Di fondamentale importanza è la



scelta degli indicatori, in modo tale da poter seguire l'evoluzione del fenomeno fisico dalla fase ante operam alla fase di esercizio, passando per la fase di cantierizzazione. I parametri da considerare devono descrivere al meglio il fenomeno, risultare facilmente misurabili e confrontabili con i dati disponibili (da analisi pregresse o da dati di letteratura preesistenti). Devono essere considerate le soglie di ammissibilità al fine di giungere ad un confronto omogeneo con i dati disponibili. Le misure vanno programmate in modo tale da far risultare chiare le modalità di rilievo e da indicare i ruoli e le responsabilità dei soggetti coinvolti. Vanno segnalate le criticità esistenti, sia in termini strutturali (danni o lesioni agli edifici) che di "annoyance" (disturbo alle persone o ad attività umane).

#### D.5.7 Corso d'opera

Devono essere rilevati i parametri precedentemente considerati nell'ante operam, così da garantire la corretta sovrapposibilità dei dati ottenuti. Sulla base delle criticità individuate nella fase di cantierizzazione, si propongono soluzioni di mitigazione, sia di carattere tecnico che organizzativo.

#### D.5.8 Post-Operam

Gli indicatori definiti nella fase ante operam devono essere confrontati con quelli della fase post operam. Inoltre, vanno verificati gli interventi di mitigazione adottati e, qualora si riscontrassero ancora delle criticità, vanno proposti interventi integrativi di contenimento.

Nelle tabelle seguenti è riportata la schematizzazione dei punti d'indagine per la matrice "Vibrazioni", per ognuna delle tre fasi del monitoraggio.

TABELLA D.21 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (ANTE OPERAM)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Ante Operam	RUM 1	VIB	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 2	VIB	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 3	VIB	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 4	VIB	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 5	VIB	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 6	VIB	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 7	VIB	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 8	VIB	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 9	VIB	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 10	VIB	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 11	VIB	1 volta nei 3 mesi precedenti
	RUM 12	VIB	1 volta nei 3 mesi precedenti



TABELLA D.22 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (CORSO D'OPERA)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Corso d'Opera	RUM 1	VIB	Trimestrale con cantiere attivo in prossimità
	RUM 2	VIB	
	RUM 3	VIB	
	RUM 4	VIB	
	RUM 5	VIB	
	RUM 6	VIB	
	RUM 7	VIB	
	RUM 8	VIB	
	RUM 9	VIB	
	RUM 10	VIB	
	RUM 11	VIB	
	RUM 12	VIB	

TABELLA D.23 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (POST OPERAM)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Post Operam	RUM 1	VIB	1 volta nei 6 mesi successivi
	RUM 2	VIB	1 volta nei 6 mesi successivi
	RUM 3	VIB	1 volta nei 6 mesi successivi
	RUM 4	VIB	1 volta nei 6 mesi successivi
	RUM 8	VIB	1 volta nei 6 mesi successivi
	RUM 9	VIB	1 volta nei 6 mesi successivi
	RUM 10	VIB	1 volta nei 6 mesi successivi

## D.6 Biodiversità

Il monitoraggio ambientale relativo all'ambito vegetazionale, floristico e faunistico consiste nel documentare lo stato delle componenti prima dell'esecuzione dei lavori (AO) e seguirne l'evoluzione nelle successive fasi di monitoraggio (CO e PO). Le indagini valutano sia gli aspetti botanici che i popolamenti faunistici con lo scopo di verificare la situazione ambientale durante e in seguito alle attività di costruzione dell'opera, rilevare eventuali situazioni non previste e predisporre le necessarie azioni correttive.

Il presente monitoraggio prevede anche il controllo dello stato manutentivo degli interventi di ripristino e di mitigazione ambientale nelle aree oggetto di rinaturalizzazione al termine dei lavori.



#### D.6.1 RIFERIMENTI Normativi

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:

##### D.6.1.1 *Normativa Comunitaria*

- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 27 ottobre 1992:  
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  
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  
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  
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  
Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Direttiva (CEE) 79/409 del Consiglio, 2 aprile 1979:  
Conservazione degli uccelli selvatici;
- Regolamento CEE 1696/87 della Commissione del 10/06/87  
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  
relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico.

##### D.6.1.2 *NORMATIVA Nazionale*

- DPR n.120 del 12.03 2003  
Regolamento recante modifiche e integrazioni al Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.
- DPR n. 357 del 08.09.1997  
Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche (G.U. N. 284 DEL 23-10-1997, S.O. n.219/L).
- Testo coordinato al D.P.R. n. 120 del 2003 (G.U. n.124 del 30.05.2003);
- L n. 157 del 11.02.1992  
Norme per la protezione della fauna omeoterma e per il prelievo venatorio "Direttiva 2000/60/CE.
- L n. 394 del 06.12.1991  
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





▪ D.Lgs. n.42 del 22.01.2004

Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.

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.

Come anticipato in premessa, il PMA delle componenti in oggetto è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna), Rev. 1 del 13 marzo 2015".

## **D.6.2 DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO**

Le aree da monitorare sono scelte in funzione della sensibilità del territorio attraversato e della presenza di ambiti di maggior pregio naturalistico, secondo i seguenti criteri:

- rappresentatività: in relazione alle unità vegetazionali intese come ambiti naturalistici a diversa identità faunistica;
- sensibilità: aree caratterizzate da un particolare valore naturalistico e/o da fragilità degli equilibri in atto (es. aree verdi ricadenti in ambiti vincolati dal punto di vista ambientale);
- presenza di cantieri/lavorazioni particolarmente critiche sotto il profilo dell'impatto potenziale sulla vegetazione e fauna;
- aree oggetto di ripristino a seguito di occupazione temporanea per le attività di costruzione dell'opera.

## **D.6.3 Metodica di monitoraggio**

La localizzazione precisa delle aree di indagine è definita in loco in fase AO al fine di scegliere le aree più idonee al monitoraggio. Tali aree sono georeferenziate mediante l'utilizzo di GPS, delimitate con paletti, per rendere agevole il ritrovamento negli anni successivi di monitoraggio, e dotate di cartello identificativo per evitare che i paletti vengano rimossi da ignoti. All'interno di queste aree sono effettuate le analisi descritte nei paragrafi seguenti, dove sono riportati anche i riferimenti scientifici riguardanti le modalità e le tecniche utilizzate nel corso delle operazioni di monitoraggio.

### **D.6.3.1 Vegetazione e flora**

Il monitoraggio in esame prevede il censimento floristico e, in questo ambito, la valutazione di un indice di naturalità messo a punto da Menichetti, Petrella e Pignatti nel 1989 e basato sul rapporto tra le percentuali dei corotipi multizonali (categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione; codice 9; S. Pignatti, 1982) e quelli eurimediterranei (omonima categoria corologica; S. Pignatti, 1982). Questo indice fornisce una misura del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse e permette di confrontare gli esiti dei monitoraggi nelle varie fasi AO, CO e PO.

Inoltre, viene valutato il rapporto "specie sinantropiche/totale specie censite" che permette di evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura in quanto la presenza di specie sinantropiche è correlata al livello di antropizzazione dell'area.

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.

Ricapitolando, in corrispondenza di ciascuna area indagata sono ricavati un indice di ricchezza totale (numero di specie dell'area), un indice di naturalità (rapporto corotipi multizonali/corotipi eurimediterranei) e un indice di sinantropicità (rapporto differenza specie presenti e sinantropiche/numero delle specie in totale) al fine di verificare possibili alterazioni delle fitocenosi autoctone (in particolare l'ingresso di specie infestanti dovute alle attività di cantiere).

I risultati di tali attività sono raccolti in specifiche schede, check-list ed elaborati grafici. Nelle schede di indagine le specie sinantropiche sono contrassegnate con *Sin*, le specie vegetali rare o molto rare in Italia sono contrassegnate dalle sigle *R* e *RR*



rispettivamente e quelle rare o molto rare nelle regioni interessate con *r* e *rr*. Per quanto riguarda la nomenclatura scientifica utilizzata e la verifica della corretta determinazione delle specie nelle indagini floristiche, il testo di riferimento è: S. Pignatti, 1982, Flora d'Italia, Edagricole. Un ulteriore riferimento per la flora è costituito dalle Liste Rosse (contrassegnate con LR, 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.

Il monitoraggio delle comunità vegetali prevede, inoltre, l'esecuzione di rilievi fitosociologici 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). Tali indagini permettono (ove il rilievo sia effettuabile rispettando tutti i criteri previsti dal metodo stesso) l'attribuzione delle porzioni vegetazionali rilevate a fitocenosi note, una loro classificazione gerarchica in termini di naturalità nella fase AO e la valutazione di un eventuale scostamento da tali categorie nelle successive fasi di CO e PO.

In definitiva viene redatta una Carta Fisionomica Strutturale della Vegetazione, rappresentabile su base cartografica e/o su ortofoto.

Con particolare riferimento alla fase PO, il monitoraggio ambientale delle componenti vegetazionali ha, inoltre, la finalità di verificare che l'impianto nelle aree sottoposte a rinaturalizzazione (aree a verde di progetto) sia 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, nell'ambito della suddetta verifica, l'atteggiamento degli impianti è a carico dell'appaltatore, mentre le attività previste dal presente PMA sono volte a verificare la corretta manutenzione degli impianti vegetativi.

#### 1.1.1.1.11 Rilievo della composizione floristica

I censimenti della flora sono 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. L'indagine è realizzata 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, con il procedere dei tratti, l'incremento delle specie censite 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. Tale riconoscimento prevede di segnare e fotografare le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico. Inoltre, per evidenziare le variazioni che la realizzazione dell'infrastruttura produce nella flora, sono distinte le entità sinantropiche presenti nelle due fasce.

#### 1.1.1.1.12 Rilievo fitosociologico con metodo Braun-Blanquet

Il rilievo fitosociologico consente di registrare la presenza delle specie vegetali naturali ed alloctone invasive e di verificarne l'espansione e la contrazione nel corso del tempo, con l'obiettivo di individuare eventuali variazioni prodotte nella struttura delle formazioni vegetali.

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 è successivamente registrato sulla 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), che prevede la delimitazione dell'area di indagine con una fettuccia metrica e, nel caso di vegetazione pluristratificata, il rilievo separato delle specie dei diversi strati (arboreo, arbustivo ed erbaceo). Il metodo di Braun-Blanquet permette in definitiva di determinare: strato, composizione floristica, copertura, forma, fisionomia e struttura della vegetazione.



#### 1.1.1.1.13 Singoli individui vegetali di pregio

Tale indagine prevede il controllo dello stato di salute di esemplari arborei di pregio al fine di individuare eventuali segni di sofferenza conseguenti alla realizzazione dell'infrastruttura.

La determinazione degli individui di pregio avviene secondo quanto previsto dalla normativa nazionale, locale, dagli enti competenti e/o dal progetto.

La selezione degli stessi avviene in fase AO tramite ricognizioni in campo, quando, per ogni punto di campionamento, gli individui di pregio sono individuati all'interno di fasce parallele all'infrastruttura o alle opere connesse, o comunque nei pressi della realizzanda infrastruttura, ponendo particolare attenzione a non selezionare individui che possano essere abbattuti durante la cantierizzazione.

Nella scelta degli alberi, che debbono essere riconoscibili e in buona salute, si tiene conto dell'appartenenza a specie diverse, rappresentative delle fitocenosi dell'area, e la loro distanza dal tracciato della linea ferroviaria.

Tutti gli esemplari sono marcati con vernice, fotografati, localizzati tramite rilevamento GPS e indicati su una planimetria in scala 1:1000 contenente i con visuali delle fotografie. Vengono effettuate anche le misure morfometriche di ciascuno di essi, quali diametro a 1.20m da terra e altezza, per la misura della quale si può far ricorso al metodo comunemente definito "alberometro"; mentre l'analisi dello stato di salute e l'individuazione di eventuali segni di sofferenza si effettuano a vista e con l'ausilio della lente d'ingrandimento. Il controllo dell'accrescimento avviene di norma indirettamente, misurando i valori di incremento registrati per ogni pianta, tra una campagna di indagine e la successiva, relativamente a:

- diametro del tronco;
- altezza totale della pianta;
- ampiezza della chioma.

Gli elementi fondamentali minimi da rilevare sono pertanto:

- coordinate geografiche;
- specie;
- posizione sociale;
- caratteristiche morfometriche (altezza, diametro del tronco a 1.20m);
- caratteristiche della chioma (altezza di inserzione, posizione, forma, ampiezza);
- caratteristiche fitosanitarie dell'apparato epigeo.

#### 1.1.1.1.14 Monitoraggio dello stato di vigore vegetativo delle specie vegetali messe a dimora

L'attività consiste nel rilevare una serie di parametri e/o caratteri significativi su superfici campione di ca. 100mq, scelte opportunamente in funzione delle differenti tipologie presenti (almeno 1 superficie-campione per ogni tipologia), per monitorare le condizioni degli impianti a verde nelle aree soggette ad interventi di mitigazione e comprendere così il grado di riuscita del singolo intervento.

Verranno rilevati ad esempio:

- condizioni complessive degli individui arborei e/o arbustivi (portamento, eventuali segni di sofferenza a carico delle parti verdi come ingiallimento o perdita delle foglie);
- parametri morfometrici quali altezza, diametro del fusto e dimensioni della chioma degli individui arborei e/o arbustivi, grado di copertura e altezza del manto erboso.

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



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

1. condizioni buone;
2. condizioni precarie;
3. condizioni pessime.

Con i dati di tipo quantitativo saranno ricostruite le curve di accrescimento delle piante nelle differenti stazioni, con conseguenti confronti in relazione al grado di successo degli interventi (sulla base della considerazione che, in condizioni ambientali ottimali, la crescita è maggiore e più rapida).

Al termine delle fasi di lavoro sopra indicate, verrà redatta una relazione tecnica completa delle schede di restituzione comprensiva di: checklist delle specie reperite; calcolo di indici/indicatori derivati o collegati alla raccolta dati (da concordarsi preventivamente); cartografia tematica (in scala 1:500); sintesi dei risultati ottenuti e conclusioni.

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

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

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

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

#### D.6.3.2 Fauna

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

- indagini sull'Avifauna;
- fauna mobile terrestre – Mammiferi medi e piccoli;
- fauna mobile terrestre – Anfibi e Rettili;
- fauna mobile terrestre – Chiroterti.

I censimenti sono condotti lungo i transetti significativi mediante il metodo del "Visual census" e, per l'avifauna, mediante punti/transetti con l'ascolto al canto (Vocal count) e osservazione visiva standard (Direct count). La durata indicativa di ciascun punto o transetto di ascolto/osservazione è di 10-15 minuti. La caratterizzazione delle presenze è implementata anche mediante raccolta di elementi testimoniali di eventuali siti riproduttivi, tracce, siti rifugio, ecc.

Il monitoraggio permette quindi di evidenziare eventuali compromissioni delle aree potenzialmente interferite dai lavori.

La localizzazione delle aree campione e dei transetti di censimento è rappresentata in un opportuno elaborato grafico a scala adeguata (es. 1:1.000) su base cartografica oppure su ortofoto. I risultati delle attività di censimento sono riportati in opportune schede di rilevamento, check-list, tabelle.

#### 1.1.1.1.16 Indagini sull'avifauna

Le comunità ornitiche sono caratterizzate da un'elevata mobilità e sensibilità ai cambiamenti di habitat, quindi la loro osservazione permette di rappresentare e descrivere la situazione qualitativa ambientale e le sue variazioni nel tempo. La metodologia di



indagine prevista per i rilievi è particolarmente idonea ad essere applicata in ambienti uniformi ed omogenei, quali le unità agroecosistemiche e gli ambienti che si sviluppano linearmente, come le fasce ripariali dei corsi d'acqua.

In corrispondenza di ciascuna area indagata, in base ai censimenti condotti lungo gli opportuni transetti ed effettuati come sopra descritto, sono sintetizzati i seguenti indicatori:

- indice di ricchezza totale (N° specie in totale);
- presenza/assenza di specie tutelate e/o di interesse conservazionistico per l'avifauna;
- rapporto non passeriformi/passeriformi;
- la valutazione qualitativa delle specie di uccelli nidificanti nell'area.

Lo studio dell'avifauna è condotto sulla comunità delle specie nidificanti campione attraverso la metodologia Transect Method ampiamente sperimentata e di uso consolidato (Merikallio, 1946; Jarvinen & Vaisanen, 1976). Tale metodologia prevede l'analisi ed elaborazione dei seguenti parametri e indici:

- S - ricchezza di specie, numero totale di specie nel biotopo. Questo valore è direttamente collegato all'estensione del biotopo campionato ed al grado di maturità e complessità, anche fisionomico-vegetazionale dello stesso (Mac Arthur e Mac Arthur, 1961);
- H - indice di diversità definito attraverso l'indice Shannon & Wiener (1963), calcolato come  $H = - \sum p_i \ln p_i$ , dove "pi" è la frequenza (Fr) dell'i-esima specie ed "ln" il logaritmo naturale. Questo indice dà una misura della probabilità di incontrare nel corso del campionamento individui diversi. In pratica, ad H maggiori corrispondono biotopi più complessi con un numero maggiore di specie e con abbondanze ben ripartite;
- J = indice di equiripartizione di Lloyd & Ghelardi (1964), calcolato come  $J = H/H_{max}$ , dove  $H_{max} = \ln S$ . L'indice misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità o in altri termini il grado di lontananza da una equiripartizione (una comunità costituita da specie con eguale numero di individui). Tale indice varia tra 0 e 1;
- % non-Pass. = percentuale delle specie non appartenenti all'ordine dei Passeriformi. Il numero di non-Passeriformi è direttamente correlato, almeno negli ambienti boschivi, al grado di maturità della successione ecologica (Ferry e Frochot, 1970);
- d = dominanza; sono state ritenute dominanti quelle specie che compaiono nella comunità con una frequenza relativa uguale o maggiore di 0,05 (Turcek, 1956; Oelke, 1980); le specie dominanti diminuiscono con l'aumentare del grado di complessità e di maturità dei biotopi.
- A = abbondanza; numero di individui/15' = numero di individui osservati di una determinata specie nell'unità di tempo di 15'; numero di individui/1000 m = numero di individui osservati di una determinata specie in 1000 metri di transetto.

Lo studio dell'avifauna è condotto nel corso dei mesi primaverili-estivi attraverso:

- il rilievo mediante stazioni di ascolto (point counts);
- il rilievo su transetti lineari.

Le metodologie di riferimento sono approvate dalle seguenti istruzioni: MITO2000 (Monitoraggio Italiano Ornitologico); INFS (Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica); CISO (Centro Italiano Studi Ornitologici).

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 playback). Le specie coloniali (es. laridi, ardeidi) richiedono anch'esse tecniche specifiche per stimare le densità delle colonie individuate.

#### 1.1.1.1.17 Fauna mobile terrestre – Mammiferi medi e piccoli/Anfibi e Rettili





Per l'indagine relativa alla fauna terrestre mobile, potenzialmente condizionata dalle interruzioni della continuità degli habitat da parte dei tratti della linea, è necessario definire degli itinerari lineari per rilevare i mammiferi. Il principale obiettivo di questo tipo d'indagine è la verifica di eventuali effetti di interruzione della continuità faunistica da parte dell'opera.

Le specie sono rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso l'osservazione diretta e mediante l'utilizzo dei cosiddetti segni di presenza, efficaci soprattutto per i mammiferi con abitudini notturne. In questi casi si prendono in considerazione le tracce, le feci, gli scavi e le tane, delle quali si misurano le dimensioni (lunghezza, larghezza e profondità).

Le tracce di mammiferi sono identificate ed attribuite alle diverse specie fin dal loro ritrovamento in campagna. In taluni casi, per avere ulteriori conferme, sono prelevati campioni per sottoporli a successive indagini: al microscopio binoculare viene effettuato il riconoscimento dei resti alimentari, mentre al microscopio ottico vengono analizzati gli eventuali campioni di peli rinvenuti ed opportunamente trattati.

È opportuno sottolineare che, al fine di ottenere un campionamento meno condizionato dalla casualità delle osservazioni, è necessario effettuare rilevamenti in diversi periodi dell'anno, almeno uno per stagione. Soltanto uno studio di questo tipo è, infatti, in grado di fornire informazioni precise ed attendibili sulla presenza di tutte le specie agenti nell'area e permette di stimare le densità e la struttura di popolazione. Tuttavia, al fine di migliorare l'efficienza dell'indagine ed ottenere risultati utili a conoscere sufficientemente almeno la presenza/assenza delle specie sul territorio, sono effettuati due giorni di rilevamenti in campagna per ciascuna area campione.

I risultati di questo tipo d'indagine permettono di analizzare le possibili interferenze tra la linea ferroviaria ed i vertebrati rinvenuti, avanzare ipotesi da verificare nelle fasi successive e suggerire, ove necessario, opportuni accorgimenti al fine di mitigare gli impatti specifici ed in particolare l'effetto barriera.

I dati che vengono raccolti sono i seguenti:

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

I luoghi di ritrovamento dei campioni sono fotografati e indicati sulle carte di progetto (in scala 1:1.000) tramite i coni visuali, al fine di uno specifico posizionamento in coordinate geografiche.

Nell'indagine relativa alla fauna mobile terrestre, la corretta attribuzione dei reperti è verificata con la consultazione di manuali, atlanti e guide scientifiche e lavori scientifici, quali:

- S. Debrot, G. Fivaz, C. Mermod e J.M. Weber, 1982, Atlas des poils the mammiferes d'Europe. Neuchatei Institute de Zoologie;
- M.G Day, 1966, "Identification of hair and theather remains in the gut and faices of stoats and weasels". Journal of zoology, London, 148: 201-217;
- Lang A., 1989. Tracce di animali (impronte, escrementi, pasti, borre, tane e nidi). Zanichelli ed.;
- Brown R.W., Lawrence M.J., Pope J., 1996. Le tracce degli animali. Arnoldo Mondadori ed.;
- Corbet, Ovenden, 1985. Guida ai mammiferi d'Europa. Franco Muzzio Editore;
- Stokes D., 1986. A guide to animal tracking and behaviour Stokes nature guides;
- Arnold, Burton, 1985. Guida dei rettili e degli anfibi d'Europa. Franco Muzzio Editore.

Sono inoltre evidenziate le specie animali presenti nelle Liste Rosse.

#### 1.1.1.1.18 Fauna mobile terrestre - Chiroterri

I chiroterri sono importanti indicatori faunistici in quanto minacciati da numerosi fattori di pressione ambientale di origine antropica, quali: l'adozione di sistemi di illuminazione invasivi, l'eliminazione e la frammentazione degli habitat, l'utilizzo di sostanze inquinanti (pesticidi e insetticidi), il disturbo e la dispersione delle colonie riproduttive e dei roost degli svernanti.



Per il loro monitoraggio sono solitamente adottate due tecniche principali:

- rilevamento tramite bat-detector lungo transetti che restituisce una valutazione qualitativa delle specie presenti (ricchezza di specie).

Il bat detector rileva gli impulsi di eco-localizzazione emessi dai Microchiroterteri (sottordine dei chiroterteri a cui appartengono tutte le specie italiane), che, opportunamente classificati, consentono il riconoscimento a livello di specie. L'indagine è eseguita mediante punti di ascolto serali (in numero da definire sulla base delle risultanze di campo) a partire dal tramonto e nelle tre ore successive (21.00-24.00) per una durata di 10-15 minuti con rilevatore di ultrasuoni (bat-detector - Ultrasound detector D240X, Petterson Elektronik o similari, che sfrutta una tecnologia in grado di rendere udibile all'uomo gli ultrasuoni emessi dai chiroterteri per l'orientamento durante il volo). I segnali sono registrati su un idoneo supporto di memorizzazione di file sonori e analizzati con il software Batsound pro 3.31 o similari.

Gli indicatori e gli indici principali (salvo ulteriori specifici che potrebbero emergere in itinere) di riferimento sono i seguenti:

- n° specie contattate/rilievo;
- n° di contatti/specie per ogni punto di rilievo;
- presenza di specie di elevato valore conservazionistico (allegato II Direttiva Habitat);
- presenza eventuale di colonie riproduttive e stima quali-quantitativa di massima degli individui (ove possibile);
- presenza eventuale di roost di svernamento e stima quali-quantitativa di massima degli individui (ove possibile).

#### D.6.4 Parametri rilevati

Di seguito sono indicati i parametri oggetto di monitoraggio per le componenti in esame.

##### 1.1.1.1.19 Vegetazione e flora

La caratterizzazione della vegetazione e della flora nelle aree di monitoraggio è effettuata attraverso tre tipi di indagine:

- censimento floristico;
- rilievo fitosociologico;
- singoli individui vegetali di pregio.

Tali indagini forniscono una misura del livello di antropizzazione delle aree di indagine ed un termine di confronto degli esiti dei monitoraggi nelle varie fasi AO, CO e PO e permettono di evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura.

- Monitoraggio dello stato di vigore vegetativo delle specie vegetali messe a dimora  
Queste indagini forniscono una misura della qualità degli impianti messi a dimora a corollario della realizzazione dell'infrastruttura e si effettua nel solo PO.
- Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere  
Queste indagini garantiscono il controllo ed il mantenimento delle caratteristiche chimico fisiche e biologiche dei cumuli di terreno vegetale conservati in attesa di reimpiego e limita fortemente l'ingresso di specie alloctone nel volume delle terre stoccate. Si effettua nella sola fase di CO.

##### 1.1.1.1.20 Fauna

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

L'avifauna può fungere da efficace indicatore della qualità ambientale e costituisce un elemento di fondamentale importanza sia per la corretta valutazione di eventuali incidenze del progetto in esame, sia per le eventuali attività di monitoraggio connesse a



quest'ultimo. In corrispondenza dei tratti a maggior naturalità, si prevede, inoltre, di estendere l'indagine ai mammiferi ed ai rettili. La presenza di edifici abbandonati e della galleria favorisce la presenza di una buona varietà di chirotteri, che, pertanto, sono oggetto di indagine.

Nell'ambito del presente PMA sono previsti i censimenti volti ad individuare la presenza dei seguenti Taxa:

- mammiferi terrestri;
- rettili;
- avifauna;
- chirotteri.

Il monitoraggio dell'ittiofauna è considerato nella componente acqua superficiali, mediante la determinazione dell'indice NISECI.

#### ***D.6.5 Frequenza***

Durata e periodicità delle misure sono state stabilite in modo differente, a seconda sia della fase di monitoraggio che della finalità e tipologia di misura da effettuare. In particolare, le fasi di monitoraggio sono divise in Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam.

##### ***D.6.5.1 Fase di AO***

###### **1.1.1.1.21 Habitat, Vegetazione e Flora**

- *Identificazione degli habitat presenti sul territorio*  
secondo i principali sistemi di classificazione adottati dall'Unione Europea (CORINE Biotopes, Physis Palaeartic, EUNIS, NATURA 2000), come strumento di codifica degli ambienti di rilevamento di flora, vegetazione e fauna  
Il rilievo viene svolto 1 volte nell'anno in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali
- *Censimento floristico:*  
Flora - analisi floristica per fasce campione distale e prossimale all'opera  
Il rilievo viene svolto 2 volte nell'anno in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali
- *Rilievo Fitosociologico*  
Comunità vegetali – rilievo fitosociologico con metodo di Braun-Blanquet  
Il rilievo viene svolto 2 volte nell'anno in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali

###### **1.1.1.1.22 Fauna;**

- *Comunità ornitiche*  
Il rilievo viene svolto 4 volte nell'anno
- *Fauna mobile terrestre*
  - Mammiferi di medie e piccole dimensioni  
Il rilievo viene svolto 3 volte nell'anno
  - Anfibi e rettili  
Il rilievo viene svolto 5 volte nell'anno
  - Chirotteri  
Il rilievo viene svolto 4 volte nell'anno

##### ***D.6.5.2 Corso d'Opera***

###### **1.1.1.1.23 Habitat, Vegetazione e Flora**

A.T.I.



23007\_PD\_AMB\_R\_07\_00 Piano di Monitoraggio Ambientale\_02

REDAZIONE DI GARA E PROGETTO DEFINITIVO:



Prof. Ing. A. Marradi | Prof. Ing S. Pagliara | Ing. M. Ascoli | Dott. P. Turin

CONSULENZA:

PAGINA

Prof. Ing. W.  
Salvatore  
Prof. Ing. N.  
Squeglia

51



- **Censimento floristico:**  
Flora - analisi floristica per fasce campione distale e prossimale all'opera  
Il rilievo viene svolto 2 volte nell'anno in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali
- **Rilievo Fitosociologico**  
Comunità vegetali – rilievo fitosociologico con metodo di Braun-Blanquet  
Il rilievo viene svolto 2 volte nell'anno in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali
- **Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere**  
Il rilievo viene svolto 2 volte nell'anno in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali

#### 1.1.1.1.24 Fauna;

- **Comunità ornitiche**  
Il rilievo viene svolto 4 volte nell'anno
- **Fauna mobile terrestre**
  - Mammiferi di medie e piccole dimensioni  
Il rilievo viene svolto 3 volte nell'anno
  - Anfibi e rettili  
Il rilievo viene svolto 5 volte nell'anno
  - Chiroteri  
Il rilievo viene svolto 4 volte nell'anno

#### D.6.5.3 Fase di PO

#### 1.1.1.1.25 Habitat, Vegetazione e Flora

- **Censimento floristico:**  
Flora - analisi floristica per fasce campione distale e prossimale all'opera  
Il rilievo viene svolto 2 volte nell'anno in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali
- **Rilievo Fitosociologico**  
Comunità vegetali – rilievo fitosociologico con metodo di Braun-Blanquet  
Il rilievo viene svolto 2 volte nell'anno in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali
- **Monitoraggio dello stato di vigore vegetativo delle specie vegetali messe a dimora**  
Il rilievo viene svolto 1 volta nell'anno in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali.

#### 1.1.1.1.26 Fauna;

- **Comunità ornitiche**  
Il rilievo viene svolto 4 volte nell'anno
- **Fauna mobile terrestre**
  - Mammiferi di medie e piccole dimensioni  
Il rilievo viene svolto 3 volte nell'anno
  - Anfibi e rettili  
Il rilievo viene svolto 4 volte nell'anno



- Chiroterri  
Il rilievo viene svolto 3 volte nell'anno

TABELLA D.24 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (ANTE OPERAM)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Ante Operam	BIO_01	Censimento floristico	2/y
		Rilievo fitosociologico	2/y
		Monitoraggio comunità ornitiche	4/y
		Monitoraggio macro-mesoteriofauna	3/y
		Monitoraggio chiroterri	3/y
		Monitoraggio anfibi	4/y
		Monitoraggio rettili	4/y
	BIO_02	Censimento floristico	2/y
		Rilievo fitosociologico	2/y
		Monitoraggio comunità ornitiche	4/y
		Monitoraggio macro-mesoteriofauna	3/y
		Monitoraggio chiroterri	3/y
		Monitoraggio anfibi	4/y
		Monitoraggio rettili	4/y
	BIO_03	Censimento floristico	2/y
		Rilievo fitosociologico	2/y
		Monitoraggio comunità ornitiche	4/y
		Monitoraggio macro-mesoteriofauna	3/y
		Monitoraggio chiroterri	3/y
		Monitoraggio anfibi	4/y
		Monitoraggio rettili	4/y

TABELLA D.25 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (CORSO D'OPERA)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Corso d'opera	BIO_01	Censimento floristico	2/y
		Rilievo fitosociologico	2/y
		Monitoraggio comunità ornitiche	4/y
		Monitoraggio macro-mesoteriofauna	3/y
		Monitoraggio chiroterri	3/y
		Monitoraggio anfibi	4/y

A.T.I.



REDAZIONE DI GARA E PROGETTO DEFINITIVO:



Prof. Ing. A. Marradi | Prof. Ing S. Pagliara | Ing. M. Ascoli | Dott. P. Turin

CONSULENZA:

Prof. Ing. W. Salvatore  
Prof. Ing. N. Squeglia

PAGINA

53





	BIO_02	Monitoraggio rettili	4/y
		Censimento floristico	2/y
		Rilievo fitosociologico	2/y
		Monitoraggio comunità ornitiche	4/y
		Monitoraggio macro-mesoteriofauna	3/y
		Monitoraggio chiroterteri	3/y
		Monitoraggio anfibi	4/y
		Monitoraggio rettili	4/y
	BIO_03	Censimento floristico	2/y
		Rilievo fitosociologico	2/y
		Monitoraggio comunità ornitiche	4/y
		Monitoraggio macro-mesoteriofauna	3/y
		Monitoraggio chiroterteri	3/y
		Monitoraggio anfibi	4/y
		Monitoraggio rettili	4/y
	VEG_TS_01	Monitoraggio stato di conservazione cumuli depositati in aree di cantiere	2/y
	VEG_TS_02	Monitoraggio stato di conservazione cumuli depositati in aree di cantiere	2/y
	VEG_TS_03	Monitoraggio stato di conservazione cumuli depositati in aree di cantiere	2/y
	VEG_TS_04	Monitoraggio stato di conservazione cumuli depositati in aree di cantiere	2/y
	VEG_TS_05	Monitoraggio stato di conservazione cumuli depositati in aree di cantiere	2/y
	VEG_TS_06	Monitoraggio stato di conservazione cumuli depositati in aree di cantiere	2/y

TABELLA D.26 - DETTAGLIO PUNTI DI MONITORAGGIO: TIPO DI MISURA E FREQUENZA (POST OPERAM)

	Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
Post Operam	BIO_01	Censimento floristico	2/y
		Rilievo fitosociologico	2/y
		Monitoraggio comunità ornitiche	4/y
		Monitoraggio macro-mesoteriofauna	3/y
		Monitoraggio chiroterteri	3/y
		Monitoraggio anfibi	4/y



# REGIONE TOSCANA

Direzione mobilità, infrastrutture e trasporto pubblico locale  
Settore viabilità regionale ambiti Firenze-Prato e Pistoia

NUOVO PONTE SUL FIUME ARNO E RELATIVI COLLEGAMENTI VIARI TRA LO SVINCOLO DELLA SGC FI-PI-LI DI LASTRA A SIGNA E DI SIGNA  
CIG: 95482064DA - CUP: D91B21005300001

	BIO_02	Monitoraggio rettili	4/y
		Censimento floristico	2/y
		Rilievo fitosociologico	2/y
		Monitoraggio comunità ornitiche	4/y
		Monitoraggio macro-mesoteriofauna	3/y
		Monitoraggio chiroterri	3/y
		Monitoraggio anfibi	4/y
		Monitoraggio rettili	4/y
	BIO_03	Censimento floristico	2/y
		Rilievo fitosociologico	2/y
		Monitoraggio comunità ornitiche	4/y
		Monitoraggio macro-mesoteriofauna	3/y
		Monitoraggio chiroterri	3/y
		Monitoraggio anfibi	4/y
		Monitoraggio rettili	4/y
	VEG_VV_01	Monitoraggio stato di vigore vegetativo delle specie vegetali messe a dimora	1/y
	VEG_VV_02	Monitoraggio stato di vigore vegetativo delle specie vegetali messe a dimora	1/y
	VEG_VV_03	Monitoraggio stato di vigore vegetativo delle specie vegetali messe a dimora	1/y

A.T.I.

MANDATARIA



MANDANTE



REDAZIONE DI GARA E PROGETTO DEFINITIVO:



OP INGENGERIA SRL  
Società di Ingegneria Civile  
info@opingenzeria.com - www.opingenzeria.com  
Viale San Concordio, 1180 - 55100 LUCCA  
Tel: 0583 391194 - P.IVA: 02486940469



AUSILIO



EMAGY  
S. AMBIENTE

Prof. Ing. A. **Marradi** | Prof. Ing S. **Pagliara** | Ing. M. **Ascoli** | Dott. P. **Turin**

CONSULENZA:

PAGINA

Prof. Ing. W.  
**Salvatore**

Prof. Ing. N.  
**Squeglia**

55