

# ITINERARIO INTERNAZIONALE E78 S.G.C. GROSSETO - FANO

ADEGUAMENTO A 4 CORSIE  
NEL TRATTO GROSSETO - SIENA (S.S. 223 "DI PAGANICO")  
DAL KM 41+600 AL KM 53+400 - LOTTO 9

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **FI15**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA**

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:  
Dott. Ing. Nando Granieri  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:  
MANDATARIA:

MANDANTI:



Dott. Ing. N. Granieri  
Dott. Arch. N. Kamenicky  
Dott. Ing. V. Truffini  
Dott. Arch. A. Bracchini  
Dott. Ing. F. Durastanti  
Dott. Ing. E. Bartolucci  
Dott. Geol. G. Cerquiglioni  
Geom. S. Scopetta  
Dott. Ing. L. Sbrenna  
Dott. Ing. E. Sellari  
Dott. Ing. L. Dinelli  
Dott. Ing. L. Nani  
Dott. Ing. F. Pambianco  
Dott. Agr. F. Berti Nulli

Dott. Ing. D. Carlacchini  
Dott. Ing. S. Sacconi  
Dott. Ing. G. Cordua  
Dott. Ing. V. De Gori  
Dott. Ing. C. Consorti  
Dott. Ing. F. Dominici

Dott. Ing. V. Rotisciani  
Dott. Ing. F. Macchioni  
Geom. C. Vischini  
Dott. Ing. V. Piuanno  
Dott. Ing. G. Pulli  
Geom. C. Sugaroni

IL PROGETTISTA:  
Dott. Ing. Federico Durastanti  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A844

IL GEOLOGO:  
Dott. Geol. Giorgio Cerquiglioni  
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL R.U.P.  
Dott. Ing. Raffaele Franco Carso

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:  
Dott. Ing. Filippo Pambianco  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373



PROTOCOLLO

DATA

## AMBIENTE PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione sul Piano di Monitoraggio Ambientale

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00-MO01-MOA-RE01			
L O F I 1 5	E	1 9 0 1	C O D I C E E L A B. T 0 0 M O 0 1 M O A R E 0 1		B	-
B	Integrazione documentale (IDVIP 5406)		Gen 2021	C.Presciutti	E.Bartolucci	N.Granieri
A	Emissione		Feb 2020	C.Presciutti	E.Bartolucci	N.Granieri
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

**INDICE**

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>9</b>
<b>2. IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE.....</b>	<b>11</b>
2.1.1 Normativa Europea.....	11
2.1.2 Normativa Nazionale .....	12
2.1.3 Normativa Regionale .....	13
<b>2.2 ATMOSFERA.....</b>	<b>15</b>
2.2.1 Normativa Europea.....	15
2.2.2 Normativa Nazionale .....	16
2.2.3 Normativa Regionale .....	17
<b>2.3 RUMORE .....</b>	<b>18</b>
2.3.1 Normativa Europea.....	18
2.3.2 Normativa Nazionale .....	18
2.3.3 Normativa Regionale .....	19
2.3.4 Norme tecniche.....	19
<b>2.4 VIBRAZIONI.....</b>	<b>20</b>
2.4.1 Normativa di riferimento .....	20
<b>2.5 SUOLO .....</b>	<b>20</b>
2.5.1 Normativa Comunitaria .....	20
2.5.2 Normativa Nazionale .....	20
2.5.3 Normativa Regionale .....	21
<b>2.6 VEGETAZIONE.....</b>	<b>22</b>
2.6.1 Normativa Comunitaria.....	22
2.6.2 Normativa Nazionale .....	22

2.6.3	Convenzioni internazionali .....	23
2.7	<b>FAUNA .....</b>	<b>23</b>
2.7.1	Normativa comunitaria.....	23
2.7.2	Normativa nazionale .....	24
2.8	<b>PAESAGGIO .....</b>	<b>25</b>
2.8.1	Normativa Nazionale .....	25
2.8.2	Normativa Regionale .....	25
3.	<b>BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>26</b>
4.	<b>ASPETTI GENERALI DEL PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>27</b>
4.1	<b>OBIETTIVI GENERALI .....</b>	<b>27</b>
4.2	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI .....</b>	<b>28</b>
4.3	<b>LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE E DEI PUNTI DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>29</b>
4.4	<b>ARTICOLAZIONE TEMPORALE .....</b>	<b>30</b>
5.	<b>GESTIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>32</b>
5.1	<b>STRUTTURA ORGANIZZATIVA.....</b>	<b>32</b>
5.2	<b>MODALITÀ DI GESTIONE DEI DATI: IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE .....</b>	<b>33</b>
5.2.1	Obiettivi generali del SIT.....	33
5.2.2	Requisiti del SIT .....	34
5.2.3	Architettura generale del SIT.....	35
5.2.4	Interoperabilità del SIT.....	35
6.	<b>MODALITÀ DI ACQUISIZIONE, RESTITUZIONE E DIVULGAZIONE DEI DATI .....</b>	<b>37</b>
6.1	<b>ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI.....</b>	<b>37</b>
6.1.1	Valutazione di soglie di attenzione e di intervento .....	37
6.1.2	La scheda anomalie .....	40
6.1.3	Gestione delle anomalie .....	40

6.2	RESTITUZIONE DATI.....	42
6.2.1	La reportistica .....	42
6.3	DIVULGAZIONE E IMPIEGO DEI DATI DEL MONITORAGGIO.....	45
7.	PIANO DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI .....	47
7.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO .....	47
7.2	STATO QUALITATIVO DELLE ACQUE SUPERFICIALI .....	47
7.3	MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DEL RILEVAMENTO .....	51
7.3.1	Misure di portata correntometriche .....	54
7.3.2	Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio .....	54
7.3.3	Indicatori stato ecologico.....	55
7.3.4	Indice di Funzionalità fluviale.....	55
7.4	INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DA SOTTOPORRE AD INDAGINE.....	57
7.5	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....	59
7.5.1	Monitoraggio ante operam (AO).....	59
7.5.2	Monitoraggio in corso d'opera (CO).....	59
7.5.3	Monitoraggio post operam (PO).....	59
7.6	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO .....	61
8.	PIANO MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	64
8.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO .....	64
8.2	CARATTERIZZAZIONE DI DETTAGLIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	64
8.2.1	Presenza di pozzi ad uso idropotabile nelle aree interferite dall'opera in progetto .....	67
8.3	MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO.....	71
8.3.1	Misura del livello piezometrico .....	72
8.3.2	Prelievo di campioni d'acqua e analisi di laboratorio .....	72
8.4	INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE.....	76

8.5	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI .....	77
8.5.1	Monitoraggio ante operam (AO).....	78
8.5.2	Monitoraggio in corso d'opera (CO).....	78
8.5.3	Monitoraggio post operam (PO).....	78
8.6	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO .....	79
9.	PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ATMOSFERA.....	81
9.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO .....	81
9.2	MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO.....	81
9.3	ACQUISIZIONE PARAMETRI METERELOGICI .....	84
9.3.1	Polveri Totali Sospese (PTS).....	Errore. Il segnalibro non è definito.
9.3.2	Materiale Particolato (PM10).....	85
9.3.3	Materiale Particolato (PM2.5) .....	86
9.3.4	Biossido di Zolfo (SO <sub>2</sub> ), Ossido di Azoto (Nox) e Monossido di Carbonio (CO).....	87
9.3.5	Benzo(a)pirene.....	87
9.3.6	Metalli (Pb, As, Ni, Cd) .....	87
9.4	INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE.....	88
9.5	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....	88
9.5.1	Monitoraggio ante operam (AO).....	88
9.5.2	Monitoraggio in opera (CO) .....	89
9.5.3	Monitoraggio post operam (CO).....	89
9.6	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO .....	91
10.	PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE RUMORE.....	92
10.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO .....	92
10.2	MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO.....	92
10.3	OPERAZIONI DI MISURA.....	94

10.3.1	Calibrazione iniziale .....	94
10.3.2	Posizionamento del microfono .....	95
10.3.3	Metodiche di rilevamento.....	95
10.3.4	Misure complementari.....	95
10.3.5	Operazioni di analisi.....	95
10.4	<b>INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE.....</b>	<b>96</b>
10.5	<b>ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....</b>	<b>97</b>
10.5.1	Monitoraggio ante operam (AO).....	97
10.5.2	Monitoraggio in corso d'opera (CO).....	97
10.5.3	Monitoraggio post operam (PO).....	101
10.6	<b>SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>102</b>
11.	<b>PIANO DI MONITORAGGIO DELLE PRESTAZIONI DELLA PAVIMENTAZIONE DRENANTE-FONOASSORBENTE.....</b>	<b>103</b>
11.1	<b>OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO .....</b>	<b>103</b>
11.2	<b>MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO.....</b>	<b>103</b>
11.3	<b>OPERAZIONI DI MISURA.....</b>	<b>105</b>
11.3.1	Calibrazione strumentazione.....	105
11.3.2	Posizionamento della postazione di indagine.....	106
11.3.3	Metodiche di rilevamento.....	106
11.3.4	Misure complementari.....	106
11.3.5	Operazioni di analisi.....	107
11.4	<b>INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE.....</b>	<b>108</b>
11.5	<b>ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....</b>	<b>108</b>
11.5.1	Monitoraggio post operam (PO).....	108
11.6	<b>SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>109</b>

12. PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE VIBRAZIONI.....	111
12.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO .....	111
12.2 MODALITÀ E PARAMETRI DI RIFERIMENTO.....	111
12.3 ELABORAZIONI DELLE MISURE.....	111
12.4 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE.....	112
12.5 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....	112
12.5.1 Monitoraggio ante operam (AO).....	112
12.5.2 Monitoraggio in corso d’opera (CO).....	112
12.6 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO .....	113
13. PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE SUOLO .....	114
13.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO .....	114
13.2 MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO.....	114
13.3 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE.....	117
13.4 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....	118
13.4.1 Monitoraggio ante operam (AO).....	119
13.4.2 Monitoraggio corso d’opera (CO) .....	119
13.4.3 Monitoraggio post operam (PO).....	119
13.5 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO .....	122
14. PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE VEGETAZIONE.....	123
14.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO .....	123
14.2 MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO.....	123
14.3 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE.....	124
14.4 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....	125
14.4.1 Monitoraggio ante operam (AO).....	125
14.4.2 Monitoraggio in corso d’opera (CO).....	126

14.4.3	Monitoraggio post operam (PO).....	126
14.4.4	TEMPISTICA DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO .....	126
14.5	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO .....	127
15.	PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE FAUNA .....	129
15.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO .....	129
15.2	MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO.....	129
15.3	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....	129
15.3.1	Monitoraggio ante operam (AO).....	130
	Il monitoraggio faunistico della fase AO è stato eseguito tra agosto 2016 e luglio 2017. Le attività hanno avuto durata annuale e sono state eseguite per le specie di mammiferi, anfibi, rettili e avifauna, applicando le metodiche specificate al § 15.2. ....	130
15.3.2	Monitoraggio in corso d'opera (CO).....	130
15.3.3	Monitoraggio post operam (PO).....	130
15.4	INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE.....	132
15.4.1	METODOLOGIA E PARAMETRI DI MISURA .....	136
15.5	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO .....	137
16.	PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE PAESAGGIO .....	140
16.1	MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO.....	140
16.1.1	Riprese fotografiche .....	140
16.2	INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DA SOTTOPORRE AD INDAGINE.....	141
16.3	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI.....	141
16.3.1	Monitoraggio ante operam (AO).....	141
16.3.2	Monitoraggio in corso d'opera (CO).....	141
16.3.3	Monitoraggio post operam (PO).....	142
16.4	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO .....	142
<b>ALLEGATO 1 - CONFRONTO STAZIONI DI MONITORAGGIO SIA-PD-PE .....</b>		<b>143</b>



## 1. PREMESSA

Il presente documento costituisce il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), redatto nell’ambito del Progetto Esecutivo “ITINERARIO INTERNAZIONALE E78 S.G.C. GROSSETO – FANO Adeguamento a 4 corsie nel tratto Grosseto - Siena (SS223 di Paganico), dal km 41+600 al km 53+400 - Lotto 9”.

La presente relazione ha lo scopo di illustrare in maniera sintetica ed esaustiva il Piano di Monitoraggio Ambientale recependo le prescrizioni al Progetto di Monitoraggio Ambientale del Progetto Definitivo e approfondendo le tematiche interessate.

Nei paragrafi successivi verranno analizzate le varie componenti, specificando la tipologia di misura da eseguire e presentando una pianificazione con le indicazioni dei punti di misura, della tempistica di misure e della cadenza nelle varie fasi Ante, Corso e Post Operam.

In base ai principali orientamenti tecnico scientifici e normativi comunitari ed alle vigenti norme nazionali il monitoraggio rappresenta l’insieme di azioni che consentono di verificare gli effetti/impatti ambientali significativi generati dall’opera nelle sue fasi di attuazione.

Il Monitoraggio Ambientale è lo strumento che fornisce la reale misura dell’evoluzione dello stato dell’ambiente nelle varie fasi di attuazione di un’opera/intervento e che consente ai soggetti responsabili di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le “risposte” ambientali non siano rispondenti alle previsioni.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) si articola nelle seguenti tre fasi temporali distinte:

- monitoraggio *Ante Operam* (AO) che si concluderà prima dell’inizio delle attività interferenti con la componente ambientale di volta in volta presa a riferimento, ossia prima dell’insediamento dei cantieri e dell’inizio dei lavori;
- monitoraggio in *Corso d’Opera* (CO) che comprende il periodo dedicato all’implementazione degli interventi, dall’apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti;
- monitoraggio *Post Operam* (PO) avviato al termine dei lavori, al fine di verificare lo stato seguente alla realizzazione dell’opera.

I criteri che hanno condotto alla stesura del PMA hanno seguito i passi procedurali indicati dalle Linee Guida del Ministero dell’Ambiente (aggiornamento pubblicato nel 2018) e, in particolare, sono riassumibili in:

- analisi degli interventi previsti;
- individuazione dei principali aspetti ambientali;
- fase ricognitiva dei dati preesistenti;
- 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;
- scelta delle aree da monitorare: dedotte a seguito di un attento esame della sensibilità alle azioni previste;
- programmazione delle attività.

Successivamente, per ciascuna componente ambientale oggetto di monitoraggio saranno precisate le fasi per le quali si prevedono le attività di monitoraggio.

Tutto ciò premesso, nel presente documento sono state affrontate le seguenti tematiche:

- Quadro normativo di riferimento;
- Descrizione del progetto;

- Articolazione del Piano di Monitoraggio Ambientale;
- Analisi delle componenti da monitorare e metodologia di misura;
- Modalità di misura e frequenza per ogni componente.

L'elenco degli elaborati costituenti la documentazione di progetto esecutivo del PMA è la seguente:

Piano di Monitoraggio Ambientale											
T	o	o	MO	o	1	MOA	RE	o	1		Relazione
T	o	o	MO	o	1	MOA	PL	o	1		Planimetria stazioni monitoraggio: acque superficiali, acque sotterranee, suolo
T	o	o	MO	o	1	MOA	PL	o	2		Planimetria stazioni monitoraggio: rumore, vibrazioni, atmosfera
T	o	o	MO	o	1	MOA	PL	o	3		Planimetria stazioni monitoraggio: vegetazione, fauna, paesaggio
T	o	o	MO	o	1	MOA	PL	o	4		Planimetria di monitoraggio: FASE 1 cantierizzazione
T	o	o	MO	o	1	MOA	PL	o	5		Planimetria di monitoraggio: FASE 2 cantierizzazione
T	o	o	MO	o	1	MOA	PL	o	6		Planimetria di monitoraggio: FASE 3 cantierizzazione
T	o	o	MO	o	1	MOA	PL	o	7		Planimetria di monitoraggio: FASE 4 cantierizzazione
T	o	o	MO	o	1	MOA	EC	o	1		Computo metrico

L'esecuzione delle attività di monitoraggio per le fasi ante e post opera sono a carico del Committente Anas; l'esecuzione delle attività di monitoraggio per la fase corso d'opera sono a carico dell'Impresa esecutrice.

## 2. IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Per la redazione del PMA si è tenuto conto delle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs.152/2006 e s.m.i., D. Lgs.163/2006 e s.m.i.)" predisposte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Direzione per le Valutazioni Ambientali (aggiornamento 2015).

Per gli aspetti specialistici si riportano i principali riferimenti normativi:

### 2.1 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

Nel presente paragrafo si enunciano le principali Leggi e Norme a cui si fa riferimento per le caratteristiche della componente ambiente idrico, relativamente all'area oggetto di studio. La normativa nazionale e regionale vigente prevede accorgimenti e limiti riguardo la matrice ambiente idrico, sia circa i livelli di inquinamento e di contaminazione delle acque superficiali e sotterranee sia riguardo l'approvvigionamento e lo scarico idrico, per i quali sono necessarie apposite autorizzazioni oltre che il rispetto dei limiti di qualità delle acque, così come previsti dalla normativa vigente in materia

#### 2.1.1 Normativa Europea

- Direttiva della Commissione 20 giugno 2014, n. 2014/80/UE - Direttiva che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 12 agosto 2013, n. 2013/39/UE - Direttiva che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque;
- Direttiva della Commissione delle Comunità europee 31 luglio 2009, n. 2009/90/CE - Direttiva che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 16 dicembre 2008, n. 2008/105/CE - Direttiva sugli standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque (modifica e abrogazione delle Dir. 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE e modifica della Dir. 2000/60/CE);
- Direttiva del Parlamento europeo, 12 dicembre 2006, n. 2006/118/CE - Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- Direttiva del Parlamento europeo, 15 febbraio 2006, n. 2006/11/CE - Direttiva 2006/11/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 febbraio 2006 concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità;
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;
- Direttiva 1991/271/CE del 21 maggio 1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane, ovvero la tipologia di trattamento che devono subire le acque reflue che confluiscono in reti fognarie prima dello scarico;
- Direttiva del Consiglio del 4 maggio 1976, n. 76/464/CEE - Direttiva concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità.

### 2.1.2 Normativa Nazionale

- Legge 28 dicembre 2015, n. 221 - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali;
- D.Lgs. 13 ottobre 2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque. Entrata in vigore del provvedimento: 11/11/2015;
- Legge 22 maggio 2015, n. 68 - Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 27 novembre 2013, n. 156 - Regolamento recante i criteri tecnici per l'identificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- D.Lgs. 10 dicembre 2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/Ce relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/Cee, 83/513/Cee, 84/156/Cee, 84/491/Cee, 86/280/Cee, nonché modifica della direttiva 2000/60/Ce e recepimento della direttiva 2009/90/Ce che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/Ce, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- D.M. 8 novembre 2010, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- Legge 25 febbraio 2010, n. 36 - Disciplina sanzionatoria dello scarico di acque reflue.
- D.M. 14 aprile 2009, n. 56 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo";
- Legge 27 febbraio 2009, n. 13 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
- D.Lgs. 16 marzo 2009, n. 30 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- D.L. 30 dicembre 2008, n. 208 e ss.mm.ii. - Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
- D.M. 16 giugno 2008, n. 131 - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto;
- D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;

- D.Lgs. 8 novembre 2006, n. 284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.M. 2 maggio 2006 - Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue, ai sensi dell'articolo 99, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale). In particolare, la Parte Terza del suddetto decreto, concernente: "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche" e successivi Decreti legislativi correttivi (D.Lgs. n. 284 del 8 novembre 2006, D.Lgs. n. 4 del 16 gennaio 2008);
- Direttiva del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare 27 maggio 2004 - Disposizioni interpretative delle norme relative agli standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose;
- D.M. 6 aprile 2004, n.174 - Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano;
- D.M. 12 giugno 2003, n. 185 – Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152;
- D. M. 18 settembre 2002 e s.m.i. - Modalità di informazione sullo stato di qualità delle acque, ai sensi dell'art. 3, comma 7, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 52;
- D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 e ss.mm.ii. - Attuazione della direttiva 98/83/Ce - Qualità delle acque destinate al consumo umano.

### 2.1.3 Normativa Regionale

- Legge Regionale 24 luglio 2018, n. 41 "Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014".
- Regolamento 16 agosto 2016, n. 61/R - Regolamento di attuazione dell'articolo 11, commi 1 e 2, della legge regionale 28 dicembre 2015, n. 80 (Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitati costieri) recante disposizioni per l'utilizzo razionale della risorsa idrica e per la disciplina dei procedimenti di rilascio dei titoli concessori e autorizzatori per l'uso di acqua. Modifiche al D.P.G.R. 51/R/2015.
- Legge regionale 28 dicembre 2015, n. 80 - Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitati costieri.
- DPGR Toscana 11 novembre 2014, n. 66/R - Modifiche al regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 settembre 2008, n. 46/R (Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento").
- Legge Regionale 10 novembre 2014, n. 65 - Norme per il governo del territorio.
- D.P.G.R. Toscana 22 ottobre 2013, n. 59/R - Modifiche al regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 settembre 2008, n. 46/R (Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento").

- DGR Toscana 14 ottobre 2013, n. 847 - Attuazione D.Lgs. 152/2006 e D.Lgs. 30/2009. Monitoraggio dei corpi idrici superficiali interni e sotterranei della Toscana. Modifiche ed integrazioni alla delibera di Giunta n. 100/2010.
- DCR Toscana 11 giugno 2013, n. 57 - Individuazione del reticolo idrografico e di gestione ai sensi dell'articolo 22, comma 2, lettera e), della L.R. 27 dicembre 2012, n. 79 (Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica. Modifiche alla L.R. 69/2008 e alla L.R. 91/1998. Abrogazione della L.R. 34/1994).
- DPGR Toscana 17 dicembre 2012, n. 76/R - Modifiche al regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 settembre 2008, n. 46/R (Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento").
- DGR Toscana 11 dicembre 2012, n. 1135 - Approvazione schema Protocollo di Intesa tra Regione Toscana e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare per l'attuazione di un programma pilota per la mitigazione del rischio idraulico ed idrogeologico nel territorio della Regione Toscana.
- DGR Toscana 29 ottobre 2012, n. 937 - Attuazione D.Lgs. 152/06 e D.Lgs. 30/09. Tipizzazione e caratterizzazione dei corpi idrici interni, superficiali e sotterranei della Toscana. Modifica delle Delibere di Giunta n. 416/2009 e n. 939/2009.
- Legge Regionale 27 dicembre 2012, n. 79 Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica - Modifiche alla p.r. 69/2008 e alla l.r.91/1998. Abrogazione della l.r. 34/1994-
- Deliberazione del Consiglio Regionale 24 luglio 2012, n. 63 - Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola. Attuazione delle disposizioni di cui all'articolo 92, comma 5, del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale).
- L.R. 10 ottobre 2011, n. 50 - Modifiche alla L.R. 31 maggio 2006, n. 20 (Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento) e alla L.R. 3 marzo 2010, n. 28 (Misure straordinarie in materia di scarichi nei corpi idrici superficiali. Modifiche alla L.R. 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" e alla L.R. 18 maggio 1998, n. 25 "Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati").
- DGR Toscana 02 maggio 2011, n. 315 - Interventi urgenti per la mitigazione del rischio idrogeologico di cui all'Accordo di Programma del 3.11.2010, sottoscritto da Ministero dell'Ambiente e tutela del Territorio e del mare e Regione Toscana.
- DPGR Toscana 10 febbraio 2011, n. 5/R - Modifiche al regolamento emanato con D.P.G.R. 8 settembre 2008, n. 46 (Regolamento di attuazione della L.R. 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento").
- DGR Toscana 31 maggio 2010, n. 562 - Piano degli interventi urgenti finalizzati alla messa in sicurezza delle aree a maggior rischio idrogeologico, di cui all'art. 2 comma 240 della L. 191/2009.
- Legge Regionale 3 marzo 2010, n. 28 - Misure straordinarie in materia di scarichi nei corpi idrici superficiali. Modifiche alla legge regionale 31 maggio 2006 n. 20 (Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento) e alla legge regionale 18 maggio 1998, n. 25 (Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati).
- DPGR Toscana 16 febbraio 2010, n. 13/R - Modifiche al Regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 13 luglio 2006, n. 32/R (Regolamento recante definizione del

programma d'azione obbligatorio per le zone vulnerabili di cui all'articolo 92, comma 6, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" in attuazione della direttiva 91/676/CEE del 12 dicembre 1991 del Consiglio).

- DGR Toscana 8 febbraio 2010, n. 100 - Rete di monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee della Toscana in attuazione delle disposizioni di cui al D.Lgs. 152/06 e del D.Lgs. 30/09.
- DGR Toscana 26 ottobre 2009, n. 939 - Individuazione e caratterizzazione dei corpi idrici della Toscana. Attuazione delle disposizioni di cui all'art. 2 del D.M. 131/08 (acque superficiali) e degli art. 1,3 e all. 1 del D.Lgs. 30/09 (acque sotterranee).
- DGR Toscana 25 maggio 2009, n. 416 - Tipizzazione dei corpi idrici superficiali della Toscana. Attuazione delle disposizioni di cui all'allegato 3, punto 1, alla parte III del D.Lgs. 152/2006, come modificato dal D.M. n. 131 del 16 giugno 2008.
- DPGR Toscana 8 settembre 2008, n. 46/R - Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento".
- DPGR Toscana 21 aprile 2008, n. 17/R - Modifiche al regolamento emanato con D.P.G.R. 13 luglio 2006, n. 32/R (Regolamento recante definizione del programma d'azione obbligatorio per le zone vulnerabili di cui all'art. 92, comma 6 del D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" in attuazione della direttiva del Consiglio 91/976/CEE del 12 dicembre 1991).
- DGR Toscana 30 ottobre 2006, n. 797 - Programma di interventi per la messa in sicurezza delle aree a maggior rischio idrogeologico.
- DPGR Toscana 13 luglio 2006, n. 32/R - Regolamento recante definizione del programma d'azione obbligatorio per le zone vulnerabili di cui all' articolo 92, comma 6 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale) in attuazione della direttiva del Consiglio 91/976/CEE del 12 dicembre 1991.
- Legge Regionale del 31 maggio 2006, n. 20 – Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.
- Deliberazione della Giunta Regionale del 23 giugno 1999, n. 729 – Misura di salvaguardia di cui all'art. 12 comma 3 del decreto-legge 5 ottobre 1993 n. 398, così come modificato e integrato dalla legge di conversione 4 dicembre 1993 n. 493. LR 91/1998 "Norme per la difesa del suolo" derivazioni idriche (da acque superficiali e sotterranee).
- Legge Regionale del 21 luglio 1995, n. 81 - Norme di attuazione della legge 5 gennaio 1994, n. 36 "Disposizioni in materia di risorse idriche".

## 2.2 ATMOSFERA

### 2.2.1 Normativa Europea

- Direttiva 2010/26/UE Emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante;
- Decisione 149/09 Decisione del Comitato misto SEE n. 149/09, del 4 dicembre 2009, che modifica l'allegato XX (Ambiente) dell'accordo SEE;
- Regolamento 1005/09 Regolamento (CE) n. 1005/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 settembre 2009 sulle sostanze che riducono lo strato di ozono;
- Direttiva 2008/80/CE Qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;

- Regolamento (CE) n. 899/2007 della commissione del 27 luglio 2007 recante modifica del Reg. (CE) n. 2037/2000 del Parlamento Europeo e del Consiglio per quanto riguarda l'adeguamento dei codici NC di alcune sostanze che riducono lo strato di ozono e dei miscugli contenenti sostanze che riducono lo strato di ozono per tenere conto di modifiche apportate alla nomenclatura combinata stabilita nel regolamento (CEE) n. 2858/87;
- Pos. Com. CE n. 05/96 del 28/02/96, Posizione Comune del Consiglio del 30/11/95 in vista dell'adozione della dir. 96/62/CE del Consiglio in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria (inquinanti da considerare nel quadro della valutazione e della gestione della qualità dell'aria ambiente);
- Decisione n. 2004/470/CE Decisione della Commissione delle Comunità europee sugli orientamenti per un metodo di riferimento provvisorio per il campionamento e la misurazione delle PM<sub>2,5</sub>;
- Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- Direttiva 2002/3/CE del 12 febbraio 2002 concernente i valori bersaglio per l'ozono.
- Direttiva 2000/69/CE del 16 novembre 2000 concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente;
- Direttiva 1999/30/CE del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo;
- Direttiva 96/62/CE del 27 settembre 1996 in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente;
- Dir. 80/779/CEE, Direttiva del Consiglio del 15/07/80 relativa ai valori limite e ai valori guida di qualità dell'aria per l'anidride solforosa e le particelle in sospensione (valori limite e valori guida per SO<sub>2</sub> e particelle in sospensione misurate con il metodo dei fumi neri, valori limite per SO<sub>2</sub> e particelle in sospensione misurate con un metodo gravimetrico e descrizione del metodo di campionamento e di analisi)".

### 2.2.2 Normativa Nazionale

- D. Lgs. n. 155 del 13/08/2010: "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa";
- DL n. 152 del 03/08/2007: 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. n. 152 del 03/04/2006: "Norme in materia ambientale" così come modificato dal D. Lgs. 4 del 16/01/2008 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale";
- D. Lgs. n. 59 del 18/2/2005, n° 59- Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento;
- D.Lgs. 21 Maggio 2004, n. 183: Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria, in vigore dal 07 Agosto 2004;
- Decreto 1 Ottobre 2002, n. 261: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria

ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351. (GU n. 272 del 20-11-2002);

- D.M. 20/9/2002 - Modalità per la garanzia della qualità del sistema delle misure di inquinamento atmosferico, ai sensi del decreto legislativo n. 351/1999;
- D.M. 60 del 2 aprile 2002: "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio";
- D.M. 25 agosto 2000: "Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203";
- D.Lgs. 351 del 4 agosto 1999: "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";
- D.M. 16 maggio 1996: "Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono";
- D.M. 15 aprile 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 DPR 24 maggio 1988, n. 203 e dell'art. 9 del DM 20 maggio 1991";
- D.M. 25 novembre 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. 12 novembre 1992: "Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria";
- D.M. 20 maggio 1991: "Criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria";
- D.P.R. 203 del 24 maggio 1988: "Attuazione delle direttive CEE nn. 80/779, 82/884, 84/360 e 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 L. 16 aprile 1987 n° 183";
- D.P.C.M. 28 marzo 1983: "Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno".

### 2.2.3 Normativa Regionale

- DELIBERAZIONE 25 giugno 2008, n. 44 - Piano regionale di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria (PRRM) 2008 - 2010. Approvazione;
- DELIBERAZIONE 3 giugno 2009, n. 450 - D.C.R. n. 44/2008 Piano regionale di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria (PRRM) 2008-2010: approvazione Linee Guida per il rilevamento della qualità dell'aria ed il relativo reporting;
- Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia – rapporto tecnico CTN\_ACE;
- Reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Toscana. Classificazione delle stazioni, ai sensi della Decisione 2001/752/CE - rapporto tecnico ARPAT;

- Criteri di validazione ed elaborazione degli indicatori relativi agli inquinanti in aria ambiente - documento tecnico ARPAT.

## 2.3 RUMORE

### 2.3.1 Normativa Europea

- Direttiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 maggio 2006 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE Norme ISO 1996/1, 1996/2 e 1996/3 relativa alla "Caratterizzazione e misura del rumore ambientale".

### 2.3.2 Normativa Nazionale

- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006: "Norme in materia ambientale" così come modificato dal D.Lgs. 4 del 16/01/2008 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale";
- D.M. 24 luglio 2006 "Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare. Modifiche dell'allegato I - Parte b, del decreto legislativo 4 settembre 2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno";
- D.Lgs. n. 194 del 19 agosto 2005 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale";
- Decreto del Presidente della Repubblica 30 marzo 2004, n.142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447";
- D.Lgs. 04/09/2002, n. 262, "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto" (suppl. ordin. alla G.U. 21/11/2002, serie g. n. 273);
- 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, di piani di contenimento e abbattimento del rumore";
- Decreto del Ministero dell'industria del commercio e dell'artigianato 26 giugno 1998, n. 308. "Regolamento recante norme di attuazione della direttiva 95/27/CE in materia di limitazione del rumore prodotto da escavatori idraulici, a funi, apripista e pale caricatrici";
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico";
- D.P.C.M. 14 novembre 1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore". Norma UNI 9884 (1997) relativa alla "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale";
- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- D.P.C.M. 27 dicembre 88 n. 377 "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986 n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 10 agosto 1998";

- D.M. 28 novembre 1987 n. 588 "Attuazione delle direttive CEE n. 79/113, n. 81/1051, n. 85/405, n. 84/533, n. 85/406, n. 84/534, n. 84/535, n. 85/407, n. 84/536, n. 85/408, n. 84/537 e n. 85/409 relative al metodo di misura del rumore, nonché del livello sonoro o di potenza acustica di motocompattatori gru a torre, gruppi elettrogeni di saldatura, gruppi elettrogeni e martelli demolitori azionati a mano, utilizzati per compiere lavori nei cantieri edili e di ingegneria civile";
- D.M. 2 aprile 1968, n. 1444 - Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza fra i fabbricati e i rapporti massimi tra spazi destinati agli insediamenti residenziali e produttivi e spazi pubblici o riservati alle attività collettive, al verde pubblico o a parcheggi da osservare ai fini della formazione di nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti, ai sensi dell'art. 17 della Legge 6 agosto 1967, n. 765.

Il DPR n.142 (pubblicato nella Gazz. Uff. 1° giugno 2004, n.127) stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture stradali. Alle infrastrutture stradali, così come definite dall'art.2 del decreto legislativo n.285 del 1992, non si applica il disposto degli art. 2, 6, e 7 del DPCM 14/11/1997, ovvero non valgono i limiti di immissione stabiliti dalla Zonizzazione Acustica (Tab. C del DPCM 14/11/1997), ma sono previste ampie fasce di pertinenza (strisce di terreno per ciascun lato dell'infrastruttura misurate a partire dal confine stradale), diversificate in base al periodo di realizzazione e alle caratteristiche delle infrastrutture, in cui devono essere verificati i limiti di immissione stabiliti dal presente decreto. Solo al di fuori di tali fasce di pertinenza deve essere verificato il rispetto dei valori stabiliti dalla Zonizzazione Acustica del territorio comunale.

Con l'entrata in vigore del DPR n.142 per una strada del tipo di quella oggetto di studio, classificata C1, sono previsti dei limiti pari a 65 dBA nel periodo diurno e 55 dBA nel periodo notturno all'interno di una fascia di pertinenza di 250 metri per lato.

### 2.3.3 Normativa Regionale

- L.R. 1 dicembre 1998, n. 89 "Norme in materia di inquinamento acustico", modificata e integrata con L.R. n. 67/2004 (B.U.R. Toscana n. 48 del 03 dicembre 2004) e con L.R. n. 40/2008 (Bilancio di previsione per l'anno 2008 e bilancio pluriennale 2008-2010. Assestamento - B.U.R. Toscana n. 24 del 23 luglio 2008);
- Deliberazione del C.R. 22 ottobre 2000, n. "Definizione dei criteri e degli indirizzi della pianificazione degli enti locali ai sensi dell'art. 2 della LR n. 89/98 "Norme in materia di inquinamento acustico"" (BURT. n 12 del 22 marzo 2000, parte Seconda, sezione I).

### 2.3.4 Norme tecniche

- Norme ISO 1996/1, 1996/2 e 1996/3;
- Norma UNI 9884 relativa alla "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale";
- Norma UNI 9433 relativa alla "Valutazione del rumore negli ambienti abitativi";
- UNI 10855:1999 Acustica - Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti;
- UNI 11022:2003 Acustica - Misurazione dell'efficacia acustica dei sistemi antirumore (insertion loss), per infrastrutture di trasporto, installati in ambiente esterno;
- UNI 11143-1:2005 Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità;

- UNI 11143-2:2005 Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 2: Rumore stradale;
- UNI/TR 11326:2009 Acustica - Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 1: Concetti generali;
- Documento interaziendale Ministero dell'Ambiente, Ministero dei Lavori Pubblici, Ente Ferrovie, Anas, Aiscat, Autostrade e relativo alle "Istruzioni per l'inserimento ambientale delle infrastrutture stradali e ferroviarie con riferimento al controllo dell'inquinamento acustico", del gennaio 1992.

## 2.4 VIBRAZIONI

### 2.4.1 Normativa di riferimento

Il problema delle vibrazioni negli ambienti di vita, attualmente, non è disciplinato da alcuna legge nazionale. Pertanto, qualora si intenda procedere ad una valutazione strumentale di tale fenomeno fisico è bene affidarsi alle corrispettive norme tecniche. Nello specifico, il riferimento è costituito dalla normativa tecnica in capo alla UNI 9614 – "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo", nonché al successivo aggiornamento del 2017, e dalla UNI 9916 – "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici".

## 2.5 SUOLO

Nel presente paragrafo si enunciano le principali Leggi e Norme a cui si fa riferimento per le caratteristiche della componente suolo e sottosuolo dell'area oggetto di intervento.

### 2.5.1 Normativa Comunitaria

- Direttiva del Parlamento e del Consiglio Europeo 23 ottobre 2007, n.2007/60/CE - Valutazione e gestione dei rischi di alluvioni.
- Proposta di Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22/09/2006, n.232, che istituisce un quadro per la protezione del suolo e modifica la direttiva 2004/35/CE.
- Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni, del 22/09/2006, n.231 – Strategia tematica per la protezione del suolo.
- Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 aprile 2006, n.2006/12/CE, relativa ai rifiuti.
- Comunicazione Commissione CE 16/04/2002, n.179 - Verso una strategia tematica per la protezione del suolo.

### 2.5.2 Normativa Nazionale

- Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 02/02/2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008
- D.Lgs. 23/02/2010, n.49 - Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.
- D.Lgs. 16/01/2008, n.4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 152/2006 recante norme in materia ambientale.
- D.M. 14/01/2008 e s.m.i. - Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

- D.M. 28/11/2006, n.308 - Regolamento recante integrazioni al D.M. 18/09/2001, n.468, concernente il programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati.
- D.Lgs. 08/11/2006, n.284 - Disposizioni correttive e integrative del D.Lgs. 3/04/2006, n.152, recante norme in materia ambientale.
- D.Lgs. 03/04/2006, n.152 - Norme in materia ambientale e s.m.i
- D.M. 18/09/2001, n.468 - Regolamento recante: Programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale.
- D.M. 25/10/1999, n.471 - Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica ed il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'art. 17 del D.Lgs. 22/1997 e s.m.i.
- D.M. 14/02/1997 - Direttive tecniche per l'individuazione e la perimetrazione, da parte delle regioni, delle aree a rischio idrogeologico.
- D.P.R. 18/07/1995 - Approvazione dell'atto di indirizzo e di coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino.
- Legge 07/08/1990, n.253 - Disposizioni integrative alla legge 18/05/1989, n.183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 23/03/1990 - Atto di indirizzo e coordinamento ai fini della elaborazione e della adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18/05/1989, n.183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.
- Legge 18/05/1989, n. 183 - Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.
- Regio Decreto n. 1443 del 29 luglio 1927 - Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere.

### 2.5.3 Normativa Regionale

- Legge Regionale del 11 dicembre 1998, n. 91 – Norme per la difesa del suolo.
- Deliberazione della Giunta Regionale del 16 giugno 2003, n. 604 – Indirizzi generali e prime disposizioni sulla riclassificazione sismica della Regione Toscana, in applicazione dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.
- D.P.G.R.T. del 25 febbraio 2004 n. 14/R - "Regolamento regionale di attuazione ai sensi della lettera e) comma 1 dell'articolo 5 della Legge Regionale 18 maggio 1998, n. 25 (Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati) contenente norme tecniche e procedurali per l'esercizio delle funzioni amministrative e di controllo attribuite agli Enti Locali nelle materie della gestione dei rifiuti e delle bonifiche".
- Legge Regionale del 3 gennaio 2005, n. 1 - Norme per il governo del territorio.
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 431 del 19 giugno 2006 – Riclassificazione sismica del territorio regionale: Attuazione del DM 14.09.2005 e Ord.P.C.M. 3519 del 28.04.2006 pubblicata sulla G.U. del 11.05.2006.
- Legge Regionale del 21 giugno 2006, n. 24 – Modifiche alla legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di costruzioni realizzate in zone sismiche.

## 2.6 VEGETAZIONE

### 2.6.1 Normativa Comunitaria

- Direttiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici;
- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;
- Regolamento 97/338/CEE del Consiglio del 09.12.1996. Protezione di specie della flora e della fauna selvatiche mediante il controllo del loro commercio. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee n. L061, 3 marzo e s.m.i.;
- Decisione del Consiglio 93/626/CEE del 25.10.1993. Conclusione della Convenzione sulla diversità biologica. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee s.d. e s.m.i.;
- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21.05.1992. Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee n. L206, 22 luglio 1992 e s.m.i.;
- Decisione 82/72/CEE del Consiglio del 3.12.1981. Conclusione della Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa (Convenzione di Berna). Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee n. L38 del 10 febbraio e s.m.i..

### 2.6.2 Normativa Nazionale

- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006: "Norme in materia ambientale" così come modificato dal D.Lgs. 4 del 16/01/2008 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale";
- DPR 120/2003. Decreto del Presidente della repubblica 12 marzo 2003, n.120. Regolamento recante modifiche e integrazioni al Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. G.U. n. 124 del 30 maggio 2003;
- Legge n. 157 "Norme per la protezione della fauna omeoterma e per il prelievo venatorio" Direttiva 2000/60/CE;
- Decreto del Presidente della Repubblica 08.09.1997 n. 357. Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. Gazzetta Ufficiale n. 284, serie ordinaria n. 219/L, 23 ottobre 1997. Testo coordinato al D.P.R. n. 120 del 2003.(G.U. n.124 del 30.05.2003);
- Legge 14.02.1994 n. 124. Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla biodiversità, con annessi, fatta a Rio de Janeiro il 5 giugno 1992. Gazzetta Ufficiale n. 44, 23 febbraio;
- Legge 13.03.1993 n. 59. Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge n. 2 del 12 gennaio 1993, recante modifiche ed integrazioni alla Legge n. 150 del 7 febbraio 1992, in materia di commercio e detenzione di esemplari di fauna e flora minacciati di estinzione. Gazzetta Ufficiale, s.d. 327;

- Legge 07.02.1992 n. 150. Disciplina dei reati relativi all'applicazione in Italia della convenzione sul commercio internazionale delle specie animali e vegetali in via di estinzione, firmata a Washington il 3 marzo 1973, di cui alla legge 19 dicembre 1975, n. 874, e del Regolamento (CEE) n. 3626/82, e successive modificazioni. Gazzetta Ufficiale n. 44, 22 febbraio;
- Legge 05.08.1981 n. 503. Ratifica ed esecuzione della Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, con allegati, adottata a Berna il 19 settembre 1979. Gazzetta Ufficiale n. 250, 11 settembre;
- Legge 25.01.1979 n. 30. Ratifica ed esecuzione della Convenzione Barcellona ("Convenzione per la protezione del Mar Mediterraneo dai rischi dell'inquinamento"). Gazzetta Ufficiale, s.d.;
- Decreto del Presidente della Repubblica 13.03.1976 n. 448. Applicazione della Convenzione di Ramsar ("Convenzione internazionale relativa alle zone umide di importanza internazionale") del 2 febbraio 1971. Gazzetta Ufficiale, s.d.;
- Legge 19.12.1975 n. 874. Ratifica ed esecuzione della Convenzione sul commercio internazionale delle specie animali e vegetali in via di estinzione, firmata a Washington il 3 marzo 1973. Gazzetta ufficiale n. 49, 24 febbraio.

### 2.6.3 Convenzioni internazionali

- Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e la regione costiera del Mediterraneo, Barcellona 1995;
- Convenzione sulla diversità biologica, Rio de Janeiro 1992;
- Convenzione sulle Specie Migratrici appartenenti alla fauna selvatica, Bonn 1983;
- Convenzione sulla Conservazione della Vita Selvatica e degli Habitat naturali in Europa, Berna 1979;
- Convenzione sulle zone umide di importanza internazionale, Ramsar 1971.

## 2.7 FAUNA

### 2.7.1 Normativa comunitaria

- Regolamento 97/338/CEE del Consiglio del 09.12.1996. Protezione di specie della flora e della fauna selvatiche mediante il controllo del loro commercio. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee n. L061, 3 marzo e s.m.i.;
- Decisione del Consiglio 93/626/CEE del 25.10.1993. Conclusione della Convenzione sulla diversità biologica. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee s.d. e s.m.i.;
- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21.05.1992. Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee n. L206, 22 luglio 1992 e s.m.i.;
- Decisione 82/72/CEE del Consiglio del 3.12.1981. Conclusione della Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa (Convenzione di Berna). Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee n. L38 del 10 febbraio e s.m.i.;
- Direttiva 79/409/CEE del Consiglio del 02.04.1979. Conservazione degli uccelli selvatici. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee n. L103, 25 aprile 1979 e s.m.i..

### 2.7.2 Normativa nazionale

- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006: "Norme in materia ambientale" così come modificato dal D.Lgs. 4 del 16/01/2008 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale";
- Legge 03.10.2002 n. 221. Integrazioni alla legge 11 febbraio 1992, n. 157, in materia di protezione della fauna selvatica omeoterma e di prelievo venatorio, in attuazione dell'articolo 9 della Direttiva 79/409/CEE. Gazzetta Ufficiale n. 239, serie generale, 11 ottobre;
- Decreto del Presidente della Repubblica 08.09.1997 n. 357. Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. Gazzetta Ufficiale n. 284, serie ordinaria n. 219/L, 23 ottobre. Testo coordinato al D.P.R. n. 120 del 2003 (G.U. n.124 del 30.05.2003);
- Decreto Interministeriale 19.04.1996. Elenco delle specie animali che possono costituire pericolo per la salute e la incolumità pubblica e di cui è proibita la detenzione. Gazzetta Ufficiale n. 232, Serie generale, 3 ottobre;
- Legge 14.02.1994 n. 124. Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla biodiversità, con annessi, fatta a Rio de Janeiro il 5 giugno 1992. Gazzetta Ufficiale n. 44, 23 febbraio;
- Legge 13.03.1993 n. 59. Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge n. 2 del 12 gennaio 1993, recante modifiche ed integrazioni alla Legge n. 150 del 7 febbraio 1992, in materia di commercio e detenzione di esemplari di fauna e flora minacciati di estinzione. Gazzetta Ufficiale, s.d. 327;
- Legge 11.02.1992 n. 157. Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio. Gazzetta Ufficiale n. 46, serie ordinaria, 25 febbraio;
- Legge 07.02.1992 n. 150. Disciplina dei reati relativi all'applicazione in Italia della convenzione sul commercio internazionale delle specie animali e vegetali in via di estinzione, firmata a Washington il 3 marzo 1973, di cui alla legge 19 dicembre 1975, n. 874, e del Regolamento (CEE) n. 3626/82, e successive modificazioni, nonché norme per la commercializzazione e la detenzione di esemplari vivi di mammiferi e rettili che possono costituire pericolo per la salute e l'incolumità pubblica. Gazzetta Ufficiale n. 44, 22 febbraio;
- Legge 25.01.1983 n. 42. Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla conservazione delle specie migratorie appartenenti alla fauna selvatica, con allegati, adottata a Bonn il 23 giugno 1979. Gazzetta Ufficiale n. 48, 18 febbraio;
- Legge 05.08.1981 n. 503. Ratifica ed esecuzione della Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, con allegati, adottata a Berna il 19 settembre 1979. Gazzetta Ufficiale n. 250, 11 settembre;
- Legge 25.01.1979 n. 30. Ratifica ed esecuzione della Convenzione Barcellona ("Convenzione per la protezione del Mar Mediterraneo dai rischi dell'inquinamento") Gazzetta Ufficiale, s.d. ;
- Legge 24.11.1978, n. 812. Adesione alla Convenzione internazionale per la protezione degli uccelli, adottata a Parigi il 18 ottobre 1950, e sua esecuzione. Gazzetta Ufficiale n. 357, 23 dicembre;
- Decreto del Presidente della Repubblica 13.03.1976 n. 448. Applicazione della Convenzione di Ramsar ("Convenzione internazionale relativa alle zone umide di importanza internazionale") del 2 febbraio 1971. Gazzetta Ufficiale, s.d.;

- Legge 19.12.1975 n. 874. Ratifica ed esecuzione della Convenzione sul commercio internazionale delle specie animali e vegetali in via di estinzione, firmata a Washington il 3 marzo 1973. Gazzetta ufficiale n. 49, 24 febbraio.

## 2.8 PAESAGGIO

### 2.8.1 Normativa Nazionale

- Legge 9 gennaio 2006 n. 14. Ratifica ed esecuzione della Convenzione europea sul paesaggio, fatta a Firenze il 20 ottobre 2000. Gazzetta Ufficiale n. 16 del 20 gennaio 2006 - S.O. n.16;
- DPCM 12 dicembre 2005: "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali";
- D. Lgs. del 22 gennaio 2004, n. 42: "Codice dei beni culturali e del paesaggio", ai sensi dell'articolo 10 della Legge del 6 luglio 2002, n.137.

### 2.8.2 Normativa Regionale

- L.R. n. 49 del 11/04/1995 Norme sui parchi, le riserve naturali e le aree naturali protette di interesse locale;
- L.R. n. 1 del 03/01/2005 Norme di governo del territorio.

### 3. BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'itinerario E78 costituisce uno dei più importanti collegamenti trasversali tra i corridoi longitudinali tirrenico ed adriatico.

L'intervento del lotto 9 prevede l'adeguamento a 4 corsie dell'esistente S.S. 223 nel tratto compreso tra il Viadotto sul Fiume Ornate ed il bivio per Orgia, nonché la progettazione della viabilità complanare e dei suoi raccordi con quella esistente e gli svincoli nelle località Il Picchetto, Fontazzi e I Ponticini. L'intervento prevede la realizzazione di una nuova carreggiata in affiancamento all'esistente, adeguata mediante la demolizione e ricostruzione delle opere esistenti (strada di tipo B ai sensi del DM 5/11/2001, velocità di progetto 70/120 km/h).

A livello di area vasta, il contesto attraversato dall'intervento in progetto presenta una copertura boschiva piuttosto densa e compatta, con un ricco sottobosco, interrotta solo da qualche radura aperta dal passaggio di elettrodotti, da pochi borghi e centri abitati e dalle relative aree di pertinenza dove si individuano piccole aree coltivate con frutteti, vigneti e orti. Lungo il fondovalle del Fiume Merse si trovano terreni alluvionali abbastanza fertili con coltivazioni a cereali, mais e risaie. Sul versante orientale dove il fiume confluisce nell'Ombrone sono presenti coltivazioni a vigneto specializzato. Porzioni residuali di castagneti sono diffusi in tutto il bacino Farma - Merse. I processi di trasformazione in atto nel territorio di interesse riguardano principalmente l'espansione della vegetazione, in particolare nelle aree aperte entro le zone boscate. Il sistema agricolo ha visto via via una perdita di porzioni di paesaggio agrario con la tendenza ad una semplificazione delle colture, nonché interventi sul patrimonio edilizio rurale anche con cambio di destinazione d'uso con relative trasformazioni degli spazi aperti di pertinenza.

L'intervento ricade nell'ambito del sistema delle aree protette della provincia di Siena, interessando marginalmente due siti della Rete Natura 2000 (direttiva 92/43/CEE) e due Riserve Naturali.

I primi 4,5 km circa di tracciato corrono lungo il limite esterno del perimetro del SIC IT5190007 Basso Merse e della RNP Basso Merse, interessando parzialmente la RNS Tocchi; gli ultimi 4,5 km circa di tracciato si sviluppano lungo il limite esterno del perimetro del SIC IT5190006 Alta Val di Merse.

Sono inoltre interessate aree soggette a vincolo paesaggistico, art. 10, 136 e 142 (lettere b, c, g) del D.L.gs 142/2004, a vincolo idrogeologico, nonché aree boscate tutelate ai sensi della L.R. 39/2000.

## 4. ASPETTI GENERALI DEL PIANO DI MONITORAGGIO

### 4.1 OBIETTIVI GENERALI

Il Piano di Monitoraggio Ambientale persegue i seguenti obiettivi generali:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto ambientale individuate nel SIA e nello Studio di Incidenza Ambientale (ToolA05AMBRE02\_b), Studio di Incidenza – Integrazioni (ToolA05AMBRE03\_b), Integrazione allo Studio di Incidenza Ambientale (ToolA05AMBRE01\_c emissione gennaio 2018 a seguito del riscontro del parere del MATTM prot. DVA 18344 del 03.08.2017) per le fasi di costruzione e di esercizio;
- correlare gli stati ante operam, in corso d'opera e post operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare per tempo eventuali situazioni critiche e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione adottate al fine di poter intervenire nella risoluzione di impatti residui;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

Nella redazione del presente Progetto di Monitoraggio si è tenuto conto delle risultanze del Monitoraggio Ante Operam per la componente fauna (ToolM001MARE01B), Studio Faunistico (ToolA08AMBRE01 B - ottemperanza alla prescrizione b.1 e b.3 parere CTVA n 239/2009), dello Studio e Censimento Faunistico (ToolA07MOARE01B) e del Piano di Monitoraggio Ambientale revisione C trasmesso con nota ANAS CDG 0342526-P del 26.06.2018) approvato con delibera CIPE 40/2019 e relative prescrizioni.

Dalle precedenti premesse il Progetto di Monitoraggio descritto nel presente documento ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni perturbative che intervengono nell'ambiente durante la costruzione dell'opera o immediatamente dopo la sua entrata in esercizio, risalendone alle cause e fornendo i parametri di input al Sistema di Gestione Ambientale (SGA) per l'attuazione delle dei sistemi correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni sostenibili.

La conoscenza approfondita del territorio attraversato dall'infrastruttura e l'identificazione dei ricettori ambientali più sensibili alle varie fasi di lavoro sono stati la base per l'impostazione metodologica del Piano e conseguentemente per l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio e per la definizione della frequenza e del numero delle campagne di misura.

Tra i concetti principali che hanno governato la stesura del presente PMA vi è quello della flessibilità in quanto la complessità delle opere e del territorio interessato nonché il naturale sviluppo dei fenomeni ambientali non permettono di gestire un monitoraggio ambientale con strumenti rigidi e statici. La possibilità di adeguare lo sviluppo delle attività di monitoraggio con quello delle attività di cantiere e dei fenomeni che si verranno a verificare è un aspetto caratteristico del PMA e, ancora di più, dell'organizzazione della struttura operativa che dovrà gestire ed eseguire le indicazioni in esso contenute.

Il presente PMA potrà quindi essere adeguato in funzione di varie eventualità che potrebbero verificarsi e che si possono così riassumere:

- evoluzione dei fenomeni monitorati;

- rilievo di fenomeni imprevisti;
- segnalazione di eventi inattesi (Non Conformità);
- verifica dell'efficienza di eventuali opere / interventi di minimizzazione / mitigazione di eventuali impatti.

Naturalmente, l'elenco sopra riportato non esaurisce le motivazioni che possono indurre variazioni nel contenuto del Piano ma sono indicative della volontà di predisporre un documento di lavoro flessibile ed operativo.

#### 4.2 IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI

Alla luce del contesto territoriale attraversato e della tipologia di lavorazioni da effettuare per la costruzione dell'infrastruttura stradale in oggetto, le componenti ed i fattori ambientali che si ritiene significativo monitorare sono:

- Acque superficiali - controlla la qualità delle acque superficiali che in qualche maniera possono essere interferite o interferire con le lavorazioni, vengono inoltre analizzati per i corsi principali interferiti i fattori biotici e abiotici presenti nell'ecosistema acquatico ed in quello terrestre afferente;
- Acque sotterranee - controlla la qualità delle acque di falda che possono essere interferite con le lavorazioni;
- Qualità dell'aria - in corrispondenza di aree critiche o sensibili, e consente la verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione e delle misure di controllo preventive della dispersione delle polveri aerodisperse;
- Rumore - garantisce l'adeguata conoscenza e il controllo del clima acustico e delle potenziali variazioni indotte dalla realizzazione delle lavorazioni;
- Monitoraggio delle prestazioni della pavimentazione drenante-fonoassorbente - si pone l'obiettivo di valutare l'evoluzione della prestazione di abbattimento del rumore, la quale potrebbe variare con la fruizione dell'opera e permettere un tempestivo intervento al fine di mantenere la prestazione attesa;
- Vibrazioni - controllare il disturbo provocato dalle vibrazioni prodotte nella fase costruttiva sugli edifici più esposti;
- Suolo - inteso sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame ed anche come risorsa non rinnovabile;
- Vegetazione - verifica gli effetti delle attività sulla vegetazione esistente e controllo dell'evoluzione dei nuovi impianti a verde previsti dagli interventi di inserimento ambientale del progetto;
- Fauna - verifica gli effetti delle attività sulla fauna esistente;
- Paesaggio - seleziona le aree che per entità e tipologia comportano maggiore rischio di alterazione dell'integrità e della qualità del paesaggio e gli ambiti ritenuti sensibili sul piano della percezione visiva significativi per effettuare valutazioni sulle trasformazioni indotte dall'opera.

Il monitoraggio si compone di due tipologie distinte di attività:

- monitoraggio "esteso", cioè sviluppato lungo tutto il tracciato di progetto per una fascia di indagine sufficientemente ampia attorno ad esso;
- monitoraggio "puntuale", cioè limitato a specifiche aree con presenza di potenziali impatti all'interno delle quali possono essere svolte una o più differenti tipi di indagine.

Nella tabella seguente viene riassunta la tipologia di indagini previste per singola componente e relativi sottogruppi, distinguendo tra indagini di tipo esteso e puntuale.

Componente Ambientale		Areale	Puntuale
<b>Ambiente Idrico</b>			
1	Ambiente idrico superficiale	X	X
2	Ambiente idrico sotterraneo		X
<b>Salute pubblica</b>			
3	Atmosfera		X
4	Rumore		X
5	Monitoraggio delle prestazioni della pavimentazione drenante -fonoassorbente		X
6	Vibrazioni		X
<b>Pedologia</b>			
7	Suolo		X
<b>Vegetazione, flora, fauna</b>			
8	Vegetazione	X	
9	Fauna	X	
<b>Paesaggio</b>			
10	Paesaggio	X	

La significatività degli impatti delle lavorazioni in relazione alle componenti ambientali risulta variabile in funzione della tipologia delle lavorazioni, della loro durata e della presenza di ricettori in prossimità del cantiere. Il dettaglio di tali implicazioni viene fornito nell'ambito delle specifiche trattazioni per singola componente ambientale.

#### 4.3 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE E DEI PUNTI 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 tale quadro di riferimento 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, anche alla luce delle risultanze della documentazione di carattere ambientale e agli studi pregressi per l'intero lotto sono da ritenersi tra quelle maggiormente impattate dalle attività di progetto.

Si è quindi tenuto conto della presenza di:

- ricettori sensibili;
- aree sensibili nel contesto ambientale e territoriale attraversato;
- punti e aree rappresentative delle aree potenzialmente interferite in CO e PO.

In accordo con il principio di flessibilità del PMA si ricorda che la localizzazione effettiva dei punti di rilevamento potrà essere rimodulata in funzione delle esigenze riscontrate in fase di cantiere.

Nell'ubicazione esatta delle stazioni si tiene conto della presenza di altre stazioni di monitoraggio afferenti a reti di monitoraggio pubbliche/private che permettano un'efficace correlazione dei dati.

#### 4.4 ARTICOLAZIONE TEMPORALE

Il presente PMA si articola secondo le seguenti Fasi temporali:

- Monitoraggio Ante - Operam (AO), che si conclude prima dell'inizio di attività interferenti con la componente ambientale;
- Monitoraggio in Corso d'Opera (CO), che comprende tutto il periodo di realizzazione, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti;
- Monitoraggio Post - Operam (PO), comprendente le fasi di pre-esercizio ed esercizio, la cui durata è funzione sia della componente indagata sia della tipologia di Opera.

Le finalità di ciascuna di esse sono così distinte:

##### A) Monitoraggio AO:

- definisce le caratteristiche dell'ambiente relative a ciascuna componente naturale ed antropica, esistenti prima dell'inizio delle attività;
- fungere da base per la previsione delle variazioni che potranno intervenire durante la costruzione, proponendo le eventuali contromisure. Tali dati dovranno essere rappresentativi delle diverse stagionalità;
- costituire, per quanto possibile, il livello iniziale di riferimento cui rapportare gli esiti delle campagne di misura effettuate in CO.

Per il MAO sono previsti 12 mesi di monitoraggio.

##### B) Monitoraggio CO:

- analizza l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale (Ante Operam), rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalla realizzazione dell'Opera, direttamente o indirettamente (es.: allestimento del cantiere);
- controlla situazioni specifiche, al fine di adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali;
- identifica le criticità ambientali, non individuate nella fase AO, affinché sia possibile intervenire nei modi e nelle forme più opportune, con azioni correttive e mitigative, per evitare che si producano eventi irreversibili e gravemente compromissivi della qualità dell'ambiente.

Il MCO si svolgerà durante tutta la durata della fase di costruzione e fino alla conclusione delle relative attività. Il cronoprogramma lavori indica una durata del cantiere di 3 anni; si evidenzia che, qualora le attività costruttive si dovessero protrarre oltre tale termine, sarà cura dell'impresa, in accordo con la DL, continuare le attività di monitoraggio fino alla conclusione delle attività stesse.

##### C) Monitoraggio PO

- ha la finalità di verificare nel primo periodo d'esercizio, a nuovo assetto infrastrutturale, che le eventuali alterazioni temporanee intervenute durante la costruzione, rientrino nei valori normali e che le eventuali modificazioni permanenti siano compatibili e coerenti con l'ambiente preesistente, nonché di verificare l'efficacia, sul piano ambientale degli interventi di mitigazione realizzati;
- verifica le ricadute ambientali positive, a seguito dell'aumento di servizio del trasporto pubblico.

Per il MPO sono previsti 12 mesi di monitoraggio. Per le componenti vegetazione, fauna e paesaggio sono previsti 3 anni di attività PO.

Di seguito una sintesi della durata delle tre fasi di monitoraggio per le diverse componenti del PMA:

<i>COMPONENTE</i>	<i>AO</i>	<i>CO</i>	<i>PO</i>
ACQUE SUPERFICIALI ASP	1 anno	3 anni	1 anno*
ACQUE SOTTERRANEE AST	1 anno	3 anni	1 anno
ATMOSFERA ATM	1 anno	3 anni	1 anno
RUMORE RUM	1 anno	3 anni	1 anno
PRESTAZIONE PAVIMENTAZIONE FONASS.	1 anno	-	3 anno
VIBRAZIONI VIB	1 anno	3 anni	-
SUOLO SUO	1 anno	3 anni	1 anno
VEGETAZIONE VEG	1 anno	3 anni	3 anni
FAUNA FAU	1 anno	3 anni	3 anni
PAESAGGIO PAE	1 anno	3 anni	3 anni

\*una campagna di monitoraggio prevista a distanza di cinque anni dalla fine lavori per IFF e StarICMI

La struttura con cui sono modulate le proposte d'attuazione dei rilevamenti per le singole componenti ambientali è impostata tenendo in considerazione principalmente l'obiettivo di adottare un PMA il flessibile e ridefinibile in corso d'opera, in grado di soddisfare le esigenze di approfondimenti in itinere, non definibili a priori, stante la durata e la complessità del progetto in programma e la complessa articolazione temporale delle diverse opere e delle relative attività di cantiere.

In particolare, ciò implica che la frequenza e la localizzazione effettiva dei punti di rilevamento potranno essere rimodulate in funzione delle esigenze riscontrate in fase di cantiere.

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).

## 5. GESTIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO

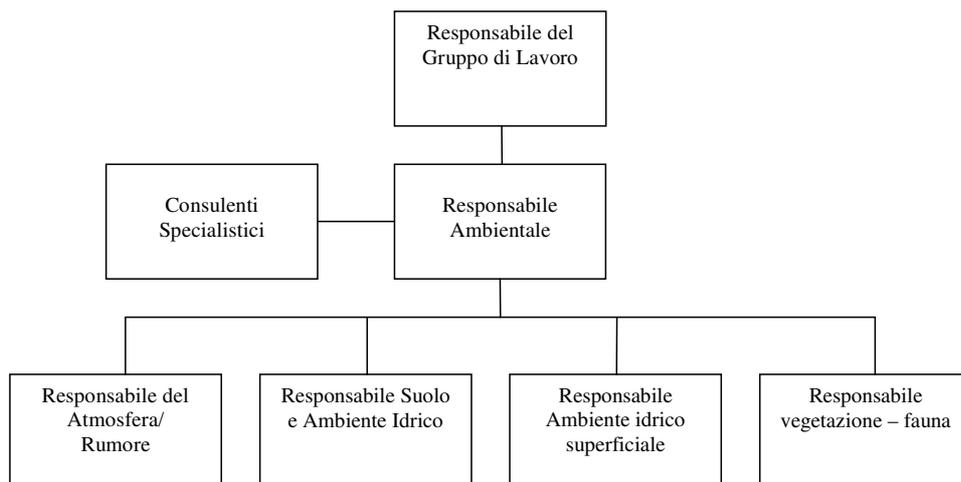
I dati relativi al monitoraggio delle diverse componenti ambientali rilevate saranno disponibili sia su documenti cartacei, da trasmettere su richiesta agli Enti interessati, sia su archivi informatici. Attraverso questi ultimi sarà possibile seguire nel dettaglio l'evoluzione del quadro ambientale e realizzare un sistema per la distribuzione tempestiva dell'informazione ai vari enti pubblici.

### 5.1 STRUTTURA ORGANIZZATIVA

Ai fini dell'attuazione del PMA sarà costituita, come indicato dalle linee guida CSVIA, una specifica struttura che prevede le seguenti figure:

- Responsabile del gruppo di lavoro (Laurea tecnica con esperienza in Project Management);
- Responsabile Ambientale (Laurea tecnica con esperienza in S.I.A. e gestione e coordinamento di lavori complessi);
- Responsabile Rumore/Atmosfera/Vibrazioni (Laurea tecnica - abilitazione ed esperienza professionale in materia di impatto acustico / atmosferico / vibrazioni);
- Responsabile ambiente idrico superficiale (Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio – Idraulica);
- Responsabile Suolo e Ambiente Idrico Sotterraneo (Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e Sotterraneo il Territorio – Geologia);
- Responsabile Vegetazione e Fauna (Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Scienze naturali o biologiche - Agraria - Scienze Forestali e Ambientali, ecc.);
- Consulente specialistico 1 (Chimico);
- Consulente specialistico 2 (Esperto in zoologia - ornitologia);
- Consulente specialistico 3 (Esperto in cartografia e georeferenziazione);
- Consulente specialistico 4 (Esperto in database e sistemi informatici);
- Supporto operativo (staff) (varie);
- Segreteria (varie).

La struttura del gruppo di lavoro risponde allo schema di seguito rappresentato:



In particolare, il Responsabile Ambientale avrà i seguenti compiti:

- attività di interfaccia e nei confronti della società committente e delle altre Autorità eventualmente coinvolte o preposte al controllo;
- coordinamento tecnico dell'attività e verifica della rispondenza delle attività a quanto previsto dal PMA;
- controllo del flusso delle informazioni;
- produzione di report periodici;
- segnalazione alle Autorità coinvolte o preposte al controllo di situazioni di allarme a seguito dei risultati dei monitoraggi.

Con l'ausilio degli altri responsabili settoriali il coordinatore del Monitoraggio ha inoltre il compito di:

- aggiornare, dandone comunicazione alle Autorità coinvolte o preposte al controllo, il PMA nel caso di eventi che richiedano modifiche di quanto previsto in questa sede qualora se ne rilevasse la necessità, anche in riferimento al palesarsi di eventuali situazioni di criticità ambientale;
- garantire il rispetto del programma temporale delle attività del PMA e degli eventuali aggiornamenti;
- coordinare gli esperti ed i tecnici addetti all'esecuzione delle indagini e dei rilievi in campo;
- coordinare le attività relative alle analisi di laboratorio;
- interpretare e valutare i risultati delle campagne di misura;
- effettuare tutte le ulteriori elaborazioni necessarie alla leggibilità ed interpretazione dei risultati.

Per quanto riguarda le misure sia in campo che in laboratorio, queste dovranno essere effettuate da personale e strutture qualificate, in grado di garantire le metodologie e gli standard specificati nelle relazioni specialistiche delle specifiche componenti.

## 5.2 MODALITÀ DI GESTIONE DEI DATI: IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE

La complessità e la quantità delle informazioni che occorre gestire richiedono un'attenta programmazione delle modalità atte a definire e valutare lo stato ambientale ante-operam, in corso d'opera e post-operam.

La scelta del formato e delle modalità di restituzione dei risultati è basata sui criteri di completezza, congruenza e chiarezza, anche in previsione di dover fornire tali informazioni a soggetti non direttamente coinvolti nelle attività di monitoraggio.

Al fine di garantire l'acquisizione, la validazione, l'archiviazione, la gestione, la rappresentazione, la consultazione, l'elaborazione e la trasmissione dei dati e delle informazioni acquisite con le attività di monitoraggio previste dal presente PMA, è necessario l'utilizzo di un sistema informativo dedicato.

Trattasi di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) ovvero di un insieme di strumenti hardware e software e di procedure di amministrazione ed utilizzo, attraverso i quali effettuare il complesso delle operazioni di caricamento (upload), registrazione, validazione, consultazione, elaborazione, scaricamento (download) e pubblicazione dei dati e dei documenti relativi al del monitoraggio ambientale.

### 5.2.1 Obiettivi generali del SIT

Il SIT si configura come un vero e proprio strumento di lavoro a supporto della fase attuativa del Monitoraggio e pertanto deve andare a supportare i principali processi di recovery, conoscenza e comunicazione del dato.

Con tale ottica è stato concettualizzato il Sistema e quindi ne è stata definita prima l'architettura generale e successivamente le piattaforme hardware e software e le politiche di gestione idonee al raggiungimento dello scopo.

Nella definizione del progetto del Sistema sono state inoltre prese in considerazione le indicazioni fornite dalle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n. 443)" elaborate dalla Commissione VIA.

Tra le funzionalità implementate per conseguire gli obiettivi perseguiti si annoverano le seguenti:

- "recovery" dei dati in corso di monitoraggio;
- supporto al processo di validazione del dato;
- "recovery" definitivo dei dati validati al termine di ogni campagna di monitoraggio;
- supporto alla comunicazione del dato per la CTVA del Ministero dell'Ambiente;
- agevolazione dell'accessibilità del dato per gli Enti istituzionalmente coinvolti nella
  - o vigilanza ambientale;
- garanzia dell'accessibilità del dato "real time" ai soggetti titolati/autorizzati;
- supporto alla interpretazione e rielaborazione del dato misurato;
- supporto alla gestione delle azioni correttive sul monitoraggio in corso d'opera;
- supporto alla pubblicazione dell'informativa ambientale al territorio (comunicazione "non tecnica").

La soluzione che si intende adottare è un sistema integrato di raccolta, analisi e sintesi di parametri ambientali, che si basa su 2 principale interfacce:

- un sistema informativo territoriale per l'implementazione di tutti i dati alfanumerici del monitoraggio ambientale, organizzati ed opportunamente predisposti all'interno di una banca dati geografica, per essere immediatamente consultati dall'utente finale che potrà interrogare direttamente ciascun punto della rete di monitoraggio a partire dalla sua rappresentazione planimetrica;
- un sito web per la divulgazione delle informazioni al pubblico relative al progetto di monitoraggio stesso, all'avanzamento delle attività, alla pubblicazione dei documenti.

### 5.2.2 Requisiti del SIT

Il Sistema Informativo Territoriale deve soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- facilità di utilizzo anche da parte di utenti non esperti;
- modularità e trasportabilità;
- manutenibilità ed espandibilità;
- compatibilità con i principali pacchetti software in uso presso MATTM ed ISPRA;
- gestione integrata di dati cartografici e alfanumerici;
- possibilità di analisi spaziale e temporale dei dati;
- sicurezza delle informazioni.

Il SIT sarà progettato e implementato sin dalla fase ante operam e dovrà essere pienamente funzionante all'avvio delle relative attività di monitoraggio.

Con l'entrata in funzione del SIT, sarà prodotto e progressivamente aggiornato il "Manuale utente" contenente la descrizione tecnico-operativa delle modalità di acquisizione, validazione, gestione, interrogazione ed estrazione dei dati e delle informazioni dal SIT.

Il SIT supporterà tutte le fasi attuative del PMA, in fase ante opera, in corso d'opera e post opera, gestendo tutti i dati derivanti dalle attività di monitoraggio previste dal presente PMA.

Qualora nel corso del PMA si rendesse necessario implementare una piattaforma SIT differente da quella utilizzata nella fase precedente, si dovrà sempre prevedere l'importazione, nel nuovo sistema, dell'intera banca dati, alfanumerica, cartografica e documentale, precedentemente strutturata ed organizzata, garantendo che nessun dato e informazione venga perduto.

A tale scopo, nel processo di modellazione dei dati, particolare cura dovrà essere posta nella definizione del modello logico dei dati al fine di consentire la massima modularità di sviluppo e la piena interoperabilità con altri sistemi.

### 5.2.3 Architettura generale del SIT

L'architettura generale del SIT, allo scopo di conseguire gli obiettivi sopra elencati, prevede da un lato il ricorso ad una infrastruttura basata su tecnologia GIS e, dall'altro, l'integrazione del Sistema sulla rete WEB intranet.

Nel dettaglio, il SIT è strutturato in moduli tra loro pienamente interfacciati e costruiti secondo criteri di gestione e consultazione comuni, funzionali a ciascuna delle attività necessaria al monitoraggio ambientale.

La struttura della banca dati, che è a tal fine realizzata e di volta in volta implementata a seguito dell'avanzamento delle attività previste nel PMA, risponde alle seguenti necessità:

- facilità di archiviazione delle informazioni;
- possibilità di consultazione dei dati e delle informazioni;
- disponibilità e fruibilità in tempo reale delle informazioni, durante tutto le fasi di monitoraggio;
- possibilità di differenziare i dati e le informazioni sulla base della fase di monitoraggio (AO - CO - PO) e della campagna di monitoraggio cui si riferiscono;
- possibilità di estrazione dei dati, parziale o totale, per ogni componente ambientale;
- possibilità di reporting, ovvero di visualizzazione di report di sintesi, grafici e descrittivi, con l'andamento dei parametri monitorati nello spazio e nel tempo;
- possibilità di trasmissione dei dati.

I dati di partenza del sistema informativo sono costituiti dai valori registrati dalle apparecchiature di misura o acquisiti in campo nelle diverse fasi del monitoraggio. Tali dati, elaborati ed opportunamente interpretati, possono essere resi sia mediante elaborati cartografici sia mediante report in cui sono descritti e sintetizzati i risultati del monitoraggio.

Le informazioni sono strutturate e archiviate in base a:

- punti di monitoraggio;
- fase di monitoraggio (ante, corso d'opera);
- componente di monitoraggio.

Tra le interfacce utente del SIT è prevista la consultazione ed interrogazione dei dati mediante strumenti GIS. I punti di monitoraggio sono così visualizzabili su mappa rispetto al tracciato stradale e alle aree di cantiere e sono sempre relazionabili alla banca dati alfanumerica relativa ai dati delle fasi di monitoraggio ante in e post. Attraverso un geocodice è quindi possibile interrogare la banca dati stessa ed estrarre i dati sotto forma di schede, report di misura, documentazione varia (foto, relazioni, carte, etc).

Tutti i dati sono georiferiti nel medesimo sistema di riferimento, ovvero in WGS84 (World Geodetic System 1984) UTM (Universal Transverse Mercator). Il SIT consente altresì l'esportazione dei dati anche nel sistema di riferimento nazionale Gauss Boaga Roma 40.

Le modalità di gestione e utilizzo del SIT sono consultabili mediante apposita documentazione, resa disponibili all'utente in un unico ambiente di accesso, attraverso apposita interfaccia.

### 5.2.4 Interoperabilità del SIT

Il SIT deve essere conforme agli standard definiti nell'ambito della rete SINAnet e del Portale Cartografico Nazionale, nonché delle specifiche INSPIRE.

Il Sistema garantisce la perfetta compatibilità sia con gli standard attualmente in uso presso il Portale Cartografico Nazionale, sia con la Suite di prodotti Software che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del

Territorio e del Mare ha realizzato per l'utilizzo e l'installazione nei Centri Federati e che, pertanto, potranno essere forniti dal medesimo Ministero per l'implementazione del Sistema Informativo del MATTM. La compatibilità di Sistema dovrà essere garantita sia a livello hardware che a livello software, nonché nelle metodologie di accesso e gestione, rispetto al Portale Cartografico Nazionale. A questo riguardo, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha predisposto una suite di prodotti per la archiviazione degli strati informativi e dei relativi dati associati, finalizzati alla pubblicazione su web, che potranno essere richiesti allo stesso per l'integrazione con il Sistema Informativo Territoriale in sviluppo.

La struttura dei dati e dei metadati deve inoltre essere compatibili con la struttura logica e fisica del data base standard ANAS, in modo da consentire l'esportazione e trasmissione dei dati, oltre che nell'usuale reportistica, anche in un file MS Access strutturato secondo lo standard fornito da ANAS.

## 6. MODALITÀ DI ACQUISIZIONE, RESTITUZIONE E DIVULGAZIONE DEI DATI

### 6.1 ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

L’acquisizione dei dati, in funzione della componente e del tipo di monitoraggio, avverrà o in automatico, attraverso strumentazione dedicata, o “manualmente” mediante operatore.

Per l’acquisizione e la restituzione delle informazioni, saranno predisposte specifiche schede di rilevamento da parte degli specialisti incaricati delle misure per le singole componenti. Le schede di rilevamento conterranno sia informazioni riguardanti la campagna di monitoraggio quali l’esatta localizzazione dei punti di rilevamento e i dati grezzi registrati durante la stessa, sia elementi relativi al contesto territoriale (es. distribuzione dell’edificato, sua tipologia, ecc.), alle condizioni al contorno (es. infrastrutture secondarie di trasporto e relative caratteristiche locali di traffico), che, infine, elaborazioni dei dati raccolti (es. elaborazioni grafiche dei risultati delle misure).

Le schede saranno compilate per ciascun singolo rilievo.

Nel caso in cui il rilevatore osservasse fenomeni singolari o anomali riguardanti la componente ambientale monitorata, il contesto locale o le condizioni ambientali al contorno, annoterà i commenti a riguardo all’interno delle schede suddette.

In fase ante operam, per ogni componente ambientale, saranno prodotti stralci cartografici, corredati da fotografie prese da diverse angolazioni, allo scopo di fornire un inequivocabile riferimento dei punti di rilevamento nelle successive fasi del monitoraggio ambientale.

#### 6.1.1 Valutazione di soglie di attenzione e di intervento

Le finalità del monitoraggio ambientale in corso d’opera sono la verifica ed il controllo nel tempo delle specifiche pressioni ed impatti prodotti dalle attività di cantiere.

Nasce quindi l’esigenza della definizione di opportuni “valori soglia” rispetto ai quali confrontare i singoli valori rilevati durante le attività di cantiere, o le differenze tra tali valori ed un valore di riferimento (ante operam, valore di monte, o fondo naturale). La definizione dei livelli di soglia sui singoli valori, o sulle differenze, è funzione degli obiettivi di protezione dell’ambiente e di sostenibilità ambientale dei lavori di realizzazione dell’opera.

Per avere dei riferimenti che possano guidare in modo univoco ed opportuno nel percorso di validazione dei dati, occorre definire tre possibili scenari:

- Anomalia;
- Attenzione;
- Emergenza.

La definizione di queste possibili situazioni deriva a sua volta dalla definizione del concetto di soglia. Definiamo soglia il valore critico dell’indicatore al quale segue l’attivazione dello scenario. L’indicatore è il parametro (diverso per ciascuna componente) che si tiene monitorato per verificare eventuali superamenti di soglia.

Si definisce *dato anomalo* quando l’anomalia è dovuta alle seguenti cause:

- errore di trascrizione o caricamento del dato;
- errore strumentale o di esecuzione del campionamento, della misura o dell’analisi;
- grave peggioramento della qualità ambientale (indipendentemente dagli impatti oggetto del PMA).

Lo scenario di *attenzione e di emergenza*, invece, dipende dal superamento di due soglie distinte, attualmente risultano approvate dall' Ente preposto al Controllo (ARPAT) le soglie relative a:

- Rumore;
- Vibrazioni.

Si riportano di seguito le soglie per Rumore e Vibrazioni, componenti analizzate nel presente Piano di Monitoraggio Ambientale.

Per quanto attiene le altre componenti sarà possibile definire le soglie dopo la fase di monitoraggio ante operam.

Si rappresenta sin da adesso che, al fine di ridurre la dispersione delle polveri in atmosfera, si adotteranno alcune best practice finalizzate ad abbattere le concentrazioni di PM10 e PM2.5, nonché a ridurre le emissioni generate dai mezzi di cantiere. Tra queste misure si evidenziano:

- adozione di impianto lavar ruote presso tutte le aree di cantiere e stoccaggio temporaneo, come riportato nei layout di cantiere;
- applicazione di appositi teloni di copertura degli automezzi durante l'allontanamento e/o l'approvvigionamento di materiale polverulento;
- limitazione della velocità dei mezzi in transito sulle strade di cantiere non asfaltate (tipicamente 20 km/h);
- limitazione della velocità di scarico del materiale al fine di evitare lo spargimento di polveri (il materiale verrà depositato gradualmente modulando l'altezza del cassone e mantenendo la più bassa altezza di caduta);
- ottimizzazione del carico dei mezzi di trasporto al fine di ridurre il numero dei veicoli in circolazione;
- limitazione delle movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso;
- pavimentate delle aeree di cantiere interessate dal transito dei mezzi;
- adozione, ove opportuno, di barriere antivento;
- applicazione di appositi teloni di copertura dei cumuli di materiale polverulento;
- adozione di nebulizzatori sul perimetro del cantiere;
- bagnatura dei materiali movimentati con impianto di frantumazione;
- bagnatura delle piste sterrate e dei cumuli (si vedano i successivi due punti b) e c)).

Le misure di contenimento delle emissioni, elencate nel 'Piano Ambientale della cantierizzazione', andranno attuate dall'Impresa anche in relazione agli esiti del monitoraggio ambientale. A valle dell'esecuzione della fase ante opera, saranno infatti definiti i valori soglia il cui superamento comporterà l'adozione delle azioni e procedure descritte nel PMA, finalizzate a ricondurre i valori entro limiti sostenibili.

#### SOGLIE DI MONITORAGGIO PER LA COMPONENTE RUMORE

Tipo	Metodo di calcolo	Azioni correttive
Soglia di attenzione	Rumore di cantiere = valore limite normativo o autorizzato in deroga – 2dB	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comunicazione all' Ente preposto al Controllo (ARPAT/MATTM) e Supporto tecnico del risultato della misura.</li> </ul>

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Richiesta all'impresa di operare con cautela.</li> </ul>
Soglia di intervento	Rumore di cantiere = valore limite normativo o autorizzato in deroga	<ul style="list-style-type: none"> <li>entro 3gg comunicazione all'Ente preposto al Controllo (ARPAT) e al Supporto Tecnico dei risultati della misura e delle possibili cause del superamento.</li> <li>Contestuale comunicazione all'impresa con richiesta delle cause e degli interventi da porre in atto per rientrare nei limiti, CG che deve rispondere entro 3 gg.</li> <li>Entro 3gg dalla comunicazione all'Ente preposto al Controllo (ARPAT/MATTM) e SUT, esecuzione di nuova misura. Se da questa risultano ancora superamenti, l'Ente preposto al Controllo (ARPAT/MATTM) si può riunire in seduta straordinaria per verificare le misure da adottare.</li> </ul>

Per le lavorazioni in periodo notturno, in corrispondenza degli eventuali superamenti dei limiti normativi, si dovranno interrompere le lavorazioni che determinano tale circostanza; queste lavorazioni potranno quindi riprendere solamente dopo aver individuato gli idonei accorgimenti correttivi per ripristinare il clima acustico a norma di legge. Ciò potrà avvenire, comunque, solamente dopo aver effettuato una misura di collaudo acustico.

**SOGLIE DI MONITORAGGIO PER LA COMPONENTE VIBRAZIONI**

Come valore limite è assunto il valore di riferimento della norma UNI 9614

Tipo	Metodo di calcolo	Azioni correttive
Soglia di attenzione	Vibrazioni cantiere = 75% valore limite per 7 gg consecutivi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicazione all'Ente preposto al Controllo (MATTM/ARPAT) e Supporto tecnico del risultato della misura</li> <li>Comunicazione all'impresa che le attività in esecuzione producono un livello vibrazionale che tende verso il valore di riferimento</li> </ul>

Soglia di intervento	Vibrazioni cantiere = 75% valore limite per 7 gg consecutivi	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comunicazione all' Ente preposto al Controllo (MATTM/ARPAT) e Supporto tecnico del risultato della misura</li> <li>▪ Comunicazione all'impresa che le attività in esecuzione sono prossima al superamento del livello di riferimento e richieste di riesame dei dati pe risolvere le cause del superamento</li> <li>▪ Verifica della possibilità di rimodulazione dei parametri di gestione della fresa</li> </ul>
----------------------	--	---

È importante sottolineare che in generale, ove l'Autorità responsabile non abbia specificato questi obiettivi nelle prescrizioni, il solo rispetto delle normative ambientali non esaurisce le possibilità di valutazione, controllo e contenimento delle pressioni ambientali. In tal caso si dovrà considerare sempre la differenza tra lo stato di volta in volta rilevato e quello di riferimento per tenere sotto controllo eventuali peggioramenti della qualità ambientale.

Per ciascuna componente ambientale si provvederà, in funzione dei dati registrati nella fase Ante Operam, alla definizione di valori soglia con metodologie statistiche appropriate alla lettura dei dati ambientali in esame.

### 6.1.2 La scheda anomalie

Nel caso in cui il rilevatore riconoscesse, sulla base dell'esperienza maturata e della conoscenza della componente ambientale specifica correlata al contesto territoriale, oppure sulla base dell'analisi dei dati di laboratorio e sulla base del confronto con le soglie di riferimento, una situazione anomala, dovrà redigere una scheda che gli consenta di dettagliare condizioni e casualità, e di suggerire i relativi interventi di rimedio.

Per il trattamento delle situazioni non conformi, la procedura prevede la segnalazione diretta da parte del responsabile della componente in esame ai responsabili di cantiere. La segnalazione prevede che vengano forniti i dati relativi alla data del rilievo, ai parametri indicatori d'impatto, al tipo di interferenza sul punto di monitoraggio (insistenza di cantieri industriali, scavo di gallerie, ecc.), all'impatto rilevato e alle possibili cause e azioni da intraprendere per eliminarlo o mitigarlo. Le azioni conseguenti a tale fase dipendono ovviamente dalla gravità o meno della situazione e sono oggetto di eventuale piano di approfondimento e/o intervento con gli enti di controllo.

### 6.1.3 Gestione delle anomalie

Per le componenti acque, suolo, atmosfera, rumore e vibrazioni, in fase di CO e PO, sarà considerata una 'anomalia' e attivata la procedura di seguito descritta, il superamento dei valori soglia, così come opportunamente ricavati dal monitoraggio ante opera; tali valori soglia VS rappresentano il termine di riferimento sito specifico rispetto a cui confrontare i risultati del monitoraggio CO e PO, ai fini dell'adozione delle eventuali azioni correttive.

Infatti, il superamento dei suddetti valori soglia VS è indice della presenza di una anomalia (non necessariamente legata all'opera) che deve comunque essere valutata facendo scattare le necessarie procedure di controllo di seguito riportate.

In AO, CO e PO, al verificarsi di una anomalia, in una o più delle stazioni oggetto di monitoraggio, dovrà quindi essere attivata la procedura di seguito codificata, finalizzata ad attivare le azioni correttive per ricondurre gli stessi parametri a valori accettabili.

*In caso di superamento di valori normati, definiti dalla normativa di settore, il soggetto incaricato dell'attività di monitoraggio provvederà a darne immediata comunicazione alla Committenza/DL, ai fini dell'attivazione delle procedure previste dalla normativa di settore e comunicazione agli Enti di controllo.*

Con riferimento alla fase CO, le misure di salvaguardia e di corretta gestione delle pratiche di cantiere sono riportate nel PAC Piano ambientale della cantierizzazione ed andranno attuate dall'Impresa quali best practice, a prescindere dal superamento dei valori soglia. Tali misure rappresentano comunque il primo riferimento nel caso sia registrato un superamento di valori soglia ed andranno incrementate ove possibile, in termini di frequenza di controlli, quali ulteriori misure correttive, sulla base di quanto stabilito nel Sistema di Gestione Ambientale SGA adottato.

### 6.1.3.1 Gestione anomalie per le matrici acque e suolo

In fase AO (superamento valori normati) si attiverà la procedura solo relativa al punto 1.

In fase CO e PO (superamento VS) si attiverà la procedura completa, dal punto 1 al punto 4.

Procedura che il soggetto incaricato dell'attività di monitoraggio dovrà attivare per la gestione delle anomalie:

1. se si riscontra un superamento, entro 24 ore dalla registrazione si invia al Committente/DL, tramite il SIT o via email, una nota circostanziata (scheda anomalie) con descritte le condizioni al contorno e le eventuali lavorazioni in essere presso il punto indagato, allo scopo di individuare le probabili cause che hanno prodotto il superamento stesso; tale comunicazione dovrà contenere, per il CO, l'indicazione della tipologia del cantiere interessato e di eventuali scarichi da esso provenienti, la descrizione delle lavorazioni in essere al momento della misura e l'eventuale tipologia di interferenza con il suolo / le acque / la falda; nel caso la comunicazione sia fatta in AO, dovranno essere seguite le indicazioni dell'art. 245 D. Lgs. 152/06;
2. nella campagna successiva (e comunque nell'arco massimo di un mese), si dovrà valutare se il superamento è ancora in corso mediante ulteriore campione (verifica n.1);
3. nel caso il superamento sia confermato:
  - a. si ripete il campione (verifica n.2) per ultima verifica, nel caso il superamento del VS sia relativo ad un parametro contestualizzato nel territorio e nel bacino idrogeologico (es. contaminanti naturali in media e bassa pianura, conoscenza di plume di contaminazioni esistenti, etc),
  - b. si ripete il campione (verifica n.3) per ultima verifica, nel caso il superamento del VS non sia relativo ad un parametro contestualizzato nel territorio e nel bacino idrogeologico;
4. constatato anche il superamento alla terza verifica (caso 3.b) si predisporrà la nota ai sensi dell'art. 242/244 D.Lgs. 152/06 da inviare al Committente/DL al fine della trasmissione agli Enti competenti per territorio. Una volta accertato che la causa del superamento sia legata alle lavorazioni in essere/nuove opere, si adotteranno le necessarie azioni correttive.

### 6.1.3.2 Gestione anomalie per le matrici rumore, atmosfera e vibrazioni

Procedura che il soggetto incaricato dell'attività di monitoraggio dovrà attivare per la gestione delle anomalie:

1. verifica della correttezza del dato mediante controllo della strumentazione;
2. confronto con le ultime misure (se disponibili) effettuate nella stessa postazione;
3. se confermata l'anomalia, entro 3 giorni dal suo rilevamento per le misure discrete ed entro 1 giorno per le misure in continuo:
  - a. si comunica al Committente/DL lo 'stato di anomalia', tramite il SIT o via email,
  - b. contestualmente al punto a., si esegue una misura di breve periodo;
4. se è confermata l'anomalia, entro 5 gg dalla misura di cui al punto 3.b:
  - a. in CO, si provvede all'acquisizione della eventuale deroga secondo normativa vigente, se non già acquisita;
  - b. in CO, contestualmente a quanto sopra, ed in PO, si informa il Committente/DL, tramite il SIT o via email, inviando una nota circostanziata (scheda anomalie) con descritte le condizioni al contorno e le eventuali lavorazioni in essere presso il punto indagato, allo scopo di individuare le probabili cause che hanno prodotto il superamento, nonché il ricettore o gruppo di ricettori presso i quali il superamento è stato rilevato; si adotteranno quindi le necessarie azione correttive.

## 6.2 RESTITUZIONE DATI

I dati rilevati saranno resi disponibili sia mediante documentazione cartacea (report), da trasmettere su richiesta agli enti interessati, sia mediante archivi informatici (SIT). Attraverso questi ultimi sarà possibile seguire nel dettaglio l'evoluzione del quadro ambientale e realizzare un sistema per la distribuzione dell'informazione ai vari enti pubblici.

### 6.2.1 La reportistica

Per ciascuna componente ambientale oggetto di monitoraggio verrà redatta la seguente documentazione:

**Schede monografiche delle stazioni.** Le schede andranno redatte per ciascuna stazione di monitoraggio e ne dovranno rappresentare l'anagrafica di riferimento, riportando le informazioni necessarie all'individuazione e caratterizzazione univoca della stazione stessa.

Le schede andranno strutturate come tabelle (file .EXCEL) utilizzando il seguente format:

SCHEDE STAZIONE	
codice stazione	
componente monitorata	
coord X	
coord Y	
coord Z (sul piano campagna, rispetto al livello medio del mare)	
provincia (nome e codice ISTAT)	

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

comune (nome e codice ISTAT)	
toponimo	
tipo stazione (puntuale, areale, transetto)	
tipo rilievo/misura	
descrizione stazione	
STRALCIO ORTOFOTO AL 5:000 / 1.000	STRALCIO PLANIMETRICO AL 5:000 / 1.000
FOTO RAPPRESENTATIVA DELLA STAZIONE	

**Schede di rilievo.** Le schede andranno redatte per ciascun rilievo/misura/analisi di laboratorio eseguita, riportandovi i dati e le informazioni per la corretta lettura e interpretazione del dato stesso. Le schede andranno codificate (in modo univoco) e strutturate come tabelle (file .EXCEL) utilizzando i format forniti da Anas, distinti in funzione del tipo di misura effettuata *in campo* o *in laboratorio*.

Di seguito si elencano le informazioni tipo che le schede dovranno contenere

SCHEDA RILIEVO – MISURE IN CAMPO																				
id.	Codice Rilievo	Codice stazione	Profondità Rilievo/Misura (min)	Profondità Rilievo/Misura (max)	Unità misura profondità rilievo/misura	fase di monitoraggio	componente monitorata	tipo rilievo/misura	strumentazione	nome analita/parametro	valore analita/parametro	unità di misura analita/parametro	soglia/limite di legge (dell'analita/parametro)	unità di misura soglia/limite di legge	campagna di monitoraggio	data misura	ora (legale) inizio rilievo	ora (legale) fine rilievo	soggetto incaricato	note

SCHEDA CAMPIONAMENTO – MISURE IN LABORATORIO
--

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

id.
Codice rilievo
Codice Campione
Codice rapporto di prova
Codice stazione
Profondità intervallo campionamento (min)
Profondità intervallo campionamento (max)
Unità misura profondità campionamento
fase di monitoraggio
componente monitorata
tipo rilievo/misura
strumentazione / attrezzatura
metodo / procedura campionamento
metodo preparazione campione
metodo analisi campione
matrice ambientale
nome analita/parametro
valore analita/parametro
unità di misura analita/parametro
Soglia/limite di legge
unità di misura soglia/limite di legge
campagna di monitoraggio
data (data prelievo campione)
ora (legale) prelievo campione
laboratorio
soggetto incaricato
note

codice rilievo = XXXon\_om dove XXXon è il codice stazione e om il numero progressivo del rilievo

**Rapporto di campagna.** I Rapporti di campagna sono rapporti di monitoraggio periodici, redatti al termine di una o più campagne e con riferimento ad ogni singola componente. Il rapporto conterrà e descriverà tutti i dati rilevati/analizzati nel periodo precedente all’emissione del rapporto, con riferimento ad ogni stazione monitorata. Ogni rapporto dovrà essere esaustivo ed indipendente, senza richiedere la consultazione di altri rapporti. Si fornisce la struttura indicativa del rapporto:

INDICE RAPPORTO DI CAMPAGNA
1. Premessa (componente, fase di monitoraggio, campagne di monitoraggio)
2. Riferimenti normativi e standard di qualità
3. Protocollo di monitoraggio (obiettivi, stazioni, metodi, strumentazione, programma delle attività previste)
4. Attività eseguite (risultati, analisi ed interpretazione dati, confronto con attività già eseguite)
5. Attività da eseguire (quadro di sintesi)
6. Sintesi e conclusioni (considerazioni e valutazioni sullo stato della componente)
7. Previsione interazioni componente - progetto (considerazioni, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive)
8. Indirizzi per il monitoraggio ambientale (fasi ante opera, corso d’opera, post opera)
9. Aggiornamento SIT (stato avanzamento caricamento, verifica e validazione dati nel SIT)
Bibliografia
Appendice 1 - Cronoprogramma avanzamento attività
Appendice 2 - Tabella riepilogativa componente-attività-rilievi
Appendice 3 - Documentazione fotografica

Il presente PMA prevede la restituzione di rapporti di campagna semestrali per le fasi AO e PO e trimestrali per la fase CO.

**Rapporto annuale e/o di fase.** Il Rapporto sarà riferito a tutte le attività eseguite durante l’anno di monitoraggio. Il rapporto, utilizzando e approfondendo le informazioni contenute nei “Rapporti di campagna”, avrà carattere conclusivo per l’annualità o per la fase, consentendo di caratterizzare in modo completo lo stato di ciascuna componente prima dell’avvio dei lavori. Il rapporto, da elaborare con riferimento ad ogni singola componente, dovrà essere esaustivo ed indipendente, senza richiedere la consultazione di altri rapporti. Le analisi e le valutazioni sulle componenti andranno effettuate tenendo anche conto delle informazioni derivanti dal monitoraggio di altre componenti. Si fornisce la struttura indicativa del rapporto:

INDICE RAPPORTO ANNUALE/DI FASE	
1.	Introduzione (componente, fase di monitoraggio, finalità)
2.	Area di studio (descrizione)
3.	Riferimenti normativi / standard di qualità
4.	Protocollo di monitoraggio (obiettivi, stazioni, metodi, strumentazione, programma delle attività eseguite)
5.	Risultati e analisi (risultati, analisi ed interpretazione conclusive)
6.	Analisi delle criticità (criticità in atto, superamenti soglie normate / standard di qualità)
7.	Quadro interpretativo della componente (considerazioni e valutazioni conclusive sullo stato di ciascuna singola componente; considerazioni e valutazioni conclusive sullo stato sullo stato complessivo dell'ambiente in relazione alle interazioni e sinergie tra componenti)
8.	Previsione interazioni componente - progetto (considerazioni conclusive, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive)
9.	Indirizzo per le fasi di monitoraggio successive
10.	Bibliografia
	Appendice 1 - Tabella riepilogativa componente-attività-rilievi
	Appendice 2 - Grafici / tabelle
	Appendice 3 - Documentazione fotografica

Il presente PMA prevede la restituzione di un rapporto annuale per ogni annualità di monitoraggio nelle fasi AO, CO e PO. Al termine di ciascuna fase, costituirà il *rapporto di fine fase* e riferirà in merito a tutte le attività svolte nel corso della fase stessa.

Andranno infine restituiti i seguenti rapporti:

- Certificati di calibrazione della strumentazione.
- Certificati di laboratorio.

Fasi	Ante Operam	In Operam	Post Operam
Schede monografiche stazioni	1 per ogni stazione	se modificate/aggiunte stazioni	se modificate/aggiunte stazioni
Schede rilievo	2/anno	4/anno	2/anno
Rapporto di campagna	2/anno	4/anno	2/anno
Relazione annuale	-	1/anno	1/anno
Relazione Finale	1	1	1

### 6.3 DIVULGAZIONE E IMPIEGO DEI DATI DEL MONITORAGGIO

Prima dell'inizio della fase ante operam il Proponente dovrà trasmettere al MATTM il programma di rilevazioni ambientali fino alla data prevista di inizio lavori come da prescrizione CIPE 1.3.1.3.

Scopo dell'attività di monitoraggio è quello di fornire efficaci indicazioni non solo al gestore del cantiere ma anche alle istituzioni competenti. In ottemperanza alla prescrizione 1.10.11 del CIPE la reportistica delle diverse fasi di monitoraggio ambientale sarà trasmessa alle autorità ambientali competenti sia di livello centrale sia di livello territoriale.

In particolare per la componente vegetazione gli elaborati di monitoraggio ante operam (Rapporto di monitoraggio e altri eventuali) verranno sottoposti al Settore Tutela della Natura e del Mare della Regione Toscana per verificare l'adeguatezza delle misure adottate, soprattutto per quanto riguarda l'effetto barriera

sulla fauna minore, con particolare riferimento agli anfibi, in corrispondenza del tratto che attraversa le risaie, particolarmente critico per gli spostamenti di questo gruppo faunistico (prescrizione CIPE 1.3.3.1)

In ottemperanza alla prescrizione CIPE 1.10.1.16 i report dei monitoraggi per le componenti ambientali Acque Superficiali e Acque Sotterranee saranno trasmessi anche all'Autorità di Bacino dell'Appennino Settentrionale, in formato digitale.

Per alcuni degli ambiti oggetto del monitoraggio, a seguito delle risultanze del monitoraggio AO, saranno definite delle soglie di attenzione o di intervento. Il superamento di tali soglie da parte di uno o più dei parametri monitorati implicherà una situazione critica per lo stato dell'ambiente e determinerà l'attivazione di apposite procedure finalizzate a ricondurre gli stessi parametri a valori accettabili.

In caso di superamento di tali soglie il soggetto titolare dell'attività di monitoraggio provvederà a darne immediata comunicazione agli Enti interessati.

## 7.PIANO DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

### 7.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio delle acque superficiali ha lo scopo di:

- esaminare le eventuali variazioni quali-quantitative che intervengono sui corpi idrici a seguito della realizzazione dell'intervento;
- ovvero di verificare il sopraggiungere di alterazioni nelle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche delle acque e di modifiche del naturale deflusso delle acque sia durante l'esecuzione dei lavori sia al termine degli stessi;
- determinare se tali variazioni sono imputabili alla realizzazione dell'opera, al fine di ricercare i correttivi che meglio possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l'ambiente idrico pre-esistente.

I possibili impatti dell'opera sull'ambiente idrico superficiale sono riconducibili prevalentemente alle attività di cantiere, durante le quali potrebbero verificarsi sversamenti accidentali con inquinamento e intorbidimento delle acque. Si ricorda a tal proposito che per tutta la durata del cantiere, dal suo allestimento alla sua dismissione, è prevista l'adozione di misure di mitigazione atte ad abbattere il rischio di inquinamento delle acque superficiali, sotterranee e del suolo e a ridurre al minimo il rischio di accadimento di tali eventi. Durante il corso d'opera, in particolare, le attività previste dal PMA consentiranno di valutare le modifiche indotte sulla qualità delle acque in relazione alle attività di cantiere che si sviluppano in prossimità di corsi d'acqua. Le attività più sensibili da tale punto di vista sono quelle relative alla realizzazione delle opere d'arte maggiori, ovvero i due viadotti Ornate e Merse. Per il Fiume Merse e il Fiume Ornate il monitoraggio prevede l'analisi di fattori biotici e abiotici presenti nell'ecosistema acquatico ed in quello terrestre afferente attraverso l'Indice di Funzionalità Fluviale.

Relativamente al post operam, sebbene si tratti di una infrastruttura stradale innestata su una viabilità preesistente, il PMA prevede il monitoraggio dei corsi d'acqua, al fine di assicurare il mantenimento della qualità delle acque anche in presenza della nuova opera, al fine di verificare l'opportuno funzionamento del sistema di raccolta e trattamento delle acque di piattaforma.

### 7.2 STATO QUALITATIVO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Si riporta di seguito un quadro conoscitivo dello stato della qualità delle acque superficiali relativo all'area in esame, desunte dai Report riassuntivi delle attività di monitoraggio delle acque superficiali effettuate da ARPAT al fine di verificare la qualità delle acque dei fiumi della regione Toscana per lo stato antecedente alla realizzazione del tracciato di progetto. Tale monitoraggio è strutturato secondo i requisiti della Direttiva 2000/60/EU e del D.Lgs 152/06, che, per la parte acque, rappresenta il recepimento, in Italia, della direttiva europea e definisce lo stato di qualità dei corsi d'acqua e invasi significativi, attraverso l'elaborazione degli indici dello stato ecologico e dello stato chimico, secondo i criteri del DM 260/2010. A livello regionale la norma che descrive e dettaglia le attività in merito alla rete di monitoraggio ambientale è rappresentata DGRT 847/13.

In particolare, si riportano i dati desunti dalle stazioni di monitoraggio ARPAT più prossime o maggiormente caratterizzanti la qualità delle acque superficiali interferite dalla realizzazione del progetto. Nell'immagine seguente si può vedere nel dettaglio la localizzazione delle stazioni di monitoraggio delle acque superficiali più prossime all'area interessata dal progetto in esame e dalle quali è possibile quindi

estrapolare informazioni significative per la classificazione dello stato qualitativo attuale dei corpi idrici dell'area interessata dalla progettazione.

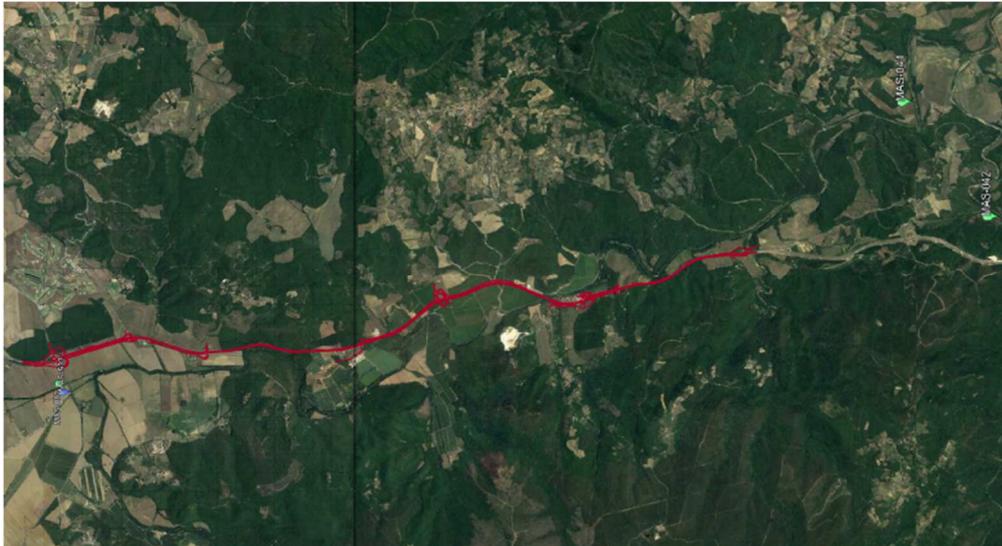


Figura 1 Tracciato e opere di progetto e individuazione dei punti di monitoraggio ARPAT

Le stazioni di monitoraggio prossime al tracciato in progetto sono:

- MAS-882 Torrente Serpenna
- MAS-532 Torrente Rosia
- MAS-041 Fiume Merse - Ponte Strada il Santo
- MAS-042 Farma – A Valle Loc. Petriolo

Le stazioni di monitoraggio MAS-041 e MAS-042 nonostante non si collochino nei pressi del tracciato, risultano rilevante nella classificazione dello stato attuale della componente, in relazione alle interferenze della linea con il reticolo idrografico minore.

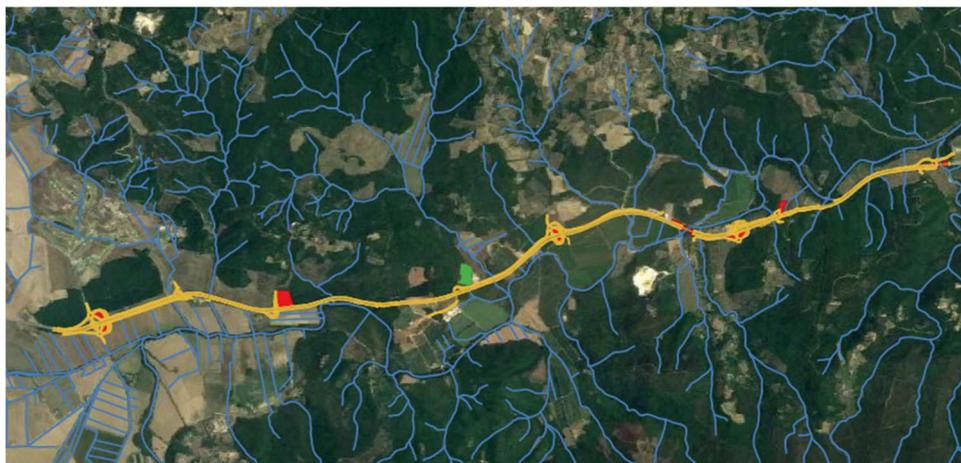
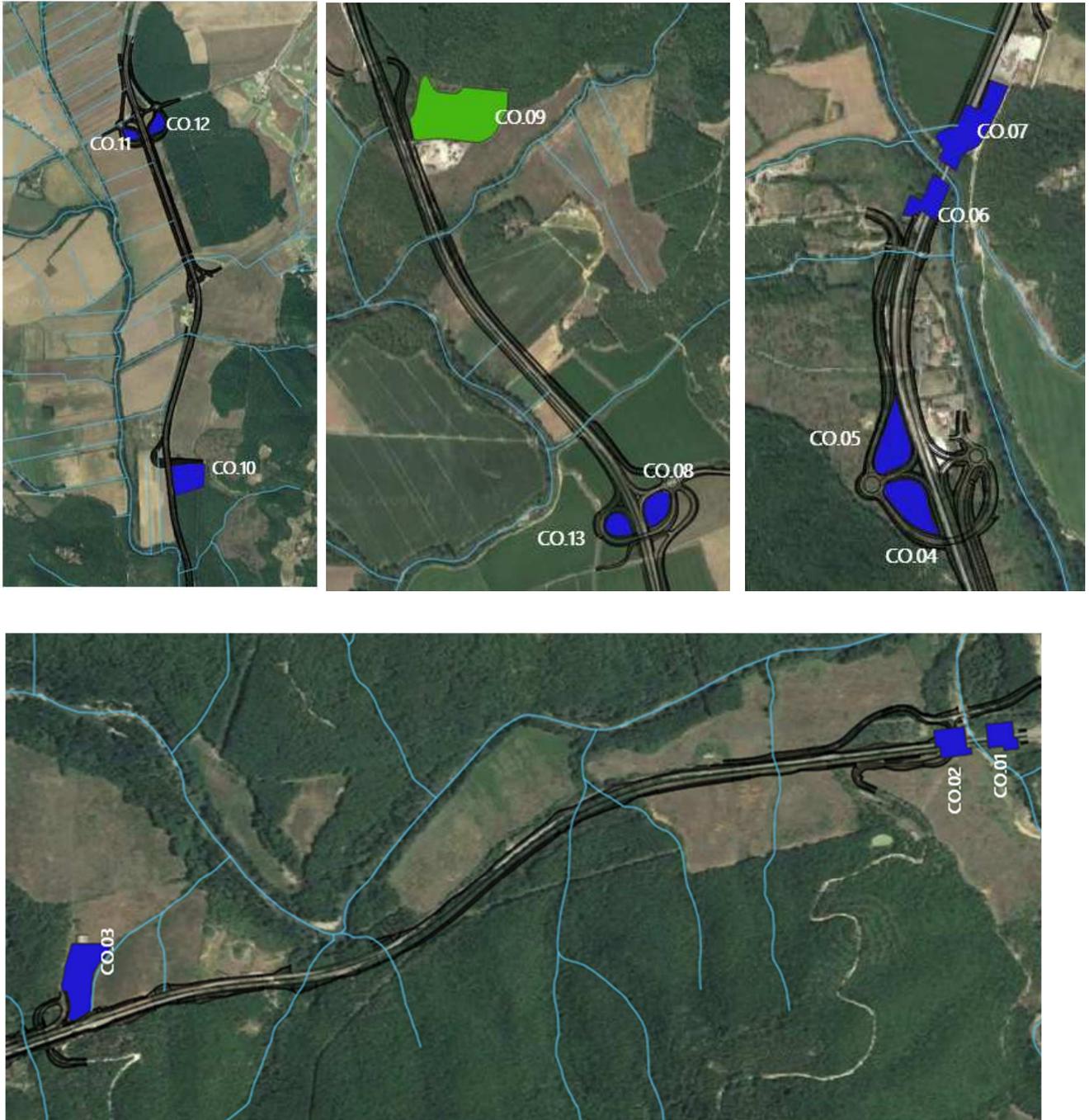


Figura 2 Interferenze del tracciato stradale oggetto di intervento (in giallo), nonché dei cantieri, con il reticolo idrografico esistente



Come si evince dagli stralci riportati sopra, i cantieri fissi, nonché i cantieri in linea, interferiscono con il reticolo idrografico esistente. L'interferenza con la componente acque risulta quindi significativa. Nelle pagine seguenti verrà riportato nel detttaglio lo stato qualitativo delle acque superficiali allo stato attuale ante operam.

In particolare, si riportano i risultati sullo stato ecologico e chimico dei corpi idrici della Toscana del triennio relativi al periodo 2016-2018, fornendo quindi la classificazione definitiva a livello triennale, così come

previsto dalla DGRT 847/13. La programmazione del monitoraggio delle acque superficiali tiene conto dell'analisi delle pressioni (con indicatori previsti dal modello WISE - Sistema Informativo sulle Acque per l'Europa) intersecata con l'analisi dei determinanti, ossia delle determinazioni analitiche chimiche e biologiche effettuate dal 2010 in Agenzia.

La restituzione dello stato ecologico, ai sensi del DM 260/10, deriva dalla combinazione di 5 indicatori, scegliendo il risultato peggiore tra quelli monitorati riportati in elenco:

- macroinvertebrati,
- macrofite,
- diatomee bentoniche,
- LimEco livello di inquinamento da macrodescrittori (percentuale di ossigeno in saturazione, azoto ammoniacale, nitrico e fosforo totale),
- concentrazione di sostanze pericolose di cui alla tab 1B del D.Lgs 172/15, per cui sono previsti soltanto tre stati di qualità: elevato, buono e sufficiente.

Il DM 260/10 prevede tra gli indicatori biologici anche lo studio della comunità di fauna ittica, attraverso l'applicazione dell'indice NISECI, che fino al 2018 non era però intercalibrato a livello europeo. In considerazione di ciò, ARPAT ha ritenuto di non mettere a punto tale metodo. Dal 2019 lo stato ecologico, su alcune stazioni in modalità sperimentale, conterrà anche la qualità derivante dalla struttura dell'ittiofauna nei corsi d'acqua toscani.

La direttiva europea 2000/60 UE prevede anche lo studio della qualità morfologica dei corsi d'acqua, andando ad esaminare oltre l'alveo bagnato - già analizzato attraverso lo studio delle comunità di macroinvertebrati, macrofite e diatomee -, l'habitat di pertinenza fluviale attraverso l'applicazione dell'apposito indice di qualità idromorfologica (IQM).

Altro indicatore è lo stato chimico, che deriva dall'analisi delle sostanze pericolose di cui alla tabella 1A del D.Lgs 172/15.

Di seguito si riportano i risultati dello stato ecologico e chimico per i singoli punti d'interesse di monitoraggio eseguiti da ARPAT nel triennio 2016-2018, relativi al bacino dell'Arno e ai suoi sottobacini.

Provincia	Corpo idrico	Cod_Stazione	Stato CHIMICO 16-18	Parametri critici Tab1A	Biota Tab 1A	Stato ECOLOGICO 16-18	Macroinvertebrati	Macrofite	Diatomee	Limeco	Sostanze pericolose Tab 1B	Parametri critici Tab1B
SI	Merse	MAS-040	NB	mercurio		Sf	Sf		E	E	E	
SI	Merse	MAS-041	B			Sf	Sf	Sf	E	E	B	
SI	Farma	MAS-042	B			B	B	B	E	E	B	
SI	Rosia	MAS-532	B			B	B		E	E	B	
SI	Fosso Serpenna	MAS-882	B			Sc				Sc	Sf	ampa, glifosate,pesticidi totali
SI	Lagonna	MAS-976	noCalc			B	B	E	E			
SI	Feccia	MAS-993	noCalc			noCalc						

Figura 3 Corpi idrici sottobacino Bisenzio

<b>E</b>	<b>Stato ecologico elevato</b>		<b>NB</b>	<b>Stato chimico Non buono</b>
<b>B</b>	<b>Stato ecologico buono</b>		<b>B</b>	<b>Stato chimico buono</b>
<b>Sf</b>	<b>Stato ecologico sufficiente</b>			
<b>Sc</b>	<b>Stato ecologico scarso</b>			
<b>P</b>	<b>Stato ecologico pessimo</b>			

Dalle tabelle sopra riportate si evince quanto segue:

Per la stazione sul Fiume Merse (MAS-041) il monitoraggio indica uno stato ecologico sufficiente ed uno stato chimico buono.

Per la stazione sul Farma (MAS-042) il monitoraggio indica uno stato ecologico buono e uno stato chimico buono.

Per la stazione sul Torrente Rosia (MAS-532) il monitoraggio indica uno stato ecologico buono e uno stato chimico buono.

Per la stazione sul Fosso Serpenna (MAS-882) il monitoraggio indica uno stato ecologico scadente (parametro critico: acido aminometilfosfonico, glifosate e pesticidi totali) e uno stato chimico buono.

I dati sopra mostrati evidenziano quindi una situazione piuttosto buona per le acque dell'area di interesse.

### 7.3 MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DEL RILEVAMENTO

Per il monitoraggio della componente il PMA prevede la caratterizzazione idrologica e qualitativa dei corpi idrici, attraverso l'esecuzione di:

- misure in situ di parametri fisico-chimici di base;
- analisi di laboratorio chimico-batteriologiche su campioni d'acqua prelevati in situ;
- analisi microbiologiche
- analisi di fattori biotici e abiotici dell'ecosistema fluviale

Nel corso delle campagne di monitoraggio AO, CO e PO verranno quindi rilevate le seguenti tipologie di parametri:

- parametri idrologici (portata), necessari 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;
- parametri chimico-fisici in situ, parametri fisici misurabili istantaneamente mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori);
- parametri chimico-batteriologici di laboratorio, selezionati i parametri ritenuti significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione;
- Indicatori dello stato ecologico;
- Analisi di fattori biotici e abiotici.

Si evidenzia che i parametri chimico-batteriologici previsti dal PMA sono stati selezionati considerando i possibili agenti inquinanti che potrebbero essere accidentalmente rilasciati durante le attività di cantiere. Tali parametri potranno essere eventualmente modificati o integrati per analizzare particolari situazioni locali.

Le misure di portata e il prelievo di campioni d'acqua dovranno avvenire nello stesso punto.

Le attività di monitoraggio consisteranno quindi nel rilevamento dei parametri indicati nelle tabelle seguenti:

ACQUE SUPERFICIALI				
Parametri	u.m.	Valore di riferimento	Limite di rilevabilità	Metodo di analisi
IDROLOGICI-IDROMORFOLOGICI				
Portata liquida	m <sup>3</sup> /s			
INDICATORI STATO ECOLOGICO				
STAR-ICMi (macroinvertebrati)				
ECOSISTEMA FLUVIALE -FATTORI BIOTICI E ABIOTICI				
Indice di Funzionalità Fluviale (IFF)				
FISICO-CHIMICI				
DM 260/2010				
BOD <sub>5</sub>	mg/l	5	1.5	APAT CNR IRSA 5120 A Man 29 2003
COD	mg/l	-	5	APAT CNR IRSA 5130 Man 29 2003
Conduttività elettrica	μs/cm	-	10	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003
Durezza totale	mgCaCO <sub>3</sub> /l	-	10	APAT CNR IRSA 2040 B Man 29 2003
Fosforo totale	μgP/l	-	0.1	APAT CNR IRSA 4110 A2 Man 29 2003
N-NH <sub>4</sub>	mg/l	-	0.01	APAT CNR IRSA 4030 A2 Man 29 2003
N-NO <sub>3</sub>	mg/l	-	0.05	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Solfati	mg/l	-	0.1	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Ossigeno disciolto	%	-	-	ASTM D888 Metodo B-12e1 - in campo
Ossigeno disciolto	mg/l	-	0.5	ASTM D888 Metodo B-12e1 - in campo
pH		-	1	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003 - in campo
Potenziale Redox	mV	-	-	ASTM D1498 - 08 - in campo
Temperatura dell'acqua	°C	-	1	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003 – in campo
Cloruri	mg/l	-	0.1	APAT CNR IRSA 4090 A1 Man 29 2003
Azoto totale	mg/l	-	0.1	APAT4060
Solidi Totali Sospesi	mg/l	-	5	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003
Ca <sub>2</sub> (calcio)	mg/l	-	0.25	EPA 6010D 2018
Torbidità	NTU	-	0.1	APAT2110
MICROBIOLOGICI				

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

D.M.260/2010				
Escherichia coli	UFC/100 ml	-	-	APAT CNR IRSA 7030 F Man 29 2003
<b>CHIMICI</b>				
D.Lgs. 172/2015 – Tabella 1/A				
Piombo	µg/l	1.2	0.001	EPA 6020B 2014
Cadmio	µg/l	0.08-0.25	0.0005	EPA 6020B 2014
Mercurio	µg/l	0.07	0.01	EPA 6020B 2014
Nichel	µg/l	4	0.002	EPA 6020B 2014
Triclorometano	µg/l	2.5	0.003	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
1,2-Dicloroetano	µg/l	10	0.01	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Tricloroetilene	µg/l	10	0.01	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Tetracloroetilene	µg/l	10	0.001	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Esaclorobutadiene	µg/l	0.05	0.005	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Benzene	µg/l	10	0.01	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Alactor	µg/l	0.3	0.00056	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Diuron	µg/l	0.2	0.005	EPA 3535A 2007 + EPA 8321B 2007
Trifluralin	µg/l	0.03	0.00056	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
D.Lgs. 172/2015 – Tabella 1/B				
Arsenico	µg/l	10	0.001	EPA 6020B 2014
Cromo totale	µg/l	7	0.005	EPA 6020B 2014
1,1,1-Tricloroetano	µg/l	10	0.005	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Toluene	µg/l	5	0.02	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
m-Xilene	µg/l	5	0.04	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
p-Xilene	µg/l	5	0.04	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
o-Xilene	µg/l	5	0.02	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Terbutilazina	µg/l	0.5	0.05	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Bentazone	µg/l	0.5	0.05	EPA 3535A 2007 + EPA 8321B 2007
Linuron	µg/l	0.5	0.05	EPA 3535A 2007 + EPA 8321B 2007
Altro				

Idrocarburi totali	µg/l	-	0.01	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018 + UNI EN ISO 9377-2:2002
Idrocarburi pesanti C>12 (nei sedimenti)	µg/l	-	0.0028	UNI EN ISO 9377-2:2002

Per il rilevamento dei parametri indicati in tabella, saranno adottati i metodi indicati o metodi analoghi, nel rispetto del limite di rilevabilità di almeno 1/10 del valore di riferimento.

Attualmente non è previsto l'utilizzo di schiumogeni o fluidificanti durante le attività di perforazione. Qualora durante i lavori l'utilizzo di tali sostanze si rendesse invece necessaria, sarà onere dell'impresa esecutrice integrare il protocollo analitico per il monitoraggio delle relative sostanze.

### 7.3.1 Misure di portata correntometriche

Le misure di portata potranno essere effettuate con metodo correntometrico, operando da passerella, da ponte o al guado, mediante mulinelli intestati su aste o su pesce idrodinamico. Il numero complessivo delle verticali e dei punti di misura, il loro posizionamento reciproco e i tempi di esposizione del mulinello dovranno essere scelti in modo da definire correttamente il campo di velocità, dopo aver eseguito il rilievo geometrico della sezione d'alveo. Solo nel caso di piccoli torrenti e fossi, quando è impossibile l'uso del mulinello, per stati idrologici di magra o in situazioni non idonee all'impiego di mulinelli (portate inferiori a 0,5 m³/s), la misura viene effettuata con galleggiante, determinando la velocità superficiale e osservando il tempo necessario ad un galleggiante per transitare tra sezioni a distanza nota e di cui si conosce la geometria, o con il metodo volumetrico.

L'esecuzione delle misure di portata con il metodo correntometrico (mulinello) dovrà essere effettuata nelle sezioni di monte e di valle. Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del possibile, dalla vegetazione.

Sulla scheda di rilevamento andranno annotati, tra gli altri dati, l'area della sezione di misura, la larghezza e la profondità media della sezione di misura, la portata rilevata (m³/s o l/s), le eventuali informazioni sulla granulometria prevalente dell'alveo, oltre ai dati pluviometrici dell'area, registrati alla data in cui si esegue la misura di portata.

### 7.3.2 Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio

Il monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali prevede campionamenti periodici nei punti prescelti di un quantitativo d'acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio, contenete anche la componente solida sospesa e quella disciolta.

Il campionamento manuale permette di raccogliere diverse aliquote di campioni in uno o più contenitori per poter essere successivamente filtrati ed analizzati in laboratorio. Il prelievo dei campioni di acqua può essere effettuato con sistemi di campionamento costituiti da bottiglie verticali o orizzontali, così come previsto dai Metodi analitici per le acque – ISPRA, IRSACNR – immerse nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero. Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere. I campioni saranno eseguiti procedendo per campionamenti puntuali lungo verticali di misura della sezione. Il campionamento sarà quindi di tipo medio-continuo raccogliendo in successione continua aliquote parziali, permettendo di avere un campione rappresentativo della sezione indagata. I contenitori utilizzati dovranno essere di materiale inerte tale da non adsorbire inquinanti, non desorbire i suoi componenti, non alterare conducibilità elettrica e pH. I campioni d'acqua, raccolti in idonei contenitori andranno etichettati, indicando il codice della stazione di monitoraggio, la data e l'ora del prelievo, e dovranno essere recapitati al laboratorio di analisi entro le

ventiquattro ore dal prelievo, prevedendone il trasporto mediante contenitore refrigerato alla temperatura di 4°C.

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

### 7.3.3 Indicatori stato ecologico

Per la definizione dello stato di qualità dei corsi d'acqua il PMA fa riferimento al sistema di classificazione MacrOper, basato sul calcolo dell'indice multimetrico Star\_ICMi (STAR Intercalibration Common Metric Index).

Il metodo, che ha sostituito l'Indice Biotico Esteso (IBE) in utilizzo in Italia fino all'abrogazione del D.Lgs 152/1999, soddisfa la definizione introdotta dalla Direttiva 2000/60/CE, ed è stato introdotto in Italia con il D.Lgs. n. 152/2006 e, specificatamente, con il successivo decreto attuativo n. 260/2010 recante "criteri tecnici per la classificazione dei corpi idrici superficiali per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152".

Il metodo prevede un campionamento di tipo multihabitat proporzionale, con prelievo quantitativo di macroinvertebrati effettuato su una superficie nota in maniera proporzionale alla percentuale di microhabitat presenti nel tratto campionato.

Sul materiale raccolto si procede in campo ad un primo riconoscimento e conteggio, per la determinazione a livello di famiglia e in alcuni casi a livello di genere, e poi si completa in laboratorio. In tal modo vengono compilati elenchi faunistici e riportate le abbondanze dei taxa rinvenuti, secondo le indicazioni fornite dal D.M. 260/2010.

Si calcola quindi l'indice STAR\_ICM-i (Buffagni A., ErbaS., 2007; 2008): un indice multimetrico composto da 6 metriche che descrivono i principali aspetti su cui la Direttiva 2000/60/CE pone l'attenzione (abbondanza, tolleranza/sensibilità, ricchezza/diversità).

Il campionamento avverrà in condizioni idriche idonee (non in eventi di piena) e le tempistiche adottate saranno conformi al "Manuale ISPRA Metodi Biologici n. 111/2014, protocollo Macroinvertebrati Benthonici §5.3".

I punti in cui avverrà il campionamento sono i ASP01, ASP02, ASP03, ASP04, ASP11, ASP12, ASP13, ASP14.

### 7.3.4 Indice di Funzionalità fluviale

L'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) permette di valutare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e la sua funzionalità, ad esempio la funzione tampone svolta dall'ecotono ripario (un ambiente di transizione tra due sistemi ecologici adiacenti: il fiume e l'ambiente circostante), la struttura morfologica dell'alveo, delle rive e dell'intero corso del fiume che deve essere in grado di dare riparo e garantire un habitat idoneo a diverse comunità biologiche.

Il corso d'acqua, inteso come "sistema fluviale", viene quindi osservato in tutto il suo percorso analizzandone le componenti abiotiche (morfologiche, strutturali) e biotiche (vegetazione in alveo, vegetazione riparia e vegetazione perfluviale). L'IFF permette di individuare sia i tratti di corso d'acqua ad alta valenza ecologica che quelli degradati, evidenziandone le criticità funzionali e valutandone l'eventuale grado di allontanamento dalla condizione di massima funzionalità.

L'ANPA (ora ISPRA) ha redatto prima il Manuale di applicazione dell'IFF (ANPA, Siligardi et al., 2a edizione 2003); il manuale è stato successivamente rivisto e perfezionato portando all'edizione del "Manuale IFF 2007". Il Manuale fornisce una risposta concreta e tempestiva ai dettami della direttiva europea 2000/60/CE, che

evidenziano l'importanza di valutare, per quanto riguarda i corsi d'acqua, "gli elementi idromorfologici a sostegno degli elementi biologici".

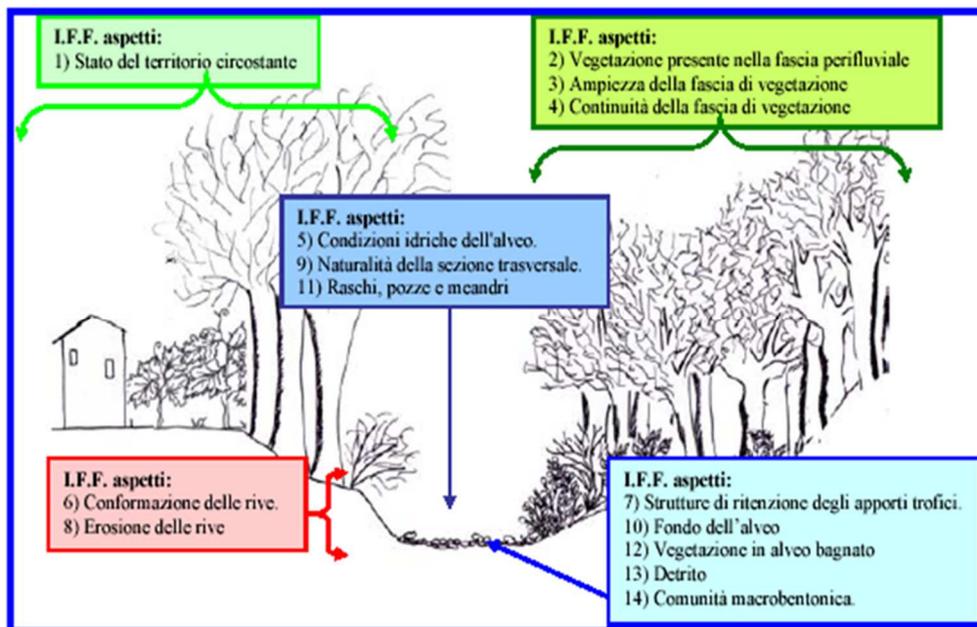
L'Indice di Funzionalità Fluviale può essere applicato in qualunque ambiente d'acqua corrente, sia di montagna sia di pianura; non può essere applicato, invece, in ambienti di foce, sensibile all'azione delle maree e della risalita del cuneo salino, e in ambienti ad acque ferme (laghi, lagune, stagni, acque relittuali, ecc.).

L'IFF viene valutato risalendo il fiume da valle a monte durante il periodo vegetativo (primavera, estate), compilando in campo una scheda comprendente 14 domande attinenti i diversi comparti ambientali costituenti il tratto di fiume che viene rilevato; le domande riguardanti le rive del fiume vengono compilate distinguendo tra sponda destra e sponda sinistra, le quali possono presentare caratteristiche notevolmente diverse. Alle risposte sono assegnati pesi numerici raggruppati in 4 classi (con peso minimo 1 e massimo 30); dopo la compilazione della scheda, si effettua la somma dei punteggi ottenuti, determinando il valore di I.F.F. per ciascuna sponda; ai valori di I.F.F. ottenuti si associa il relativo Livello di Funzionalità e Giudizio di Funzionalità come mostra la tabella seguente.

**Indice di Funzionalità Fluviale: livello e giudizio di funzionalità**

Valore di I.F.F.	Livello di funzionalità	Giudizio di funzionalità	Colore	
261-300	I	elevato	blu	
251-260	I-II	elevato-buono	blu	verde
201-250	II	buono	verde	
181-200	II-III	buono-mediocre	verde	giallo
121-180	III	mediocre	giallo	
101-120	III-IV	mediocre-scadente	giallo	arancio
61-100	IV	scadente	arancio	
51-60	IV-V	scadente-pessimo	arancio	rosso
14-50	V	pessimo	rosso	

L'indice I.F.F. è sinteticamente rappresentato nella figura seguente:



I corsi d'acqua in cui avverrà la valutazione dell'indice IFF sono il F. Merse e il F. Ornate. Per indicare la localizzazione dei corsi d'acqua si indicheranno i punti ASPo1 e ASPo2, come rappresentativi dei due ambienti fluviali.

#### 7.4 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DA SOTTOPORRE AD INDAGINE

La scelta dell'area di indagine e delle relative postazioni di misura in corrispondenza delle quali effettuare le rilevazioni è stata effettuata in considerazione dei seguenti fattori:

- qualità e sensibilità del ricettore potenzialmente interferito;
- rilevanza, per la componente in esame, delle azioni di progetto che potrebbero esporre il corso d'acqua a possibili alterazioni delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque superficiali;
- modalità e tipologia degli accertamenti da effettuare.

Come evidenziato, durante la fase di cantiere, la vulnerabilità della componente è determinata dalle attività di cantiere che si sviluppano in prossimità di corsi d'acqua. In particolare, particolarmente delicate appaiono le lavorazioni relative alla demolizione e ricostruzione delle opere di attraversamento dei fiume Ornate e Merse, nonché delle opere idrauliche di attraversamento dei fossi principali affluenti del Fiume Merse (f. Barottoli, f. Montisi, f. Maceratano).

Considerando quanto sopra, in corrispondenza dei principali corsi d'acqua interferiti il PMA prevede il monitoraggio del tratto a monte e del tratto a valle rispetto al punto di attraversamento. In particolare, in corrispondenza del viadotto sul F. Merse (ASP\_o3 e ASP\_o4) si prevede l'installazione di due centraline in continuo per l'acquisizione di alcuni parametri chimico-fisici (pH, temperatura, conducibilità, torbidità, oltre al livello idrometrico).

Per il F. Merse ed il F. Ornate verrà inoltre determinato l'Indice di Funzionalità Fluviale.

Propedeutica all'attività di monitoraggio è la verifica di eventuali scarichi posti a monte della infrastruttura in progetto.

Nella seguente tabella sono elencati i punti di monitoraggio, la relativa ubicazione e le possibili cause di impatto:

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Possibile Impatto</i>
ASP_01 <sup>(*)(**)</sup>	Fiume Ornate lato monte	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fiume Ornate a causa delle lavorazioni presso i cantieri 1 e 2
ASP_02 <sup>(**)</sup>	Fiume Ornate lato valle	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fiume Ornate a causa delle lavorazioni presso i cantieri 1 e 2.
ASP_03 <sup>*(**)(**)</sup>	Fiume Merse lato monte	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fiume Merse a causa delle lavorazioni presso i cantieri 6 e 7.
ASP_04 <sup>*(**)</sup>	Fiume Merse lato valle	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fiume Merse a causa delle lavorazioni presso i cantieri 6 e 7.
ASP_05	Fosso Barottoli lato monte	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fosso Barottoli, a causa delle lavorazioni di demolizione e ricostruzione dell'opera idraulica di attraversamento.
ASP_06	Fosso Barottoli lato valle	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fosso Barottoli, a causa delle lavorazioni di demolizione e ricostruzione dell'opera idraulica di attraversamento.
ASP_07	Fosso Montisi lato monte	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fosso Montisi, a causa delle lavorazioni di demolizione e ricostruzione dell'opera idraulica di attraversamento.
ASP_08	Fosso Montisi lato valle	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fosso Montisi, a causa delle lavorazioni di demolizione e ricostruzione dell'opera idraulica di attraversamento.
ASP_09	Fosso Maceratano lato monte	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fosso Maceratano, a causa delle lavorazioni di demolizione e ricostruzione dell'opera idraulica di attraversamento.
ASP_10	Fosso Maceratano lato valle	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fosso Maceratano, a causa delle lavorazioni di demolizione e ricostruzione dell'opera idraulica di attraversamento ricostruzione dell'opera idraulica di attraversamento.
ASP_11 <sup>(**)</sup>	Fiume Merse lato monte in prossimità svincolo Orgia	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fiume Merse a causa delle lavorazioni.
ASP_12 <sup>(**)</sup>	Fiume Merse lato valle in prossimità della confluenza con il Fosso Ornate	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fiume Merse a causa delle lavorazioni.
ASP_13 <sup>(**)</sup>	Fiume Merse lato monte in prossimità delle opere di protezione spondale	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fiume Merse a causa delle lavorazioni.
ASP_14 <sup>(**)</sup>	Fiume Merse lato monte in prossimità delle opere di protezione spondale	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative del Fiume Merse a causa delle lavorazioni.

\*parametri chimico-fisici in situ (pH, temperatura, conducibilità, torbidità, livello idrometrico) rilevati in continuo durante le fasi AO e CO.

(\*) determinazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale

(\*\*) determinazione STAR-ICMI

## 7.5 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

### 7.5.1 Monitoraggio ante operam (AO)

Il PMA prevede per la fase AO 1 campagna ogni trimestre per 12 mesi, per la misura dei parametri fisico-chimici, chimici, batteriologici e biologici.

Sulle centraline in continuo presente sul Fiume Merse (istallate presso i punti di monitoraggio ASP\_3 e ASP\_4), a monte e a valle della sezione posta in corrispondenza del viadotto, si effettuerà un monitoraggio in continuo per alcuni parametri chimico-fisici (pH, temperatura, conducibilità, torbidità, oltre al livello idrometrico).

### 7.5.2 Monitoraggio in corso d'opera (CO)

Il monitoraggio in CO durerà per tutta la durata del cantiere fino alla conclusione della fase di realizzazione delle opere, presumibilmente stimata in 3 anni, e consisterà nel rilevamento mensile dei parametri pH, conducibilità, solidi sospesi totali, ammoniaca, cloruri, solfati ed idrocarburi totali, ed un rilevamento trimestrale per tutti gli altri parametri chimico-fisici, chimici, batteriologici e biologici, per ciascuna postazione.

Sulle centraline presente sul Fiume Merse, a monte e a valle della sezione posta in corrispondenza del viadotto, (ASP\_3 e ASP\_4) si effettuerà, inoltre, un monitoraggio in continuo per alcuni parametri chimico-fisici (pH, temperatura, conducibilità, torbidità, oltre al livello idrometrico).

L'esecuzione delle misure dovrà comunque essere concordata con la DL, al fine di tenere conto dell'effettivo avanzamento dei lavori.

### 7.5.3 Monitoraggio post operam (PO)

Il PMA prevede per la fase PO 1 campagna ogni trimestre, per una durata complessiva di 1 anno, per la misura dei parametri fisico-chimici, chimici, batteriologici e biologici. Per quanto riguarda l'indice StarICMI e l'IFF il monitoraggio verrà inoltre effettuato a distanza di cinque anni dalla fine lavori.

La durata e cadenza effettiva di ali rilievi potranno essere definiti con esattezza solo successivamente, sulla base dei risultati del monitoraggio effettuato in corso d'opera ed in accordo con gli enti di controllo di competenza.

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le tre fasi:

Fase	Durata fase	Punti di monitoraggio	Idrologici e chimico fisici	Frequenza				
				pH, temperatura, conducibilità, torbidità, livello idrometrico	pH, conducibilità, solidi sospesi totali, ammoniaca, cloruri, solfati ed idrocarburi totali	Indicatori stato ecologico	Ecosistema fluviale	Micro biologici
AO	1 anno	ASP_01	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	Annuale	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_02	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_03	in continuo	Trimestrale	Trimestrale	Annuale	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_04	in continuo	Trimestrale	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_05	Trimestrale	Trimestrale	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_06	Trimestrale	Trimestrale	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_07	Trimestrale	Trimestrale	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_08	Trimestrale	Trimestrale	-	-	Trimestrale	Trimestrale

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

		ASP_09	Trimestrale	Trimestrale	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_10	Trimestrale	Trimestrale	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_11	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_12	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_13	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_14	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
CO	3 anni	ASP_01	Trimestrale	mensile	Trimestrale	Annuale	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_02	Trimestrale	mensile	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_03	in continuo	mensile	Trimestrale	Annuale	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_04	in continuo	mensile	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_05	Trimestrale	mensile	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_06	Trimestrale	mensile	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_07	Trimestrale	mensile	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_08	Trimestrale	mensile	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_09	Trimestrale	mensile	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_10	Trimestrale	mensile	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_11	Trimestrale	mensile	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_12	Trimestrale	mensile	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_13	Trimestrale	mensile	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_14	Trimestrale	mensile	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
PO*	1 anno	ASP_01	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	Annuale	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_02	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_03	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	Annuale	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_04	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_05	Trimestrale	Trimestrale	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_06	Trimestrale	Trimestrale	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_07	Trimestrale	Trimestrale	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_08	Trimestrale	Trimestrale	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_09	Trimestrale	Trimestrale	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_10	Trimestrale	Trimestrale	-	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_11	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_12	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_13	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale
		ASP_14	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale	-	Trimestrale	Trimestrale

\* l'indice StarICMI e l'IFF verranno determinati anche dopo 5 anni dal termine dei lavori

e una sintesi delle attività previste dal PMA per il monitoraggio della componente:

Parametri	Campagne e Frequenza		
	AO	CO	PO

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

parametri pH, temperatura, conducibilità, torbidità, livello idrometrico	1 campagna ogni 3 mesi per 12 mesi/in continuo per ASP_3 e ASP_4	1 campagna ogni mese per 3 anni/in continuo per ASP_3 e ASP_4	1 campagna ogni 3 mesi per 12 mesi
parametri pH, conducibilità, solidi sospesi totali, ammoniaca, cloruri, solfati ed idrocarburi totali	1 campagna ogni 3 mesi per 12 mesi/in continuo per ASP_3 e ASP_4	1 campagna ogni mese per 3 anni	1 campagna ogni 3 mesi per 12 mesi
parametri chimici di laboratorio e chimico fisici non elencati precedentemente	1 campagna ogni 3 mesi per 12 mesi	1 campagna ogni 3 mesi per 3 anni	1 campagna ogni 3 mesi per 12 mesi
parametri microbiologici	1 campagna ogni 3 mesi per 12 mesi	1 campagna ogni 3 mesi per 3 anni	1 campagna ogni 3 mesi per 12 mesi
Indicatori stato ecologico (STAR-ICMi)	1 campagna ogni 3 mesi per 12 mesi per ASP_1, ASP_2, ASP_3, ASP_4, ASP11, ASP_12, ASP_13, ASP_14	1 campagna ogni 3 mesi per 3 anni per ASP_1, ASP_2, ASP_3, ASP_4, ASP11, ASP_12, ASP_13, ASP_14.	1 campagna ogni 3 mesi per 12 mesi ASP_1, ASP_2, ASP_3, ASP_4, ASP11, ASP_12, ASP_13, ASP_14  1 campagna ogni 3 mesi al 5 °anno dalla fine lavori ASP_1, ASP_2, ASP_3, ASP_4, ASP11, ASP_12, ASP_13, ASP_14
Ecosistema fluviale (IFF)	1 campagna nel periodo primaverile estivo per 1 anno per ASP_1, ASP_3	1 campagna nel periodo primaverile estivo per 3 anno per ASP_1, ASP_3	1 campagna nel periodo primaverile estivo per 1 anno per ASP_1, ASP_3  1 campagna a 5 anni dalla fine lavori ASP_1, ASP_3.

**7.6 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO**

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero complessivo di campagne di misura previste.

Codice punto di misura	Campagne				
	AO	CO		PO	TOT
		Parametri chimico fisici	Parametri chimici, batteriologici e biologici		
ASP_01	4	36	12	4	45
ASP_02	4	36	12	4	45
ASP_03	4	36	12	4	45

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

ASP_04	4	36	12	4	45
ASP_05	4	36	12	4	45
ASP_06	4	36	12	4	45
ASP_07	4	36	12	4	45
ASP_08	4	36	12	4	45
ASP_09	4	36	12	4	45
ASP_10	4	36	12	4	45
ASP_11	4	36	12	4	45
ASP_12	4	36	12	4	45
ASP_13	4	36	12	4	45
ASP_14	4	36	12	4	45
TOT	56	504	168	56	630

Codice punto di misura	Campagne						
	AO		CO		PO	TOT	
	pH, temperatura, conducibilità, torbidità, livello - pH, temperatura, solo per ASP_03 e ASP_04 per gli altri vedere colonna adiacente	pH, conducibilità, solidi sospesi totali, ammoniaca, cloruri, solfati ed idrocarburi totali	pH, temperatura, conducibilità, torbidità, livello - pH, temperatura, solo per ASP_03 e ASP_04 per gli altri vedere colonna adiacente	pH, conducibilità, solidi sospesi totali, ammoniaca, cloruri, solfati ed idrocarburi totali	pH, temperatura, conducibilità, torbidità, livello, solidi sospesi totali, ammoniaca, cloruri, solfati ed idrocarburi totali	pH, temperatura, conducibilità, torbidità, livello - pH, temperatura, solo per ASP_03 e ASP_04 per gli altri vedere colonna adiacente	pH, conducibilità, solidi sospesi totali, ammoniaca, cloruri, solfati ed idrocarburi totali
ASP_01	4	4	12	36	4	20	44
ASP_02	4	4	12	36	4	20	44
ASP_03	In continuo	4	In continuo	36	4	52	44
ASP_04	In continuo	4	In continuo	36	4	52	44
ASP_05	4	4	12	36	4	20	44
ASP_06	4	4	12	36	4	20	44
ASP_07	4	4	12	36	4	20	44
ASP_08	4	4	12	36	4	20	44
ASP_09	4	4	12	36	4	20	44
ASP_10	4	4	12	36	4	20	44
ASP_11	4	4	12	36	4	20	44
ASP_12	4	4	12	36	4	20	44
ASP_13	4	4	12	36	4	20	44
ASP_14	4	4	12	36	4	20	44
TOT	48	48	144	504	56	344	616

Codice punto di misura	Campagne							
	AO		CO		PO		TOT	
	Indicatori stato ecologico	Ecosistema fluviale						
ASP_01	4	1	12	3	8	2	24	6
ASP_02	4	-	12	-	8	-	24	-
ASP_03	4	1	12	3	8	2	24	6
ASP_04	4	-	12	-	8	-	24	-
ASP_11	4	-	12	-	8	-	24	-
ASP_12	4	-	12	-	8	-	24	-
ASP_13	4	-	12	-	8	-	24	-
ASP_14	4	-	12	-	8	-	24	-
TOT	32	2	96	6	64	4	192	6

## 8.PIANO MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

### 8.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto della costruzione delle opere sul sistema idrogeologico profondo, al fine di prevenire alterazioni di tipo quali-quantitativo delle acque ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

Le attività che possono comportare ripercussioni sul livello della falda creando sbarramenti o situazioni di drenaggio sono principalmente legate alla costruzione delle fondazioni profonde (ad esempio i viadotti), ma, in generale, possono essere considerate critiche tutte le lavorazioni e le attività che avvengono in cantiere, dove potrebbero verificarsi eventi di sversamento accidentale di sostanze potenzialmente inquinanti o riversarsi nel suolo le acque di piattaforma.

In generale, le fonti di inquinamento delle acque sotterranee sono essenzialmente riconducibili a:

- impiego di sostanze nei processi di scavo per iniezioni di consolidamento;
- utilizzo di mezzi meccanici e macchinari di cantiere, che possono comportare diffusione di idrocarburi ed oli;
- getti di calcestruzzo che possono contenere additivi chimici di varia natura;
- sversamento accidentale di fluidi inquinanti nel suolo che, in corrispondenza di terreni permeabili, possono percolare nel sottosuolo e contaminare le acque sotterranee;
- malfunzionamento dell'impianto di raccolta e smaltimento reflui civili o dell'impianto di raccolta delle acque di piazzale.

È importante ricordare, che per tutta la durata del cantiere, dal suo allestimento alla sua dismissione, è prevista l'adozione di misure di mitigazione atte ad abbattere il rischio di inquinamento delle acque superficiali, sotterranee e del suolo e a ridurre al minimo il rischio di accadimento degli eventi accidentali. Premesso questo, per accertare l'efficacia delle misure di mitigazione adottate e consentire di intervenire tempestivamente nel caso si verifichi un evento imprevisto, si prevede il monitoraggio delle acque sotterranee in corrispondenza di tutte le aree di cantiere.

I punti di misura andranno ubicati all'interno delle aree di cantiere tenendo conto della direzione di flusso prevista della falda.

Nei punti così individuati, il monitoraggio consentirà:

- definire lo stato ante operam della suddetta componente ambientale;
- rilevare in corso d'opera le eventuali interferenze sulle acque sotterranee indotte dalle azioni di progetto e monitorare la loro evoluzione nel tempo;
- verificare nel post operam le caratteristiche chimiche-fisiche delle acque sotterranee.

### 8.2 CARATTERIZZAZIONE DI DETTAGLIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Nella presente sezione si riporta la caratterizzazione della qualità delle acque sotterranee dell'area di indagine desunta dall'analisi bibliografica delle fonti disponibili validate.

In Toscana sono stati individuati 67 corpi idrici sotterranei, che traggono informazioni da una rete di oltre 500 stazioni operanti dal 2002 ad oggi. Per alcuni contaminanti di speciale interesse, come i nitrati, sono stati recuperati dati storici fino al 1984, mentre per le misure di livello piezometrico (quota della falda) alcuni piezometri dell'area fiorentina risalgono alla fine degli anni 60.

Per i corpi idrici sotterranei, contrariamente a quanto avviene per quelli superficiali, non è richiesta una valutazione dello Stato Ecologico.

I corpi idrici sotterranei, in accordo con quanto previsto dalla normativa nazionale e comunitaria, vengono valutati sotto tre aspetti principali:

- Stato chimico: con il quale si fa riferimento all'assenza o alla presenza entro determinate soglie di inquinanti di sicura fonte antropica;
- Stato quantitativo: con il quale si fa riferimento alla vulnerabilità agli squilibri quantitativi, cioè a quelle situazioni, molto diffuse, in cui i volumi di acque estratte non sono adeguatamente commisurati ai volumi di ricarica superficiale;
- Tendenza: con il quale si fa riferimento all'instaurarsi di tendenze durature e significative all'incremento degli inquinanti. Queste devono essere valutate a partire da una soglia del 75% del Valore di Stato Scadente, e qualora accertate, messe in atto le misure e dimostrata negli anni a venire l'attesa inversione di tendenza.

I risultati complessivi del monitoraggio effettuato da ARPAT sui corpi idrici sotterranei toscani sono disponibili nella banca dati MAT.

ARPAT ha realizzato nel triennio 2016-2018 il programma di monitoraggio chimico dei corpi idrici sotterranei secondo le normative regionali, nazionali ed europee (DGRT 100/2010 e DGRT 847/2013, secondo la legislazione nazionale (DLgs 152/06, DLgs 30/2009, DLgs 260/2010) e comunitaria (WFD 2000/60, GWD 2006/118) con l'esame di 65 corpi idrici e 435 stazioni di monitoraggio. Tale monitoraggio prevede per tutti i corpi idrici un monitoraggio di sorveglianza che si esegue ogni tre anni con estesa ricerca di potenziali inquinanti, mentre per i corpi idrici classificati a rischio del non raggiungimento del buono stato chimico, è prevista in aggiunta l'esecuzione di un monitoraggio operativo di frequenza annuale, benché limitato ai parametri critici.

Il rapporto fornisce la classificazione dello stato chimico dei corpi idrici eseguita confrontando la media dei valori osservati nel periodo sulla singola stazione con gli Standard di Qualità Ambientale (SQA) o Valore Soglia (VS) di cui al DMATTM 6/7/16 tenuto conto di possibili livelli di fondo naturale per le sostanze inorganiche.

In particolare, l'area interessata da progetto in esame rientra nel Corpo Idrico della *Montagnola Senese e Piana di Rosia*, 99MM030 e come è possibile evincere dall'immagine riportata di seguito presenta uno stato chimico Buono – fondo naturale.

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Stato	Corpo idrico Sotterraneo	Parametri	
BUONO fondo naturale	11AR020	Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana - Zona Pisa	As, Fe, Mn, Na, Cl, NH <sub>4</sub>
	11AR024.1	Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana - Zona S. Croce - Falda Profonda	Fe, Mn
	11AR025	Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana - Zona Empoli	Fe, Mn, NH <sub>4</sub>
	11AR027	Cerbaie e Falda Profonda del Bientina	Fe, Mn
	11AR070	Era	Mn, NH <sub>4</sub>
	11AR110	Carbonatico di Poggio Comune	SO <sub>4</sub> , tricolorometano
	32CT040	Pianura di Follonica	As, Hg, Mn, Na, Cl, tricolorometano, conduttività
	32CT050	Cecina	B, Cl, SO <sub>4</sub> , conduttività
	32CT060	Carbonatico di Gavorrano	As, Mn, Sb, B, SO <sub>4</sub> , tricolorometano
	32CT080	Pian d'Alma	As, Cl, SO <sub>4</sub> , conduttività
	99MM013	Carbonatico Metamorfoico delle Alpi Apuane	Hg
	99MM020	Amiata	As, Hg
	99MM030	Montagnola Senese e Piana di Rosia	SO <sub>4</sub>
	99MM041	Carbonatico delle Colline Metallifere - Zona Valpiana, Poggio Rocchino	SO <sub>4</sub> , tricolorometano
	99MM042	Carbonatico delle Colline Metallifere - Zona le Cornate, Boccheggiano, Montemurlo	As, Cd, Mn, Ni, SO <sub>4</sub> , tricolorometano, conduttività
	99MM920	Ofolitico di Gabbro	Cr VI

Figura 4 Corpi idrici della Toscana che rientrano nello stato chimico BUONO fondo naturale (2018)

Per quanto riguarda l'attribuzione dello stato di buono fondo naturale le classificazioni del triennio 2016-2018 si basano su valori soglia indicati da due studi ARPAT (2013, 2015b) già adottati con DGRT 1185/2015 dalla Regione Toscana e raccolti nella documentazione del Piano di Gestione.

Nella seguente immagine si riportano i risultati dello stato chimico relativo alle stazioni ed ai corpi idrici nell'area vasta di interesse.

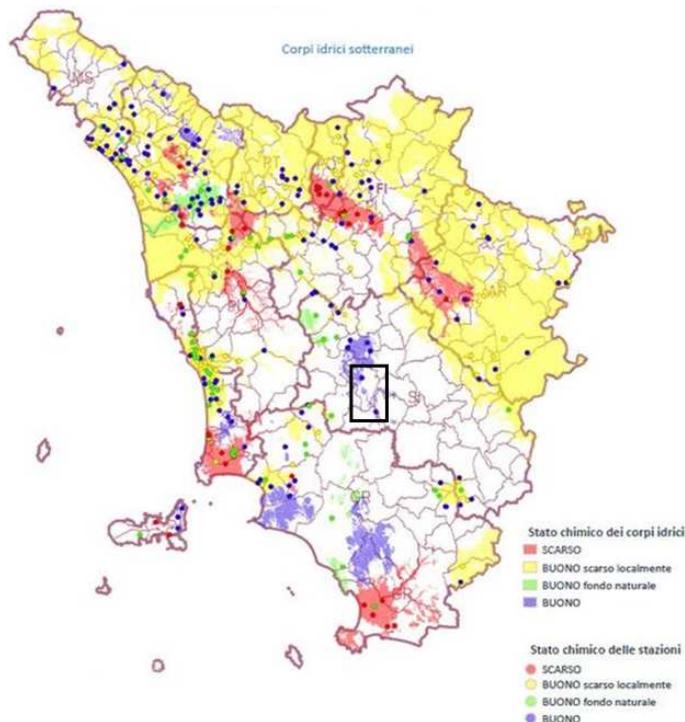


Figura 5 Stralcio della carta dei risultati dello stato chimico 2018 delle acque sotterranee, con indicazione dell'area di interesse (riquadro nero)

Il data set complessivo delle varie campagne di monitoraggio effettuate da ARPAT è consultabile nella banca dati ARPAT "Monitoraggio Ambientale delle Acque Sotterranee - MAT". Nell'immagine seguente si può vedere nel dettaglio la localizzazione delle stazioni di monitoraggio delle acque sotterranee più prossime all'area interessata dal progetto in esame che sono state indagate da ARPAT nel corso degli anni e i risultati delle indagini eseguite in questi punti.

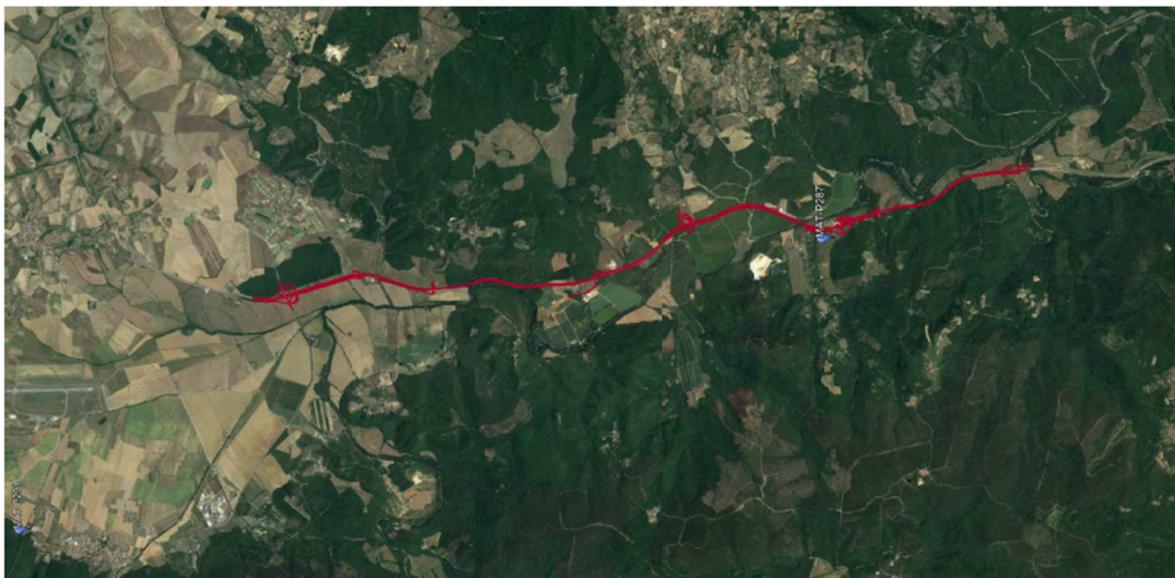


Figura 6 Localizzazione delle stazioni di monitoraggio della qualità delle acque sotterranee prossime all'area interessata dal progetto in esame (indicato in rosso). Fonte: SIRA-rielaborazione

STAZIONE_ID	COMUNE_NOME	STAZIONE_NOME	CORPO_IDRICO_ID	STAZIONE_USO	Periodo	Anno	Stato	Parametri	Trend 2016-2018
MAT-P287	MONTICIANO	POZZO MACERETO	99MM030	CONSUMO UMANO	2002 - 2018	2018	BUONO	-	-
MAT-P291	SOVICELLE	POZZO LUCO 4	99MM030	CONSUMO UMANO	1995 - 2018	2018	BUONO	-	-

Come si evince dai dati sopra riportati, il Corpo Idrico della *Montagnola Senese e Piana di Rosia*, 99MM030 corrisponde a situazioni non a rischio ed è sottoposto a monitoraggio di sorveglianza di frequenza triennale. Le stazioni prossime all'area oggetto di intervento risultano, all'anno 2018 caratterizzate da uno stato chimico BUONO.

Si riportano di seguito le informazioni sullo stato complessivo delle acque sotterranee dell'area vasta di interesse desunte dal Piano di Gestione dell'Appennino Settentrionale.

### 8.2.1 Presenza di pozzi ad uso idropotabile nelle aree interferite dall'opera in progetto

Nel territorio esaminato sono presenti pozzi pubblici e privati, le cui ubicazioni sono state riportate nelle Carte Idrogeologiche allegata (Too-GE00-GEO-Cl01÷ Too-GE00-GEO-Cl07)

Nella [Figura](#) di seguito si ripota la schermata scaricata dal sito dell'ARPAT (interrogazione pozzo idropotabile "il Picchetto" <http://sira.arp.at.toscana.it/sira/progetti/captazioni/mappa/map.php>) che ne ripota le precise coordinate metriche.

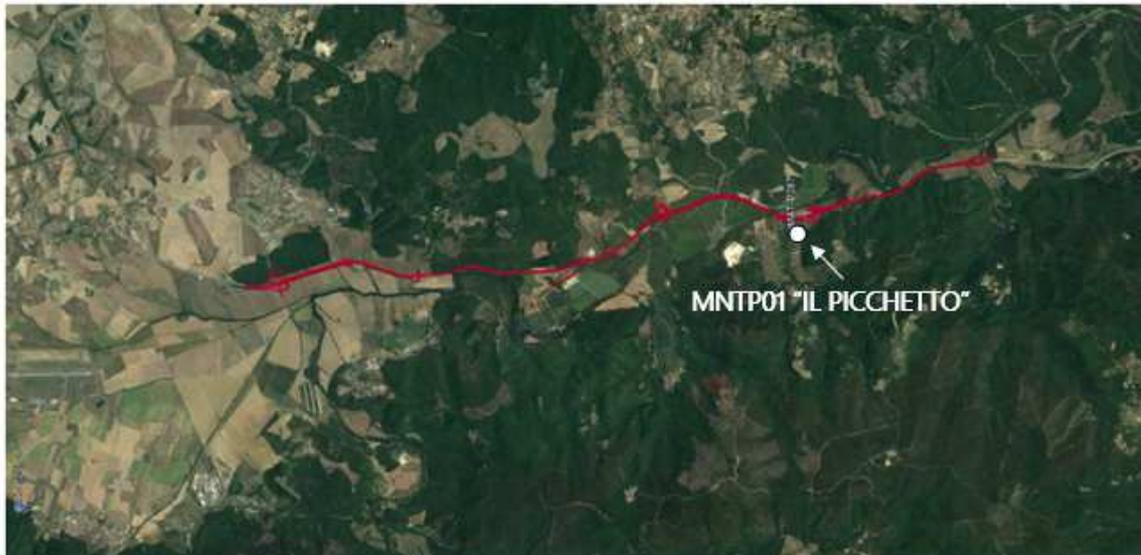


Figura 7 Interrogazione Pozzo idropotabile "il Picchetto" (da:  
<http://sira.arp.at.toscana.it/sira/progetti/captazioni/mappa/map.php>).

Il punto d'acqua maggiormente sensibile più vicino alla strada in progetto, nonché alle aree di cantiere, è il pozzo idropotabile "*il Picchetto*", ubicato nel comune di Monticiano nell'omonima località, gestito dall'acquedotto del Fiora. In particolare, risultano prossime al pozzo idropotabile il picchetto i cantieri fissi CO.04, CO.05 come si evince dallo stralcio riportato di seguito.

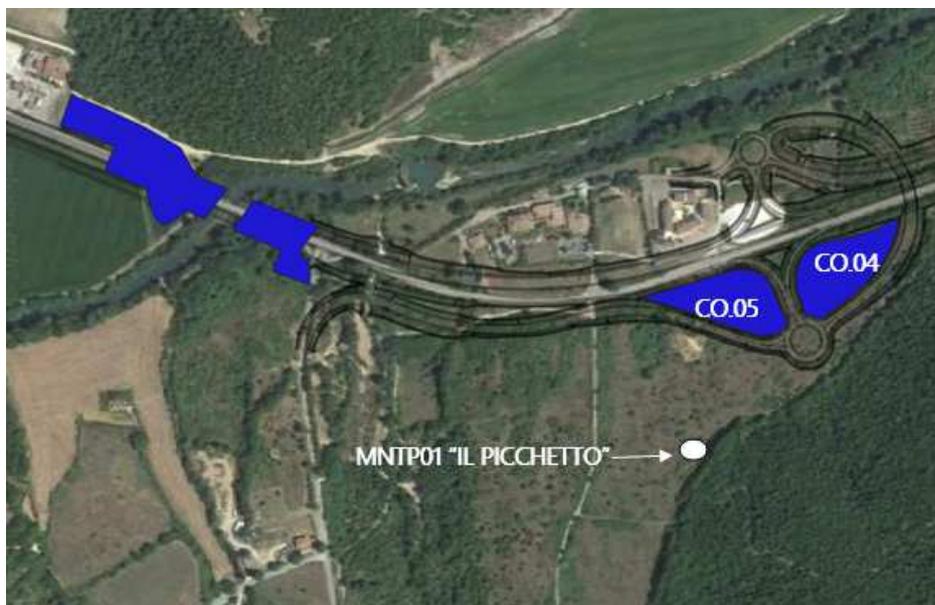


Figura 8 Pozzo idropotabile "il Picchetto" e aree di cantiere che possono interferire con esso.

Nella Carta di vulnerabilità degli acquiferi, edita dal Piano Strutturale del Comune di Monticiano è indicata, oltre all'ubicazione del punto d'acqua, la relativa zona di rispetto sono graficizzate le linee isopiezometriche relative alla falda più profonda, contenuta nelle Breccie di Grotti. L'interrogazione dei punti presenti prossimi

all'opera in esame ha consentito di valutare le profondità dei pozzi e della falda intercettata, unitamente alla produttività del punto d'acqua (quando disponibile), come schematizzato nella sottostante tabella per il pozzo prossimo alle aree di cantiere presenti lungo il tracciato in progetto.

Codice Pozzo (n. )	Quota (m s.l.m.)	Profondità pozzo (m dal p.c.)	Livello statico (m dal p.c.)	Portata emunta (l/sec)
<b>198000 (il Picchetto)</b>	n.d.	97.00	15.50	3.00

Di seguito si riporta la scheda relativa al punto d'acqua censito.

ISPRRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale																																																							
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)																																																							
<b>Dati generali</b>	<b>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</b>																																																						
Codice: 198000 Regione: TOSCANA Provincia: SIENA Comune: MONTICIANO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 97.00 Quota p.c. (m): ND Anno realizzazione: 1991 Numero diametri: 3 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 3.000 Portata esercizio (l/s): 3.000 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 8 Longitudine WGS84 (dd): 11.280450 Latitudine WGS84 (dd): 43.140950 Longitudine WGS84 (dms): 11° 16' 49.63" E Latitudine WGS84 (dms): 43° 08' 27.42" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia																																																							
<b>DIAMETRI PERFORAZIONE</b>																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>25,00</td> <td>25,00</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25,00</td> <td>52,00</td> <td>27,00</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>52,00</td> <td>97,00</td> <td>45,00</td> <td>350</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	0,00	25,00	25,00	500	2	25,00	52,00	27,00	400	3	52,00	97,00	45,00	350																																			
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)																																																			
1	0,00	25,00	25,00	500																																																			
2	25,00	52,00	27,00	400																																																			
3	52,00	97,00	45,00	350																																																			
<b>FALDE ACQUIFERE</b>																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>52,00</td> <td>78,00</td> <td>26,00</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	1	52,00	78,00	26,00																																															
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)																																																				
1	52,00	78,00	26,00																																																				
<b>POSIZIONE FILTRI</b>																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>52,00</td> <td>78,00</td> <td>26,00</td> <td>273</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	52,00	78,00	26,00	273																																													
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)																																																			
1	52,00	78,00	26,00	273																																																			
<b>MISURE PIEZOMETRICHE</b>																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data rilevamento</th> <th>Livello statico (m)</th> <th>Livello dinamico (m)</th> <th>Abbassamento (m)</th> <th>Portata (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>mar/1991</td> <td>15,50</td> <td>49,90</td> <td>34,40</td> <td>3,000</td> </tr> </tbody> </table>	Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	mar/1991	15,50	49,90	34,40	3,000																																													
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)																																																			
mar/1991	15,50	49,90	34,40	3,000																																																			
<b>STRATIGRAFIA</b>																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Spessore (m)</th> <th>Eta geologica</th> <th>Descrizione litologica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td></td> <td>TERRENO VEGETALE</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1,00</td> <td>4,00</td> <td>3,00</td> <td></td> <td>ARGILLA BRECCIATA</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4,00</td> <td>7,00</td> <td>3,00</td> <td></td> <td>ARGILLA CON TROVANTI DI ARENARIA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>7,00</td> <td>15,00</td> <td>8,00</td> <td></td> <td>CALCARE CONGLOMERATO</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>15,00</td> <td>25,00</td> <td>10,00</td> <td></td> <td>ROCCIA DURA GIALLASTRA</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>25,00</td> <td>52,00</td> <td>27,00</td> <td></td> <td>CALCARE RETICO CON TRACCE DI CAOLINO COMPATTO</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>52,00</td> <td>78,00</td> <td>26,00</td> <td>RETICO</td> <td>CALCARE RETICO SPORCO CON QUALCHE VENTATA DI ACQUA</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>78,00</td> <td>97,00</td> <td>19,00</td> <td></td> <td>GALESTRO GRIGIO-NERASTRO</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Eta geologica	Descrizione litologica	1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE	2	1,00	4,00	3,00		ARGILLA BRECCIATA	3	4,00	7,00	3,00		ARGILLA CON TROVANTI DI ARENARIA	4	7,00	15,00	8,00		CALCARE CONGLOMERATO	5	15,00	25,00	10,00		ROCCIA DURA GIALLASTRA	6	25,00	52,00	27,00		CALCARE RETICO CON TRACCE DI CAOLINO COMPATTO	7	52,00	78,00	26,00	RETICO	CALCARE RETICO SPORCO CON QUALCHE VENTATA DI ACQUA	8	78,00	97,00	19,00		GALESTRO GRIGIO-NERASTRO	
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Eta geologica	Descrizione litologica																																																		
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE																																																		
2	1,00	4,00	3,00		ARGILLA BRECCIATA																																																		
3	4,00	7,00	3,00		ARGILLA CON TROVANTI DI ARENARIA																																																		
4	7,00	15,00	8,00		CALCARE CONGLOMERATO																																																		
5	15,00	25,00	10,00		ROCCIA DURA GIALLASTRA																																																		
6	25,00	52,00	27,00		CALCARE RETICO CON TRACCE DI CAOLINO COMPATTO																																																		
7	52,00	78,00	26,00	RETICO	CALCARE RETICO SPORCO CON QUALCHE VENTATA DI ACQUA																																																		
8	78,00	97,00	19,00		GALESTRO GRIGIO-NERASTRO																																																		
ISPRRA - Copyright 2018																																																							

Figura 9 Scheda pozzo codice 198000

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Si riportano i risultati della consultazione dei pozzi esistenti nell’ambito del corridoio di studio. Le figure riportate sono state reperite mediante il visualizzatore realizzato da ISPRA e SNPA in cui è riportato l’archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/84).

Codice Pozzo (n.)	Quota (m s.l.m.)	Profondità pozzo (m dal p.c.)	Livello statico (m dal p.c.)	Portata emunta (l/sec)
154949	308	160.00	149.00	0.66
154950	210	100.00	49.00	10.00
198000 (il Picchetto)	n.d.	97.00	15.50	3.00
198016	232	80.00	47.00	2.50
198022	195	90.00	n.d.	n.d.
207335	210	45.00	6.00	3.50

Nelle immagini seguenti sono visualizzati i pozzi suddetti, il tracciato di progetto e le aree di cantiere, che risultano esterne alle aree di rispetto dei pozzi.



Figura 10 - Ubicazione pozzi settore meridionale corridoio di studio da Portale ISPRA-SNPA con evidenza degli svincoli "Picchetto" e "Fontazzi"



Figura 11 - Ubicazione pozzi settore settentrionale corridoio di studio da Portale ISPRA-SNPA

### 8.3 MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO

Le misure verranno effettuate mediante piezometri, del tipo a tubo aperto, appositamente installati nei fori di sondaggio

Il sondaggio, a carotaggio continuo, permetterà di accertare la stratigrafia locale e di conseguenza definire la profondità di posa del piezometro. Questo sarà costituito da un tubo in PVC, con diametro interno tale da consentire le operazioni di prelievo dei campioni d'acqua (si consiglia 4"), che sarà fenestrato per tutta l'altezza o nel tratto corrispondente allo strato permeabile e, in linea di principio, dovrà permettere di monitorare la falda più superficiale. Il fondo del piezometro dovrà raggiungere il substrato impermeabile (argille varicolori, flysch a prevalente contenuto argilloso) e intestarsi per almeno 50 cm, mentre la quota di posizionamento della porzione filtrante sarà stabilita in funzione dei risultati della perforazione. Il fondo del tubo piezometrico dovrà essere chiuso mediante fondello cieco impermeabile. La posa del piezometro dovrà essere preceduta da un accurato lavaggio del foro di sondaggio (fino a quando non esce acqua chiara) e da misure per controllare l'effettiva profondità raggiunta dalla perforazione. Il tubo in PVC sarà circondato da rete REP o da feltro in tessuto non tessuto e da un filtro in sabbia grossolana pulita o in ghiaietto siliceo calibrato, da posizionare nell'intercapedine perforo-tubazione in corrispondenza del tratto fenestrato. Al termine di questa fase verrà estratta la tubazione di rivestimento del foro, curando di aggiungere sabbia se necessario. È opportuno che il tratto terminale del foro, per la lunghezza di almeno 1 metro, sia sigillato con un tappo in materiale argilloso o cementato, per impedire l'ingresso nel piezometro di acque superficiali. La tubazione di misura dovrà sporgere 20 ÷ 30 cm dal piano campagna e sarà protetta da un chiusino carrabile in ghisa, munito di lucchetto. Al termine della perforazione si dovrà redigere la stratigrafia del sondaggio, indicando anche la profondità di posa del piezometro e la lunghezza del tratto forato.

Si riporta nella seguente tabella la profondità indicativa della falda da p.c. per ogni piezometro, per valutare la profondità che dovrà avere ogni singolo piezometro.

Codice punto di misura	Ubicazione	Profondità stimata della falda (m s.l.m.)
------------------------	------------	---

AST_01	cantiere operativo 4	160
AST_02	cantiere operativo 5	160
AST_03	cantiere operativo 13	165
AST_04	cantiere operativo 10	170
AST_05	cantiere operativo 12	185
AST_06	cantiere operativo 11	175
AST_07	cantiere operativo 1 (viadotto Ornate)	155
AST_08	cantiere operativo 3	165
AST_09	cantiere operativo 6 (viadotto Merse)	160
AST_10	cantiere base 9	165
AST_11	cantiere operativo 8	170
AST_12	Lungo l'alveo del F. Merse a monte del viadotto in loc (Bagni del Doccio)	160

Mediante i piezometri, verranno effettuate le seguenti attività di rilevamento:

- misura del livello piezometro,
- prelievo di campioni d'acqua e analisi di laboratorio dei parametri fisico-chimici e batteriologici.

Si precisa che il punto AST\_02 è posizionato sul limite esterno del perimetro del cantiere, sulla isopieza, considerando il limite della fascia di rispetto del pozzo ad uso idropotabile il Picchetto (codice ISPRA 19800).

### 8.3.1 Misura del livello piezometrico

Le misure del livello piezometrico saranno eseguite mediante sondino elettrico (freatimetro) e riportate in apposite schede di rilevamento delle acque sotterranee. Per meglio caratterizzare le connessioni esistenti tra le oscillazioni stagionali della falda e l'andamento delle piogge sulla scheda andranno anche riportati i dati pluviometrici dell'area registrati nel giorno in cui si eseguono le letture piezometriche.

### 8.3.2 Prelievo di campioni d'acqua e analisi di laboratorio

I campionamenti e le successive analisi delle acque verranno eseguite secondo i metodi analitici per le acque stabiliti da APAT e IRSA - CNR (Manuali e linee guida 29/2003).

I punti di analisi dovranno essere catalogati inserendo le suddette caratteristiche:

- 1) coordinate (Gauss- Boaga);
- 2) stratigrafia dei terreni e segnalazione dei livelli saturi incontrati.

Le attrezzature di campionamento dovranno essere decontaminate prima dell'utilizzazione.

Dovranno essere usati contenitori nuovi.

Il D. Lgs. 152/2006 (nell'allegato 1 alla parte III) e s.m.i. stabilisce che, "per tutti i corpi idrici sotterranei selezionati il monitoraggio riguarda tutti i parametri di base seguenti:

- tenore di Ossigeno;
- valore di pH;
- conduttività;
- nitrati;
- ione ammonio."

Nell'ambito del presente monitoraggio è previsto di integrare ed estendere la rilevazione dei suddetti parametri; per ciascuno dei punti di monitoraggio saranno rilevati i parametri indicati nella seguente tabella:

ACQUE SOTTERRANEE					
Parametri	u.m.	Limite di legge	Limite rilevabilità	di	Metodo di analisi
<b>IDROLOGICI-IDROMORFOLOGICI</b>					
Livello idrico	m <sup>3</sup> /s				
<b>FISICO-CHIMICI</b>					
Conduttività elettrica a 20°C	µS/cm	-	10		APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003
Ossigeno disciolto	mg/l	-	0.5		ASTM D888 Metodo B- 12e1 - in campo
pH		-	1		APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003 - in campo
Potenziale Redox	mV	-	-		ASTM D1498 - 08 - in campo
Temperatura dell'acqua	°C	-	1		APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003 – in campo
Temperatura dell'aria	°C	-	1		APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003 – in campo
<b>CHIMICI (laboratorio)</b>					
D-Lgs- n 152/2006 Sss.mm.ii – PARTE IV – Titolo V – Allegato 5 – Tabella 2 "Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee"					
<b>METALLI</b>					
Arsenico	µg/l	10	0.001		EPA 6020B 2014
Cadmio	µg/l	5	0.0005		EPA 6020B 2014
Cromo totale	µg/l	50	0.005		EPA 6020B 2014
Cromo esavalente	µg/l	5	0.5		EPA7199 1996
Ferro	µg/l	200	10		EPA 6020B 2014
Manganese	µg/l	50	5		EPA 6020B 2014

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Nichel	µg/l	20	0.002	EPA 6020B 2014
Piombo	µg/l	10	0.001	EPA 6020B 2014
Rame	µg/l	1000	5	EPA3051-3020
Zinco	µg/l	3000	0,050	EPA3051-3020
<b>INQUINANTI INORGANICI</b>				
Solfati	mg/l	250	0.1	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>				
Benzene	µg/l	1	0.01	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Etilbenzene	µg/l	50	0.02	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Toluene	µg/l	15	0.02	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
p-Xilene	µg/l	10	0.04	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
<b>ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI</b>				
1,1-Dicloroetilene	µg/l	0.05	0.005	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
1,2-Dicloroetano	µg/l	3	0.01	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Clorometano	µg/l	1.5	0.01	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Cloruro di vinile	µg/l	0.5	0.005	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Esaclorobutadiene	µg/l	0.15	0.005	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Tetracloroetilene	µg/l	1.1	0.001	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Tricloroetilene	µg/l	1.5	0.01	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Triclorometano	µg/l	0.15	0,003	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
Sommatoria organoalogenati	µg/l	10	0.1	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
<b>ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI</b>				
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l	0.05	0.00001	
1,1,2-Tricloroetano	µg/l	0.2	0.005	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
1,1-Dicloroetano	µg/l	810	1	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
1,2,3-Tricloropropano	µg/l	0.001	0.00001	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
1,2-Dicloroetilene	µg/l	60	1	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018
1,2-Dicloropropano	µg/l	0.15	0.01	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018

FITOFARMACI					
2,4'-DDD	$\mu\text{g/l}$	0.1	0.00056	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	
2,4'-DDE	$\mu\text{g/l}$	0.1	0.00056	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	
2,4'-DDT	$\mu\text{g/l}$	0.1	0.00056	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	
4,4'-DDD	$\mu\text{g/l}$	0.1	0.00056	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	
4,4'-DDE	$\mu\text{g/l}$	0.1	0.00056	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	
4,4'-DDT	$\mu\text{g/l}$	0.1	0.00056	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	
Aldrin	$\mu\text{g/l}$	0.03	0.00056	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	
Beta-esacloroesano	$\mu\text{g/l}$	0.1	0.00056	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	
Dieldrin	$\mu\text{g/l}$	0.03	0.00056	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	
ALTRE SOSTANZE					
Idrocarburi totali	$\mu\text{g/l}$	350	10	EPA5021 3510 3620 8015	
MTBE	$\mu\text{g/l}$	40	2	EPA 5030C 2003 + EPA 8015C 2007	
Nitrati	$\mu\text{g/l}$	500	0,1	APAT4020	
Ione ammonio	mg/l		0,64	APAT4030 B	

Per il rilevamento dei parametri indicati in tabella, saranno adottati i metodi indicati o metodi analoghi, nel rispetto del limite di rilevabilità di almeno 1/10 del valore di riferimento.

Il progetto esecutivo non prevede l'utilizzo di schiumogeni o fluidificanti durante le attività di perforazione. Qualora durante i lavori l'utilizzo di tali sostanze si rendesse invece necessaria, sarà onere dell'impresa esecutrice integrare il protocollo analitico per il monitoraggio delle relative sostanze.

### 8.3.2.1 CAMPIONAMENTO

Per ogni singolo campione è necessario che siano garantite la stabilità e l'inalterabilità di tutti i costituenti nell'intervallo di tempo che intercorre tra il prelievo e l'analisi.

Un campione ambientale, nel momento stesso in cui viene separato e confinato in un recipiente non rappresenta più, a stretto rigore, il sistema di origine. Da quel momento il campione inizia a modificarsi fisicamente (evaporazione, sedimentazione, adsorbimento alle pareti del contenitore ecc.), chimicamente (reazioni di neutralizzazione, trasformazioni ossidative ecc.) e biologicamente (attacco batterico, fotosintesi ecc.).

Per quanto attiene ai tempi massimi intercorrenti tra il prelievo e l'analisi è raccomandabile eseguire sempre le analisi sui campioni, il più presto possibile dopo la raccolta. La consegna al laboratorio deve avvenire entro 24 ore dal prelievo. Il campione deve essere conservato tramite refrigerazione a 4°C per impedirne il deterioramento.

I contenitori utilizzati per la raccolta e il trasporto dei campioni non devono alterare il valore dei parametri per cui deve essere effettuata la determinazione, in particolare:

- non devono cedere o adsorbire sostanze, alterando la composizione del campione;
- devono essere resistenti ai vari costituenti eventualmente presenti nel campione;
- devono garantire la perfetta tenuta, anche per i gas disciolti e per i composti volatili, ove questi siano oggetto di determinazioni analitiche.

I materiali più usati per i contenitori sono generalmente il vetro e la plastica. Il vetro rimane il materiale da preferire e per il monitoraggio si consiglia di utilizzare:

- contenitore in polietilene da 2 l per le analisi dei metalli e delle specie metalliche, con aggiunta di HNO<sub>3</sub> fino a pH<2;
- contenitore in vetro da 1 l per l'analisi del TOC;
- contenitore in vetro da 1 l per le analisi degli idrocarburi;
- contenitore in vetro da 1 l per le analisi dei tensioattivi anionici e non ionici;
- contenitore in polietilene da 500 ml per i nitrati.

I contenitori utilizzati andranno etichettati indicando il codice della stazione di monitoraggio, la data e l'ora del prelievo e dovranno essere recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo, prevedendone il trasporto mediante contenitore refrigerato alla temperatura di 4°C.

### 8.3.2.2 ANALISI DI LABORATORIO

Non appena il campione arriverà in laboratorio, prima di procedere con le analisi previste, si dovrà:

- verificare l'assoluta integrità dei campioni (in caso di recipienti danneggiati il campionamento deve essere nuovamente effettuato);
- verificare che ciascun contenitore riporti in modo leggibile tutte le indicazioni che permettano un'identificazione chiara e precisa del punto di monitoraggio;
- verificare la taratura degli strumenti che saranno utilizzati per le determinazioni analitiche.

Il riferimento per la caratterizzazione chimica delle acque è il manuale "Metodi Analitici per le Acque" (IRSA-APAT Rapporto 29/2003).

Le analisi chimiche devono essere eseguite presso laboratori accreditati e certificati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Dovranno inoltre essere in accordo con la normativa vigente e condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tenendo conto di eventuali implementazioni, modifiche o abrogazioni.

## 8.4 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE

I punti di misura sono stati scelti tenendo conto dei seguenti fattori:

- qualità e sensibilità del ricettore potenziale interferito;
- rilevanza, per la componente in esame, delle azioni di progetto;
- modalità e tipologia degli accertamenti da effettuare.

Nella seguente tabella sono elencati i punti di monitoraggio, la relativa ubicazione e le possibili cause di impatto:

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Possibile Impatto</i>
-------------------------------	-------------------	--------------------------

AST_01	cantiere operativo 4	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative della falda a causa delle lavorazioni presso il cantiere 4
AST_02	cantiere operativo 5	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative della falda a causa delle lavorazioni presso il cantiere 5 – vicinanza pozzo ad uso idropotabile il Picchetto (codice ISPRA 19800).
AST_03	cantiere operativo 13	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative della falda a causa delle lavorazioni presso il cantiere 13
AST_04	cantiere operativo 10	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative della falda a causa delle lavorazioni presso il cantiere 10
AST_05	cantiere operativo 12	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative della falda a causa delle lavorazioni presso il cantiere 12
AST_06	cantiere operativo 11	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative della falda a causa delle lavorazioni presso il cantiere 11
AST_07	cantiere operativo 1 (viadotto Ornate)	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative della falda a causa delle lavorazioni di demolizione e ricostruzione del viadotto Ornate presso il cantiere 1
AST_08	cantiere operativo 3	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative della falda a causa delle lavorazioni presso il cantiere 3
AST_09	cantiere operativo 6 (viadotto Merse)	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative della falda a causa delle lavorazioni di demolizione e ricostruzione del viadotto Merse presso il cantiere 6
AST_10	cantiere base 9	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative della falda a causa delle lavorazioni di demolizione e ricostruzione del viadotto Merse presso il cantiere base 9
AST_11	cantiere operativo 8	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative della falda a causa delle lavorazioni di demolizione e ricostruzione del viadotto Merse presso il cantiere operativo 8
AST_12	Lungo l'alveo del F. Merse a monte del viadotto in loc (Bagni del Doccio)	Rischio di alterazione delle caratteristiche quali-quantitative della falda a causa delle lavorazioni di demolizione e ricostruzione del viadotto Merse

Si evidenzia che, in fase di esercizio, il sistema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma è stato dimensionato in modo da evitare la dispersione delle stesse nelle aree limitrofe.

Per monitorare comunque l'efficacia del sistema adottato è previsto il monitoraggio PO per le aree più sensibili, individuate in prossimità di pozzi e sorgenti termali. Situazioni potenzialmente critiche che dovessero emergere nelle fasi di monitoraggio precedenti (AO e CO) potranno determinare l'integrazione del PMA per la fase PO.

## 8.5 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Sarà necessario prevedere una certa flessibilità ed adattabilità del monitoraggio alle condizioni meteo-climatiche dell'area e, in caso di impossibilità ad eseguire i rilievi nel periodo previsto dal cronoprogramma, le misure dovranno essere rinviate al primo giorno utile in cui nei piezometri sarà rinvenuta una quantità d'acqua sufficiente per effettuare il campionamento chimico-fisico.

### 8.5.1 Monitoraggio ante operam (AO)

Per effettuare i rilievi, in tale fase si dovrà provvedere a eseguire preliminarmente i fori di sondaggi in cui installare i piezometri.

Per disporre di un set di dati significativi, il monitoraggio AO dovrà avere durata di almeno 12 mesi, durante i quali verrà effettuata 1 misura ogni trimestre. Le misure dovranno coincidere, possibilmente, con la fase di morbida e di massima della falda e due nei periodi intermedi.

### 8.5.2 Monitoraggio in corso d'opera (CO)

Nella fase in CO il monitoraggio sarà condotto per tutta la durata del cantiere fino alla conclusione della fase di realizzazione delle opere, stimata in 3 anni, con una frequenza trimestrale. Resta inteso che in funzione degli avanzamenti delle lavorazioni, le cadenze d'indagine potranno essere eventualmente variate per adattarsi alle particolari condizioni locali.

Si precisa che il punto AST\_02 è posizionato poco al di fuori della zona di rispetto per il pozzo ad uso idropotabile il Picchetto (codice ISPRA 19800).

Inoltre, il punto AST\_12 è posizionato nell'area in cui sono presenti delle venute di acque termali non captate poste lungo l'alveo del fiume Merse a monte del viadotto (Bagni del Doccio).

### 8.5.3 Monitoraggio post operam (PO)

La fase PO dovrà avere la durata di 1 anno, con l'esecuzione di 1 campagna ogni trimestre.

La fase PO è prevista solo in corrispondenza delle aree più sensibili, come quelle dove il tracciato si sviluppa in prossimità di pozzi (AST\_01- AST\_02 per la vicinanza del pozzo "il Picchetto") e sorgenti termali (AST\_12) e nelle immediate vicinanze della zona di coltivazione del riso (AST\_03, AST\_09, AST\_10, AST\_11).

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le tre fasi:

<i>Fase</i>	<i>Durata fase</i>	<i>Parametri</i>	<i>Stazioni di monitoraggio</i>	<i>Frequenza</i>	<i>n. campagne</i>
AO	1 anno	Idrologici – Chimico fisici	tutte	Trimestrale	4
		Chimici (di laboratorio)		Trimestrale	4
CO	3 anni	Idrologici – Chimico fisici	tutte	Trimestrale	12
		Chimici (di laboratorio)	tutte	Trimestrale	12
PO	1 anno	Idrologici – Chimico fisici	AST_01, AST_02,	Trimestrale	4
		Chimici (di laboratorio)	AST_03, AST_09, AST_10, AST_11, AST_12	Trimestrale	4

e una sintesi delle attività previste dal PMA per il monitoraggio della componente:

Parametri		Campagne e Frequenza		
		AO (1 anno)	CO (3 anni)	PO (1 anno)
Idrologici – Chimico fisici	Livello piezometrico	trimestrale	trimestrale	trimestrale
	parametri chimico-fisici	trimestrale	trimestrale	trimestrale
Chimici (di laboratorio)	Parametri chimici	trimestrale	trimestrale	trimestrale
	parametri batteriologici	trimestrale	trimestrale	trimestrale
	parametri biologici	trimestrale	trimestrale	trimestrale

### 8.6 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero complessivo di campagne di misura previste:

Codice punto di misura	Campagne							
	AO		CO		PO		TOT	
	Idrologici– Chimico fisici	Chimici						
AST_01	4	4	12	12	4	4	20	20
AST_02	4	4	12	12	4	4	20	20
AST_03	4	4	12	12	4	4	20	20
AST_04	4	4	12	12	-	-	16	16
AST_05	4	4	12	12	-	-	16	16
AST_06	4	4	12	12	-	-	16	16
AST_07	4	4	12	12	-	-	16	16
AST_08	4	4	12	12	-	-	16	16
AST_09	4	4	12	12	4	4	20	20
AST_10	4	4	12	12	4	4	20	20
AST_11	4	4	12	12	4	4	20	20
AST_12	4	4	12	12	4	4	20	20

---

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

TOT	48	48	144	144	28	28	220	220
-----	----	----	-----	-----	----	----	-----	-----

## 9. PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ATMOSFERA

### 9.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

La componente atmosfera sarà sottoposta a monitoraggio al fine di:

- verificare, in fase di costruzione dell'infrastruttura, le eventuali variazioni dello stato di qualità dell'aria per il sito in esame;
- verificare gli eventuali incrementi nel livello di concentrazione degli inquinanti rispetto ai requisiti indicati dalla normativa o da linee guida di settore e le eventuali conseguenze sull'ambiente;
- tutelare i ricettori sensibili da alterazioni anche locali dello stato di qualità dell'aria e intervenire, se necessario, con opportune misure mitigative.

Il monitoraggio della componente atmosfera è finalizzato a determinare la riduzione della qualità dell'aria per effetto delle attività di costruzione dell'infrastruttura. Le attività più critiche sono sostanzialmente riconducibili:

- al sollevamento e dispersione di polveri legate alla movimentazione di inerti o al transito di mezzi d'opera su piste di cantiere;
- agli inquinanti emessi dai mezzi d'opera in movimento.

Di conseguenza, il monitoraggio della qualità dell'aria, concordemente alla metodologia classica, prevedrà:

- raccolta dei dati meteorologici locali;
- monitoraggio dei livelli di concentrazione degli inquinanti emessi durante la fase di costruzione (in particolare PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e PTS) in prossimità di ricettori critici posti lungo l'infrastruttura in costruzione, presso i cantieri operativi o in prossimità della viabilità utilizzata per il trasporto dei materiali necessari alla costruzione dell'infrastruttura;
- monitoraggio dei livelli di concentrazione degli inquinanti prodotti dai motori dei veicoli in transito sulla strada (NO<sub>x</sub>, CO, Benzene, SO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>).

I dati raccolti saranno integrati con i dati eventualmente disponibili presso gli enti che gestiscono reti di monitoraggio esistenti.

### 9.2 MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO

Le misure saranno eseguite con laboratori mobili strumentati in grado di rilevare in automatico i parametri richiesti.

I parametri da rilevare, a seconda della fase di monitoraggio, saranno i seguenti:

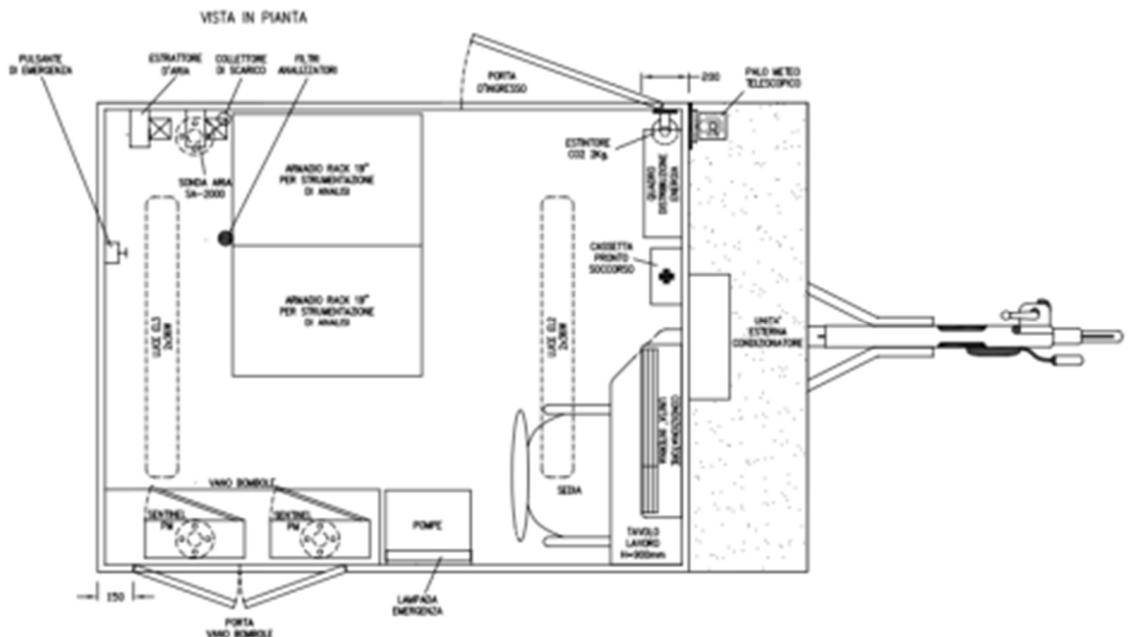
<i>Parametro</i>	<i>Stazioni di monitoraggio</i>	<i>Ante Operam</i>	<i>Corso d'Opera</i>	<i>Post Operam</i>
PM <sub>10</sub>		X	X	X
PM <sub>2,5</sub>		X	X	X
NO <sub>x</sub>		X	X	X

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

CO		X		X
Benzene		X		X
Metalli (Pb, As, Ni, Cd);		X		X
NO <sub>2</sub>		X		X
SO <sub>2</sub>		X		X
O <sub>3</sub>		X		X
Parametri meteorologici (T temperatura media dell'aria, °C; DV direzione del vento, gradi sessagesimali; VV velocità media vento, m/s; UR umidità relativa aria, %; PP entità precipitazioni, mm; PA pressione atmosferica, kPa.		X	X	X

I parametri di qualità dell'aria verranno monitorati attraverso la strumentazione installata sul laboratorio mobile, rilevando contemporaneamente i parametri meteorologici durante tutto il periodo di misurazione e su base oraria.

La singola stazione di monitoraggio è realizzata su un telaio rimorchiabile con struttura di contenimento in vetroresina monoscocca autoportante.



All'interno della cabina vengono realizzati i seguenti circuiti pneumatici:

- Sistema di campionamento aria ambiente
- Sistema di distribuzione gas di misura e gas di calibrazione
- Sistema di scarico gas.
- Sistema di campionamento aria ambiente

Il sistema di campionamento multiplo degli inquinanti gassosi è composto da:

- testa di prelievo in materiale inerte per evitare fenomeni di adsorbimento;
- linea di prelievo termostata;
- gruppo di distribuzione;
- gruppo di aspirazione;
- gruppo di scarico.

L'aria è introdotta nella linea di aspirazione per mezzo della testa di prelievo, a presa circolare su 360° protetta da griglia anti-insetti e da una calotta emisferica di protezione da pioggia battente. La linea di prelievo, rettilinea e verticale è realizzata in acciaio inox e collega la testa di prelievo con il distributore dell'aria tramite una flangia al tetto della cabina. La linea di prelievo è opportunamente termostata al fine di evitare la formazione di condensa sulla parete.

#### **Sistema di distribuzione gas di misura e gas di calibrazione agli analizzatori**

La pneumatica di distribuzione gas per il trasporto del campione dal manifold di distribuzione ai singoli analizzatori è realizzata mediante tubi in PTFE 4x6 mm di lunghezza quanto più breve possibile. La distribuzione dei gas di taratura, dai cilindri di calibrazione contenuti nell'apposito vano bombole verso gli strumenti, è realizzata all'interno di opportune canaline in resina autoestingente specificatamente identificate (CEI 23-32). Tra il distributore ed ogni strumento è interposto un filtro in teflon, del diametro di 47 mm e granulometri 0.5 µm, racchiuso in un opportuno contenitore facilmente ispezionabile, per assicurare la completa eliminazione della polvere e di eventuali corpi estranei dal campione di misura.

#### **Sistema di scarico gas**

Lo scarico del sistema di campionamento dell'aria avviene direttamente a valle della pompa di aspirazione. Il sistema di espulsione degli exhaust degli strumenti viene realizzato con apposito collettore in PVC (diametro 2") di raccolta e scarico gas a sottopavimento stazione.

#### **Analizzatori di inquinanti gassosi**

Si riporta di seguito la dettagliata descrizione di tutte le apparecchiature analitiche installate all'interno della singola stazione di analisi:

- Nr. 1 Analizzatore automatico in continuo di Anidride Solforosa (SO<sub>2</sub>);
- Nr. 1 Analizzatore automatico in continuo di Monossido di Carbonio (CO);
- Nr. 1 Analizzatore automatico in continuo di Ozono (O<sub>3</sub>);
- Nr. 1 Analizzatore automatico in continuo di Ossidi di Azoto (NO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>);

- Nr. 1 Analizzatore automatico in continuo di BTEX;
- Misuratore automatico in continuo di particolato PM<sub>10</sub> (bilancia raggi beta) per la fase Corso d'Opera;
- Nr. 1 Sistema di campionamento gravimetrico sequenziale per successive analisi di laboratorio (in parallelo) dei seguenti parametri: PM<sub>10</sub> nella fase AO e PO e PM<sub>2,5</sub>.
- Nr. 1 Stazione Meteo;

Nella successiva tabella è indicato, per ogni inquinante, il tempo di campionamento, l'unità di misura e le eventuali elaborazioni statistiche particolari da effettuare sui dati:

<i>Parametro</i>	<i>Campionamento</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Elaborazioni statistiche</i>	<i>Campionamento e determinazione</i>
CO	1h	mg/m <sup>3</sup>	media su 8h / media su 1h	Automatico
NO <sub>x</sub>	1h	μg/m <sup>3</sup>	media su 1h	Automatico
PM <sub>10</sub>	24h	μg/m <sup>3</sup>	media su 1h	Automatico in CO
PM <sub>10</sub>	1h	μg/m <sup>3</sup>	media su 24h	Gravimetrico in AO e PO
PM <sub>2,5</sub>	1h	μg/m <sup>3</sup>	media su 24h	Gravimetrico
SO <sub>2</sub>	1h	μg/m <sup>3</sup>	media su 1h	Automatico
O <sub>3</sub>	1h	μg/m <sup>3</sup>	media su 1h	Automatico
Benzene	1h	μg/m <sup>3</sup>	media su 1h ovvero media settimanale	Automatico
Benzo(a)pyrene	24h	μg/m <sup>3</sup>	media su 24h	Determinazione analitica su particolato
Metalli pesanti (Pb, As, Ni, Cd)	24h	μg/m <sup>3</sup>	media su 24h	Determinazione analitica su particolato

Quindi, i parametri CO, PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e Benzene verranno rilevati in continuo con apposito laboratorio e restituiti come valore medio orario (o come media su 8 ore laddove richiesto dalla normativa); i parametri PM<sub>10</sub> (sono nelle fasi AO e PO) e PM<sub>2.5</sub> verranno acquisiti mediante campionamento gravimetrico su filtro e restituiti come valore medio giornaliero; il parametro PM<sub>10</sub> verrà acquisito mediante bilancia a raggi beta nella fase CO.

Per quanto riguarda l'O<sub>3</sub>, il rilevamento andrà effettuato nel periodo estivo, considerando che tale parametro è uno dei principali responsabili dello smog fotochimico.

### 9.3 ACQUISIZIONE PARAMETRI METEOROLOGICI

Le variabili meteorologiche sono di fondamentale importanza rispetto ai livelli di inquinamento presenti. Regolano la velocità con cui gli inquinanti vengono trasportati e si disperdono in aria (velocità del vento, flussi turbolenti di origine termica, etc.) o portati al suolo (rimozione da parte della pioggia, etc.). Definiscono il volume in cui gli inquinanti si disperdono: l'altezza di rimescolamento, connessa alla quota della prima inversione termica, può essere identificata come la quota massima fino alla quale gli inquinanti si diluiscono.

Influenzano la velocità (o la presenza) di alcune reazioni chimiche che determinano la formazione in atmosfera degli inquinanti secondari, quali ad esempio l'ozono (es. radiazione solare).

La stazione meteorologica deve sorgere in luogo piano e libero e, se possibile, il suolo deve essere ricoperto da un tappeto erboso da cui vanno eliminate erbacce e cespugli. Dal punto di vista meteorologico deve essere invece garantita la rappresentatività rispetto alle condizioni meteorologiche del territorio oggetto di studio. È per tale ragione che si devono evitare zone soggette ad accumulo di masse d'aria fredda (fondovali stretti ecc.), aree prossime a stagni, a paludi o fontanili, specialmente se ad allagamento temporaneo, e le localizzazioni in aree sottoposte ad inondazioni frequenti.

Si riportano di seguito alcuni accorgimenti da adottare per la misurazione dei parametri meteo.

Pluviometro: eventuali ostacoli (alberi, edifici o altro) non devono circondare la bocca del pluviometro. La vicinanza di alberi oltre a costituire ostacolo può causare, con la caduta accidentale di foglie e rametti, l'ostruzione parziale della bocca tarata, dando errori nella registrazione della pioggia; A ciò si può ovviare eventualmente ponendo al di sopra della bocca tarata del pluviometro una rete metallica a maglia fine che dovrà essere ben ancorata allo strumento.

Aree in pendenza o su falde di tetti dovrebbero essere evitate. Gli effetti dell'inclinazione di un versante sul rilievo pluviometrico sono grossi;

È consigliata un'altezza da terra di almeno 30 cm.

Anemometro: lo strumento va posizionato su "terreno libero". Per terreno libero si intende un'area dove la distanza tra l'anemometro e qualsiasi ostacolo sia come minimo 8 - 10 volte l'altezza dell'ostacolo stesso.

Direzione del vento: per quanto riguarda la determinazione della direzione del vento si raccomanda di trovare con esattezza, mediante bussola, i punti cardinali del luogo dove si trova l'anemoscopio o la banderuola.

Igrometro: l'OMM (Organizzazione Meteorologica Mondiale) consiglia l'uso degli psicrometri a ventilazione forzata (OMM, 1983); è consigliata un'altezza compresa tra 1,25 m e 2 m.

Termometro: l'OMM consiglia l'uso di termometri esposti all'aria libera (a resistenza o termocoppia) dotati di elementi sensibili con reazione all'irraggiamento molto ridotta (OMM, 1983); è consigliata un'altezza compresa tra 1,25 m e 2 m da terra.

Pressione atmosferica: l'OMM consiglia l'uso di barometri a mercurio ad alta precisione.

### 9.3.1 Materiale Particolato (PM<sub>10</sub>)

Nella fase di corso d'opera, si prevede di utilizzare un metodo automatizzato che consente di ottenere il dato quasi in tempo reale.

Tale strumentazione è dotata di certificato di equivalenza al sistema di riferimento emesso da un laboratorio internazionalmente riconosciuto.

Il principio di misura utilizzato dalla strumentazione automatica è basato sull'attenuazione di radiazione beta.

Lo strumento utilizza filtri in fibra di vetro (1 filtro/24h) per la raccolta del particolato aerodisperso. Il filtro bianco, prima di raccogliere il particolato, viene posto tra una sorgente radioattiva interna allo strumento che emette elettroni (radiazione beta) e un rivelatore (contatore Geiger- Muller) che misura la radiazione che attraversa il filtro "pulito" (misura di bianco); successivamente un flusso d'aria costante per 24 ore attraversa il filtro su cui si deposita il particolato sospeso; al termine del periodo di campionamento il filtro viene riposizionato sotto alla sorgente radioattiva e il contatore Geiger misura nuovamente la radiazione che attraversa il filtro campionato. Poiché sulla superficie del filtro si è depositato il particolato l'intensità della radiazione beta risulterà attenuata rispetto alla misura di bianco. La differenza tra le 2 misure è proporzionale alla concentrazione di polvere in aria ambiente nelle 24 ore.

La selezione rispetto alla dimensione (diametro aerodinamico) delle particelle (esempio PM<sub>10</sub>) si ottiene mediante apposite teste di prelievo che, grazie ad una specifica costruzione geometrica, sono in grado di campionare esclusivamente la granulometria di polveri desiderata.

Il materiale particolato totale sospeso (PTS) viene determinato attraverso la filtrazione dell'aria con conseguente raccolta del particolato in sospensione fino ad un diametro aerodinamico dell'ordine dei 20 - 10 mm.

La concentrazione finale del materiale particolato viene ottenuta o attraverso pesatura del filtro e rapporto al volume di gas aspirato (metodo gravimetrico) o tramite assorbimento di radiazione beta (metodo automatico) che è in grado direttamente di rilasciare un dato di concentrazione.

Nel metodo gravimetrico viene usato un filtro a porosità compresa tra 0.4 e 0.8 mm posto su un supporto metallico resistente alla corrosione. Per l'aspirazione dei campioni d'aria vengono utilizzate pompe volumetriche azionate da motori elettrici in grado di funzionare in modo continuo e con un flusso di campionamento costante.

Nella fase AO e PO i prelievi saranno effettuati con campionatori sequenziali in grado di gestire in modo automatico il prelievo in sequenza di più filtri, operando con flusso di 20 l/min per periodi di tempo di 24 ore per filtro. I campionamenti saranno eseguiti su filtri in esteri di cellulosa o fibra di vetro, ponendo il porta filtro a circa 2 m dal suolo.

Le polveri raccolte su ciascun filtro sono determinate mediante pesata delle membrane prima e dopo il campionamento, previa apposita procedura di condizionamento in ambiente controllato.

Il filtro viene pesato prima e dopo il campionamento e la quantità che ne deriva viene rapportata al volume di aria campionata e normalizzata a 25 °C ed 1 atm.

Gli analizzatori automatici sono costituiti da un nastro di prelievo che può essere del tipo a carta continua o a catena di supporti metallici di porta filtri.

L'aria da analizzare viene aspirata attraverso il sistema filtrante in modo da trattenere le polveri sul nastro filtrante o su uno dei filtri sequenziali montati sulla catena di supporto.

All'inizio di ogni ciclo e al termine dello stesso il rivelatore determinerà l'assorbimento dei raggi beta emessi dalla sorgente da parte della polvere depositata sul filtro, essendo questa proporzionale al quantitativo di polvere presente ed in funzione del volume di aria filtrata l'analizzatore rilascerà il valore di concentrazione.

### 9.3.2 Materiale Particolato (PM<sub>2.5</sub>)

Il principio di misurazione si basa sulla raccolta su un filtro del PM<sub>2.5</sub> e sulla determinazione della sua massa per via gravimetrica.

Il valore di concentrazione di massa del materiale particolato è il risultato finale di un processo che include la separazione granulometrica della frazione PM<sub>2.5</sub> o la sua accumulazione sul mezzo filtrante e la relativa misura di massa con il metodo gravimetrico.

Un sistema di campionamento, operante a portata volumetrica costante in ingresso, preleva aria, attraverso un'appropriata testa di campionamento e un successivo separatore a impatto inerziale. La frazione PM<sub>2.5</sub> così ottenuta viene trasportata su un mezzo filtrante a temperatura ambiente. La determinazione della quantità di massa PM<sub>2.5</sub> viene eseguita calcolando la differenza fra il peso del filtro campionato e il peso del filtro bianco.

Ciascun filtro è pesato prima e dopo il campionamento in modo da determinare per differenza la massa del PM<sub>10</sub>. La concentrazione risulta dal rapporto fra la massa ed il volume di aria campionato (derivato dal rapporto fra portata misurata e tempo di campionamento) opportunamente riportato in condizioni standard.

La bilancia analitica deve avere una riproducibilità uguale a  $\pm 1 \mu\text{g}$ . Le procedure di pesata devono essere eseguite in una camera dove le condizioni di temperatura e umidità relativa corrispondono a quelle indicate nella procedura di condizionamento dei filtri. La bilancia deve essere calibrata immediatamente prima di ogni sessione di pesata.

I filtri utilizzati saranno costituiti da fibra di vetro, materiale ritenuto idoneo all'analisi chimica dei composti che costituiscono il campione. Tali filtri devono essere condizionati immediatamente prima di effettuare le pesate (precampionamento e post-campionamento). I filtri nuovi devono essere conservati nella camera di condizionamento fino alla pesata precampionamento. I filtri devono essere pesati immediatamente dopo il periodo di condizionamento. Le pesate pre e post-campionamento devono essere eseguite con la stessa bilancia e, possibilmente, dallo stesso operatore, utilizzando una tecnica efficace a neutralizzare le cariche elettrostatiche sul filtro.

### 9.3.3 Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>), Ossido di Azoto (NO<sub>x</sub>) e Monossido di Carbonio (CO)

Il monitoraggio di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), degli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e del monossido di carbonio (CO) dovrà essere realizzato mediante l'impiego di strumentazione automatica (analizzatori) contenuta nelle centraline fisse e/o mobili.

I metodi di riferimento per la valutazione di biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio sono descritti nel Decreto Legislativo 155/2010 (Allegato VI).

### 9.3.4 Benzo(a)pirene

Il monitoraggio del Benzo(a)pirene, sarà realizzato mediante l'impiego di strumentazione automatica (campionatori) contenuta nelle centraline fisse e/o mobili.

Il Benzo(a)pirene verrà determinato sul campione di PM<sub>10</sub>, dopo l'avvenuta pesata del particolato, per trattamento chimico e determinazione analitica (cromatografia HPLC per il B(a)P).

Il metodo di riferimento per la valutazione di biossido di zolfo è la Norma tecnica di riferimento: UNI EN 15549:2008 "Qualità dell'aria. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzo(a)pirene in aria ambiente".

### 9.3.5 Metalli (Pb, As, Ni, Cd)

Il monitoraggio dei metalli sarà realizzato mediante l'impiego di strumentazione automatica (campionatori) contenuta nelle centraline fisse e/o mobili.

I metalli (Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel) saranno determinati sul campione di PM<sub>10</sub>, dopo l'avvenuta pesata del particolato, per trattamento chimico e determinazione analitica (spettrometria di massa con plasma ad accoppiamento induttivo, ICP-MS).

Il metodo di riferimento per la misurazione è descritto nella norma UNI EN 14902:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione di Pb, Cd, As e Ni nella frazione PM<sub>10</sub> del particolato in sospensione".

## 9.4 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE

Gli ambiti territoriali da sottoporre ad indagine per la componente in esame sono stati individuati in corrispondenza di ricettori antropici, posti in prossimità delle attività di cantiere e della viabilità percorsa dai mezzi pesanti.

Le fasi di applicazione del programma di monitoraggio sono relative sempre alle fasi AO, CO, PO considerando che i ricettori sono posti in prossimità della viabilità percorsa dai mezzi di cantiere e dell'asse viario oggetto di demolizione e ricostruzione.

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, l'ubicazione e i possibili impatti ivi da controllare. Con riferimento alla mappatura dei ricettori effettuata nell'ambito dello Studio acustico, si individua anche il codice del ricettore presso cui è ubicato il punto:

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Possibile Impatto</i>
ATM_o1	confine tra lotto 9 e lotto 8 della E78 (Podere Rita)	immissione di polveri e inquinanti a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione del viadotto Ornate
ATM_o2	Nei pressi del ricettore R18	immissione di polveri e inquinanti a causa dei mezzi in transito e delle attività dei cantieri 4 e 5
ATM_o3	Nei pressi del ricettore R3	immissione di polveri e inquinanti a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione del viadotto Merse
ATM_o4	Nei pressi del ricettore R9	immissione di polveri e inquinanti a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione lungo l'asse viario
ATM_o5	Nei pressi del ricettore R6	immissione di polveri e inquinanti a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione lungo l'asse viario
ATM_o6	Nei pressi del ricettore R1	immissione di polveri e inquinanti a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione lungo l'asse viario e del campo base
ATM_o7	Nei pressi del ricettore R2	immissione di polveri e inquinanti a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione lungo l'asse viario
ATM_o8	Adiacente al cantiere viadotto Merse (prossimità ricettori R11 e R12)	immissione di polveri e inquinanti a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione lungo l'asse viario – vicinanza cantiere viadotto Merse

## 9.5 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

In funzione di quanto individuato negli elaborati Too-IA03-AMB-RE01 e Too-IA03-AMB-RE02 si definisce la seguente articolazione temporale.

### 9.5.1 Monitoraggio ante operam (AO)

Il monitoraggio AO prevede 4 campagne di misura della durata di 2 settimane ciascuna, prima dell'apertura dei cantieri, con frequenza trimestrale.

In questa fase saranno monitorati tutti i punti di misura. In particolare si effettueranno le seguenti rilevazioni:

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Analiti</i>
ATM_01	Tutti i parametri
ATM_02	Tutti i parametri
ATM_03	Meteo, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>x</sub>
ATM_04	Tutti i parametri
ATM_05	Tutti i parametri
ATM_06	Meteo, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>x</sub>
ATM_07	Meteo, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>x</sub>
ATM_08	Tutti i parametri

### 9.5.2 Monitoraggio in opera (CO)

Il monitoraggio in CO comprende il periodo di realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti, durerà quindi presumibilmente 3 anni e prevede 1 campagna della durata di 14 gg con frequenza trimestrale su tutti i punti; in aggiunta nelle aree vicine ai cantieri per la realizzazione del viadotto Ornate (ATM\_01) e del viadotto Merse (ATM\_08) saranno installate delle centraline per la rilevazione in continuo del PM<sub>10</sub>, per tutta la durata delle lavorazioni.

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Analiti</i>
ATM_01	Meteo, PM <sub>2.5</sub> , Nox. PM <sub>10</sub> in continuo.
ATM_02	Meteo, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>x</sub>
ATM_03	Meteo, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>x</sub>
ATM_04	Meteo, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>x</sub>
ATM_05	Meteo, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>x</sub>
ATM_06	Meteo, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>x</sub>
ATM_07	Meteo, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>x</sub>
ATM_08	Meteo, PM <sub>2.5</sub> , Nox. PM <sub>10</sub> in continuo.

### 9.5.3 Monitoraggio post operam (PO)

Il monitoraggio PO prevede 1 campagna di misure della durata di 2 settimane con frequenza trimestrale, per 1 anno. Il monitoraggio dovrà iniziare entro 3 mesi dall'entrata in esercizio dell'opera.

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Analiti</i>
ATM_01	Tutti i parametri
ATM_02	Tutti i parametri
ATM_03	-
ATM_04	Tutti i parametri
ATM_05	Tutti i parametri
ATM_06	-
ATM_07	-
ATM_08	Tutti i parametri

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le tre fasi:

<i>Fase</i>	<i>Durata fase</i>	<i>Frequenza</i>	<i>n. campagne</i>
AO	1 anno	14 giorni/trimestre	4
CO	3 anni	14 giorni/trimestre	12
CO	3 anni	PM10 in continuo (ATM_o1 e ATM_o8)	In continuo
PO	1 anno	14 giorni/trimestre	4

e una sintesi delle attività previste dal PMA per il monitoraggio della componente:

<i>Parametri</i>	<i>Campagne e Frequenza</i>		
	AO	CO	PO
PM2,5, NOx, Meteo	1 campagna da 14 giorni ogni 3 mesi per 12 mesi	1 campagna da 14 giorni ogni 3 mesi per 3 anni	1 campagna da 14 giorni ogni 3 mesi per 12 mesi
CO, SO2, O3, Benzene, Benzo(a)pirene, Metalli,	1 campagna da 14 giorni ogni 3 mesi per 12 mesi	-	1 campagna da 14 giorni ogni 3 mesi per 12 mesi
PM10	1 campagna da 14 giorni ogni 3 mesi per 12 mesi	1 campagna da 14 giorni ogni 3 mesi per 12 mesi, in continuo per ATM_o1 e ATM_o8	1 campagna da 14 giorni ogni 3 mesi per 12 mesi

Si evidenzia che per i punti che ricadono in prossimità della viabilità, le misure non dovranno essere effettuate in periodi in cui sono generalmente riscontrabili significative alterazioni del traffico, quali ad esempio:

- il mese di agosto;
- le ultime due settimane di luglio;
- le settimane in cui le scuole sono chiuse per le festività di Natale (ultima settimana di dicembre e prima settimana di gennaio) e di Pasqua, nonché nei giorni festivi e prefestivi, quando la circolazione dei veicoli pesanti è limitata o estremamente ridotta, nei giorni di mercato e in quelli che coincidono con particolari eventi attrattori di traffico (feste patronali, fiere, scioperi degli addetti del trasporto pubblico).

Inoltre, si dovranno evitare i periodi contraddistinti da un regime anemologico anomalo, ad esempio in presenza di velocità del vento molto superiori o molto inferiori al valore medio stagionale ed i periodi di pioggia intensa.

### 9.6 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero complessivo di campagne di misura previste:

Codice punto di misura	Campagne			
	AO	CO	PO	TOT
ATM_01	4	12	4	20
		PM10 in continuo		centralina in continuo
ATM_02	4	12	4	20
ATM_03	4	12	-	16
ATM_04	4	12	4	20
ATM_05	4	12	4	20
ATM_06	4	12	-	16
ATM_07	4	12	-	16
ATM_08	4	12	4	20
		PM10 in continuo		centralina in continuo
TOT	32	96	20	148

## 10. PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE RUMORE

### 10.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

L'impatto in termini di inquinamento acustico rappresenta uno dei problemi più rilevanti in relazione alle diverse tipologie di cantieri ed alla entrata in esercizio della nuova opera.

Il monitoraggio eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto esposte nella relazione di Studio Acustico Too-IA02-AMB-RE01;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura stradale;
- valutare l'efficienza degli interventi di mitigazione previsti e verificare la necessità di ulteriori interventi a priori non prevedibili;
- rilevare eventuali emergenze ambientali per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Il monitoraggio della componente consentirà di verificare e prevenire il deterioramento del clima acustico nelle aree limitrofe alle aree di lavoro o all'opera in esercizio e verificare l'eventuale necessità di adottare misure di mitigazione o rimodulare, se possibile, le attività di cantiere.

### 10.2 MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto di standard o di valori limite definiti dalle leggi (nazionali e comunitarie); in particolare il rispetto dei limiti di rumore previsti dal D.P.C.M. 14 novembre 1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" nonché nel caso di infrastrutture stradali del DPR 142/04.

L'indicatore ambientale primario per la caratterizzazione acustica di un ricettore è fornito dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A".

Il limite di accettabilità viene corretto in presenza di componenti tonali e/o di componenti impulsive.

Nel caso in cui si riconosca soggettivamente la presenza di componenti tonali di rumore il Decreto 16 marzo 1998 richiede che venga svolta una analisi spettrale del rumore per bande di 1/3 di ottava. Quando all'interno di una banda di 1/3 di ottava il livello di pressione sonora supera di almeno 5 dB i livelli di pressione sonora di ambedue le bande adiacenti, viene riconosciuta la presenza di componenti tonali penalizzanti nel rumore. In tal caso il valore del rumore misurato in  $Leq(A)$  deve essere maggiorato di 3 dB(A).

Con componenti impulsive si intendono quelle emissioni sonore aventi le seguenti caratteristiche:

- durata dell'evento a - 10 dB dal valore di  $LAFmax$  inferiore a 1 s;
- l'evento è ripetitivo;
- la differenza tra  $LAlmax$  e  $LASmax$  è superiore a 6 dB.

Se esistono componenti impulsive il valore del rumore misurato in  $Leq(A)$  deve essere maggiorato di 3 dB(A).

Se le analisi in frequenza svolte per la verifica delle componenti tonali rileva la presenza di componenti tonali tra 20 Hz e 200 Hz si applica, limitatamente al periodo notturno, una correzione ulteriore di 3 dB(A).

Il livello equivalente di rumore utilizzato dalla normativa italiana come indicatore di riferimento è, per sua definizione, un dato cieco per quanto riguarda la natura delle sorgenti. I valori di livello equivalente che il sistema di rilevamento fornisce devono quindi poter essere interpretati con l'ausilio di altri indicatori sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore.

Questa esigenza è particolarmente sentita nei casi in cui il monitoraggio del rumore è affidato a stazioni fisse non presidiate.

Gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore sono i livelli percentili, i livelli minimo e massimo, l'andamento temporale in dB(A) Fast, lo spettro di frequenza, ecc. L'analisi della distribuzione statistica in bande può inoltre in alcuni casi fornire una significativa opportunità per migliorare l'interpretazione dei dati rilevati. Gli indicatori che tuttavia hanno dimostrato la più alta specificità sono i livelli percentili L<sub>1</sub>, L<sub>10</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>90</sub>, L<sub>95</sub>, il livello massimo L<sub>max</sub> e il livello minimo L<sub>min</sub>.

A tale scopo sono previste due tipologie di rilievi sonori:

- misure di 7 giorni, presso postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare (tipo\_A);
- misure di 24 ore, presso postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievo attività di cantiere (tipo\_B).

Finalità dell'indagine è la determinazione del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A L<sub>Aeq,TR</sub> nei tempi di riferimento TR (TR = 6÷22h per il giorno e TR = 22÷6h per la notte) secondo l'Allegato B, comma 2a, del D.M. 16/3/98.

Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle fasi ante in e post dovranno essere rilevati i seguenti tipi di parametri:

- parametri acustici;
- parametri meteorologici;
- parametri di inquadramento territoriale.

#### Parametri acustici

- livello equivalente ponderato "A" diurno e notturno, in decibel (Leq);
- livelli statistici L<sub>1</sub>, L<sub>10</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>90</sub>, L<sub>99</sub>, ovvero i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 95 e il 99% del tempo di rilevamento; essi rappresentano la rumorosità di picco (L<sub>1</sub>), di cresta (L<sub>10</sub>), media (L<sub>50</sub>) e di fondo (L<sub>90</sub> e, maggiormente, L<sub>99</sub>).

#### Parametri meteorologici

- Temperatura;
- Velocità e direzione del vento;
- Piovosità;
- Umidità.

I parametri meteorologici saranno acquisiti in continuo, durante la settimana di misura fonometrica, mediante una centralina meteo, allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche caratteristiche dei bacini acustici di indagine e di verificare il rispetto delle prescrizioni legislative, che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/sec;
- presenza di nebbia, pioggia e di neve.

In particolare i parametri meteorologici saranno campionati su base oraria. In questo modo si potrà evincere se il dato fonometrico orario rilevato sia stato rilevato con condizioni meteorologiche accettabili.

Il microfono deve essere munito di cuffia antivento. La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

Le postazioni fisse sono generalmente composte da:

- un microfono;
- un sistema di alimentazione di lunga autonomia;
- fonometro con elevata capacità di memorizzazione dei dati rilevati.
- ampia dinamica e possibilità di rilevare gli eventi che eccedono predeterminate soglie di livello e/o di durata;
- box stagno di contenimento della strumentazione;
- un cavalletto o stativo telescopico, eventualmente dotato di "boom" regolabile, sul quale fissare il supporto del microfono per esterni.
- un cavo di connessione tra il box che contiene la strumentazione e il microfono.

Tutta la strumentazione utilizzata dovrà essere certificata, in relazione alla taratura, da laboratori accreditati e con frequenza biennale.

È inoltre necessario acquisire dati climatici mediante capannina meteorologica installata durante il monitoraggio fonometrico, quali: temperatura, umidità relativa dell'aria, velocità e direzione del vento, precipitazioni.

Durante l'esecuzione delle misure in campo devono essere rilevate una serie di informazioni complementari relative al sistema insediativo ed emissivo:

- denominazione del recettore e indirizzo;
- tipo e caratteristiche delle sorgenti di rumore interagenti con il punto di monitoraggio;
- caratteristiche del territorio circostante il punto di misura (presenza di ostacoli, presenza e tipologia di vegetazione, ecc.);
- traffico su infrastrutture stradali (flussi veicoli pesanti e leggeri, velocità di transito, ecc.);
- riconoscere i transiti di mezzi pesanti correlati ai lavori per la realizzazione della tratta, annotandone l'ora di passaggio e il tipo di mezzo (nel caso di postazioni destinate al traffico);
- lavorazioni effettuate in cantieri ed eventuali anomalie.

La campagna di misura in fase di costruzione dovrà essere effettuata in corrispondenza dei periodi di massimo traffico soprattutto durante le fasi di scavo e realizzazione.

La postazione per il monitoraggio del rumore deve in ogni caso essere distanziata da altre sorgenti rumorose al fine di evitare che il rumore emesso da queste sia confutato con il rumore emesso dal cantiere stesso e quindi interferire sulle misure.

## 10.3 OPERAZIONI DI MISURA

### 10.3.1 Calibrazione iniziale

Inserimento del microfono all'interno del calibratore. Regolazione della dinamica del fonometro o dell'alimentatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Registrazione del segnale di calibrazione e valutazione dello scostamento rispetto al livello di riferimento caratteristico del calibratore. La calibrazione è da ritenersi accettabile se il livello misurato differisce di massimo +/- 0,5 dB rispetto al livello di calibrazione. In caso contrario, agendo sul fonometro, si procede ad una taratura reiterata sino al raggiungimento della condizione suddetta.

Le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni effettuate prima e dopo ogni ciclo di misura, differiscono al massimo di 0,5 dB.

### 10.3.2 Posizionamento del microfono

La postazione di misura deve essere scelta in modo da caratterizzare completamente la rumorosità che colpisce uno o più edifici esistenti o in progetto, tenendo per esempio conto della direzione prevalente di provenienza del rumore, della forma dell'edificio, dell'eventuale presenza di ostacoli o di situazioni che potrebbero pregiudicare l'esecuzione o non ripetibilità delle misure (presenza di cani, divieti di accesso, ecc.).

Nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale, il microfono deve essere collocato a 1 m dalla facciata stessa. Nel caso di edifici con distacco dalla sede stradale o di spazi liberi, il microfono deve essere collocato nell'interno dello spazio fruibile da persone o comunità e, comunque, a non meno di 1 m dalla facciata dell'edificio. L'altezza del microfono sia per misure in aree edificate che per misure in altri siti, deve essere scelta in accordo con la reale o ipotizzata posizione del ricettore. Esso deve comunque essere collocato ad una altezza non inferiore a + 1,5 m dal piano campagna. E' ammesso il posizionamento della postazione su balcone purché la soletta dello stesso non costituisca un ostacolo alla propagazione del rumore.

Il microfono, munito di cuffia antivento, deve essere montato tramite apposito supporto su treppiede telescopico e collegato al sistema di acquisizione mediante cavo.

Nei casi in cui non sia possibile rispettare le suddette prescrizioni se ne deve fornire indicazione nel rapporto di misura.

### 10.3.3 Metodiche di rilevamento

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 24 ore o 1 settimana. 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:

- Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq,10min;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI<sub>max</sub>, LAF<sub>max</sub>, LAS<sub>max</sub>);
- i livelli statistici L<sub>1</sub>, L<sub>5</sub>, L<sub>10</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>90</sub>, L<sub>99</sub>.

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.

Ai sensi del D.M. 16/3/98 si segnala l'opportunità di verificare la presenza di componenti impulsive o tonali per la correzione del livello equivalente.

### 10.3.4 Misure complementari

Deve essere previsto il rilievo con strumentazione portatile dei principali dati meteorologici (T, UR, VV, DV). Qualora la sorgente di rumore locale sia il traffico stradale, deve essere svolto un rilievo a campione significativo del periodo in cui viene applicata la metodica di monitoraggio.

### 10.3.5 Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in laboratorio.

Il segnale, filtrato ed integrato, è registrato all'interno del fonometro come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato e rappresentato in forma grafica.

L'analisi dei dati deve documentare:

- identificazione eventi anomali e, qualora rilevante, analisi statistica delle durate degli eventi e dei livelli massimi L<sub>max</sub> associati;
- mascheramento dalla time history degli eventi anomali e ricalcolo degli indicatori di rumore;

- identificazione eventuali sorgenti regolamentate da Decreti Attuativi;
- mascheramento dalla time history degli eventi di rumore associati a sorgenti regolamentate da Decreti Attuativi e ricalcolo degli indicatori di rumore.

Vengono redatte apposite schede di sintesi. Queste, similmente alle schede compilate in campo, oltre a riportare la descrizione del ricettore e delle operazioni di misura, contengono anche i risultati delle analisi dei rilievi. Esse sono corredate dagli output grafici di documentazione delle misure.

Durante l'esecuzione delle misure in campo devono essere rilevate una serie di informazioni complementari relative al sistema insediativo ed emissivo, che andranno a completare la reportistica allegata:

- denominazione del recettore e indirizzo;
- tipo e caratteristiche delle sorgenti di rumore interagenti con il punto di monitoraggio;
- caratteristiche del territorio circostante il punto di misura (presenza di ostacoli, presenza e tipologia di vegetazione, ecc.);
- riconoscere i transiti di mezzi pesanti correlati ai lavori per la realizzazione della tratta, annotandone l'ora di passaggio e il tipo di mezzo (nel caso di postazioni destinate al traffico);
- lavorazioni effettuate in cantieri ed eventuali anomalie.

Si rammenta inoltre che le misure saranno eseguite ed i dati elaborati da tecnico abilitato in acustica ambientale.

#### 10.4 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE

L'individuazione dei punti di misura è stata effettuata in conformità a criteri legati alle caratteristiche territoriali dell'ambito di studio, alle tipologie costruttive previste per l'opera ed alle caratteristiche dei ricettori individuati nell'ambito dello Studio acustico.

I punti di monitoraggio sono stati individuati in corrispondenza di ricettori antropici che ricadono in prossimità dell'opera e dei suoi cantieri.

Il PMA prevede il monitoraggio durante le fasi AO e PO mediante il rilievo tipo\_A, e il monitoraggio durante la fase CO mediante il rilievo tipo\_B in tutte le stazioni individuate.

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, l'ubicazione e i possibili impatti ivi da controllare. Con riferimento alla mappatura dei ricettori effettuata nell'ambito dello Studio acustico, si individua anche il codice del ricettore presso cui è ubicato il punto:

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Possibile Impatto</i>
RUM_01	confine tra lotto 9 e lotto 8 della E78 (Podere Rita)	immissione di rumore a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione del viadotto Ornate
RUM_02	prg. 44+625 – Ricettore R18	immissione di rumore a causa dei mezzi in transito e delle attività dei cantieri 4 e 5
RUM_03	prg. 47+550 ricettori R 09	immissione di rumore a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione del viadotto Merse
RUM_04	prg. 48+800 ricettore R 6	immissione di rumore a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione lungo l'asse viario
RUM_05	prg. 51+925 ricettore R 4	immissione di rumore a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione lungo l'asse viario

RUM_o6	Ricettore R 1	immissione di rumore a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione lungo l'asse viario
RUM_o7	Ricettore R 2	immissione di rumore a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione lungo l'asse viario
RUM_o8	Adiacente al cantiere viadotto Merse (prossimità ricettori R11 e R12)	immissione di rumore a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione lungo l'asse viario e delle attività di demolizione e ricostruzione lungo l'asse viario – vicinanza cantiere viadotto Merse

### 10.5 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Il monitoraggio della componente si articolerà per le fasi AO, CO e PO.

Sono previste due tipologie di accertamenti del clima acustico. Una della durata di una settimana con frequenza trimestrale da applicare nelle fasi AO e PO in relazione al monitoraggio del traffico stradale. Una della durata di 24 h con frequenza trimestrale da applicare solo nella fase CO in relazione al rumore prodotto dai cantieri.

#### 10.5.1 Monitoraggio ante operam (AO)

Prevede 1 campagna di 7 giorni, per il monitoraggio del traffico veicolare (tipo\_A), in tutte le stazioni.

La fase di monitoraggio AO serve a fornire un riferimento per il confronto con gli scenari di corso d'opera (impatto in fase di realizzazione) e post operam (impatto in fase di esercizio). È quindi previsto un "punto zero" al fine di valutare l'incremento a mezzo di un valore residuo, rappresentativo delle effettive variazioni di traffico dovute alla realizzazione dell'opera.

La campagna di monitoraggio AO sarà svolta, in un'unica soluzione, in prossimità delle aree di cantiere, del fronte avanzamento lavori e della viabilità di cantiere; le misure verranno svolte preventivamente all'installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività rumorose quali decespugliamenti, sbancamenti, ecc. al fine di intervenire in condizioni indisturbate. Contestualmente alla misurazione del rumore si realizzerà il conteggio traffico (n. veicoli, composizione, direzione, velocità).

#### 10.5.2 Monitoraggio in corso d'opera (CO)

Per il CO sono previste le seguenti misure:

- 1 campagna della durata di 24 h ogni 3 mesi (tipo\_B), per le stazioni poste in prossimità dei cantieri fissi e/o dell'asse viario oggetto di demolizione e ricostruzione.

La fase di monitoraggio CO si propone di quantificare l'impatto di sorgenti fisse, mobili e traffico indotto.

In generale, per la scelta del periodo di monitoraggio valgono le prescrizioni della buona pratica ingegneristica, unitamente alle raccomandazioni contenute nelle norme UNI ed ISO di settore e nel DM 16 marzo 1998 sulle modalità di misura del rumore.

Nella fase di monitoraggio di CO, nelle aree di cantiere e fronte avanzamento lavori, è prevista l'installazione di una postazione semifissa per 24 ore per il monitoraggio in continuo del rumore ambientale. Trattandosi di misure non presidiate, al fine di caratterizzare e riconoscere le sorgenti presenti nel tracciato storico, sarà opportuno prevedere la registrazione della traccia audio dell'evento.

L'estensione temporale delle attività di monitoraggio di corso d'opera dei cantieri e della viabilità di cantiere coinciderà con la durata delle attività lavorative inerenti il cantiere.

La fase di monitoraggio CO durerà per tutta la durata del cantiere fino alla conclusione della fase di realizzazione delle opere, presumibilmente 3 anni.

La cadenza dei rilievi di CO sarà trimestrale; l'esecuzione degli stessi dovrà essere stabilita con esattezza in funzione del crono programma esecutivo delle attività, concordando lo svolgimento delle misurazioni preventivamente con la DL. In questa sede infatti si ipotizza, cautelativamente, che l'indagine sia effettuata con cadenza trimestrale su tutti i punti individuati; successivamente, in fase di cantiere, si potrà valutare l'opportunità pertanto di indagare solo quelli di volta in volta effettivamente interessati dalle lavorazioni.

Di seguito si riporta una sintesi con le evidenze di quanto emerso nello studio acustico per la fase CO

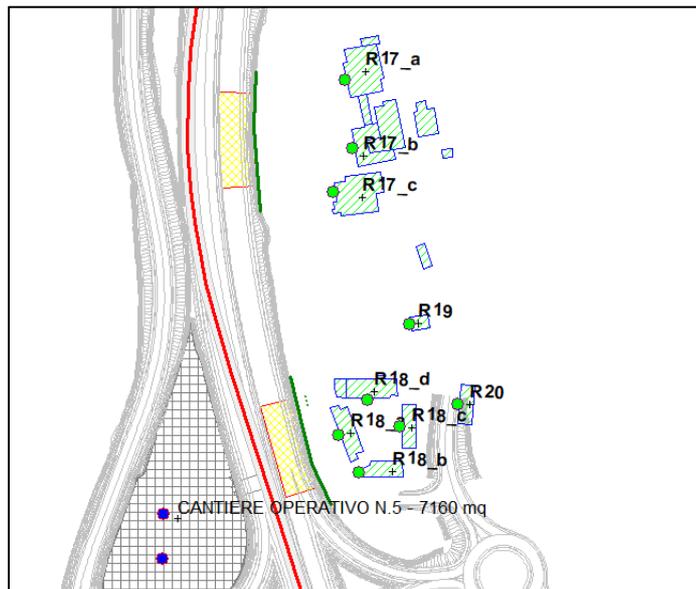
**Barriere Cantiere CO – Fase 1**

Ricettori mitigati barriera mobile 75 m:

- R17\_a
- R17\_b
- R17\_c

Ricettori mitigati barriera mobile 75 m:

- R18\_a
- R18\_b
- R18\_c
- R18\_d



Barriere Cantiere CO – Fase 2

Ricettori mitigati barriera mobile 75 m:

- R17\_a
- R17\_b
- R17\_c

Ricettori mitigati barriera mobile 75 m:

- R18\_a
- R18\_b
- R18\_c
- R18\_d

Ricettori mitigati barriera mobile 75 m:

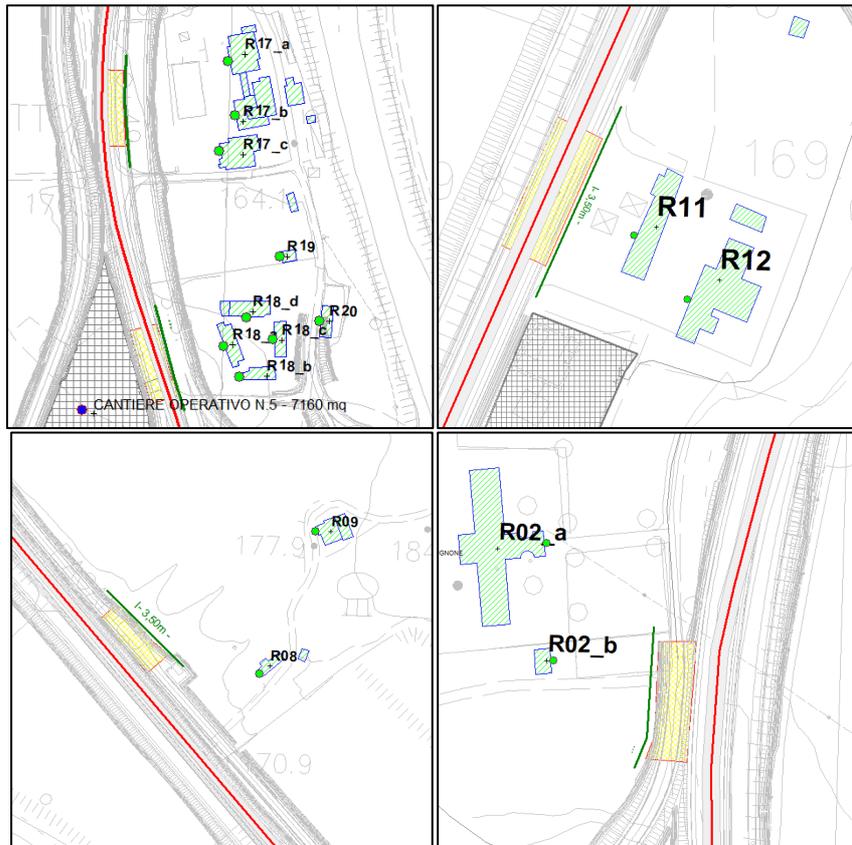
- R11
- R12

Ricettori mitigati barriera mobile 75 m:

- R09

Ricettori mitigati barriera mobile 60 m:

- R02\_a
- R02\_b



Barriere Cantiere CO – Fase 4

Ricettori mitigati barriera mobile 95 m:

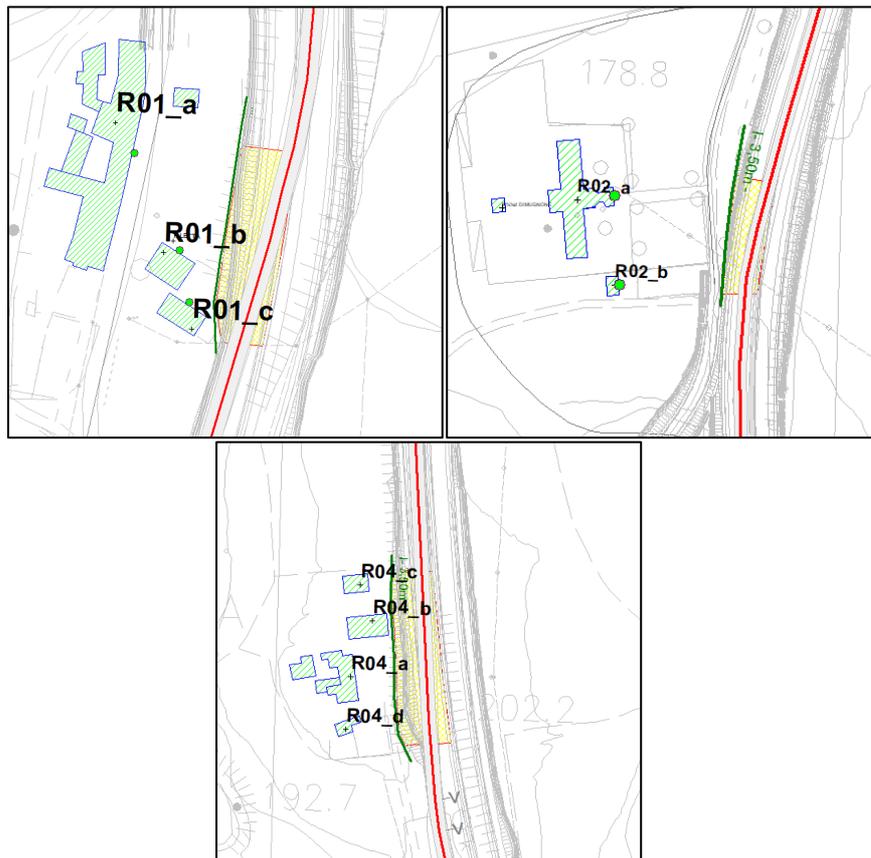
- R01\_a
- R01\_b
- R01\_c

Ricettori mitigati barriera mobile 100 m:

- R02\_a
- R02\_b

Ricettori mitigati barriera mobile 108 m:

- R04\_a
- R04\_b
- R04\_c
- R04\_d



### 10.5.3 Monitoraggio post operam (PO)

Prevede 1 campagna di 7 giorni con frequenza semestrale, per 1 anno, per il monitoraggio del traffico veicolare (tipo\_A), in tutte le stazioni.

La fase di monitoraggio PO definisce i livelli di rumore associati all'esercizio dell'infrastruttura realizzata, verificando la bontà delle previsioni effettuate in sede di valutazione predittiva.

La campagna di monitoraggio PO sarà svolta con cadenza semestrale nell'anno successivo alla fine lavori, al fine di tener conto della potenziale variabilità delle condizioni di traffico. Inoltre si prevedere di integrare ogni volta la misura fonometrica settimanale con il controllo in parallelo dei vari fattori di variabilità (n. veicoli, composizione, direzione, velocità dei veicoli).

Di seguito si riporta una tabella di sintesi con le evidenze di quanto emerso nello studio acustico per la fase PO:

Codice punto di misura	Codice ricettore	Inserimento barriera	Limite notturno	Leq emissione AO	Leq emissione PO	Leq emissione PO con mitigazione	Superamento limite (dopo la mitigazione nel modello)
RUM_01	-						
RUM_02	R18_a	BA03	58	56.2	59.8	55.8	--
RUM_03	R09		53	47.1	48.6	48.6	--
RUM_04	R06		53	43.3	48.3	48.3	--
RUM_05	R04_c	BA02	58	55.7	58.9	54.7	--
RUM_06	R01_c	BA01	58	58.6	59.8	52.0	--
RUM_07	R02_b		58	48.0	50.2	50.2	--
RUM_08	R11		58	54.9	56.0	56.0	--

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le tre fasi:

Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne	Tipo Misura
AO	1 anno	7giorni/anno	1	RUM_A
CO	3 anni	24 h/trimestre	12	RUM_B
PO	1 anno	7giorni/semestre	2	RUM_A

e una sintesi delle attività previste dal PMA per il monitoraggio della componente:

Parametri	Campagne e Frequenza		
	AO	CO	PO
Leq, L1, L10, L50, L90, L99	1 campagna di 7 giorni		

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

parametri meteorologici		1 campagna di 24 h ogni 3 mesi per 3 anni	1 campagna di 7 giorni ogni 6 mesi per 12 mesi
-------------------------	--	---	--

**10.6 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO**

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero complessivo di campagne di misura previste:

Codice punto di misura	Campagne				
	AO	CO	PO	TOT	
	Tipo A	Tipo B	Tipo A	Tipo A	Tipo B
RUM_01	1	12	2	3	12
RUM_02	1	12	2	3	12
RUM_03	1	12	2	3	12
RUM_04	1	12	2	3	12
RUM_05	1	12	2	3	12
RUM_06	1	12	2	3	12
RUM_07	1	12	2	3	12
RUM_08	1	12	2	3	12
TOT	8	96	16	24	96

## **11.PIANO DI MONITORAGGIO DELLE PRESTAZIONI DELLA PAVIMENTAZIONE DRENANTE-FONOASSORBENTE**

### **11.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO**

La pavimentazione drenate-fonoassorbente si configura come un'opera di mitigazione del rumore emesso dal transito del flusso veicolare. Il monitoraggio si pone l'obiettivo di valutare l'evoluzione della prestazione di abbattimento del rumore, la quale potrebbe variare con la fruizione dell'opera e permettere un tempestivo intervento al fine di mantenere la prestazione attesa.

Il monitoraggio prevede una sola fase di indagine in PO, dopo l'avvio dell'esercizio dell'infrastruttura, la quale consentirà di:

- monitorare l'emissione di rumore del traffico veicolare immediatamente dopo la realizzazione della pavimentazione drenante-fonoassorbente ;
- monitorare l'evoluzione dell'emissione di rumore del traffico veicolare nel tempo di indagine della fase PO;
- valutare l'efficienza dell'intervento di mitigazione previsto e verificare la necessità di ulteriori interventi a priori non prevedibili.

Il monitoraggio delle prestazioni della pavimentazione drenante-fonoassorbente consentirà di verificare e prevenire il deterioramento del clima acustico nelle aree limitrofe all'opera in esercizio e verificare l'eventuale necessità di intervenire sulle misure di mitigazione.

### **11.2 MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO**

Il monitoraggio ha lo scopo di controllare il mantenimento nel tempo dello standard atteso relativamente al rumore sull'emissione associata al transito dei veicoli sulla pavimentazione stradale.

Al fine di compiere indagini in situ, sono disponibili diversi metodi di misura per la verifica delle prestazioni in opera, che trovano base nelle norme ISO, in particolare sono:

- UNI EN ISO 11819-1:2004;
- UNI EN ISO 11819-2:2017;
- UNI EN ISO 13472-1:2004.

La ISO 11819 parte 1 è relativa alla misurazione dell'influenza delle superfici stradali sul rumore da traffico ed applica un metodo statistico al traffico passante (Statistical Pass-By method).

La norma del 2004 è la versione della norma europea EN ISO 11819-1 (edizione agosto 2001) e tiene conto delle correzioni introdotte il 14 novembre 2001. La norma descrive un metodo di confronto del rumore da traffico su diverse superfici stradali per varie composizioni di traffico, allo scopo di valutare diversi tipi di superfici. Il metodo è applicabile a traffico che viaggia a velocità costante, per esempio, in condizioni di deflusso libero a velocità di 50 km/h o maggiori.

La ISO 11819 parte 2 è relativa alla misurazione dell'influenza delle superfici stradali sul rumore da traffico ed applica un metodo per la misura del rumore di rotolamento in prossimità dello pneumatico.

La norma descrive un metodo di confronto del rumore derivante dal rotolamento (interazione pneumatico/pavimentazione) di diverse superfici stradali allo scopo di valutare la loro influenza sul rumore del traffico su strade con velocità medie di percorrenza maggiori di 40 km/h, condizioni in cui il rumore di rotolamento è dominante.

La ISO 13472 parte 1 è relativa alla misurazione in situ del coefficiente di assorbimento acustico di superfici stradali e prevede l'applicazione di un metodo della superficie estesa.

La norma descrive un metodo di prova per la misurazione in situ del coefficiente di assorbimento acustico di superfici stradali in funzione della frequenza nell'intervallo da 250 Hz a 4 kHz. Si assume un angolo di incidenza normale; tuttavia, il metodo può essere applicato a incidenza obliqua con alcune limitazioni.

Il metodo stesso è concepito per le seguenti applicazioni:

- determinazione delle proprietà di assorbimento acustico delle piste di prova in accordo alla ISO 10844, con alcune limitazioni, ed altre norme similari;
- determinazione delle proprietà di assorbimento acustico di superfici stradali in esercizio;
- confronto tra le specifiche di progetto dell'assorbimento acustico di superfici stradali e le effettive prestazioni delle medesime superfici dopo il completamento dei lavori di costruzione.
- determinazione del fattore di riflessione complesso.

Considerando la metodologia di esecuzione dell'indagine, la quale prevede l'impiego di strumentazione che permette una replicabilità della misura da soggetti diversi e la non invasività della carreggiata stradale, della tipologia ed estensione della struttura viaria e dell'obiettivo della valutazione sulla variazione della prestazione della pavimentazione stradale drenante-fonoassorbente nel tempo, sarà impiegata la UNI EN ISO 11819-1:2004.

Nel corso delle campagne di monitoraggio, da eseguirsi nella fase di PO, dovranno essere rilevati i seguenti termini:

- parametri acustici;
- parametri di traffico;
- parametri meteorologici;
- parametri di inquadramento territoriale.

#### Parametri acustici

- livello di pressione sonora ponderato A e ponderato temporalmente F per ogni transito;
- livello di pressione sonora massimo ponderato A e ponderato temporalmente F per ogni transito;
- spettro di frequenza in 1/3 ottava ponderato A e ponderato temporalmente F;
- tracciato della Time History con dettaglio al secondo;

#### Parametri di traffico

- numero di veicoli distinti per categoria;
- velocità dei veicoli distinti per categoria;

#### Parametri meteorologici

- temperatura;
- velocità e direzione del vento;
- piovosità;
- umidità.

I parametri meteorologici saranno campionati in continuo ad intervalli di acquisizione di almeno 15 minuti durante l'indagine fonometrica, mediante una centralina meteo, allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche caratteristiche dei bacini acustici di indagine e di verificare sia il rispetto delle prescrizioni legislative, le quali sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche in certe condizioni meteorologiche (velocità del vento > 5 m/s; presenza di nebbia, pioggia e di neve), sia quanto previsto per l'applicazione della UNI EN ISO 11819-1, in particolare devono essere rispettate le seguenti condizioni:

- velocità del vento < 5 m/s;
- temperatura aria ambiente compresa tra 5°C e 30°C e tanto meglio più prossime alla temperatura dell'aria di riferimento di 20 °C;
- temperatura della superficie stradale compresa tra 5°C e 50°C;

- assenza di pioggia e trascorsi almeno quattro giorni dall'ultima precipitazione;

Parametri di inquadramento territoriale.

- posizione della strumentazione (descrizione postazione di indagine);
- descrizione della morfologia del sito (presenza di rilevati, trincee, tipologia di terreno a bordo strada);
- caratteristiche del territorio circostante il punto di misura (presenza di ostacoli, presenza e tipologia di vegetazione, ecc.);
- posizioni di eventuali schermi presenti (barriere antirumore, edifici, superfici riflettenti);
- informazioni sulle condizioni della superficie della pavimentazione stradale (temperatura superficie) e categoria di velocità della strada.

La valutazione di tali parametri è necessaria per la validazione dei dati rilevati e dell'applicazione del metodo della UNI EN ISO 11819-1.

La strumentazione necessaria ad eseguire le indagini sarà:

- fonometro completo per monitoraggio all'esterno dotato di treppiedi e prolunga;
- calibratore di livello acustico conforme alla CEI 29-4;
- contatraffico;
- stazione meteo e termometro per superfici.

La catena di misura fonometrica deve essere in accordo alle norme CEI 29-10, EN 60804/1994 ed EN 60651/1994.

La postazione di indagine fonometrica è generalmente composta da:

- un microfono, con preamplificatore, dotato di cuffia antivento;
- fonometro integratore di classe 1 in conformità alla IEC 60651, con elevata capacità di memorizzazione dei dati rilevati;
- ampia dinamica e possibilità di rilevare gli eventi che eccedono predeterminate soglie di livello e/o di durata;
- box stagno di contenimento della strumentazione;
- un cavalletto o stativo telescopico, eventualmente dotato di "boom" regolabile, sul quale fissare il supporto del microfono;
- cavo di connessione tra il box che contiene la strumentazione e il microfono.
- sistema di alimentazione di lunga autonomia;

La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati fonometrici dovrà essere certificata, in relazione alla taratura, da laboratori accreditati e con frequenza biennale.

## 11.3 OPERAZIONI DI MISURA

### 11.3.1 Calibrazione strumentazione

La calibrazione della catena fonometrica sarà effettuata tramite un calibratore di livello acustico indipendente dal fonometro. Il calibratore acustico produce un livello sonoro di 94 dB a 1 kHz con una precisione di calibrazione di +/-0.5 dB da 0 a 50°C.

La strumentazione e/o la catena di misura fonometrica, prima e dopo ogni ciclo di misura, sarà controllata con un calibratore di classe 1, secondo la norma IEC 942/1988. Le misure fonometriche saranno ritenute valide se le calibrazioni effettuate, prima e dopo ogni ciclo di misura, differiscono al massimo di 0,5 dB. In caso contrario, agendo sul fonometro, si procede ad una taratura reiterata sino al raggiungimento della condizione suddetta.

Gli strumenti ed i sistemi di misura impiegati dovranno essere provvisti di certificato di taratura e controllati almeno ogni due anni per la verifica della conformità alle specifiche tecniche. Il controllo periodico dovrà essere eseguito presso laboratori accreditati da un servizio di taratura nazionale ai sensi della legge 11 agosto 1991, n. 273.

### 11.3.2 Posizionamento della postazione di indagine

La postazione di misura (dell'indagine fonometrica, delle caratteristiche del traffico e delle condizioni ambientali) deve essere scelta in accordo alle indicazioni del procedimento di misurazione indicato della UNI EN ISO 11819-1:2004.

Il microfono dovrebbe essere posizionato in un tratto stradale pressoché rettilineo e piano, in condizioni di campo libero sonoro, ossia in modo che le riflessioni acustiche da superfici (p.es. edifici, barriere antirumore, trincee, rilevati, etc.) siano almeno 10 dB minori del suono diretto da investigare. Tale condizione si può verificare con la presenza di uno spazio, intorno alla postazione di indagine, di almeno 25 m libero da strutture riflettenti.

La posizione del microfono deve essere ad una distanza orizzontale dall'asse della corsia, lungo la quale transitano i veicoli da rilevare, di 7.5 m ( $\pm 0.1$ m). Il microfono deve essere posizionato dal piano stradale a 1.2 m ( $\pm 0.1$ m), con l'asse di riferimento per le condizioni di campo libero (IEC 651) orizzontale e diretto perpendicolarmente al movimento dei veicoli.

Il microfono, munito di cuffia antivento, sarà montato tramite apposito supporto su treppiede telescopico e collegato al sistema di acquisizione mediante cavo.

Nei casi in cui non sia possibile rispettare le suddette prescrizioni se ne deve fornire indicazione nel rapporto di misura.

### 11.3.3 Metodiche di rilevamento

La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 24 ore o di durata maggiore, nel caso non sia sufficiente, al raggiungimento del numero minimo di autovetture e veicoli pesanti per i quali sia possibile identificare il singolo transito: minimo di 100 transiti per le autovetture ed 80 per i veicoli pesanti.

Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast con rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora con acquisizione ogni secondo.

I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A, usando la ponderazione temporale F,  $L_{Aeq,1s}$ ;
- livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ );
- spettro di frequenza in 1/3 ottava ponderato A usando la ponderazione temporale F.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) è ricavato in successiva elaborazione per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato.

Ai sensi del D.M. 16/3/98 si segnala l'opportunità di verificare la presenza di componenti impulsive o tonali per la correzione del livello equivalente.

### 11.3.4 Misure complementari

La strumentazione per il rilievo del traffico, collocata in adiacenza al rilievo fonometrico (per il rilievo del numero, tipologia e velocità di ogni categoria di mezzo) dovrà essere di tipo non interferente con i flussi. Non si dovranno impiegare strumentazione che aderiscono alla pavimentazione stradale e/o sono attivati dal

passaggio dello pneumatico del veicolo. La strumentazione dovrà consentire un rilievo della velocità con un'incertezza di riferimento <3%.

Per i rilievi dei dati meteo dovrà essere prevista l'acquisizione con frequenza di almeno 15 minuti con strumentazione portatile dei principali dati meteorologici (T, UR, VV, DV, P). La collocazione sarà in prossimità della postazione fonometrica e installata ad una distanza dalla pavimentazione stradale da 1 a 1.5m.

Per il rilievo della temperatura della piattaforma stradale si prevede l'impegno di un termometro con datalogger, collocando il sensore in una zona della superficie rappresentativa del percorso degli pneumatici.

### 11.3.5 Operazioni di analisi

Terminate le operazioni di monitoraggio si procede all'analisi delle misure ed alla valutazione dei risultati. Entrambe le attività sono effettuate in successiva fase di elaborazione.

Il segnale, filtrato ed integrato, è registrato all'interno del fonometro come record di un file di misura. Attraverso l'utilizzazione di apposito software, installato su computer, tramite cavo di collegamento tra i dispositivi, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato e rappresentato in forma grafica.

L'analisi dei dati deve documentare almeno:

- identificazione dei livelli massimi,  $L_{max}$ , ponderati A con ponderazione temporale F associati ai singoli transiti delle categorie di veicolo e identificazione dei livelli;
- restituzione dalla time history con identificazione dei transiti validi.

Con metodologia analoga saranno trasferiti su computer i dati acquisti dal contatrafico, dalla stazione meteo e dal termometro per misurare la temperatura della superficie.

I dati saranno elaborati in modo da impiegarli per la successiva determinazione del livello sonoro del veicolo alle velocità di riferimento ( $L_{VGH}$ ), dell'indice statistico applicato al traffico passante (SPBI), o livello aggregato dell'influenza della superficie stradale sul rumore emesso dal transito dei veicoli, e pendenza ed intercetta della retta di regressione tra livello di pressione sonora e velocità, media, scarto tipo della velocità, scarto tipo dei residui del livello di pressione sonora.

Saranno redatte apposite schede di sintesi. Queste, similmente alle schede compilate in campo, oltre a riportare la descrizione delle operazioni di misura, contengono anche i risultati delle analisi dei rilievi. Esse saranno corredate dagli output grafici di documentazione delle misure.

Durante l'esecuzione delle misure in campo devono essere rilevate una serie di informazioni complementari relative al territorio, che andranno a completare la reportistica allegata:

- posizione della strumentazione (descrizione postazione di indagine);
- descrizione della morfologia del sito (presenza di rilevati, trincee, tipologia di terreno a bordo strada);
- caratteristiche del territorio circostante il punto di misura (presenza di ostacoli, presenza e tipologia di vegetazione, ecc.);
- posizioni di eventuali schermi presenti (barriere antirumore, edifici, superfici riflettenti);
- informazioni sulle condizioni della superficie della pavimentazione stradale e categoria di velocità della strada.

Si rammenta inoltre che le misure saranno eseguite ed i dati elaborati da un tecnico abilitato in acustica ambientale.

#### 11.4 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE

L'individuazione dei punti di misura è stata effettuata in conformità a criteri legati alle caratteristiche territoriali dell'ambito di studio, alle tipologie costruttive previste per l'opera ed ai requisiti che deve possedere la postazione di indagine.

In sede di esecuzione del monitoraggio l'ubicazione proposta dovrà essere validata opportunamente, tramite sopralluogo preliminare, per la verifica degli spazi a disposizione per l'indagine e del rispetto dei requisiti, sia di ripetibilità nel tempo che richiesti dalla norma per la valutazione dei parametri acustici della superficie stradale.

I punti di monitoraggio sono stati individuati in corrispondenza delle piazzole di sosta in progetto, essendo spazi che permettono di identificare la postazione di indagine in campo libero (assenza di ostacoli rilevanti per circa 25 metri). Inoltre, la loro localizzazione prevede tre punti di indagine in direzione Siena-Grosseto e tre punti di indagine in quella opposta, Grosseto-Siena, al fine di indagare le prestazioni della pavimentazione di entrambe le corsie di marcia.

Il PMA prevede il monitoraggio durante la fase di PO, per valutare l'andamento della prestazione della pavimentazione, mediante rilievi fonometrici di almeno 24 ore in tutte le stazioni individuate.

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, l'ubicazione e la direzione della corsia di marcia controllata.

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Direzione corsia di marcia</i>
RUM_PPDF_o1	piazzola di servizio prg. 43+000	direzione Grosseto-Siena
RUM_PPDF_o2	piazzola di servizio prg. 46+260	direzione Siena-Grosseto
RUM_PPDF_o3	piazzola di servizio prg. 49+200	direzione Grosseto-Siena
RUM_PPDF_o4	piazzola di servizio prg. 50+100	direzione Siena-Grosseto
RUM_PPDF_o5	piazzola di servizio prg. 51+650	direzione Grosseto-Siena
RUM_PPDF_o6	piazzola di servizio prg. 52+400	direzione Siena-Grosseto

#### 11.5 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Il monitoraggio delle prestazioni della pavimentazione drenante-fonoassorbente sarà eseguito nella fase di PO. Non è previsto monitoraggio nella fase di CO.

##### 11.5.1 Monitoraggio post operam (PO)

Nella fase di PO sono previsti accertamenti fonometrici per tutte le postazioni, accompagnati dalle misure complementari, di almeno 24 ore con frequenza trimestrale da eseguire per l'intera durata del triennio della fase di PO.

Il primo rilievo sarà eseguito entro un mese della messa a servizio della pavimentazione stradale al fine di registrare la situazione iniziale e fornire un riferimento per i futuri confronti.

Se disponibile, in tale sede si acquisiranno i dati del collaudo della pavimentazione drenante-fonoassorbente al fine del riscontro delle caratteristiche attese in progetto e della prima campagna di indagine fonometrica condotta.

Con le successive indagini sarà possibile rilevare l'eventuale variazione delle prestazioni della superficie.

### 11.6 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero complessivo di campagne di misura previste:

Codice punto di misura	Campagne			
	AO	CO	PO	TOT
	indagini non previste	indagini non previste	misura di rumore di 24 ore + traffico + meteo + temp.	misura di rumore di 24 ore + traffico + meteo + temp.
RUM_PPDF_01	0	0	12	12
RUM_PPDF_02	0	0	12	12
RUM_PPDF_03	0	0	12	12
RUM_PPDF_04	0	0	12	12
RUM_PPDF_05	0	0	12	12
RUM_PPDF_06	0	0	12	12
TOT	0	0	72	72

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le tre fasi.

Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne	Tipo Misura
AO	1 anno	-	0	-
CO	3 anni	-	0	-
PO	3 anni	24 ore / trimestre	12	RUM_PPDF

Nella tabella seguente una sintesi delle attività previste dal PMA per il monitoraggio delle prestazioni della pavimentazione drenante-fonoassorbente.

Parametri	Campagne e Frequenza		
	AO	CO	PO
parametri acustici			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• livello di pressione sonora massima ponderato A con ponderazione temporale F</li> <li>• spettro di frequenza in 1/3 ottava ponderato A e ponderazione temporale F;</li> <li>• tracciato della Time History con dettaglio al secondo;</li> </ul>	indagini non previste	indagini non previste	1 campagna di 24 ore, ogni 3 mesi per 36 mesi, per 6 postazioni
<p><u>parametri di traffico</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• numero di veicoli distinti per categoria;</li> <li>• velocità dei veicoli distinti per categoria;</li> </ul>			
<p><u>parametri meteorologici</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• temperatura;</li> <li>• velocità e direzione del vento;</li> <li>• piovosità;</li> <li>• umidità.</li> </ul>			
<p><u>parametri inquadramento</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• temperatura superficie</li> <li>• contesto di misura fonometrica (condizione di campo libero)</li> </ul>			

## 12.PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE VIBRAZIONI

### 12.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

L'obiettivo del monitoraggio vibrazionale proposto nel presente PMA è quello di prevenire e controllare il disturbo provocato dalle vibrazioni prodotte nella fase costruttiva sugli edifici più esposti e verificare l'eventuale disturbo indotto dal transito dei mezzi di cantiere lungo le piste ricavate all'interno delle aree di lavorazione stesse.

### 12.2 MODALITÀ E PARAMETRI DI RIFERIMENTO

I rilievi saranno eseguiti per mezzo di un analizzatore di vibrazioni con analisi in banda fino a 20 kHz secondo la ISO 8041 e in accordo con gli standard ISO 2631-1,2&5 e UNI EN ISO 5349-1 &2:2004. L'analizzatore deve essere collegato in modo opportuno ad un accelerometro al fine della determinazione di una catena di misura (sensore, sistema di acquisizione e condizionamento del segnale). Il sistema di collegamento del sensore deve garantire la trasmissione rigida del moto al sistema vibrante all'accelerometro almeno nella banda da 0Hz a 500Hz. L'applicazione dell'accelerometro all'analizzatore deve essere conforme alla UNI ISO 5348 ed alle indicazioni precisate nella scheda tecnica dello strumento.

Il principio di funzionamento dell'accelerometro si basa sulla nota relazione  $F = M \cdot a$ , per cui un corpo di massa  $M$  cui è applicata una forza  $F$  si sposta con accelerazione  $a$ . Il fenomeno vibratorio imprime alla massa  $M$  una forza  $F$ , la forza attua uno sforzo di compressione o di taglio su un cristallo piezoelettrico, il quale genera una carica elettrica proporzionale alla forza e di conseguenza all'accelerazione. Tale accelerazione viene implementata dai filtri "band limiting" e di ponderazione e convertita dall'analizzatore che emette il valore della vibrazione ricercato.

Le modalità di rilevamento possono variare da caso a caso e, in generale, dipendono dai seguenti fattori:

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

### 12.3 ELABORAZIONI DELLE MISURE

L'elaborazione delle misurazioni sarà effettuata per ogni evento significativo, per ogni sensore installato e per ogni direzione di misura. I segnali, registrati nel dominio del tempo dovranno essere analizzati nel dominio delle frequenze nel campo da 1 a 80 Hz, rappresentando gli spettri in diagrammi ad  $1/3$  di ottava. Più nel dettaglio, secondo le indicazioni della UNI 9614: 2017, l'accelerazione misurata deve essere filtrata con filtro passa banda (band-limitig) e successivamente con filtro di ponderazione, ottenendo così l'accelerazione ponderata per ogni singolo sito di misura e per ogni asse di misura. Il calcolo dell'accelerazione ponderata totale deve essere eseguito per combinazione, istante per istante a partire dalle accelerazioni calcolate lungo i tre assi, come somma vettoriale. Infine, le vibrazioni associate alla sorgente ritenuta fonte di disturbo devono essere quantificate mediante l'accelerazione ponderata massima della sorgente, che deve essere calcolata come differenza tra l'accelerazioni delle vibrazioni di immissione e le accelerazioni delle vibrazioni residue.

Più in dettaglio per ogni sito di misura e per ogni posizione dovrà essere diagrammato lo spettro medio e lo scarto quadratico medio delle misure delle tre componenti, composte secondo le indicazioni della normativa ISO 2631. Si ricorda che ogni diagramma dovrà essere completato dalla tabella dei valori relativi al diagramma stesso.

Negli spettri elaborati sarà sovrapposta, inoltre, la curva indicata dalle norme ISO 2631 per la soglia di sensibilità umana tra 1-80 Hz e quella caratteristica degli ambienti di lavoro (curva ISOX<sub>4</sub>). Ciò potrà essere utile per paragonare i valori ottenuti alla soglia di percezione umana.

Sarà successivamente determinato il vettore risultante dalla somma delle tre componenti lungo i tre assi. Tale operazione sarà eseguita sia per la determinazione del vettore di immissione che del vettore residuo. Dalla differenza sarà determinato il vettore vibrazionale relativo alla sorgente.

#### 12.4 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE

I punti di monitoraggio sono stati individuati in corrispondenza di ricettori antropici che ricadono in prossimità dell'opera, dei suoi cantieri e delle viabilità di cantiere.

Il PMA prevede il monitoraggio durante le fasi AO ed il monitoraggio durante la fase CO in tutte le stazioni individuate.

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, l'ubicazione e i possibili impatti ivi da controllare. Con riferimento alla mappatura dei ricettori effettuata nell'ambito dello Studio acustico, si individua anche il codice del ricettore presso cui è ubicato il punto:

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Possibile Impatto</i>
VIB_01	prg. 44+625 – Ricettore R18	emissioni vibrazionali a causa dei mezzi in transito e delle attività dei cantieri 4 e 5
VIB_02	prg. 51+925 ricettore R 4	emissioni vibrazionali a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione lungo l'asse viario
VIB_03	Ricettore R 1	emissioni vibrazionali a causa dei mezzi in transito e delle attività di demolizione e ricostruzione lungo l'asse viario

#### 12.5 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Il monitoraggio della componente si articolerà per le fasi AO e CO

Le campagne di monitoraggio hanno una durata di 24 h.

##### 12.5.1 Monitoraggio ante operam (AO)

Prevede 1 campagna da 24 ore, per il monitoraggio AO, in tutte le stazioni.

La fase di monitoraggio AO serve a fornire un riferimento per il confronto con gli scenari di corso d'opera (impatto in fase di realizzazione). È quindi previsto un "punto zero" al fine di valutare l'incremento a mezzo di un valore residuo, rappresentativo delle effettive variazioni dovute alla realizzazione dell'opera.

La campagna di monitoraggio AO sarà svolta, in un'unica soluzione, in prossimità delle aree di cantiere, del fronte avanzamento lavori e della viabilità di cantiere; le misure verranno svolte preventivamente all'installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività propedeutiche ai lavori quali decespugliamenti, sbancamenti, ecc. al fine di intervenire in condizioni indisturbate.

##### 12.5.2 Monitoraggio in corso d'opera (CO)

Per il CO sono previste le seguenti misure:

- 1 campagna della durata di 24 h ogni 3 mesi, per le stazioni poste in prossimità dei cantieri fissi e/o dell'asse viario oggetto di demolizione e ricostruzione.

La fase di monitoraggio CO si propone di quantificare l'impatto di sorgenti fisse, mobili e traffico indotto.

L'estensione temporale delle attività di monitoraggio di corso d'opera dei cantieri e della viabilità di cantiere coinciderà con la durata effettiva delle attività lavorative inerenti il cantiere. presumibilmente 3 anni.

La cadenza dei rilievi di CO sarà trimestrale; l'esecuzione degli stessi dovrà essere stabilita con esattezza in funzione del crono programma esecutivo delle attività, concordando lo svolgimento delle misurazioni preventivamente con la DL. In questa sede infatti si ipotizza, cautelativamente, che l'indagine sia effettuata con cadenza trimestrale su tutti i punti individuati; successivamente, in fase di cantiere, si potrà valutare l'opportunità pertanto di indagare solo quelli di volta in volta effettivamente interessati dalle lavorazioni.

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le tre fasi:

<i>Fase</i>	<i>Durata fase</i>	<i>Frequenza</i>	<i>n. campagne</i>
AO	1 anno	24 h/anno	1
CO	3 anni	24 h/trimestre	12

## 12.6 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero complessivo di campagne di misura previste:

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Campagne</i>		
	AO	CO	TOT
VIB_01	1	12	13
VIB_02	1	12	13
VIB_03	1	12	13
TOT	3	36	39

## 13.PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE SUOLO

### 13.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio della componente è previsto per le fasi AO e PO, in corrispondenza delle aree di cantiere, di deposito e di lavorazione principali, con lo scopo di:

- valutare le modifiche delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli indotte dalla realizzazione dell’infrastruttura in progetto;
- verificare l’attuazione protocollo contenimento ed eradicazione specie esotiche;
- garantire, a fine lavori, il corretto ripristino dei suoli.

Inoltre in fase corso d’opera saranno eseguiti dei rilievi “top-soil” nelle stazioni in area ZSC/RN per l’attuazione protocollo contenimento specie esotiche invasive; tali rilievi saranno eseguiti contestualmente al rilievo per le stazioni di monitoraggio della componente vegetazione.

L’individuazione dei suddetti obiettivi è stata effettuata in considerazione della tipologia di impatti che possono essere determinati sui terreni in seguito all’impianto del cantiere che riguardano in particolare i seguenti aspetti:

- modifica delle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche dei terreni;
- riduzione della fertilità dei terreni dovuta alla rimozione degli strati organici superficiali per operazioni di scotico, alle modifiche delle caratteristiche di drenaggio, al rimescolamento degli strati costitutivi, alla infiltrazione di sostanze chimiche, ecc.;
- inquinamento chimico del suolo dovuta all’immissione e dispersione di metalli pesanti.

Resta inteso che, durante il CO, qualora si verificano eventi di sversamento accidentale potenzialmente inquinanti, si dovrà predisporre una campagna di monitoraggio ad hoc, finalizzata alla verifica delle variazioni indotte sulla componente.

Per quanto riguarda le terre movimentate durante la realizzazione dell’opera, si rimanda all’elaborato TooGEo1GEOREo1 – Relazione Piani di Utilizzo Terre e Rocce.

### 13.2 MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO

Il monitoraggio degli aspetti pedologici e geochimici consiste nell’analisi delle caratteristiche dei terreni attraverso la determinazione dei parametri fisici, chimici e biologici, in corrispondenza delle aree di cantiere, di deposito e di lavorazione principali.

Preliminarmente dovranno essere definiti i parametri stazionali di ogni punto di indagine e raccolte le informazioni relative all’uso attuale del suolo, la valutazione della capacità d’uso e la definizione delle pratiche colturali precedenti all’insediamento del cantiere.

Per il monitoraggio della componente sono previste attività di campionamento (profilo/trivellata):

- raccolta di un campione nei primi 40 cm di spessore del terreno;
- raccolta di un campione ad una profondità superiore ai 2 m.

Si dovranno redigere delle “schede per il campionamento” riportandovi i caratteri generali, la descrizione del sito e dell’ambiente e la descrizione del suolo (trivellata/profilo).

Per la definizione degli effetti indotti dalla realizzazione dell’opera in progetto risulta fondamentale la caratterizzazione AO della componente. Infatti, alcuni parametri fisico-chimici (quali il pH, la tessitura, la sostanza organica e la capacità di scambio cationico) rappresentano i caratteri base la cui variazione può condizionare fortemente le caratteristiche del suolo e modificarne in maniera significativa la capacità

protettiva, filtrante o adsorbente nei confronti di sostanze potenzialmente inquinanti. In particolare, alcuni parametri chimici (come azoto, fosforo, potassio, ecc.) definiscono il livello di concentrazione e, quindi, l'eventuale grado di contaminazione indotto sul suolo a seguito, per esempio, delle pratiche di concimazione o difesa antiparassitaria normalmente eseguite in agricoltura; mentre i metalli pesanti (quali rame, arsenico, cadmio, cromo, ecc.) possono dipendere dall'utilizzo di fitofarmaci, concimi minerali e/o organici, liquami zootecnici, fanghi di depurazione, ecc.

Ciò premesso, nelle varie fasi del monitoraggio è previsto il rilevamento e determinazione delle seguenti tipologie di parametri successivamente dettagliate per fasi:

- parametri pedologici;
- parametri agronomici;
- parametri fisico-chimici dei terreni;
- parametri chimici dei terreni.

La tabella elenca i parametri oggetto delle indagini:

SUOLO			
Parametri	u.m.	Limite di riferimento A – siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale	Limite di riferimento B – siti ad uso commerciale e industriale
<b>PARAMETRI PEDOLOGICI E AGRONOMICI</b>			
Esposizione			
Pendenza			
Uso del suolo			
Microrilievo			
Pietrosità superficiale			
Rocciosità affiorante			
Fenditure superficiali			
Vegetazione			
Stato erosivo			
Permeabilità			
Classe di drenaggio			
Substrato pedogenetico			
Profondità della falda			
Capacità di scambio cationico			
Azoto totale			
Azoto assimilabile			
Fosforo assimilabile			
Carbonati totali			
Sostanza organica			
Capacità di ritenzione idrica			
Conducibilità elettrica			
Permeabilità			
Densità apparente			
Orizzonte			

Limiti di passaggio			
Colore allo stato secco ed umido			
Tessitura			
Umidità			
Contenuto in scheletro			
Concrezioni e noduli			
Efflorescenze saline			
Fenditure o tessiture			
pH			
Calcio			
Magnesio			
Sodio			
Potassio			
Granulometria			
Carbonio organico			
Potenziale redox			
<b>PARAMETRI CHIMICI</b>			
<b>COMPOSTI INORGANICI</b>			
Arsenico	mg/kg (ss)	20	50
Berillio	mg/kg (ss)	2	10
Cadmio	mg/kg (ss)	2	15
Cobalto	mg/kg (ss)	20	250
Cromo totale	mg/kg (ss)	150	800
Cromo esavalente	mg/kg (ss)	2	15
Mercurio	mg/kg (ss)	1	5
Nichel	mg/kg (ss)	120	500
Piombo	mg/kg (ss)	100	1000
Rame	mg/kg (ss)	120	600
Vanadio	mg/kg (ss)	90	250
Zinco	mg/kg (ss)	150	1500
<b>IDROCARBURI</b>			
Idrocarburi leggeri C<12	mg/kg (ss)	10	250
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg (ss)	50	750
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>			
Benzene	mg/kg (ss)	0.1	2
Etilbenzene	mg/kg (ss)	0.5	50
Stirene	mg/kg (ss)	0.5	50
Toluene	mg/kg (ss)	0.5	50
p-Xilene	mg/kg (ss)	0.5	50
Sommatoria organici aromatici	mg/kg (ss)	1	100
<b>AROMATICI POLICICLICI</b>			
Benzo(a)antracene	mg/kg (ss)	0.5	10

Benzo(a)pirene	mg/kg (ss)	0.1	10
Benzo(b)fluorantene	mg/kg (ss)	0.5	10
Benzo(k)fluorantene	mg/kg (ss)	0.5	10
Benzo(g,h,i)terilene	mg/kg (ss)	0.1	10
Crisene	mg/kg (ss)	5	50
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg (ss)	0.1	10
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg (ss)	0.1	10
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg (ss)	0.1	10
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg (ss)	0.1	10
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg (ss)	0.1	10
Indenopirene	mg/kg (ss)	0.1	5
Pirene	mg/kg (ss)	5	50
Sommatoria policiclici aromatici	mg/kg (ss)	10	100
<b>DIOSINE E FURANI</b>			
PCB	mg/kg (ss)	0.06	5

Per quanto riguarda il contenuto in "carbonio organico", si intendono i composti del carbonio che derivano da processi di trasformazione di componenti di organismi viventi e la cui presenza determina la struttura e la porosità del suolo, influenzando di conseguenza i fenomeni di ritenzione, accumulo, permeabilità, drenaggio e ruscellamento dell'acqua che arriva al suolo ed i relativi fenomeni di erosione. In particolare, per la caratterizzazione della sostanza organica il contenuto in Carbonio organico verrà espresso in percentuale e determinato secondo il metodo Walkley e Black (ossidazione con bicromato di potassio del carbonio organico stesso).

### 13.3 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE

I punti di misura sono ubicati all'interno di ciascun cantiere fisso, operativo e di base, in area ZSC/RN.

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, l'ubicazione e i possibili impatti ivi da controllare:

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Codice stazione vegetazione corrispondente</i>	<i>Possibile Impatto</i>
SUO_01	prg. 44+500 N cantiere operativo 4		Alterazione delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli nell'area di cantiere operativo 4
SUO_02	prg. 44+500 S cantiere operativo 5		Alterazione delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli nell'area di cantiere operativo 5
SUO_03	prg. 47+000 cantiere operativo 8		Alterazione delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli nell'area di cantiere operativo 8
SUO_04	prg. 50+800 cantiere operativo 10		Alterazione delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli nell'area di cantiere operativo 10

SUO_05	prg. 53+200 N cantiere operativo 12		Alterazione delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli nell'area di cantiere operativo 12
SUO_06	prg. 53+200 S cantiere operativo 11		Alterazione delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli nell'area di cantiere operativo 11
SUO_07	prg. 41+700 cantiere operativo 1	VEG_01 - RNS Tocchi ZSC Basso Merse	Alterazione delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli nell'area di cantiere operativo 1 - verificare l'attuazione protocollo contenimento ed eradicazione specie esotiche
SUO_08	prg. 43+900 cantiere operativo 3	VEG_06	Alterazione delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli nell'area di cantiere operativo 3 - verificare l'attuazione protocollo contenimento ed eradicazione specie esotiche
SUO_09	prg. 45+200 cantiere operativo 6	VEG_03 – ZSC Basso Merse	Alterazione delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli nell'area di cantiere operativo 6 - verificare l'attuazione protocollo contenimento ed eradicazione specie esotiche
SUO_10	prg. 49+900 cantiere base 9		Alterazione delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli nell'area di cantiere operativo 9
SUO_11	prg. 43+300 in prossimità F. Merse		Alterazione quali-quantitative nella composizione floristica e nell'evoluzione delle fitocenosi in prossimità del tracciato. Alterazione delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli.
SUO_12	prog.49+540 in prossimità F. Merse		Alterazione quali-quantitative nella composizione floristica e nell'evoluzione delle fitocenosi nell'area di cantiere base. Alterazione delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli.
SUO_13	in prossimità dell'ansa del F. Merse (prog. 50+200 - 50+350)		Alterazione quali-quantitative nella composizione floristica e nell'evoluzione delle fitocenosi in prossimità del tracciato. Alterazione delle caratteristiche pedologiche e geochimiche dei suoli.

### 13.4 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Il monitoraggio della componente sarà effettuato in tutte le aree di cantiere nelle fasi AO e PO.

Come già evidenziato, durante il CO, qualora si verificano eventi di sversamento accidentale potenzialmente inquinanti, si dovrà predisporre una campagna di monitoraggio ad hoc, finalizzata alla verifica delle variazioni indotte sulle caratteristiche della componente.

#### 13.4.1 Monitoraggio ante operam (AO)

La fase AO prevede 1 campagna di rilievo nelle aree di cantiere (stazioni di monitoraggio SUO\_01, SUO\_02, SUO\_03, SUO\_04, SUO\_05, SUO\_06, SUO\_07, SUO\_08, SUO\_09, SUO\_10) con frequenza semestrale per 12 mesi.

#### 13.4.2 Monitoraggio corso d'opera (CO)

La fase CO prevede campagne di rilievi top-soil (rilievo dei parametri pedologici ed agronomici con campionamento nei primi 40 cm) con frequenza semestrale (stazioni di monitoraggio per le stazioni di monitoraggio SUO\_07, SUO\_08, SUO\_09-SUO\_11, SUO\_12 e SUO\_13 da effettuarsi contestualmente al rilievo della vegetazione).

La fase di monitoraggio CO si estenderà per tutta la durata del cantiere fino alla conclusione della fase di realizzazione delle opere, presumibilmente 3 anni.

#### 13.4.3 Monitoraggio post operam (PO)

La fase PO prevede 1 campagna di rilievo sulle stazioni di monitoraggio SUO\_01, SUO\_02, SUO\_03, SUO\_04, SUO\_05, SUO\_06, SUO\_07, SUO\_08, SUO\_09, SUO\_10 con frequenza semestrale per 12 mesi, da iniziare entro 3 mesi dalle attività di sgombero e rinaturalizzazione del sito di cantiere.

La fase PO prevede, inoltre, 6 campagne di rilievi top-soil (rilievo dei parametri pedologici ed agronomici con campionamento nei primi 40 cm) con frequenza semestrale per 36 mesi, (stazioni di monitoraggio per le stazioni di monitoraggio SUO\_07, SUO\_08, SUO\_09-SUO\_11, SUO\_12 e SUO\_13 da effettuarsi contestualmente al rilievo della vegetazione).

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le fasi:

<i>Fase</i>		<i>Durata fase</i>	<i>Frequenza</i>	<i>n. campagne</i>
AO	Aree di cantiere	1 anno	Semestrale (punti SUO_01, SUO_02, SUO_03, SUO_04, SUO_05, SUO_06, SUO_07, SUO_08, SUO_09, SUO_10)	2
CO	Top soil	3 anni	Semestrale (punti SUO_07, SUO_08, SUO_09, SUO_11, SUO_12, SUO_13)	6
PO	Aree di cantiere	1 anno	Semestrale (punti SUO_01, SUO_02, SUO_03, SUO_04,	2

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

			SUO_05, SUO_06, SUO_07, SUO_08, SUO_09, SUO_10)	
	Top soil	3 anni	Semestrale (punti SUO_07, SUO_08, SUO_09, SUO_11, SUO_12, SUO_13)	6

e una sintesi delle attività previste dal PMA per il monitoraggio della componente:

Parametri			Campagne e Frequenza		
			AO	CO	PO
Top-soil	Parametri pedologici; Parametri agronomici	1 campione nei primi 40 cm per un totale di 1 campione /stazione		6 campagne	6 campagne
Aree di cantiere	Parametri pedologici Parametri agronomici	1 campione nei primi 40 cm per un totale di 1 campione /stazione	2 campagne	6 campagne	2 campagne
	Parametri chimici dei terreni	(n. 1 campione tra 40 cm e 2 m per parametri chimici per un			

---

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

		totale di 1 campione (stazione)			
--	--	---------------------------------------	--	--	--

Si evidenzia che i rilievi top-soli riguardano le stazioni di monitoraggio presenti in aree ZSC/RN e il protocollo di contenimento delle specie esotiche invasive. Tali rilievi dovranno essere eseguiti contestualmente a quelli della vegetazione.

### 13.5 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero complessivo di campagne di misura previste:

Codice punto di misura	Campagne							
	AO		CO		PO		TOT	
	Top Soil	Aree di cantiere						
SUO_01	-	2	-	-	-	2	-	4
SUO_02	-	2	-	-	-	2	-	4
SUO_03	-	2	-	-	-	2	-	4
SUO_04	-	2	-	-	-	2	-	4
SUO_05	-	2	-	-	-	2	-	4
SUO_06	-	2	-	-	-	2	-	4
SUO_07	-	2	6	-	6	2	12	4
SUO_08	-	2	6	-	6	2	12	4
SUO_09	-	2	6	-	6	2	12	4
SUO_10	-	2	-	-	-	2	-	4
SUO_11	-	-	6	-	6	-	12	-
SUO_12	-	-	6	-	6	-	12	-
SUO_13	-	-	6	-	6	-	12	-
TOT	-	20	36		36		72	40

## 14. PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE VEGETAZIONE

### 14.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio ambientale della componente vegetazione e flora, come riportato nelle Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale della Commissione VIA, persegue i seguenti obiettivi:

- caratterizzare la situazione ante operam in relazione ai diversi habitat, alla copertura del suolo ed alle condizioni fitosanitarie della vegetazione naturale e seminaturale, con particolare riferimento ai singoli individui di pregio ed alle aree di particolare sensibilità ambientale;
- controllare, nelle fasi in corso d'opera e post operam, l'evoluzione della vegetazione e degli habitat caratterizzati nella fase ante operam ed evidenziare l'eventuale instaurarsi di fitopatologie e disturbi alla componente vegetazione, correlabili alle attività di costruzione e alla fase di esercizio della nuova infrastruttura;
- predisporre, ove necessario, interventi correttivi per ridurre o eliminare gli impatti sulla componente;
- verificare la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione della vegetazione naturale e seminaturale sia nelle aree interessate dai lavori che in quelle limitrofe;
- verificare l'attuazione del protocollo di contenimento ed eradicazione delle specie esotiche;
- verificare la corretta applicazione, anche temporale, degli interventi a verde rispetto agli obiettivi di inserimento paesaggistico ed ambientale indicati nello SIA, controllando l'evoluzione della vegetazione di nuovo impianto in termini di attecchimento, corretto accrescimento ed inserimento nel mosaico circostante.

Le aree sensibili da monitorare sono state individuate tenendo conto:

- delle principali tipologie vegetazionali presenti nell'area, come rappresentate nella Carta della vegetazione reale (cod. ToolA01AMBCT01B) redatta nell'ambito dell'aggiornamento del progetto definitivo;
- delle principali tipologie di habitat individuate nelle Carte degli habitat allegate al Piano di Gestione delle ZSC IT5190007 Basso Merse e ZSC IT5190006 Alta Val di Merse, adottato con Verbale di D.C.P. n. 25/2015;
- dei tratti di tracciato sviluppati in avvicinamento ai Fiumi Merse e Ornate, nonché all'interno delle ZSC suddette e delle RNS Tocchi e RNP Basso Merse.

### 14.2 MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

In considerazione delle sensibilità territoriali individuate per la componente e delle caratteristiche dell'opera da realizzare, in conformità alle esigenze espresse nell'ambito dello Studio di Incidenza Ambientale ToolA05AMBRE01C (Integrazione allo Studio di Incidenza Ambientale cod. ToolA00AMBRE04A, 2009) verranno effettuati:

- rilievi floristici tramite check list ed individuazione delle specie esotiche invasive (erbacee, arbustive, arboree), e segnalazione di quelle di interesse conservazionistico;
- rilievi fitosociologici per verificare la composizione e la struttura delle formazioni vegetali in aree di ripristino e recupero ambientale.

con l'obiettivo di:

- rilevare il consumo dei mosaici di fitocenosi per verificare l'effettivo consumo di suolo e delle fitocenosi ad esso associate, in presenza delle attività di cantiere;

- analizzare lo stato delle fitocenosi per rilevare variazioni nella struttura delle formazioni vegetali e del rapporto quali-quantitativo delle specie ed evidenziare lo stato delle popolazioni vegetali;
- attuare il protocollo di contenimento ed eradicazione delle specie esotiche.

I rilievi andranno sempre effettuati nella stagione vegetativa.

I rilievi effettuati in corrispondenza delle aree di cantiere e di lavorazione si potranno avvalere anche delle analisi pedologiche effettuate nell'ambito del monitoraggio della componente suolo.

### 14.3 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE

Le stazioni di indagine sono ubicate sulla base dei criteri elencati in premessa, considerando le principali tipologie di fitocenosi e di habitat natura 2000 interferiti dal tracciato di progetto.

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, l'ubicazione e i possibili impatti; sono inoltre indicate le aree protette e le ZSC all'interno delle quali ricadono i punti:

Codice punto di misura	Ubicazione	Aree protette e ZSC	Tipo vegetazione/ habitat 2000	Interventi di ripristino/recupero ove previsto	Possibile Impatto
VEG_01	prg. 41+700 in prossimità F. Ornate	RNS Tocchi ZSC Basso Merse	Dir. 92/43/CEE: 4030; L.R. 56/2000: H075	Rimboschimento con nuclei arbustivi	Alterazione quali-quantitative nella composizione floristica e nell'evoluzione delle fitocenosi nell'area di cantiere operativo 1
VEG_02	prg. 43+300 in prossimità F. Merse	RNS Tocchi RNP Basso Merse RNP Basso Merse ZSC Basso Merse		Interventi per la permeabilità faunistica: F2 – vegetazione di tipo igrofilo di invito per la fauna	Alterazione quali-quantitative nella composizione floristica e nell'evoluzione delle fitocenosi in prossimità del tracciato
VEG_03	prg. 45+150 in prossimità F. Merse	ZSC Basso Merse	Dir. 92/43/CEE: 91Mo	Interventi di ripristino della vegetazione dei corpi idrici – D1: formazione arborea arbustiva a carattere igrofilo in corrispondenza dei corsi d'acque in corrispondenza dei corsi d'acqua con fascia ripariale < 15 metri) e D4: formazione arbustiva a carattere igrofilo in corrispondenza dei corsi d'acqua fascia ripariale >15 metri	Alterazione quali-quantitative nella composizione floristica e nell'evoluzione delle fitocenosi nell'area di cantiere operativo 6

VEG_04	prossimità cantiere Base	-	Dir. 92/43/CEE: 91Mo	Interventi di) e rimboscimento con nuclei arboreo arbustivi delle aree di svincolo (Modulo C)	Alterazione quali-quantitative nella composizione floristica e nell'evoluzione delle fitocenosi nell'area di cantiere base
VEG_05	in prossimità dell'ansa del F. Merse (prog. 50+200 - 50+350)	ZSC Alta Val di Merse			Alterazione quali-quantitative nella composizione floristica e nell'evoluzione delle fitocenosi in prossimità del tracciato
VEG_06	prossimità dell'area di cantiere	prg. 43+900		Interventi di ripristino della vegetazione con Filari arboreo-arbustivi (Modulo D) e rimboscimento con nuclei arboreo arbustivi delle aree di svincolo (Modulo C)	Alterazione quali-quantitative nella composizione floristica e nell'evoluzione delle fitocenosi nell'area di cantiere operativo 3

Le stazioni VEG\_01, VEG\_02, VEG\_03, VEG\_04, VEG\_05 e VEG\_06 ricadono in area ZSC/RN e sono individuate con l'obiettivo di 'attuare il protocollo di contenimento delle specie esotiche invasive'; per tali stazioni è prevista l'esecuzione di un rilievo floristico e la redazione di una check list ai fini dell'identificazione delle specie esotiche invasive e della loro successiva eradicazione; tale rilievo dovrà essere eseguito contestualmente al rilievo tipo 'topsoil' previsto in corrispondenza delle stazioni SUO\_07, SUO\_08, SUO\_09, SUO\_11, SUO\_12, SUO\_13 della matrice Suolo finalizzato ad individuare variazioni delle caratteristiche pedologiche e pedogenetiche che possono innescare condizioni favorevoli all'insediamento e diffusione delle specie suddette.

Le stazioni VEG\_01, VEG\_03, VEG\_06 ricadono in area ZSC/RN e sono individuate con l'obiettivo di 'verificare la composizione e la struttura delle formazioni vegetali in aree oggetto di ripristino/recupero, in particolare di tipo boschivo e ripariale'; per tali stazioni è prevista l'esecuzione di un rilievo fitosociologico.

#### 14.4 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Il monitoraggio della componente sarà effettuato nelle fasi AO, CO e PO.

##### 14.4.1 Monitoraggio ante operam (AO)

La fase AO prevede 2 campagne di rilievo stagionali (primavera e autunno), da effettuare prima dell'apertura dei cantieri, con l'obiettivo di definire meglio quali specie esotiche sono presenti nelle aree di cantiere e la loro estensione.

A tal scopo verrà eseguito un rilievo floristico con transetti floristico-vegetazionale (10m x 100 m) finalizzati alla caratterizzazione delle associazioni e del grado di copertura.

I transetti saranno localizzati in prossimità delle aree maggiormente soggette al possibile ingresso delle specie esotiche (aree contermini alla viabilità con fitocenosi disturbate, copertura scarsa, prossimità di flussi veicolari e ferroviari, ecc.), su aree opportunamente georiferite, di lunghezza minima pari a 100 m e larghezza minima pari a 10 m.

L'attività verrà condotta attraverso un inquadramento preliminare delle caratteristiche vegetazionali dell'area basato sugli studi specialistici esistenti.

Le attività valutazioni specifiche saranno tese a definire lo stato qualitativo dell'ambiente e le dinamiche in atto nelle cenosi presenti.

Le informazioni acquisite consistono in:

- elenco complessivo delle specie;
- determinazione delle caratteristiche ecologiche e di substrato delle specie rilevate;
- identificazione di specie rare e minacciate;
- identificazione di specie floristiche ed habitat d'interesse comunitario;
- definizione del quadro fitosociologico delle associazioni in cui possono comparire le specie rilevate.

#### 14.4.2 Monitoraggio in corso d'opera (CO)

La fase CO prevede 2 campagne di rilievo stagionali (primavera e autunno) da effettuarsi fino alla conclusione della fase di realizzazione delle opere, stimata in 3 anni.

Durante il corso d'opera per la vegetazione negli ambiti sensibili si procederà con campagne semestrali da effettuare con l'esecuzione di rilievi floristici.

La tempistica di svolgimento delle campagne annuali dovrà essere definita con esattezza in funzione dell'effettivo avanzamento del cantiere e concordandola con la DL. In questa sede infatti si ipotizza, cautelativamente, che l'indagine sia effettuata con cadenza annuale su tutti i punti di monitoraggio individuati; successivamente, in fase di cantiere, si potrà valutare l'opportunità pertanto di indagare solo quelli di volta in volta effettivamente interessati dalle lavorazioni.

#### 14.4.3 Monitoraggio post operam (PO)

La fase PO prevede campagne di rilievo stagionali per 3 anni, da iniziare entro tre mesi dalla realizzazione delle opere di ripristino.

In particolare, le attività di monitoraggio PO consisteranno in un rilievo floristico da effettuare in primavera e in autunno, e in rilievi fitosociologici da effettuarsi anch'essi in primavera ed autunno.

Verrà quindi effettuato un:

a. rilievo floristico VEG\_01, VEG\_02, VEG\_03, VEG\_04, VEG\_05 e VEG\_06:

- AO, 2 rilievi anno (1primavera,1autunno) per 1 anno;
- CO, 2 rilievi anno (1primavera,1autunno) per l'intera durata del cronoprogramma;
- PO, 2 rilievi anno (1primavera,1autunno) per 3 anni.

b. rilievo fitosociologico VEG\_01, VEG\_03, VEG\_06:

- AO, 2 rilievi anno (1primavera,1autunno) per 1 anno;
- PO, 2 rilievi anno (1primavera,1autunno) per 3 anni.

#### 14.4.4 TEMPISTICA DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Attività vegetazione	Ambiti	N. campagne	Periodo delle misure
Analisi fitosociologica e descrittiva degli habitat	3 ambiti sensibili (VEG)	2	Prima degli scotichi in stagione propizia (primavera e autunno)

Attività di monitoraggio AO per la componente vegetazione

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Attività vegetazione	Ambiti	N. campagne	Periodo delle misure
Analisi floristica	6 ambiti sensibili (VEG)	2/anno	La prima ad un anno dalle lavorazioni a maggior impatto e stagione propizia (primavera e autunno)

Attività CO vegetazione

Cod. punti	Attività vegetazione	N° punti	N. campagne	Periodo delle misure
VEG	Rilievo floristico	6	6	Primavera e autunno
VEG	Rilievo fitosociologico	3	6	Primavera e autunno

Attività PO vegetazione

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le fasi AO, CO e PO:

Fase	Durata fase	Tipologia rilievo	Frequenza	n. campagne
AO	1 anno primavera (mag-lug) e autunno (sett-ott)	Rilievo fitosociologico	2 volte/anno	2
CO	3 anni primavera (mag-lug) e autunno (sett-ott)	Rilievo floristico	2 volte/anno	6
PO	3 anni primavera (mag-lug) e autunno (sett-ott)	Rilievo floristico + Rilievo fitosociologico	2 volte/anno	6

**14.5 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO**

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero complessivo di campagne di misura previste:

Codice punto di misura	Campagne - RILIEVI FITOSOCIOLOGICI			
	AO	CO	PO	TOT
VEG_01	2	-	6	8
VEG_02	-	-	-	-
VEG_03	2	-	6	8

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

VEG_04	-	-	-	-
VEG_05	-	-	-	-
VEG_06	2	-	6	8
TOT	6	-	18	24

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Campagne - RILIEVI FLORISTICI</i>			
	AO	CO	PO	TOT
VEG_01	-	6	6	12
VEG_02	-	6	6	12
VEG_03	-	6	6	12
VEG_04	-	6	6	12
VEG_05	-	6	6	12
VEG_06	-	6	6	12
TOT	-	36	36	72

## 15. PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE FAUNA

Il monitoraggio per la fauna, di seguito descritto, tiene conto degli esiti dello Studio di approfondimento faunistico cod. ToolAo8AMBREo1\_B (in particolare § 9), nel quale sono analizzate e valutate le possibili correlazioni e criticità del progetto rispetto alla componente faunistica.

Lo studio suddetto è stato redatto al termine delle attività di monitoraggio AO sulla componente faunistica, condotte tra agosto 2016 e luglio 2017 e descritte nel Rapporto di monitoraggio annuale cod. TooMOo1MOAREo1\_B e relativi elaborati grafici. Per completezza, nei successivi paragrafi sono riportate anche le informazioni relative al piano di monitoraggio AO fauna, così come eseguite.

Tutti gli elaborati sopra richiamati sono allegati all'aggiornamento del progetto definitivo e si rimanda agli stessi per i dettagli.

### 15.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

il monitoraggio faunistico della fase AO è stato eseguito tra agosto 2016 e luglio 2017. Le attività hanno avuto durata annuale e sono state eseguite per le specie di mammiferi, anfibi, rettili e avifauna, applicando le metodiche specificate nel paragrafo successivo.

Il monitoraggio della componente fauna sarà finalizzato a:

- monitorare l'evoluzione della fauna durante le fasi CO e in PO;
- valutare l'efficacia degli interventi di mitigazione messi in atto;
- segnalare eventuali criticità al fine di intervenire con ulteriori misure cautelative o, al limite, compensative.

### 15.2 MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO

I protocolli di monitoraggio variano da gruppo faunistico a gruppo faunistico.

In conformità alle attività oggetto del censimento effettuato in fase di Progetto Definitivo, il PMA prevede per le fasi CO e PO le seguenti attività:

- Mammiferi
  - Macro e mesomammiferi: rilevamento dei segni di presenza lungo transetti ed in corrispondenza di 'varchi'
  - Macro e mesomammiferi: fototrappolaggio
  - Lutra lutra: registrazione di segni di presenza lungo segmenti fluviali secondo la metodologia standard indicata dall'"Otter Specialist Group (IUCN/SSC)"
  - Chiroterri : ndagine bioacustica con bat detector
- Avifauna:
  - Rilievo mediante avvistamento ed ascolto lungo transetti lineari
  - Rilievo al play-back
  - Controllo nidi artificiali di Tyto alba mediante sopralluoghi ad hoc e rilievo al play-back
- Anfibi : censimento a vista e al canto
- Rettili : censimento a vista lungo transetti

### 15.3 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Il monitoraggio dei diversi gruppi faunistici andrà condotto nelle stagioni idonee, che in linea generale sono riconducibili al periodo riproduttivo.

### 15.3.1 Monitoraggio ante operam (AO)

Il monitoraggio faunistico della fase AO è stato eseguito tra agosto 2016 e luglio 2017. Le attività hanno avuto durata annuale e sono state eseguite per le specie di mammiferi, anfibi, rettili e avifauna, applicando le metodiche specificate al § 15.2.

### 15.3.2 Monitoraggio in corso d'opera (CO)

La fase CO avrà la stessa durata del cantiere, presumibilmente 3 anni e comunque fino alla conclusione della fase di realizzazione delle opere, con rilevamenti specifici per le specie considerate vulnerabili rispetto alla costruzione dell'opera. Le frequenze di rilevamento variano tra i taxa ed hanno tipicamente andamento stagionale.

### 15.3.3 Monitoraggio post operam (PO)

La fase PO avrà durata di 3 anni, al fine di rilevare variazioni nei trend delle popolazioni presenti. Il monitoraggio prevedrà rilevamenti specifici per le specie considerate vulnerabili rispetto all'esercizio dell'opera o, se del caso, risultate interferite in CO.

Le frequenze di rilevamento variano tra i taxa ed hanno tipicamente andamento stagionale.

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le fasi AO, CO PO:

<i>Fase</i>	<i>Durata fase</i>	<i>Frequenza*</i>	<i>n. campagne</i>
AO*(**)	1 anno rilievi stagionali	variabile	2
CO(**)	3 anni rilievi stagionali	variabile	6
PO(**)	3 anni rilievi stagionali	variabile	6

\* le attività AO per la componente fauna sono state eseguite tra agosto 2016 e luglio 2017;

(\*\*) frequenze di rilevamento variano tra i taxa ed hanno tipicamente andamento stagionale.

e una sintesi delle attività previste dal PMA per il monitoraggio della componente:

<i>Parametri</i>		<i>Campagne e frequenza</i>		
		<i>AO*</i>	<i>CO</i>	<i>PO</i>
Anfibi	censimento a vista e al canto	7 all'anno con cadenza stagionale (primavera e autunno) per 1 anno	7 all'anno con cadenza stagionale (primavera e autunno) per 3 anni	7 all'anno con cadenza stagionale (primavera e autunno) per 3 anni
Rettili	censimento a vista lungo transetti	6 all'anno nel periodo riproduttivo delle specie (marzo-giugno; ottobre-novembre) per 1 anno	6 all'anno nel periodo riproduttivo delle specie (marzo-giugno; ottobre-novembre) per 3 anni	6 all'anno nel periodo riproduttivo delle specie

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

				(marzo-giugno; ottobre-novembre) per 3 anni
Uccelli	Line transect method	6 all'anno con cadenza stagionale (primavera e autunno) per 1 anno	6 all'anno con cadenza stagionale (primavera e autunno) per 3 anni	6 all'anno con cadenza stagionale (primavera e autunno) per 3 anni
Uccelli (inclusa <i>Tyto alba</i> )	Play-Back	3 all'anno nel periodo primaverile per 1 anno	3 all'anno nel periodo primaverile per 3 anni	3 all'anno nel periodo primaverile per 3 anni
Uccelli <i>Tyto alba</i> (controllo nidi artificiali)	Controllo nidi artificiali	-	-	4 all'anno per 3 anni
Macromammiferi	segni di presenza su transetto	6 all'anno con cadenza mensile nell'intervallo ott-nov e mar-giu per 1 anno	6 all'anno con cadenza mensile nell'intervallo ott-nov e mar-giu per 3 anni	6 all'anno con cadenza mensile nell'intervallo ott-nov e mar-giu per 3 anni
Macromamiferi	segni di presenza su varchi	4 all'anno con cadenza mensile nell'intervallo ago-sett per 1 anno	4 all'anno con cadenza mensile nell'intervallo ago-sett per 3 anni	4 all'anno con cadenza mensile nell'intervallo ago-sett per 3 anni
Macromamiferi	fototrappolaggio	-	-	2 all'anno 1 volta tra ago-sett e 1 volta tra apr e giu per 3 anni (30 notti per trappola)
Chiroterri	indagine bioacustica con bat detector	5 all'anno durante i mesi primaverili (maggio-giugno), estivi (agosto), autunnali (settembre-ottobre) per 1 anno	5 all'anno durante i mesi primaverili (maggio-giugno), estivi (agosto), autunnali (settembre-ottobre) per 3 anni	5 all'anno durante i mesi primaverili (maggio-giugno), estivi (agosto), autunnali (settembre-ottobre) per 3 anni
Lontra	registrazione di segni di presenza lungo segmenti fluviali secondo la metodologia standard indicata dall'"Otter Specialist Group (IUCN/SSC)"	4 all'anno durante i mesi primaverili (maggio-giugno), una volta ogni 20gg per 1 anno	2 all'anno ( <b>1 a maggio e 1 a giugno</b> ) per 3 anni	2 all'anno ( <b>1 a maggio e 1 a giugno</b> ) per 3 anni

\* le attività AO per la componente fauna sono state eseguite tra agosto 2016 e luglio 2017.

Il monitoraggio CO e PO dovrà essere attuato con le modalità e i tempi dell'AO, fatte salve alcune puntuali modifiche rispetto all'AO (già riportate nella precedente tabella), in accordo a quanto previsto dal cap. 9 dello Studio di approfondimento faunistico (cod. ToolAo8AMBREo1B), ovvero a seguito della conclusione del monitoraggio AO:

- CO e PO, ridimensionamento del monitoraggio della specie lontra, con 2 sole ripetizioni invece che 4;
- PO, incremento del monitoraggio dei varchi di passaggio macromammiferi (almeno un terzo) mediante foto-trappolaggio per una durata di almeno 30 notti trappola per sessione;

- CO e PO, monitoraggio della specie *Tyto alba* (Play-Back);
- PO, monitoraggio dei nidi artificiali per la specie *Tyto alba*. I nidi di per la specie *Tyto alba* dovranno essere ubicati in aree idonee da individuare nella successiva fase progettuale;
- CO e PO, incremento del monitoraggio degli anfibi con aumento sino a 10 stazioni di rilievo, con l'aggiunta di ulteriori stazioni, localizzate nella prossimità immediata del tracciato viario.

Con l'attuazione del piano di monitoraggio AO non sono state localizzate linee di migrazione di anfibi o comunque anfibi in spostamento sul tracciato della SS223 in esame. Si ritiene, tuttavia, che questo aspetto debba essere costantemente mantenuto sotto osservazione, fino alla fine del periodo di monitoraggio post opera, attraverso un rilievo sistematico degli animali che attraversano e rischiano la collisione e l'uccisione sulla carreggiata.

#### 15.4 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI INDAGINE

Le stazioni da monitorare per la fauna possono essere di tipo puntuale, areale o lineare (transetti).

Si riporta di seguito l'elenco delle stazioni di monitoraggio:

Denominazione stazione		Specifiche stazione*	Coordinate geografiche**	Coordinate metriche
ANFIBI	Aar1	30 mq	43° 7'16.21"N 11°17'50.71"E	4776832.545 686893.852
	Aar2	30 mq	43° 8'58.11"N 11°17'18.24"	4779955.988 686074.210
	Aar3	30 mq	43° 9'24.50"N 11°17'3.97"E	4780761.297 685729.674
	Aar4	30 mq	43° 9'25.53"N 11°17'19.37"E	4780802.571 686076.611
	Aar5	30 mq	43°10'2.25"N 11°17'26.23"E	4781939.592 686200.545
	Aar6 (solo CO e PO)			4778190,412 686434,421
	Aar7 (solo CO e PO)			4779248,218 686476,427
	Aar8 (solo CO e PO)			4782032,878 685647,227
	Aarg (solo CO e PO)			4782612,771 685430,532
	Aar10 (solo CO e PO)			4786201,451 684997,416

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Rettili / Mammiferi	R(MM)tr1***	600 m	43° 7'10.33"N 11°17'53.93"E	4776653.148 686971.594
			43° 7'28.12"N 11°17'46.84"E	4777197.560 686796.327
	R(MM)tr2***	420 m	43° 9'13.17"N 11°17'24.41"E	4780424.387 686200.867
			43° 9'2.09"N 11°17'27.41"E	4780084.432 686277.977
	R(MM)tr3***	360 m	43°11'35.34"N 11°16'20.78"E	4784771.071 684644.647
			43°11'35.24"N 11°16'36.21"E	4784777.454 684993.006
	R(MM)tr4***	636 m		4776623.287 686974.674
				4777198.158 686795.632
Uccelli (transetti)	Utr1	1000 m	43° 9'3.61"N 11°17'15.29"E	4780124.881 686041.113
			43° 9'25.96"N 11°17'16.98"E	4780814.361 686022.271
	Utr2	1000 m	43°11'48.93"N 11°16'3.83"E	4785189.020 684585.637
			43°11'25.07"N 11°16'18.67"E	4784452.954 684605.624
Uccelli (Play-Back)	Upu1	300 m	43° 7'49.06"N 11°17'40.55"E	4777839.645 686636.499
	Upu2	300 m	43° 8'56.59"N 11°17'18.33"E	4779909.153 686077.524
	Upu3	300 m	43°12'40.02"N 11°16'47.83"E	4786783.021 685200.816
	Upu4	300 m	43°11'33.89"N 11°16'21.55"E	4784726.811 684663.242
Tyto Alba (controllo nidi artificiali)	Una1 (solo PO)		43° 7'12.16"N 11°17'42.64"E	

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

	Una2 (solo PO)		43° 7'18.55"N 11°17'55.24"E	
	Una3 (solo PO)		43° 7'15.07"N 11°17'57.38"E	
Chiroterri (bat detector)	MCtr1	1360 m	43° 6'29.46"N 11°18'8.78"E	4775401.563 687341.827
			43° 7'10.46"N 11°17'53.91"E	4776657.146 686971.032
	MCtr2	1786 m	43° 8'34.49"N 11°17'42.70"E	4779242.452 686646.671
			43° 9'17.38"N 11°17'24.08"E	4780554.059 686189.861
MCtr3	1472 m	43°12'38.74"N 11°16'52.57"E	4786734.291 684862.518	
		43°12'0.98"N 11°16'32.79"E	4785569.417 684894.211	
MCtr4	2807 m	43°12'53.49"N 11°15'30.61"E	4787151.288 683447.151	
		43°11'48.92"N 11°16'3.15"E	4785179.208 684235.360	
Mammiferi (varchi)	MMvr1 (solo AO e PO)	10 m	43° 7'15.10"N 11°17'48.23"E	4776796.766 686838.748
	MMvr2 (solo AO e PO)	10 m	43° 9'3.50"N 11°17'15.63"E	4780120.654 685988.309
	MMvr3 (solo AO)	6 m	43° 9'30.08"N 11°17'26.92"E	4780947.598 686243.284
	MMvr4 (solo AO)	5 m	43°12'23.55"N 11°16'42.43"E	4786271.611 685092.808
	MMvr5 (solo AO)	8 m		4780940.947 686237.138
	MMvr6 (solo AO)	3 m		4780752.976 686238.665
	MMvr7 (solo PO)			
	MMvr8 (solo PO)			

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

	MMvrg (solo PO)			
	MMvr10 (solo PO)			
	MMvr11 (solo PO)			
	MMvr12 (solo PO)			
	MMvr13 (solo PO)			
	MMvr14 (solo PO)			
	MMvr15 (solo PO)			
	MMvr16 (solo PO)			
	MMvr17 (solo PO)			
	MMvr18 (solo PO)			
MMvr19 (solo PO)				
Mammiferi (fototrappolaggio)	MMFo1 (solo PO)			
	MMFo2 (solo PO)			
	MMFo3 (solo PO)			
	MMFo4 (solo PO)			
	MMFo5 (solo PO)			
	MMFo6 (solo PO)			
Mammiferi (segni presenza lontra)	MLtr1 (AO, CO, PO)	67 m	43° 7'16.25"N 11°17'50.80"E	4776833.835 686895.852
			43° 7'15.48"N 11°17'48.06"E	4776808.383 686834.585
	MLtr2 (solo AO)	80 m	43° 8'34.05"N 11°17'43.53"E	4779229.393 686665.792
			43° 8'32.01"N 11°17'44.65"E	4779167.154 686692.818

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

	MLtr3 (solo AO)	40 m	43° 9'3.46"N 11°17'15.40"E	4780119.278 686005.552
			43° 9'2.66"N 11°17'14.92"E	4780094.303 685995.385
	MLtr4 (solo AO)	100 m	43° 9'25.50"N 11°17'20.09"E	4780802.090 686092.897
			43° 9'26.54"N 11°17'15.81"E	4780831.531 685995.358
	MLtr5 (solo AO)	210 m	43°10'1.10"N 11°17'3.03"E	4781889.800 685677.637
			43° 9'56.06"N 11°16'57.92"E	4781731.172 685566.488
	MLtr6 (AO, CO, PO)	44 m	43°11'34.79"N 11°16'29.53"E	4784759.471 684842.607
			43°11'35.31"N 11°16'31.08" E	4784776.464 684877.156

\* Si riportano le specifiche di ciascuna stazione. Per i transetti viene riportata la lunghezza in m, per i punti di ascolto il raggio prefissato, per le stazioni areali la superficie da censire, per i varchi l'ampiezza rilevata.

\*\*Nel caso dei transetti si riportano le coordinate geografiche, latitudine e longitudine, e metriche, relative al punto di inizio e fine del transetto. Nel caso dei punti di ascolto e delle stazioni areali si riportano le coordinate del punto centrale. Nel caso dei varchi si riportano le coordinate del punto di attraversamento della carreggiata.

\*\*\*Nei transetti R(MM)tr1, R(MM)tr2 e R(MM)tr3, R(MM)tr1 in simultanea e nei medesimi tracciati avverrà, oltre al rilievo dell'erpetofauna, il rilievo della mammalofauna, di conseguenza le stazioni sono riportate una sola volta nella tabella di sintesi.

#### 15.4.1 METODOLOGIA E PARAMETRI DI MISURA

a. MACRO E MESOMAMMIFERI - SEGNI DI PRESENZA LUNGO TRANSETTI/VARCHI. Rilevamento e conteggio, in modo sistematico, della presenza di tracce (impronte, fatte, segni di predazione, etc) di macro e mesoteriofauna. Dovrà essere raccolto un campione rappresentativo delle fatte dei carnivori da sottoporre ad analisi microscopica per la conferma sia della specie stessa che delle specie predate (analisi tricologica, resti ossei, etc). Le tracce saranno attribuite a livello di specie.

b. MACRO E MESOMAMMIFERI - FOTOTRAPPOLAGGIO. Rilevamento mediante posizionamento di trappola fotografica in corrispondenza di possibili punti di passaggio delle specie o varchi lungo l'infrastruttura. Un singolo rilievo avrà una durata minima di 30 gg consecutivi. Dovranno essere oggetto di ripresa fotografica tutti gli individui entrati nel campo utile di ripresa del fotoapparato, restituendo quindi, oltre alla macro e mesoteriofauna, anche eventuali individui appartenenti ad altri taxa. La fototrappola andrà impostata in modalità solo foto, con una risoluzione minima di 8mp, con impostazione di una sequenza di

scatto di almeno 3 fotogrammi consecutivi e con sovraimpressione sulla foto di almeno ora e data del momento dello scatto.

c. MAMMIFERI - LONTRA. Registrazione di segni di presenza lungo segmenti fluviali secondo la metodologia standard indicata dall'"Otter Specialist Group" (IUCN/SSC).

d. CHIROTTERI - INDAGINE BIOACUSTICA CON BAT DETECTOR. Esecuzione di attività di rilevamento della presenza di chirotterofauna mediante indagine con bat detector automatico in continuo e passivo, in modalità time expansion, e registratore digitale. Attività da eseguire lungo transetti della dimensione minima di m 500 (e comunque come indicato nella planimetria Too-MO01-MOA-PL03). Gli ultrasuoni rilevati saranno registrati e successivamente analizzati con specifici software per l'identificazione delle specie, annotando i siti invernali, riproduttivi e di swarming rinvenuti.

e. AVIFAUNA - TRANSETTO LINEARE. Rilievo dell'avifauna da eseguire mediante avvistamento ed ascolto lungo transetti prestabiliti di lunghezza pari ad almeno 1 km (e comunque come indicato nella planimetria Too-MO01-MOA-PL03) tracciati in maniera da ricadere il più possibile in ambienti omogenei. Saranno individuati e conteggiati tutti gli individui contattati, compresi i rapaci, osservati e uditi, in verso o in canto, durante il tempo impiegato per percorrere l'intero transetto in una fascia di almeno 100 m a destra e a sinistra del rilevatore. I rilievi dovranno essere finalizzati verso specie sia diurne che crepuscolari/notturne.

f. AVIFAUNA - CENSIMENTO AL PLAY BACK. Esecuzione di una attività di indagine mirata di specie di avifauna nidificante o svernante mediante stimolazione acustica con induzione della risposta da parte delle specie target. Attività eseguita mediante la riproduzione del canto con specifico apparato fonodiffusore che simula la presenza di un con specifico per stazione di indagine. Per ciascuna specie da indagare la stimolazione acustica dovrà prevedere un tempo minimo di almeno 2 minuti per ogni routine e o dovrà essere ripetuta almeno una seconda volta nel caso la risposta alla prima stimolazione sia negativa.

g. ANFIBI: CENSIMENTO A VISTA E AL CANTO. Censimento a vista, tipo S.S.S. (Systematic Spatial Surveys, Heyer et al., 1994), e al canto tipo A.S.T. (Audio Surveys Transect, Heyer et al., 1994), per tutto il periodo riproduttivo. L'attività verrà svolta lungo transetti di almeno 0,5 Km circa o su aree campione (e comunque come indicato nella planimetria Too-MO01-MOA-PL03); ogni singolo rilievo prevede l'esecuzione del censimento per almeno 2 giorni consecutivi.

h. RETTILI - CENSIMENTO A VISTA LUNGO TRANSETTI. Attività di indagine sulla presenza di Rettili su transetti di dimensione prestabilita. L'attività di indagine dovrà essere svolta mediante osservazione di individui lungo transetti percorsi a piedi della lunghezza, ove possibile, di 1000 m ed entro un buffer di larghezza di almeno 20 m (e comunque come indicato nella planimetria Too-MO01-MOA-PL03). Gli esemplari osservabili ed avvicinabili ad opportuna distanza saranno fotografati.

### 15.5 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Nella tabella seguente sono riportati i taxa rispetto ai quali sono indicate il numero delle stazioni con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero complessivo di campagne di misura previste:

	Campagne						
	AO*		CO		PO		TOTALE
Anfibi	Aar1	7	Aar1	21	Aar1	21	49
	Aar2		Aar2		Aar2		
	Aar3		Aar3		Aar3		

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

	Aar4 Aar5		Aar4 Aar5 Aar6 Aar7 Aar8 Aar9 Aar10		Aar4 Aar5 Aar6 Aar7 Aar8 Aar9 Aar10		
Rettili/ Mammiferi	R(MM)tr1 R(MM)tr2 R(MM)tr3 R(MM)tr4	6	R(MM)tr1 R(MM)tr2 R(MM)tr3 R(MM)tr4	21	R(MM)tr1 R(MM)tr2 R(MM)tr3 R(MM)tr4	21	42
Uccelli (line transect method)	Utr1 Utr2	6	Utr1 Utr2	18	Utr1 Utr2	18	42
Uccelli (inclusa Tyto alba) (Play-Back)	Upu1 Upu2 Upu3 Upu4	3	Upu1 Upu2 Upu3 Upu4	9	Upu1 Upu2 Upu3 Upu4	9	21
Uccelli Tyto alba (controllo nidi artificiali)	-	-	-	-	Una1 Una2 Una3	12	12
Macromamiferi (segni di presenza su transetto)	R(MM)tr1 R(MM)tr2 R(MM)tr3 R(MM)tr4	6	R(MM)tr1 R(MM)tr2 R(MM)tr3 R(MM)tr4	18	R(MM)tr1 R(MM)tr2 R(MM)tr3 R(MM)tr4	18	42
Macromammiferi (varchi)	MMvr1 MMvr2 MMvr3 MMvr4 MMvr5 MMvr6	4		12	MMvr1 MMvr2 MMvr7 MMvr8 MMvr9 MMvr10 MMvr11 MMvr12 MMvr13 MMvr14 MMvr15 MMvr16 MMvr17 MMvr18 MMvr19	12	28
Macromamiferi (fototrapolaggio)	-	-	-	-	MMFo1 MMFo2	6	6

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

					MMFo3 MMFo4 MMFo5 MMFo6		
Chiotteri	MCtr1 MCtr2 MCtr3 MCtr4	5	MCtr1 MCtr2 MCtr3 MCtr4	15	MCtr1 MCtr2 MCtr3 MCtr4	15	35
Lontra	MLtr1 MLtr2 MLtr3 MLtr4 MLtr5 MLtr6	4	MLtr1 MLtr6	6	MLtr1 MLtr6	6	16

\* le attività AO per la componente fauna sono state eseguite tra agosto 2016 e luglio 2017.

## 16. PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE PAESAGGIO

Il monitoraggio del paesaggio mira al riscontro degli effetti dell'Opera sul tipo e sull'intensità di utilizzo del paesaggio stesso, sulla sua articolazione e funzionalità ecologica, sugli aspetti fisionomici, storici, socio-culturali e strutturali. In generale sarà posta attenzione verso la messa a punto di tutti gli strumenti idonei al contenimento del rischio di perdita d'identità paesaggistica, con tutte le comprensibili conseguenze in termini di futuro sviluppo e valorizzazione di un patrimonio irripetibile. L'attuazione delle azioni di monitoraggio tiene conto degli effetti e dei rapporti tra Opera in realizzazione e paesaggio, focalizzando i momenti propizi per il raggiungimento degli obiettivi del PMA, nella frazione temporale in cui è possibile incidere per una correzione progettuale o esecutiva e salvaguardare così l'ambiente da un eventuale errore dagli effetti difficilmente reversibili.

### 16.1 MODALITÀ E PARAMETRI DEL RILEVAMENTO

L'attuazione del monitoraggio costituisce un'indagine di base finalizzata a descrivere fotograficamente lo stato iniziale e finale del territorio oggetto d'indagine.

#### 16.1.1 Riprese fotografiche

La tecnica migliore per fotografare tutto il semipiano interessato è quella di posizionare una macchina fotografica su un cavalletto e scattare in sequenza un numero sufficiente di immagini in modo che, una volta accostate, permettano di ricostruire l'intero orizzonte.

Per evitare deformazioni geometriche si utilizzerà un obiettivo di focale non inferiore ai 35 mm (intesa per il formato fotografico classico 24x36). Per garantire una elevata profondità di campo si utilizzerà preferibilmente un valore di diaframma superiore ad 8.

Saranno evitati, per quanto possibile, scatti in controluce che potrebbero diminuire la leggibilità.

Nel caso di fotografie con pellicola analogica si utilizzerà una emulsione con sensibilità non superiore ai 100 ASA (grana fine), nel caso si utilizzi una macchina fotografica digitale essa sarà un sensore di qualità elevata e con risoluzione pari ad almeno 6 Megapixel.

Nel caso di ripresa analogica le fotografie (o diapositive) verranno prima stampate, poi digitalizzate e successivamente montate, nel caso si utilizzi strumentazione digitale, basterà montarle in sequenza.

Le immagini digitalizzate, una volta unite, formeranno un'unica immagine di tipo jpg (con minima compressione, massima qualità) che sarà conservata come il risultato finale; per l'inserimento nella scheda di misura sarà invece conveniente ricampionare l'immagine in modo che il lato lungo abbia una dimensione pari a circa 4000 pixel, più che sufficiente per la stampa in formato A4.

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

Una volta effettuato il montaggio delle foto, verranno segnati gli angoli di sensibilità.

Il cono visivo è adottato come metodo di analisi dello stato del paesaggio percepibile dalle postazioni dei ricettori. Si è constatato che la percezione visiva è concentrata principalmente nei 45° centrali che individuano il "cono di alta percezione". Il campo visivo, però, copre un angolo maggiore: si definiscono come "coni di media percezione" i complementari al cono di alta percezione di un angolo di 90° (45° a destra ed a sinistra rispetto all'asse frontale). Il campo visivo che è potenzialmente percepibile arriva comunque a coprire un angolo di 180° (coni di bassa percezione tra i 45° ed i 90° rispetto all'asse frontale) e gli elementi più periferici in esso presenti possono essere visibili nitidamente ruotando la testa.

Alla fine del rilievo, assieme alla documentazione fotografica, sarà restituita una scheda grafico-descrittiva per ogni stazione, all'interno della quale, per le fasi CO e PO, sarà inclusa l'analisi delle modifiche indotte ed individuazione caratteri/elementi del paesaggio mutati.

## 16.2 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DA SOTTOPORRE AD INDAGINE

Il programma di monitoraggio ambientale sarà finalizzato a registrare le attuali relazioni tra gli elementi strutturali del paesaggio, a verificare la corretta attuazione delle azioni di protezione del paesaggio (interventi di mitigazione e inserimento paesaggistico-ambientale) e l'efficacia delle stesse. A questo scopo, sono state individuate quali aree particolarmente sensibili le ZSC:

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Possibile Impatto</i>
PAE_01	ZSC Basso Merse	Trasformazione degli elementi percettivi e strutturali del contesto nell'area della ZSC Basso Merse
PAE_02	ZSC Alta Val di Merse	Trasformazione degli elementi percettivi e strutturali del contesto nell'area della ZSC Alta Val di Merse

## 16.3 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI

### 16.3.1 Monitoraggio ante operam (AO)

La fase AO si prevede di durata annuale.

Le riprese fotografiche saranno effettuate nel periodo compreso fra maggio e luglio, preferibilmente nella prima parte della mattinata (entro le ore 10) e nella seconda parte del pomeriggio (dopo le ore 17) per evitare condizioni di luce azimutale.

Si prevede un'unica campagna da effettuarsi nel periodo compreso tra maggio e luglio.

Nella Tabella seguente vengono riepilogate le attività di monitoraggio AO per il paesaggio.

<i>Attività</i>	<i>N. punti</i>	<i>N. campagne</i>	<i>Periodo delle misure</i>
Riprese fotografiche e redazione di schede di analisi grafico-descrittive	2	1	Periodo tardo primaverile-estivo, nella prima parte della mattina e nella seconda parte del pomeriggio.

### 16.3.2 Monitoraggio in corso d'opera (CO)

La fase CO avrà la stessa durata del cantiere, presumibilmente 3 anni e comunque fino alla conclusione della fase di realizzazione delle opere.

Il monitoraggio in corso d'opera della componente paesaggio relativamente all'impatto visivo, si realizza mediante campagne di misure aventi una cadenza semestrale durante tutta la fase di realizzazione degli interventi.

Pertanto si procederà all'effettuazione delle riprese fotografiche che consentiranno di verificare il rispetto del progetto e delle indicazioni che eventualmente potranno pervenire dall'andamento del PMA di altre componenti (es. richiesta di implementazione di barriere schermanti, etc).

Nella Tabella seguente vengono riepilogate le attività di monitoraggio CO della componente paesaggio.

<i>Attività</i>	<i>N. punti</i>	<i>N. campagne</i>	<i>Periodo delle misure</i>
Riprese fotografiche e redazione di schede di analisi grafico-descrittive	2	6 (2/anno)	Periodo tardo primaverile-estivo, nella prima parte della mattina e nella seconda parte del pomeriggio.

### 16.3.3 Monitoraggio post operam (PO)

La fase PO avrà la durata di 3 anni.

Sarà utile mantenere collegato questo monitoraggio a quello della vegetazione per l'importanza che le valutazioni condotte sull'efficacia e ruolo delle strutture vegetali di neoformazione (schermante, arricchimento degli elementi verticali associati alle strutture arboree, qualità delle texture, ecc.) hanno anche sul piano paesaggistico.

Pertanto, una valutazione integrata potrà eventualmente essere di aiuto sia alla costruzione del giudizio generale sulla qualità delle realizzazioni paesaggistiche (opere di mitigazione e compensazione a verde) sia alla taratura delle misure correttive.

Anche per il monitoraggio PO si procederà con le stesse modalità previste per l'AO e per il CO.

Nella Tabella seguente vengono riepilogate le attività di monitoraggio PO della componente paesaggio.

<i>Attività</i>	<i>N. punti</i>	<i>N. campagne</i>	<i>Periodo delle misure</i>
Riprese fotografiche e redazione di schede di analisi grafico-descrittive	2	3 (1/anno)	Periodo tardo primaverile-estivo, nella prima parte della mattina e nella seconda parte del pomeriggio.

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con le attività previste per le fasi AO, CO PO:

<i>Fase</i>	<i>Durata fase</i>	<i>n. campagne</i>
AO	1 anno	1
CO	3 anni	6
PO	3 anni	3

### 16.4 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Nella tabella seguente sono elencati i punti di misura, con la relativa articolazione temporale delle attività di monitoraggio e il numero complessivo di campagne di misura previste:

<i>Codice punto di misura</i>	<i>Campagne</i>			
	AO	CO	PO	TOT
PAE_o1	1	6	3	10
PAE_o2	1	6	3	10
TOT	2	12	6	20

**ALLEGATO 1 - CONFRONTO STAZIONI DI MONITORAGGIO SIA-PD-PE**

<u>Piano di Monitoraggio Ambientale dell'opera – Progetto Esecutivo</u>	<u>Piano di Monitoraggio Ambientale dell'opera – Progetto Definitivo</u>	<u>Piano di Monitoraggio Ambientale elaborati SIA varianti sostanziali</u>	
T00MO01MOARE01	T00MO00MOARE01_C e T00MO00MOACT01_C	T02MO00MOACT01_B e T02MO00MOACT02B	
<b>ACQUE SUPERFICIALI</b>			
ASP_01	ASP_01	-	Confermato
ASP_02	ASP_02	-	Confermato
ASP_03	ASP_03	-	Confermato
ASP_04	ASP_04	-	Spostato
ASP_05	ASP_05	-	Confermato
ASP_06	ASP_06	-	Confermato
ASP_07	ASP_07	-	Confermato
ASP_08	ASP_08	-	Confermato
ASP_09	ASP_09	-	Confermato
ASP_10	ASP_10	-	Confermato
ASP_11	-	-	Nuovo
ASP_12	-	-	Nuovo
ASP_13	ASP_11	ASP_05	Rinominato
ASP_14	ASP_12	ASP_06	Rinominato
<b>ACQUE SOTTERRANEE</b>			
AST_01	AST_01	AST_03	Confermato
AST_02	AST_02	AST_04	Confermato
AST_03	AST_03	-	Confermato
AST_04	AST_04	-	Confermato
AST_05	AST_05	-	Confermato
AST_06	AST_06	-	Confermato
AST_07	AST_07	AST_01	Confermato
AST_08	AST_08	-	Confermato
AST_09	AST_09	AST_02	Confermato
AST_10	AST_10	-	Confermato
AST_11	-	-	Nuovo
AST_12	-	-	Nuovo
<b>ATMOSFERA</b>			
ATM_01	ATM_01	ATM_01	Confermato
ATM_02	ATM_02	ATM_02	Confermato
ATM_03	ATM_03	-	Confermato
ATM_04	ATM_04	-	Confermato
ATM_05	ATM_05	-	Confermato
ATM_06	ATM_06	-	Confermato
ATM_07	-	-	Nuovo
ATM_08	-	-	Nuovo

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

<b>RUMORE</b>			
RUM_01	RUM_01	RUM_01	Confermato
RUM_02	RUM_02	RUM_02	Confermato
RUM_03	RUM_03	-	Confermato
RUM_04	RUM_04	-	Confermato
RUM_05	RUM_05	-	Confermato
RUM_06	RUM_06	-	Confermato
RUM_07	-	-	Nuovo
RUM_08	-	-	Nuovo
<b>PRESTAZIONE FONASSORBENTE PAVIMENTAZIONE</b>			
RUM_PPDF_01	-	-	Nuovo
RUM_PPDF_02	-	-	Nuovo
RUM_PPDF_03	-	-	Nuovo
RUM_PPDF_04	-	-	Nuovo
RUM_PPDF_05	-	-	Nuovo
RUM_PPDF_06	-	-	Nuovo
<b>VIBRAZIONI</b>			
VIB_01	-	-	Nuovo
VIB_02	-	-	Nuovo
VIB_03	-	-	Nuovo
<b>SUOLO</b>			
SUO_01	SUO_01	-	Confermato
SUO_02	SUO_02	-	Confermato
SUO_03	SUO_03	-	Confermato
SUO_04	SUO_04	-	Confermato
SUO_05	SUO_05	-	Confermato
SUO_06	SUO_06	-	Confermato
SUO_07	SUO_07	-	Confermato
SUO_08	SUO_08	-	Confermato
SUO_09	SUO_09	-	Confermato
SUO_10	SUO_10	-	Confermato
SUO_11	-	-	Nuovo
SUO_12	-	-	Nuovo
SUO_13	-	-	Nuovo
<b>VEGETAZIONE E FLORA</b>			
VEG_01	VEG_01	VEG_01	Confermato
VEG_02	VEG_02	-	Confermato
VEG_03	VEG_03	VEG_02	Confermato
VEG_04	VEG_04	-	Confermato
VEG_05	VEG_05	VEG_03	Confermato
VEG_06	-	-	Nuovo
<b>FAUNA</b>			
Anfibi			

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Aar1	Aar1	Aar1	Confermato
Aar2	Aar2	Aar2	Confermato
Aar3	Aar3	-	Confermato
Aar4	Aar4	-	Confermato
Aar5	Aar5	-	Confermato
Aar6	Aar6	-	Confermato
Aar7	Aar7	-	Confermato
Aar8	Aar8	-	Confermato
Aar9	Aar9	-	Confermato
Aar10	Aar10	-	Confermato
<b>Rettili / Mammiferi</b>			
R(MM)tr1	R(MM)tr1	R(MM)tr1	Confermato
R(MM)tr2	R(MM)tr2	R(MM)tr2	Confermato
R(MM)tr3	R(MM)tr3	R(MM)tr3	Confermato
R(MM)tr4	R(MM)tr4	R(MM)tr4	Confermato
<b>Uccelli (Transetti)</b>			
Utr1	Utr1	Utr1	Confermato
Utr2	Utr2	Utr2	Confermato
<b>Uccelli (Play-Back)</b>			
Upu1	Upu1		Confermato
Upu2	Upu2	Upu1	Confermato
Upu3	Upu3		Confermato
Upu4	Upu4		Confermato
<b>Uccelli (Nidi Artificiali)</b>			
Und1	-	-	Nuovo
Und2	-	-	Nuovo
Und3	-	-	Nuovo
<b>Chiroterri</b>			
MCtr1	MCtr1	MCtr1	Confermato
MCtr2	MCtr2	MCtr2	Confermato
MCtr3	MCtr3	-	Confermato
MCtr4	MCtr4	-	Confermato
<b>Macrommamiferi (Varchi)</b>			
MMvr1	MMvr1	MMvr1	Confermato
MMvr2	MMvr2	MMvr2	Confermato
MMvr3	MMvr3	-	Confermato
MMvr4	MMvr4	-	Confermato
MMvr5	MMvr5	-	Spostato
MMvr6	MMvr5	-	Spostato
MMvr7	MMvr5	-	Spostato
MMvr8	MMvr5	-	Spostato
MMvr9	MMvr5	-	Spostato
MMvr10	MMvr5	-	Spostato
MMvr11		-	Nuovo

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

MMvr12		-	Nuovo
MMvr13		-	Nuovo
MMvr14		-	Nuovo
MMvr15		-	Nuovo
MMvr16		-	Nuovo
MMvr17		-	Nuovo
MMvr18		-	Nuovo
MMvr19		-	Nuovo
<b>Mammiferi fototrappaggio</b>			
MMFo1	-	-	Nuovo
MMFo2	-	-	Nuovo
MMFo3	-	-	Nuovo
MMFo4	-	-	Nuovo
MMFo5	-	-	Nuovo
MMFo6	-	-	Nuovo
<b>Lutra lutra</b>			
MLtr1	MLtr1	MLtr1	confermato
MLtr2	MLtr2	-	confermato
MLtr3	MLtr3	MLtr2	confermato
MLtr4	MLtr4	-	confermato
MLtr5	MLtr5	-	confermato
MLtr6	MLtr6	MLtr3	confermato
<b>PAESAGGIO</b>	<b>PAESAGGIO</b>		
PAE_01	PAE_01	PAE_02	confermato
PAE_02	PAE_02	PAE_01	confermato