



# VARIANTE ALLA SRT 429 DI VAL D'ELSA LOTTO 3 TRATTO CERTALDO - CASTELFIORENTINO TRA LO SVINCOLO CERTALDO OVEST E LO SVINCOLO CON LA S.P. VOLTERRANA



CARTELLA

## MA - STUDI E INDAGINI PER MITIGAZIONE AMBIENTALE E OPERE A VERDE

OGGETTO DELL'ELABORATO

**RELAZIONE INTEGRATIVA PMA POST-OPERAM DELLE OPERE DI MITIGAZIONE DEL PAESAGGIO  
(Adempimento prescrizioni VIA) - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

### RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Antonio DE CRESCENZO

### C.D.P. COORDINAMENTO DIREZIONE DI PROGETTO

Ing. Alessandro SILVIETTI  
Ing. Iacopo MAZZONI

### SUPPORTO AL RUP

Dott. Aldo PARISI

### COLLABORATORI

(In ordine alfabetico)

Geom. Federico ANZUINI  
Dis. Francesca BELLINI  
Geom. Alessandro INNOCENTI  
Dis. Edi Antonella MATTIOLI  
Dis. Ligia del Pilar MONTALVO

### IL PROGETTISTA DELL'ATTIVITA' SPECIALISTICA



Ing. Matteo BERTONERI

### ATTIVITA' SPECIALISTICHE

(In ordine dell'elenco elaborati)



**GEOLOGIA E GEOTECNICA**  
IDROGEO Engineering & Consulting



**IDROLOGIA E IDRAULICA**  
DA. SA. Ingegneria s.r.l.



**RILIEVI PLANOALTIMETRICI - PIANO PARTICELLARE**  
GDEC s.r.l.



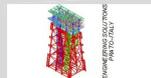
**PROGETTO STRADALE**  
DLA Associati



**PROGETTO STRUTTURE - OPERE D'ARTE**  
Studio Tecnico Ing. Salvatore Giacomo Morano



**MITIGAZIONE AMBIENTALE E OPERE A VERDE**  
ALEPH



**PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO (PSC)**  
Studio Tecnico Ing. Claudio Consorti

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A V. I. A.  
TECNOCREO Società di Ingegneria



PROGETTO DEFINITIVO REDATTO DA



Luglio 2013

REVISIONATO  
15.30 - 27/07/2018

FASE	CARTELLA	ELABORATO	PROGRESS	REV	NOME FILE e DATA DI AGGIORNAMENTO (yyymmdd)	SCALA
D	MA	06	02	4	D_MA0602_4PianoMonitoraggioAmbientale_190202	
NOTE DI STAMPA: A4			P.R.S INTERVENTO : ID 832			C.U.P
4	Gennaio 2019	Emissione	Sberveglieri	Bertoneri	Silvietti	
REVISIONE	DATA	MOTIVAZIONE	REDATTO	VERIFICATO	C.D.P.	



## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA: CRITERI METODOLOGICI PER LA REDAZIONE DEL PMA.....</b>	<b>4</b>
1.1	Obiettivi del Monitoraggio Ambientale.....	4
1.2	Requisiti del Piano di Monitoraggio Ambientale.....	4
1.2.1	Approccio metodologico.....	5
1.2.2	Estensione temporale del PMA.....	6
1.2.3	Identificazione delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio.....	7
<b>2</b>	<b>ATMOSFERA.....</b>	<b>9</b>
2.1	Riferimenti Normativi.....	9
2.1.1	Normativa Comunitaria.....	9
2.1.2	Normativa Nazionale.....	10
2.2	Definizione dei punti di monitoraggio.....	11
2.3	Metodica di monitoraggio.....	12
2.4	Parametri rilevati.....	13
2.5	Frequenza.....	15
<b>3</b>	<b>ACQUE SUPERFICIALI.....</b>	<b>17</b>
3.1	Riferimenti Normativi.....	17
3.1.1	Normativa Comunitaria.....	17
3.1.2	Normativa Nazionale.....	18
3.2	Metodica di monitoraggio.....	19
3.3	Parametri rilevati.....	19
3.4	Frequenza.....	21
<b>4</b>	<b>ACQUE SOTTERRANEE.....</b>	<b>24</b>
4.1	Riferimenti Normativi.....	24
4.1.1	Normativa Comunitaria.....	24
4.1.2	Normativa Nazionale.....	25
4.2	Definizione dei punti di monitoraggio.....	25
4.3	Metodica di monitoraggio.....	25
4.4	Parametri rilevati.....	25

4.5	Frequenza .....	26
4.2	Modalità di gestione di possibili peggioramenti e/o eventi critici .....	29
<b>5</b>	<b>RUMORE.....</b>	<b>30</b>
5.1	Riferimenti Normativi .....	30
5.1.1	Normativa Comunitaria.....	30
5.1.2	Normativa Nazionale .....	30
5.2	Definizione dei punti di monitoraggio.....	31
5.3	Metodica di monitoraggio .....	32
5.4	Parametri rilevati.....	34
5.4.1	Frequenza.....	34
<b>6</b>	<b>VIBRAZIONI .....</b>	<b>37</b>
6.1	Riferimenti Normativi .....	37
6.2	Definizione dei punti di monitoraggio.....	37
6.3	Metodica di monitoraggio .....	38
6.4	Parametri rilevati.....	39
6.5	Frequenza .....	39
<b>7</b>	<b>PAESAGGIO .....</b>	<b>42</b>
7.1	Frequenza .....	42
7.2	Metodica di monitoraggio .....	42
7.3	Definizione dei punti di monitoraggio.....	43
7.4	Parametri rilevati.....	48
7.5	Indicazioni per interventi di sostituzione degli esemplari .....	49
7.5.1	Messa a dimora delle nuove essenze arbustive .....	49
7.5.2	Piantumazione di alberi .....	50

## 1 Premessa: criteri metodologici per la redazione del PMA

### 1.1 Obiettivi del Monitoraggio Ambientale

In conformità alle indicazioni tecniche di cui alle *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:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto individuate nella Verifica di Assoggettabilità a VIA per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'Opera;
- 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 posti in essere;
- 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.

### 1.2 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.

### 1.2.1 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 nella Verifica di Assoggettabilità a VIA, integrate con quelle indicate dalle prescrizioni impartite dagli Enti di controllo. 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.
- 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:
  - o presenza della sorgente di interferenza;
  - o 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, delle 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.

### 1.2.2 Estensione temporale del PMA

Le finalità delle diverse fasi di monitoraggio sono così distinte:

A) Monitoraggio 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 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 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.

### 1.2.3 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, 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, in particolare le aree di pregio o interesse individuate dalla normativa comunitaria, nazionale e regionale, nonché quelle indicate nel parere di compatibilità ambientale e nei provvedimenti di approvazione del progetto nei suoi diversi livelli. 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
- Paesaggio

A seguire 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.

## 2 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, la restituzione dei dati e 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 matrici quali la vegetazione e la fauna nello spirito di realizzare un sistema integrato di monitoraggio, capace di sfruttare le sinergie potenziali inter-componente.

### 2.1 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.

#### 2.1.1 Normativa Comunitaria

Attualmente le direttive di riferimento sono le seguenti:

- 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.

### 2.1.2 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).

## 2.2 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.

### 2.3 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 primariamente volta al monitoraggio dell’inquinamento dovuto al sollevamento di polveri in fase di cantiere e durante le lavorazioni, una volta, invece, al monitoraggio dello stato di qualità dell’aria connesso al traffico veicolare e all’esercizio dell’infrastruttura.

#### **Misure tipo ATM LAB - Rilievo della qualità dell’aria con mezzo mobile strumentato**

Le misure della tipologia LAB saranno eseguite per una durata di almeno 15gg (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 seguente tabella, nella quale, per ogni inquinante, viene indicato il tempo di campionamento, l’unità di misura e le eventuali elaborazioni statistiche particolari da effettuare sui dati. I parametri di monitoraggio 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 ambiente, 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.

Parametro	Campionamento n.	Unità di misura	Elaborazioni statistiche	Campionamento e determinazione
CO	1h	mg/m <sup>3</sup>	Media su 8 h/ Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
NOx, NO, NO <sub>2</sub>	1h	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.)

Parametro	Campio n.	Unità di misura	Elaborazioni statistiche	Campionamento e determinazione
O <sub>3</sub>	1 h	µg/m <sup>3</sup>	Media su 8 h/ 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)

*Tabella 2:1 - Tipologia di monitoraggio per misure di tipo ATM*

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, mm di pioggia).

### **Misure tipo POL – Rilievo delle del particolato fine (PM10)**

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione particolato fine, prodotto dalle attività in atto nelle aree di cantiere ed 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.

## 2.4 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.

	<b>INQUINANTI GASSOSI</b>	<b>POLVERI (PARTICOLATO)</b>	<b>METEREOLOGICI</b>
<b>ATM</b>	CO (Monossido di Carbonio)	PTS (Polveri Totali Sospese)	Direzione Vento
	Nox, NO, NO <sub>2</sub> (Ossidi di Azoto)	PM <sub>10</sub> (Polveri Sottili)	Velocità vento
	O <sub>3</sub> (Ozono)		Temperatura
	SO <sub>2</sub> (Biossido di Zolfo)		Pressione atmosferica
			Umidità relativa
			Radiazione solare globale
			Precipitazioni

*Tabella 2:2 - Parametri di monitoraggio per misure di tipo ATM*

	<b>POLVERI (PARTICOLATO)</b>	<b>METEREOLOGICI</b>
<b>POL</b>	PM <sub>10</sub> (Polveri Sottili)	Direzione Vento
		Velocità vento
		Temperatura
		Pressione atmosferica
		Umidità relativa
		Radiazione solare globale
		Precipitazioni

Tabella 2:3 - Parametri di monitoraggio per misure di tipo POL

## 2.5 Frequenza

Durata e periodicità delle misure sono state stabili in modo differente a seconda sia della fase di monitoraggio che della finalità e tipologia di misura da effettuare. In particolare:

- **In 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.
- **In 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 meteorologicamente 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.
- **In 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 meteorologicamente significative e correlare i risultati anche all’andamento stagionale dei trasporti di inquinanti.

### Ante Operam

<b>Codice punto</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>
<b>ATM 01</b>	ATM_LAB	1 volta nei 3 mesi antecedenti

Corso d'Opera

<b>Codice punto</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>
<b>ATM 01</b>	-	-
<b>ATM 02</b>	ATM_POL	Trimestrale
<b>ATM 03</b>	ATM_POL	Trimestrale
<b>ATM 04</b>	ATM_POL	Trimestrale
<b>ATM 05</b>	ATM_POL	Trimestrale

Post Operam

<b>Codice punto</b>	<b>Frequenza</b>	<b>DURATA</b>
<b>ATM 01</b>	ATM_LAB	2 volte nei 36 mesi successivi

### 3 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, le analisi di laboratorio e 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 variazioni 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:

- la modifica del regime idrologico;
- l'inquinamento delle acque;
- il 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.

#### 3.1 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.

##### 3.1.1 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).

### 3.1.2 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”. 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 e artificiali, ad utilizzo irriguo, di drenaggio, di scolo o promiscuo. 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 esaminata sono costituite:

- dal fronte avanzamento lavori, ovvero dalla realizzazione di opere quali viadotti, tombini, scolarie, ponti 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 i corpi idrici monitorati sono i fiumi in corrispondenza dei quali saranno realizzati nuovi ponti. Infatti, la costruzione di pile in alveo, nonché l’utilizzo di macchinari per l’infissione dei pali di grande diametro, sono i principali responsabili della modifica del regime idrico del corpo fluviale e/o della loro contaminazione accidentale. Inoltre, l’utilizzo del corpo stradale ed il nuovo assetto idraulico e idrologico, rendono necessario il monitoraggio nella fase di esercizio dell’infrastruttura.

Le interferenze monitorate sono con:

- Borro di Corniola
- Fiume Elsa

In corrispondenza dei corsi d'acqua oggetto di monitoraggio sono sempre stati previsti due punti di indagine ubicati rispettivamente a monte e a valle dell'area "sorgente", intesa come punto di interferenza tra corso d'acqua e lavorazioni per l'ampliamento delle opere di attraversamento.

Si fa presente che il posizionamento dei punti di monitoraggio è stato indicato nelle tavole di progetto 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 la effettiva ampiezza del corso d'acqua, parametro fondamentale per l'individuazione della corretta distanza dal tracciato autostradale per garantire il completo rimescolamento delle acque in presenza di fenomeni di inquinamento puntuale.

### 3.2 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 multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori) e con misura di portata del corso d'acqua;
- LAB, con analisi di parametri chimico-batterologici 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.

### 3.3 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 il 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 metrici, 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.

<b>AISU-OS</b>	<b>Chimico fisici delle acque</b>
	Portata
	Temperatura acqua
	Temperatura aria
	pH
	Conducibilità elettrica
	Ossigeno disciolto
	Solidi Sospesi Totali
	Potenziale redox

<b>AISU-LAB</b>	<i>Parametri chimici delle acque Generali</i>	<i>Parametri Microbiologici</i>	<i>Altro</i>
	Ammoniaca	Steptococchi fecali	Indice STAR_ICMi
	Nitrati	Coliformi totali	
	Nitriti	Coliformi fecali	
	BOD5	Escherichia Coli	
	COD		
	Tensioattivi anionici		
	Tensioattivi non anionici		
	Cloruri		
	Solfati		
	Idrocarburi totali		
	<u>Metalli e specie metalliche</u>		
	Cromo VI		
	Rame		
	Piombo		
	Cadmio		
	Ferro		
	Arsenico		
	Mercurio		

Oltre a tali parametri ed in ottemperanza sarà rilevato l’indice STAR\_ICMi. Tale indice è stato 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:

- a. un metodo per la valutazione della qualità ecologica dei corsi d’acqua;

- b. il metodo ufficiale per definire i limiti di classe per tutti i metodi che verranno successivamente sviluppati o applicati al fine di poter svolgere l'esercizio di intercalibrazione.

L'indice non intende essere stressor specifico ma è stato al contrario costruito per valutare la qualità generale dei siti fluviali. Inoltre, esso viene direttamente calcolato come di Qualità Ecologica (RQE) e assume valori tra 0 e 1+, e 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 metriche opportunamente normalizzate e ponderate, che includono i principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare. Le sei metriche sono: ASPT,  $\text{Log}_{10}(\text{sel\_EPTD}+1)$ , 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 il valore proprio dell'indice STAR\_ICMi nelle condizioni di riferimento.

$$\frac{\text{AISU-BIO}}{\text{Indice STAR\_ICMi}} \quad \text{Altro}$$

### 3.4 Frequenza

Le fasi oggetto di monitoraggio, come previsto dalle Linee guida per il PMA, saranno:

- Ante Operam: Il Monitoraggio Ante Operam delle acque superficiali ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche del corso d'acqua, in termini quantitativi e qualitativi, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dall'opera in progetto. Il monitoraggio AO ha infine lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche del corso d'acqua tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico. Stanti le premesse fornite, si opererà mediante analisi dei parametri fisici-chimici-batterologici, per una sola sezione (valle), una volta prima dell'inizio effettivo delle lavorazioni. Le analisi in questa fase, saranno

utilizzate come valori di riferimento per lo stato di qualità dei corpi idrici superficiali per le analisi nelle fasi successive.

- 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.
- Post Operam: 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, nella sola sezione di valle.

L’ubicazione dei punti è rappresentata nelle tavole allegate al progetto. I punti di campionamento selezionati sono localizzati in corrispondenza delle intersezioni del tracciato di progetto con i corsi d’acqua e i canali principali presenti. Di seguito è riportata la schematizzazione dei punti d’indagine per le acque superficiali.

Ante Operam

<b>Codice punto</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>
AISU 00 M (solo monte)	AISU OS + AISU LAB+AISU BIO	1 volta nei 3 mesi antecedenti
AISU 01_V	AISU OS + AISU LAB+AISU BIO	1 volta nei 3 mesi antecedenti
AISU 01_M	AISU OS + AISU LAB+AISU BIO	1 volta nei 3 mesi antecedenti
AISU 02_V	AISU OS + AISU LAB+AISU BIO	1 volta nei 3 mesi antecedenti
AISU 03_M	AISU OS + AISU LAB+AISU BIO	1 volta nei 3 mesi antecedenti
AISU 03_V	AISU OS + AISU LAB+AISU BIO	1 volta nei 3 mesi antecedenti

Corso d’Opera

<b>Codice punto</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>
AISU 00 M	AISU OS	mensile	AISU LAB	trimestrale
AISU 01_V	AISU OS	mensile	AISU LAB	trimestrale
AISU 01_M	AISU OS	mensile	AISU LAB	trimestrale
AISU 02_V	AISU OS	mensile	AISU LAB+AISU BIO	trimestrale
AISU 03_M	AISU OS	mensile	AISU LAB+AISU BIO	trimestrale
AISU 03_V	AISU OS	mensile	AISU LAB+AISU BIO	trimestrale

Post Operam

<b>Codice punto</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>
AISU 00_M	AISU OS + AISU LAB	trimestrale nei 6 mesi successivi
AISU 01_V	AISU OS + AISU LAB	trimestrale nei 6 mesi successivi
AISU 01_M	AISU OS + AISU LAB	trimestrale nei 6 mesi successivi
AISU 02_V	AISU OS + AISU LAB	trimestrale nei 6 mesi successivi
AISU 03_M	AISU OS + AISU LAB	trimestrale nei 6 mesi successivi
AISU 03_V	AISU OS + AISU LAB	trimestrale nei 6 mesi successivi

## 4 Acque sotterranee

Preso atto del parere rilasciato in fase di Verifica di assoggettabilità a VIA, con le relative prescrizioni in merito alla componente acque sotterranee, si è proceduto ad una revisione ed implementazione del PMA. Le variazioni aggiunte sono quelle riportate in colore azzurro, allo scopo di ottemperare alle suddette prescrizioni.

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

Per acqua sotterranea o freatica si intende l'acqua che si trova al di sotto della superficie terrestre. Questa acqua si trova 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;
- sovra sfruttamento 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.

### 4.1 Riferimenti Normativi

#### 4.1.1 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.

#### 4.1.2 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.

#### 4.2 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, individuati dei punti di campionamento individuando delle 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, quindi, 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, ossia 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.

#### 4.3 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 multiparametrica (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.

#### 4.4 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 garantisse significatività. Si distinguono le seguenti tipologie di parametri:

- Parametri chimico-fisici delle acque;

- Parametri chimici delle acque **nel rispetto dei limiti della Tabella 2, Allegato 5, Parte Quarta del D. Lgs. 152/2006., oltre ai parametri Cr, Co, Ni e Zn.**
- Parametri microbiologici delle acque

**AIST- OS**

***Chimico fisici delle acque***

Livello statico della falda
Temperatura acqua
Temperatura aria
pH
Conducibilità elettrica
Ossigeno disciolto

**AIST- LAB**

***Chimico fisici delle acque***

***Parametri chimici delle acque***

***Parametri Microbiologici***

	<b>Tab.2, Allegato V, Parte Quarta D.L.gs 152/2006</b>	
Livello statico della falda	Nitrati	Streptococchi fecali
Temperatura acqua	Nitriti	Coliformi totali
Temperatura aria	Tensioattivi anionici	Coliformi fecali
pH	Tensioattivi non anionici	Escherichia Coli
Conducibilità elettrica	Cloruri	
Ossigeno disciolto	Solfati	
	Idrocarburi totali	
	<u>Metalli e specie metalliche</u>	
	Cromo VI	
	Rame	
	Piombo	
	Cadmio	
	Ferro	
	Alluminio	
	Arsenico	
	Cromo	
	Cobalto	
	Nichel	
	Zinco	

#### 4.5 Frequenza

Le fasi oggetto di monitoraggio, come previsto dalle Linee guida per il PMA, saranno:

- **Ante Operam**: 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 6 mesi precedenti all'avvio delle attività potenzialmente impattanti.**

- **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:
  - o l'entità dei prelievi o dei drenaggi legati alla realizzazione dell'opera;
  - o le conseguenti escursioni piezometriche;
  - o le eventuali emergenze naturali delle acque sotterranee;
  - o 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 in prossimità degli interventi ritenuti più significativi: ponti sul Fiume Elsa e sul Borro di Corniola, che prevedono progettualmente la realizzazione di pali, e al margine della cassa di espansione "Casino d'Elsa" per la quale sono previsti i massimi scavi a cielo aperto in progetto. Per lo schema costruttivo dei piezometri, in riferimento ai codici identificativi riportati nel presente PMA, si rimanda alle caratteristiche riportate in allegato 1. La localizzazione dei piezometri è riportata in Tavola allegata. Le modalità di campionamento saranno eseguite come segue:**

<p><b><u>Piezometri AIST 02 - AIST 03 – AIST 06 – AIST 07 – AIST 08 in prossimità dei ponti che prevedono la realizzazione dei pali.</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 analisi 1 mese prima della realizzazione dei pali;</li> <li>➤ 1 analisi nella settimana di esecuzione dei pali;</li> <li>➤ 1 analisi al mese per 6 mesi dopo l'esecuzione dei pali.</li> </ul>
<p><b><u>Piezometri AIST 09 – AIST 10 in prossimità della cassa di espansione "Casino d'Elsa"</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 analisi 1 mese prima della realizzazione della cassa;</li> <li>➤ 1 analisi al mese durante l'esecuzione della cassa;</li> </ul>

- **Post Operam:** In quest'ultima fase sono programmati:
  - o 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.

- o 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.

Ante Operam

<b>Codice punto</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>
<b>AIST 01</b>	AIST OS + AIST LAB	<b>2 volte nei 6 mesi antecedenti</b>
<b>AIST 02</b>	AIST OS + AIST LAB	<b>2 volte nei 6 mesi antecedenti</b>
<b>AIST 03</b>	AIST OS + AIST LAB	<b>2 volte nei 6 mesi antecedenti</b>
<b>AIST 04</b>	AIST OS + AIST LAB	<b>2 volte nei 6 mesi antecedenti</b>
<b>AIST 05</b>	AIST OS + AIST LAB	<b>2 volte nei 6 mesi antecedenti</b>
<b>AIST 06</b>	AIST OS + AIST LAB	<b>2 volte nei 6 mesi antecedenti</b>
<b>AIST 07</b>	AIST OS + AIST LAB	<b>2 volte nei 6 mesi antecedenti</b>
<b>AIST 08</b>	AIST OS + AIST LAB	<b>2 volte nei 6 mesi antecedenti</b>
<b>AIST 09</b>	AIST OS + AIST LAB	<b>2 volte nei 6 mesi antecedenti</b>
<b>AIST 10</b>	AIST OS + AIST LAB	<b>2 volte nei 6 mesi antecedenti</b>

Corso d'Opera

<b>Codice punto</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>
<b>AIST 01</b>	AIST OS	mensile	AIST LAB	trimestrale
<b>AIST 02</b>	AIST OS	mensile/settimanale	AIST LAB	mensile/settimanale
<b>AIST 03</b>	AIST OS	mensile/settimanale	AIST LAB	mensile/settimanale
<b>AIST 04</b>	AIST OS	mensile	AIST LAB	trimestrale
<b>AIST 05</b>	AIST OS	mensile	AIST LAB	trimestrale
<b>AIST 06</b>	AIST OS	mensile/settimanale	AIST LAB	mensile/settimanale
<b>AIST 07</b>	AIST OS	mensile/settimanale	AIST LAB	mensile/settimanale
<b>AIST 08</b>	AIST OS	mensile/settimanale	AIST LAB	mensile/settimanale
<b>AIST 09</b>	AIST OS	mensile	AIST LAB	mensile
<b>AIST 10</b>	AIST OS	mensile	AIST LAB	mensile

Post Operam

<b>Codice punto</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>
<b>AIST 01</b>	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
<b>AIST 02</b>	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
<b>AIST 03</b>	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
<b>AIST 04</b>	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
<b>AIST 05</b>	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
<b>AIST 06</b>	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
<b>AIST 07</b>	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
<b>AIST 08</b>	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
<b>AIST 09</b>	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
<b>AIST 10</b>	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi

## 4.2 Modalità di gestione di possibili peggioramenti e/o eventi critici

Tenendo conto della variabilità naturale dei parametri chimici analizzati ai paragrafi precedenti, con riferimento alle analisi ante-operam, viene di seguito suggerito una modalità di gestione legata ai possibili peggioramenti e/o possibili eventi critici che potrebbero interessare i corpi idrici sotterranei. In riferimento alle soglie percentuali di peggioramento analitico chimico, si segnala quanto segue:

- ✓ Variazione dei valori da 50% al 100% rispetto all'ante-operam  
viene intensificato il monitoraggio, con suggerimento di 1 analisi alla settimana;
- ✓ Variazione dei valori da 100% a 200% rispetto all'ante-operam  
valutazione di stop temporaneo delle attività e verifiche tecniche.  
Verifiche con Enti di controllo fino al raggiungimento delle soglie, eseguendo monitoraggi ripetuti fino al rientro a valori soglia.
- ✓ Variazione dei valori > 200% rispetto all'ante-operam  
stop delle attività e valutazione di eventuali azioni attive di miglioramento.

Per ciò che riguarda le eventuali variazioni quantitative (livelli piezometrici), le modalità di gestione del possibile evento critico devono seguire la seguente scaletta:

- ✓ Variazione dei livelli da 2 m a 3 m rispetto all'ante-operam  
viene intensificato il monitoraggio, con suggerimento di 1 analisi alla settimana;
- ✓ Variazione dei livelli da 3 m a 5 m rispetto all'ante-operam  
valutazione di stop temporaneo delle attività e verifiche tecniche.  
Verifiche con Enti di controllo fino al raggiungimento delle soglie, eseguendo monitoraggi ripetuti fino al rientro a valori soglia.
- ✓ Variazione dei livelli > 5 m rispetto all'ante-operam  
stop delle attività e valutazione di eventuali azioni attive di miglioramento.

## 5 RUMORE

### 5.1 Riferimenti Normativi

#### 5.1.1 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.

#### 5.1.2 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 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- DPCM 31/3/98 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività di tecnico competente in acustica, ai sensi dell'articolo 3, comma 1, lettera b), e dell'articolo 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" ;
- D.P.R. n. 459 -18 Novembre 1998 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"
- D.P.C.M. 16 aprile 1999 n.215 "Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi"
- Decreto 20 maggio 1999 "Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico"
- DPR 30/03/2004 n. 142 " Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".

- Circolare 6 Settembre 2004 - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004)
- Richiamiamo inoltre i seguenti riferimenti normativi:
- D.P.C.M. 1 marzo 1991: "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- D.Lgs. 528 del 19 novembre 1999: "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n°494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili".
- D.M. 29 novembre 2000: "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".
- D.M. 23 novembre 2001: "Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".
- D.Lgs. 262 del 4 settembre 2002: "Macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto - emissione acustica ambientale - attuazione della direttiva 2000/14/CE".

A livello regionale si ha inoltre :

- 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"

## 5.2 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:
  - o 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;
  - o 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.

Nel caso specifico tali considerazioni sono state integrate da quanto suggerito dall'ARPAT nella *Proposta di progetto di Piano di Monitoraggio delle emissioni sonore*, allegato al Rapporto Istruttorio Interdisciplinare della Provincia di Firenze per la Verifica di Assoggettabilità a VIA, appositamente redatto per l'infrastruttura in oggetto. In tal modo, sono state previste 2 diverse tipologie di punti di misura a seconda della finalità del monitoraggio previsto.

### 5.3 Metodica di monitoraggio

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

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dalle 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 7gg 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  $L_{Aeq,1min}$ ;
- 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), sia come valore giornaliero che come media settimanale.

*DAY – Misure di 24 ore con postazione semi-fissa*

La metodica di monitoraggio 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.

*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. Le misure, della durata di 10 minuti saranno ripetute 4 volte nell'arco del periodo diurno durante l'attività del cantiere, distanziate tra di loro 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.

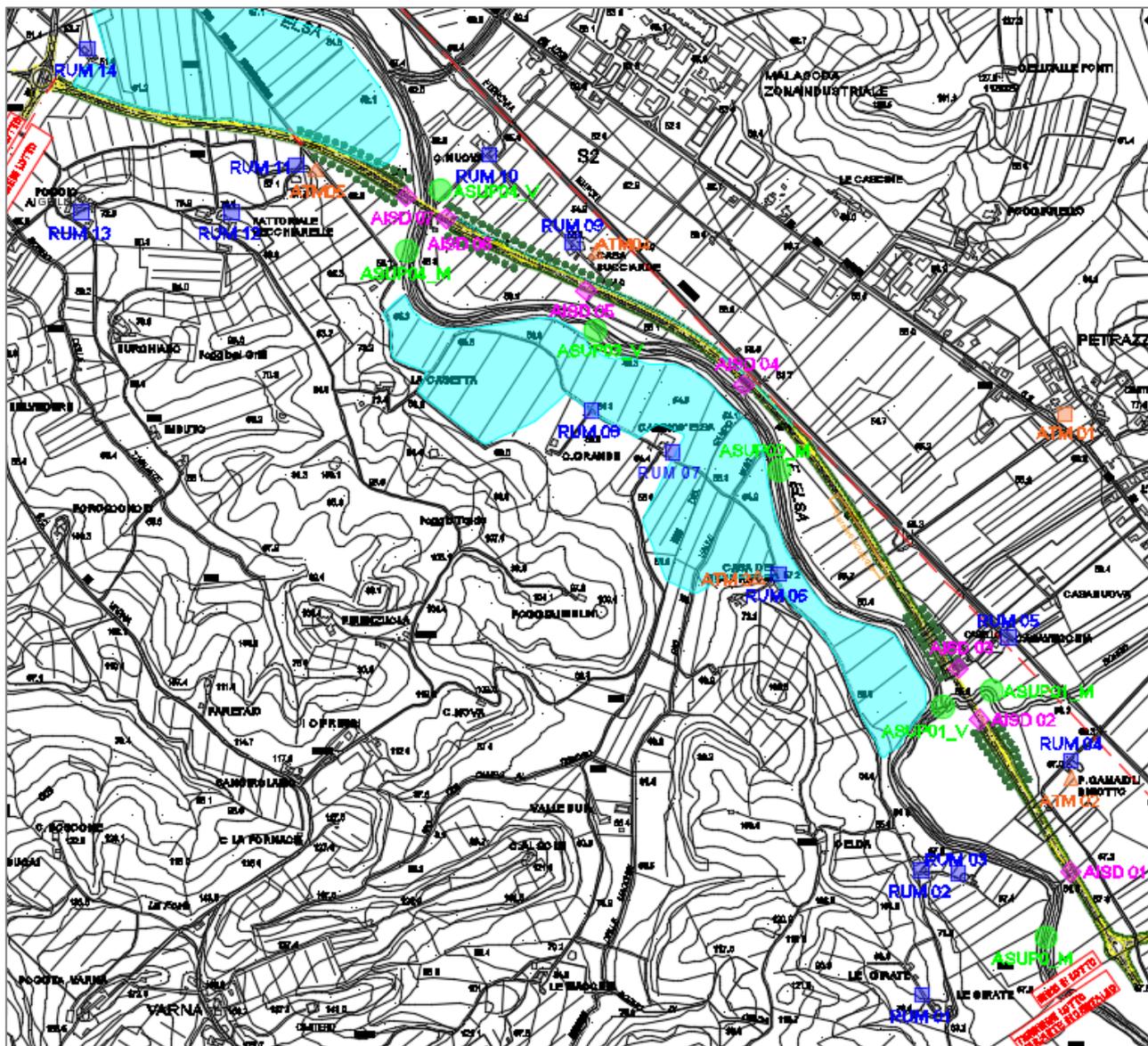
## 5.4 Parametri rilevati

<b>Parametri acustici rilevati</b>		
	Livelli equivalenti press. Sonora pond. A	Sorgente specifica
	Livelli massimi LAI <sub>max</sub> LAF <sub>max</sub> LAS <sub>max</sub>	Tempo a lungo termine TL
	Livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99	Tempo di riferimento TR
<u>SPOT,</u>	Analisi spettrale	Tempo di osserv. TO
<u>DAY e</u>	Livello di rumore corretto LC	Liv.P.Son.Pond.A LAS LAF LAI
<u>SETT</u>	Tempo di misura TM	LAS <sub>max</sub> , LAF <sub>max</sub> LAI <sub>max</sub>
	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.

### 5.4.1 Frequenza

Le misure saranno effettuate in fase di Corso d'Opera in quanto destinate alla caratterizzazione del nuovo clima acustico derivante dalle lavorazioni effettuate nelle aree di cantiere. Data la finalità esposta per ciascuna delle 2 tipologie di misura previste le frequenze di monitoraggio risultano:

- DAY: misura di collaudo presso ciascuno dei 4 cantieri operativi per la caratterizzazione una tantum dell'incremento di livello sonoro generato dalla presenza del cantiere con l'attivazione dei macchinari e degli impianti che saranno attivi presso l'area di cantiere esaminata.
- SPOT: misure di controllo periodico, effettuate mensilmente presso ciascun punto di misura RUMC per tutta la durata dei cantieri, per la verifica del rumore emesso dall'attività di cantiere nella normale attività.



*Ante Operam*

Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
RUM01	SPOT	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM02	SPOT	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM03	DAY	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM04	SETT	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM05	SETT	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM06	SPOT	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM07	DAY	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM08	SPOT	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM09	SETT	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM10	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM11	SETT	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM12	SPOT	1 volta nei 3 mesi antecedenti

RUM13	SPOT	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM14	SETT	1 volta nei 3 mesi antecedenti

Corso D'Opera

Codice punto	Tipo di misura	Frequenza	Tipo di misura	Frequenza
RUM01	SPOT	mensile	DAY	
RUM02	SPOT	mensile	DAY	
RUM03	SPOT	mensile	DAY	
RUM04	SPOT	mensile	DAY	
RUM05	SPOT	mensile	DAY	
RUM06	SPOT	mensile	DAY	Trimestrale con cantiere attivo in prossimità
RUM07	SPOT	mensile	DAY	
RUM08	SPOT	mensile	DAY	
RUM09	SPOT	mensile	DAY	
RUM10	SPOT	mensile	DAY	
RUM11	SPOT	mensile	DAY	
RUM12	SPOT	mensile	DAY	
RUM13	SPOT	mensile	DAY	
RUM14	SPOT	mensile	DAY	

Post operam

Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
RUM01		
RUM02		
RUM03		
RUM04	SETT	2 volte nei 6 mesi seguenti
RUM05	SETT	2 volte nei 6 mesi seguenti
RUM06		
RUM07		
RUM08		
RUM09	SETT	2 volte nei 6 mesi seguenti
RUM10		
RUM11	SETT	2 volte nei 6 mesi seguenti
RUM12		
RUM13		
RUM14	SETT	2 volte nei 6 mesi seguenti

## 6 Vibrazioni

### 6.1 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; gli interventi sul mezzo di propagazione o sul ricettore mirano ad aumentare l'attenuazione del livello vibratorio trasmesso.

Nel caso di una infrastruttura viaria tra i sistemi in grado di attenuare il disturbo provocato dalle vibrazioni assume sicuramente un ruolo rilevante il controllo della regolarità della pavimentazione. Negli edifici prossimi a strade ed autostrade con flussi di traffico pesante significativi possono, infatti, registrarsi livelli di accelerazione prossimi ai limiti UNI 9614, soprattutto in presenza di pavimentazioni in cattivo stato di manutenzione, giunti, condotte interrate passanti al di sotto della carreggiata. Nel caso di sorgenti fisse (come ad esempio le attrezzature o gli impianti fissi di cantiere) il problema consiste nella corretta progettazione e realizzazione del supporto della macchina o impianto che genera le vibrazioni. Tale aspetto è generalmente curato direttamente dal costruttore della macchina o dell'impianto.

- 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)".

### 6.2 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.

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

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

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

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

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

Sulla base di queste considerazioni assume particolare importanza la vicinanza del ricettore al cantiere e la tipologia strutturale dell'opera: in tal senso si è prestata particolare attenzione agli attraversamenti in galleria e ai ricettori in loro prossimità.

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

### 6.3 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.

#### **VIBG – valutazione del disturbo negli edifici**

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

La tecnica di monitoraggio consente di misurare le vibrazioni (continue od intermittenti) immesse negli edifici ad opera di sorgenti di eccitazione, 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. E' 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 misurazione della tipologia VIBG avranno durata pari a 24 ore.

#### 6.4 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<sup>10</sup>, 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  $W_m$ , da cui sarà ricavata l'accelerazione ponderata in frequenza  $a_m$ , o il livello di accelerazione ponderata in frequenza  $L_w$ ; tali grandezze dovranno essere registrate con costante di tempo *slow*.

#### 6.5 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.

##### 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, devono 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).

<b>Codice punto</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>
RUM01	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM02	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM03	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM04	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM05	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM06	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM07	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM08	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM09	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM10	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM11	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM12	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM13	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti
RUM14	VIBG	1 volta nei 3 mesi antecedenti

### 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.

<b>Codice punto</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>
RUM01	VIBG	Trimestrale con cantiere in prossimità
RUM02	VIBG	
RUM03	VIBG	
RUM04	VIBG	
RUM05	VIBG	
RUM06	VIBG	
RUM07	VIBG	
RUM08	VIBG	
RUM09	VIBG	
RUM10	VIBG	

<b>Codice punto</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>
RUM11	VIBG	
RUM12	VIBG	
RUM13	VIBG	
RUM14	VIBG	

Post-Operam

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

<b>Codice punto</b>	<b>Tipo di misura</b>	<b>Frequenza</b>
RUM01	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi
RUM02	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi
RUM03	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi
RUM04	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi
RUM05	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi
RUM06	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi
RUM07	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi
RUM08	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi
RUM09	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi
RUM10	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi
RUM11	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi
RUM12	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi
RUM13	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi
RUM14	VIBG	trimestrale nei 6 mesi successivi

## 7 PAESAGGIO

In fase di monitoraggio occorre inoltre rilevare, limitatamente alla componente arborea delle cenosi oggetto di indagine, lo stato vegetativo e fitosanitario complessivo degli individui arborei, con l'obiettivo di verificare la mortalità delle specie impiantate e gli eventuali effetti determinati in fase di esercizio dell'opera, compresa l'individuazione della presenza di eventuali fenomeni di degrado legati alle emissioni gassose delle autovetture. I sintomi più evidenti, da monitorare tramite osservazioni visive e giudizi illustrativi e dettagliati riguarderanno:

- la presenza di esemplari morti;
- l'alterazione da patogeni;
- fenomeni di clorosi delle foglie;
- fenomeni di necrosi.

Tali sintomi sono indice di disturbo e stress da parte delle piante e possono essere causati da effetti acuti e/o cronici.

### 7.1 Frequenza

Il monitoraggio della componente vegetazionale verrà attivato in seguito alla completa realizzazione del progetto esecutivo relativo alle aree di compensazione e avrà le seguenti caratteristiche:

- **FREQUENZA:** 2 volte/anno, in corrispondenza delle due stagioni più rappresentative della fenologia delle cenosi e delle specie floristiche, ovvero nei seguenti periodi di campionamento ottimali:
  - In primavera: preferibilmente nei mesi di maggio o giugno;
  - In autunno: preferibilmente nel mese di settembre.
- **PERIODICITA`:** annuale
- **DURATA:** 3 anni

In sintesi, si ipotizza l'esecuzione di rilievi fitosociologici di tutti gli esemplari arborei e arbustivi che costituiscono opera di mitigazione a verde di nuova realizzazione da svolgersi 2 volte (primavera e inizio autunno) per ciascun anno, per un totale di 3 anni.

### 7.2 Metodica di monitoraggio

Al fine di poter schedare e monitorare la vegetazione che compone l'opera di mitigazione si procede alla definizione di una codifica che permetterà di identificare ogni esemplare piantato. Il codice sarà composto da una sigla che individuerà prima il tratto interessato, poi la campitura e successivamente la posizione.

TRATTO	CAMPITURA	POSIZIONE
Codice numerico	Codice lettera	Codice numerico

Esempio: 2 – C – 8

### 7.3 Definizione dei punti di monitoraggio

Gli esemplari utilizzati nell'opera di mitigazione appartengono a sette essenze differenti:

- **ALBERI** : *Acer campestre* (Acero campestre), *Ostrya carpinifolia* (Carpino nero), *Coryllus avellana* (Nocciolo), *Laburnum anagyroides* (Maggiociondolo)
- **ARBUSTI** : *Cornus sanguinea* (Sanguinella), *Sambucus nigra* (Sambuco comune), *Cornus mas* (Corniolo)

Le opere di mitigazione insistono su alcune parti del rilevato stradale come indicato nella figura soprastante. Ad ogni tratto corrisponderà un numero.

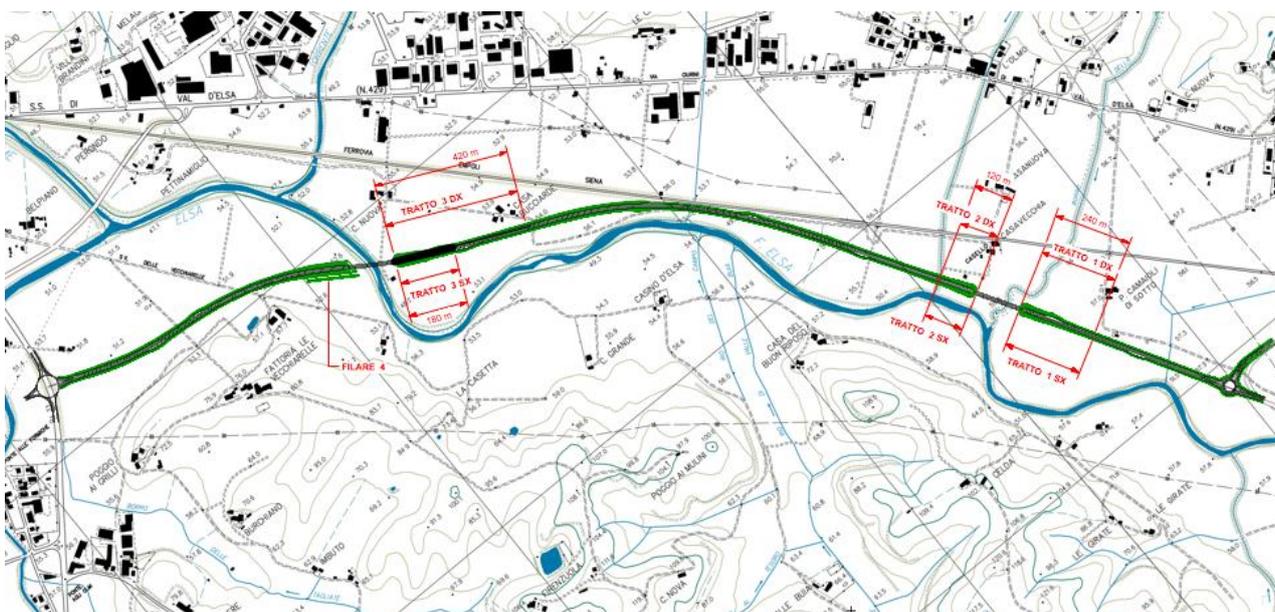


Figura 4.1 – Planimetria di posizionamento delle opere di mitigazione a verde sui rilevati stradali.

Tratto 1 Sx	Codice numerico	1
Tratto 1 Dx	Codice numerico	2
Tratto 2 Sx	Codice numerico	3
Tratto 2 Dx	Codice numerico	4
Tratto 3 Sx	Codice numerico	5
Tratto 3 Dx	Codice numerico	6
Filare alberato	Codice numerico	7

Ogni Tratto si compone di più campiture ed a ognuna di queste corrisponde un codice indicato da una lettera, come riportato negli schemi a seguire.

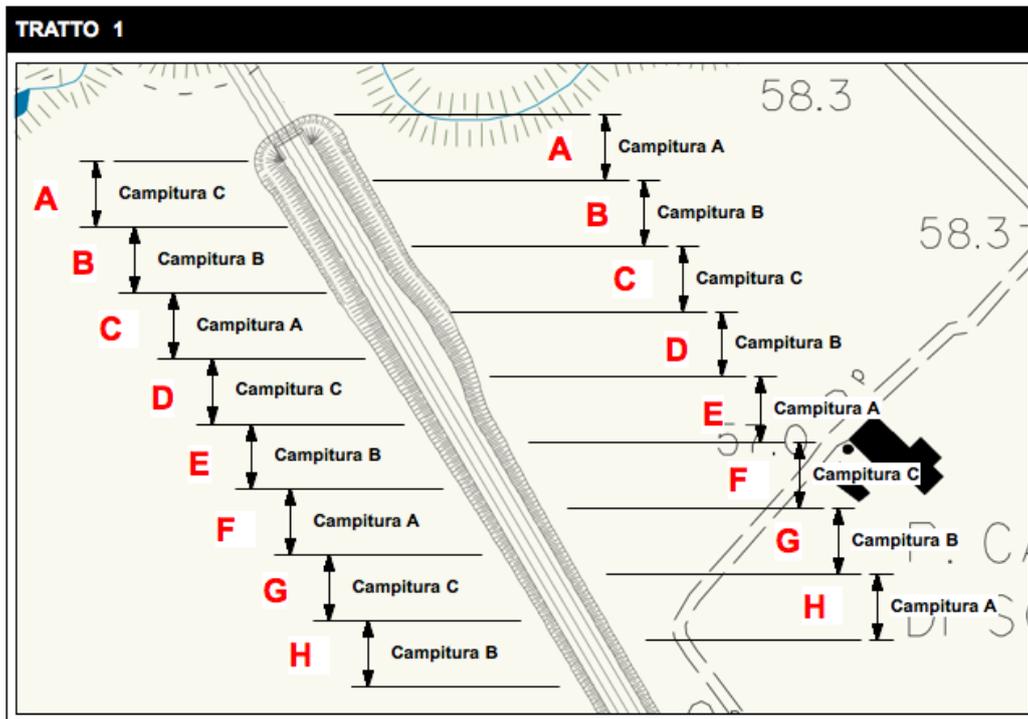


Figura – Il Tratto 1 e in rosso le lettere che identificano le campiture.

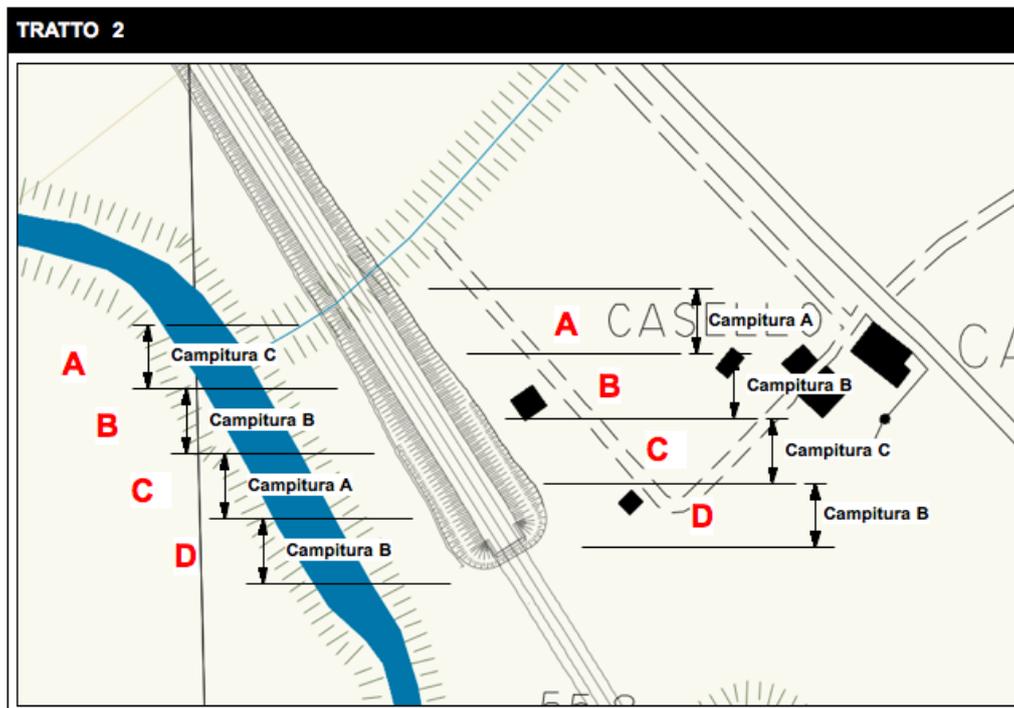


Figura – Il Tratto 2 e in rosso le lettere che identificano le campiture.

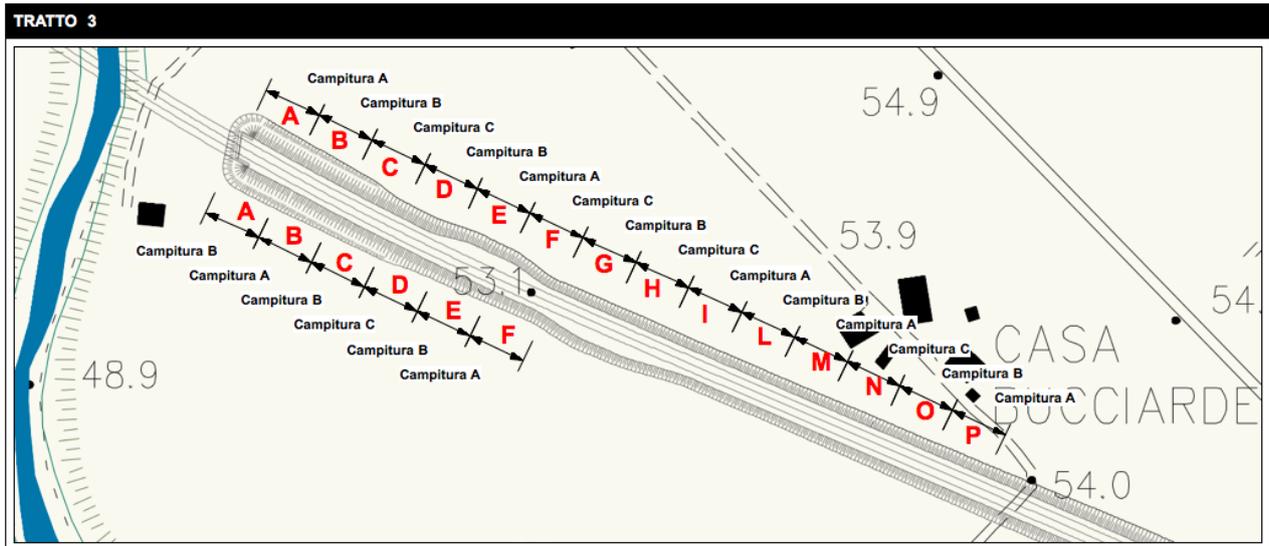


Figura – Il Tratto 3 e in rosso le lettere che identificano le campiture.

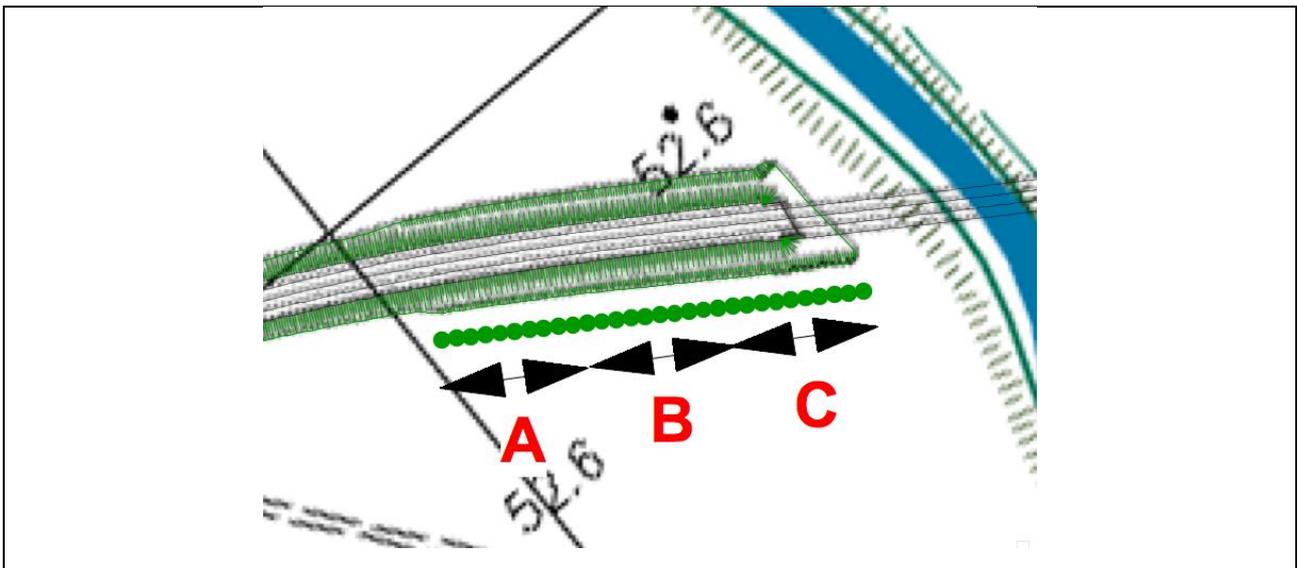


Figura – Il Tratto del Filare Alberato e in rosso le lettere che identificano le campiture.

In ognuna delle campiture la posizione delle essenze è identificata con un codice numerico, come viene illustrato negli schemi riportato qui di seguito.

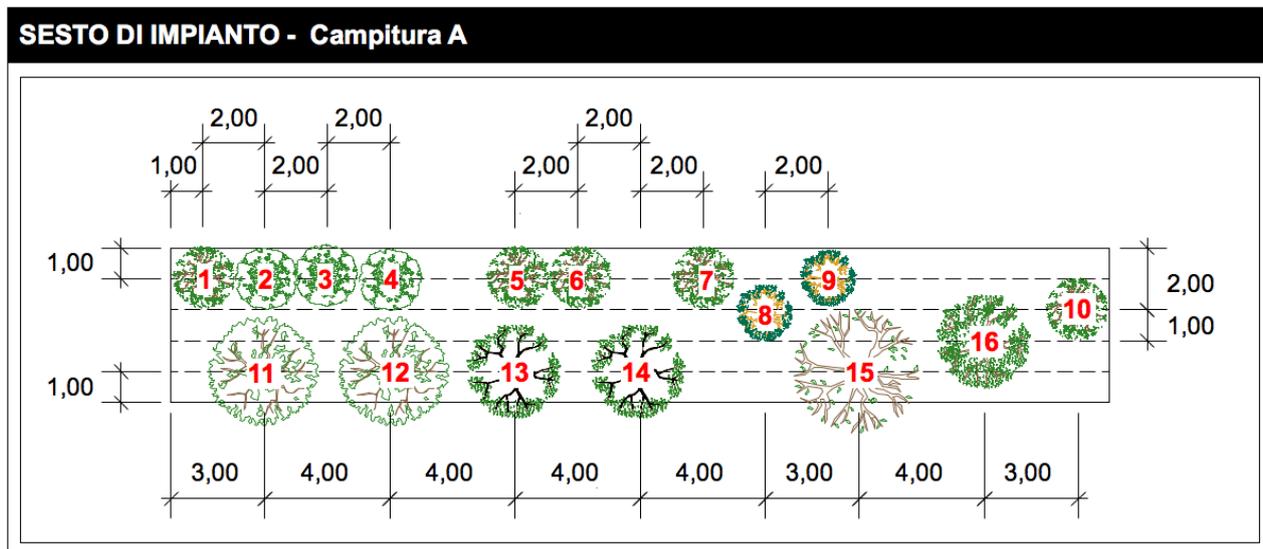


Figura – Campitura A e in rosso le lettere che identificano la posizione di ognuno degli esemplari.

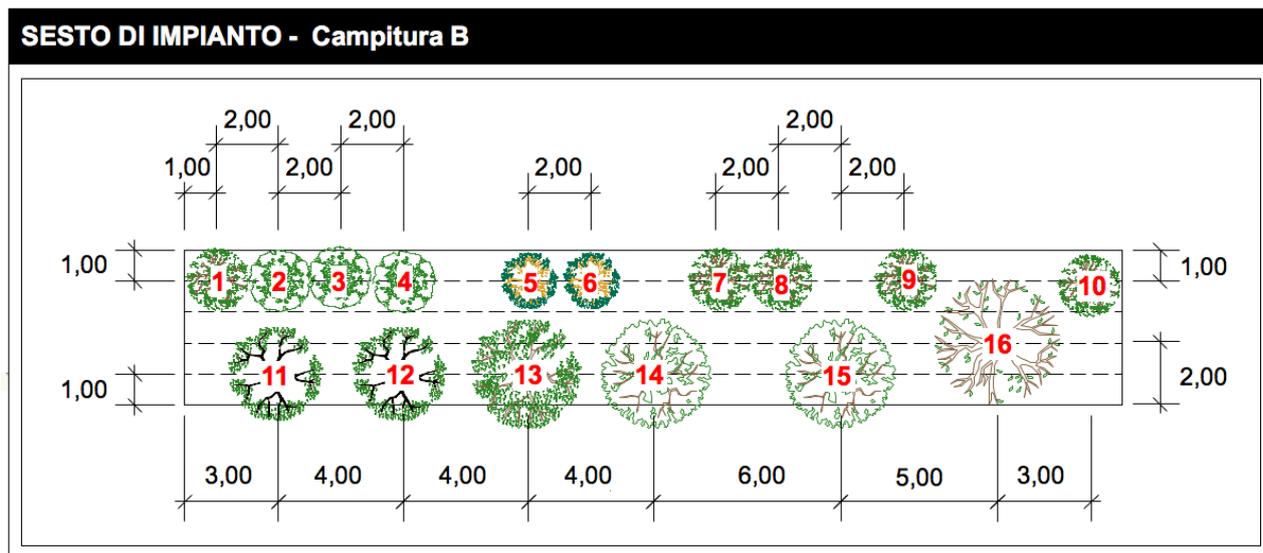


Figura 4.7 – Campitura B e in rosso le lettere che identificano la posizione di ognuno degli esemplari.

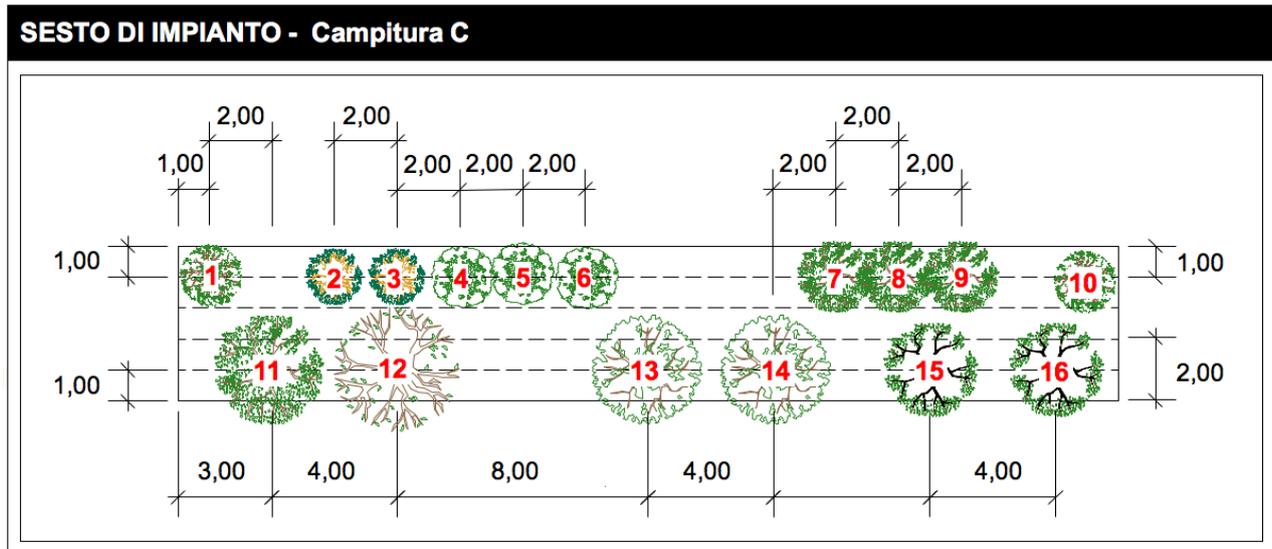


Figura 4.8 – Campitura C e in rosso le lettere che identificano la posizione di ognuno degli esemplari.

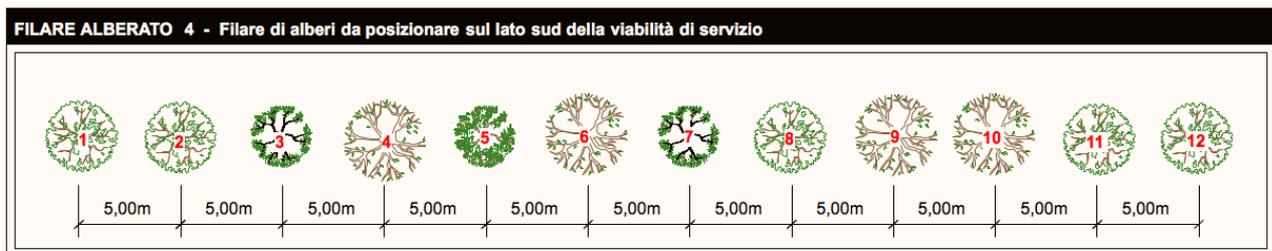


Figura 4.9 – Filare alberato e in rosso le lettere che identificano la posizione di ognuno degli esemplari.

## 7.4 Parametri rilevati

Durante la fase di monitoraggio ci si avvale di una schedatura che permetterà di identificare l'esemplare attraverso la codifica illustrata nel paragrafo precedente e che riporterà i dati sottoelencati.

Dati identificativi:

- Codice esemplare
- Data del sopralluogo
- Nominativo delle persone che effettueranno il monitoraggio

Dati geografici:

- Comune
- Coordinate GPS della posizione della campitura del tratto interessato

Classificazione botanica:

- Ordine
- Famiglia
- Genere
- Specie

Indicazioni fattori di stress biotico della vegetazione:

- funghi
- batteri
- insetti
- etc.

Indicazioni fattori di stress abiotico della vegetazione:

- anomalie condizioni climatiche
- condizioni idriche
- inquinamento
- danni meccanici
- etc.

## 7.5 Indicazioni per interventi di sostituzione degli esemplari

L'estirpazione e la rimozione di essenze arboree ed arbustive dovrà essere eseguita ogni qualvolta queste dovessero risultare danneggiate in misura significativa ed irreversibile a seguito di fenomeni di asfissia radicale, attacchi di parassiti, esposizione a gelate tardive o freddo particolarmente intenso, oppure a seguito di manifeste difficoltà di attecchimento.

Tutte le piante rimosse o che non hanno attecchito dovranno essere sostituite con altre dello stesso genere, specie e varietà. Qualora il decremento delle funzioni vitali delle piante sulle quali intervenire dovesse risultare dovuto a fitopatologie a carico dell'apparato radicale, sarà necessario integrare l'intervento di sostituzione con un risanamento del terreno inglobante, da effettuarsi mediante asporto (parziale o totale) del terreno esistente e relativa sostituzione con ulteriore terreno vegetale di alta qualità. Anche per questa tecnica colturale, il periodo più appropriato di esecuzione risulta essere quello immediatamente precedente il periodo di riposo vegetativo.

### 7.5.1 Messa a dimora delle nuove essenze arbustive

Le essenze vegetali arbustive da piantumare dovranno avere il fusto e le branche principali esenti da deformazioni, ferite di qualsiasi origine e tipo, grosse cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo ed il portamento tipico della specie.

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben sviluppato, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, privo di tagli slabbrati e di deformazioni, con le radici laterali ed il fittone non attorcigliati. Le piante dovranno essere normalmente fornite in fitocella; la terra nel contenitore, dovrà essere compatta, ben aderente alle radici e con struttura e tessitura tali da non determinare condizioni di asfissia. Le piante dovranno essere etichettate singolarmente per mezzo di cartellini di materiale resistente alle intemperie, sui quali sia stata riportata, in modo leggibile e indelebile, la denominazione botanica (genere, specie e varietà), oltre alle caratteristiche dimensionali al momento dell'impianto. Le essenze arbustive dovranno avere un'altezza compresa tra 0,80 m e 1,00m. Per quanto concerne la messa a dimora degli arbusti (il cui apparato radicale dovrà in ogni caso essere proporzionato rispetto alle dimensioni della chioma), il periodo più idoneo è quello del riposo vegetativo; particolare cura dovrà essere posta sia durante l'acquisto del materiale vegetale, verificandone attentamente la provenienza, lo stato sanitario (assenza di malattie, parassiti, ferite, ecc.) e le dimensioni, sia durante il trasporto e la messa a dimora delle piante, al fine di evitare loro ferite, traumi od essiccamenti. La messa a dimora degli arbusti comporta alcune operazioni complementari, quali il completamento dello scavo dove era messa a dimora la pianta precedentemente asportata, ed il successivo reinterro delle buche atte ad ospitare le piantine, la concimazione del terreno e la pacciamatura.

L'apertura delle buche verrà eseguita a mano viste le dimensioni della pianta da mettere a dimora.

Le dimensioni delle buche dovranno essere dell'ordine di 50x50x50cm; ove necessario, una volta aperte le buche, si dovrà provvedere a costituire uno strato di materiale composto da ammendanti e fertilizzanti, indicativamente in ragione massima di 0,5 kg/mc per ogni buca destinata ad alloggiare essenze arbustive.

Le previste pratiche di concimazione vanno realizzate al fine di perseguire lo scopo di aiutare le piante nel periodo più difficile, vale a dire quello dell'attecchimento e potranno essere effettuate ricorrendo a sostanze chimiche inorganiche ed organiche. Un'analisi delle caratteristiche chimicofisiche del terreno fornirà utili elementi conoscitivi per poter valutare la tipologia di concimazione più idonea. L'impiego di concimi chimici e/o organici deve essere legato alla conoscenza dei loro componenti e delle loro caratteristiche, così come anche l'utilizzo di ammendanti (atti a migliorare fisicamente il terreno) e/o di correttivi (idonei a modificarne il chimismo) è legato alla precisa conoscenza delle loro caratteristiche, della loro composizione e della loro provenienza.

Un altro importante fattore legato alle concimazioni è quello della conseguente attivazione della complessa serie di microrganismi presenti in un terreno biologicamente vivo. Se il substrato è invece sterile, non sarà sufficiente un mero apporto di sostanze nutritive di origine minerale, in quanto mancherebbe comunque quella componente vivente in grado di trasformare un suolo inerte in un terreno vegetale ecologicamente attivo; in questi casi, è quindi più opportuno l'impiego di concimi organici (letame) in grado di stimolare lo sviluppo dei microrganismi del terreno. La messa a dimora delle piantine in zolla può avvenire senza particolari limitazioni stagionali.

#### 7.5.2 Piantumazione di alberi

Le essenze vegetali arboree da piantumare, che dovranno avere le stesse caratteristiche dimensionali di quelle da sostituire, dovranno essere messe a dimora con le medesime modalità previste per le essenze arbustive e sopra descritte. Analogamente a quanto visto in precedenza per gli arbusti, il periodo più idoneo per la messa a dimora delle piante (il cui apparato radicale, in ogni caso, dovrà essere proporzionato rispetto alle dimensioni della chioma) è quello del riposo vegetativo; particolare cura dovrà essere posta sia durante l'acquisto del materiale vegetale, verificandone attentamente la provenienza, lo stato sanitario (assenza di malattie, parassiti, ferite, ecc.) e le dimensioni, sia durante il trasporto e la messa a dimora delle piante, al fine di evitare loro ferite, traumi od essiccamenti. La messa a dimora delle essenze arboree comporta alcune operazioni complementari, quali il completamento dello scavo dove era posizionata la "fallanza" ed il successivo reinterro della buca atta ad ospitare la nuova pianta, la concimazione del terreno e la pacciamatura. L'apertura delle buche verrà eseguita a mano oppure tramite mezzi meccanici (quali trivelle, escavatori, ecc.) a seconda delle dimensioni della pianta da mettere a dimora. Le dimensioni delle buche potranno essere, in media, pari a 100x100x100cm; inoltre, qualora necessario, una volta aperte le buche si dovrà costituire uno strato di materiale composto da ammendanti e fertilizzanti, indicativamente in ragione massima di 1 kg/mc, per ogni buca destinata ad alloggiare essenze arboree. Prima della messa a dimora della pianta, si dovrà posizionare il palo tutore: questo dovrà essere infisso nel fondo della buca in terreno non lavorato per una profondità di almeno 30cm. I pali dovranno avere un diametro non inferiore a 5cm,

dovranno avere un'estremità lavorata a punta, il materiale di cui saranno composti dovrà essere legno, trattato con materiale antimuffa ed imputrescente.

Tutti i pali, che dovranno essere garantiti per almeno tre cicli vegetativi, dovranno essere scortecciati. La lunghezza del palo tutore fuori terra dovrà essere di almeno 1m e, comunque, non inferiore all'altezza della pianta. Successivamente, si passerà alla messa a dimora della pianta, avendo cura che venga eseguita in relazione alle quote topografiche finite; qualora la zolla risultasse ancora imballata, si dovrà provvedere alla liberazione dell'apparato radicale. Una volta posizionata la pianta nella buca, sarà necessario cominciare a riempire la buca e, una volta terminato tale riempimento, si dovrà porre attenzione alla realizzazione di una conca attorno al tronco per la ritenzione idrica; dopo aver eseguito tale operazione, si potrà passare alla successiva opera di concimazione. Per la messa a dimora di specie arboree fornite a radice nuda, sarà necessario attendere il periodo di riposo vegetativo, mentre la piantumazione di quelle in zolla o fitocella (generalmente più delicate e, quindi, fornite con un pane di terra) può avvenire senza particolari limitazioni stagionali

# ALLEGATO 1

## Schema Costruttivo Piezometri

# SCHEMA PIEZOMETRI

