

**E78 GROSSETO - FANO**  
**Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45) –**  
**Palazzo del Pero – Completamento**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**FI 509**

**ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

<p><b>IL GEOLOGO</b></p> <p><i>Dott. Geol. Marco Leonardi</i>          Ordine dei geologi          della Regione Lazio n. 1541</p>	<p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i>          Ordine Ingegneri          Provincia di Pordenone n. 5111</p>	<p><b>PROGETTAZIONE ATI:</b>          (Mandataria) <b>GPI INGEGNERIA</b>  <i>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</i></p> <p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p> <p>(Mandante)</p> <p><b>cooprogetti</b></p> <p><b>engeko</b></p> <p><b>AIM</b>          Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p><b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA          IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i>          Ordine Architetti          Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfilì</i>          Ordine Ingegneri          Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. Matteo Bordugo</i>          Ordine Ingegneri          Provincia di Pordenone al n. 790A</p>	<p><b>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI          SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12) :</b></p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i>          Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p><i>Ing. Francesco Pisani</i></p>		<p><b>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</b>  <b>ORDINE INGEGNERI</b>  <b>ROMA</b>  <b>N° 14035</b></p>
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</b></p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i>          Ordine Ingegneri          Provincia di Roma n. 20629</p>	

**PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA – MITIGAZIONE AMBIENTALE**  
**Piano di monitoraggio ambientale**  
**Relazione del Piano di Monitoraggio Ambientale**

<b>CODICE PROGETTO</b>		<b>NOME FILE</b>		<b>REVISIONE</b>	<b>SCALA</b>
PROGETTO                      LIV.PROG   ANNO <b>DPFI509</b> <b>D</b> <b>22</b>		<b>T00AM12AMBRE01_D</b>		<b>D</b>	-
<b>CODICE ELAB.</b>		<b>T00AM12AMBRE01</b>			
<b>D</b>	<b>Emissione</b>	<b>Febbraio '23</b>	<b>Angeloni</b>	<b>Panfilì</b>	<b>Guiducci</b>
<b>C</b>	<b>Revisione per avvio di procedura ambientale</b>	<b>Ottobre '22</b>	<b>Angeloni</b>	<b>Panfilì</b>	<b>Guiducci</b>
<b>B</b>	<b>Rev. a seguito istruttoria Prot. U. 0463887. 05-07-2022</b>	<b>Sett. '22</b>	<b>Ghirelli</b>	<b>Panfilì</b>	<b>Guiducci</b>
<b>A</b>	<b>Emissione</b>	<b>Maggio '22</b>	<b>Ghirelli</b>	<b>Panfilì</b>	<b>Guiducci</b>
<b>REV.</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>DATA</b>	<b>REDATTO</b>	<b>VERIFICATO</b>	<b>APPROVATO</b>

## INDICE

<b>1</b>	<b><u>PREMESSA.....</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b>2</b>	<b><u>CRITERI METODOLOGICI PER LA REDAZIONE DEL PMA .....</u></b>	<b><u>5</u></b>
2.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	5
2.2	REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	6
2.3	APPROCCIO METODOLOGICO .....	6
2.4	ESTENSIONE TEMPORALE DEL PMA .....	7
2.5	ATTIVITÀ DI SUPPORTO.....	8
2.6	IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO .....	8
<b>3</b>	<b><u>STUDI SPECIALISTICI A CORREDO .....</u></b>	<b><u>9</u></b>
3.1	VERIFICA DI OTTEMPERANZA .....	9
<b>4</b>	<b><u>ATMOSFERA .....</u></b>	<b><u>11</u></b>
4.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	11
4.1.1.	<i>Legislazione comunitaria.....</i>	<i>11</i>
4.1.2.	<i>Legislazione nazionale.....</i>	<i>11</i>
4.2	QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO.....	12
4.2.1.	<i>Quadro prescrittivo.....</i>	<i>12</i>
4.3	STATO QUALITATIVO ATTUALE.....	13
4.4	INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO .....	14
4.5	PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO .....	17
4.5.1.	<i>Misure tipo ATM_POL – Rilievo del particolato fine (PM2,5 e PM10).....</i>	<i>17</i>
4.5.2.	<i>Indagini ATM-TR.....</i>	<i>18</i>
4.5.3.	<i>Parametri oggetto di monitoraggio.....</i>	<i>18</i>
4.5.4.	<i>Metodologia di rilevamento e campionamento .....</i>	<i>22</i>
4.5.5.	<i>Strumentazione di misura.....</i>	<i>25</i>
4.6	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....	26
4.7	TABELLA DI SINTESI.....	27
<b>5</b>	<b><u>SUOLO .....</u></b>	<b><u>28</u></b>
5.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	28
5.2	QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO.....	28
5.3	STATO QUALITATIVO ATTUALE.....	28
5.4	INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO .....	29
5.5	MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO .....	29
5.5.1.	<i>Metodologia di rilevamento e campionamento .....</i>	<i>29</i>

PROGETTAZIONE ATI:

5.5.2.	<i>Parametri oggetto di monitoraggio</i> .....	30
5.6	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....	32
5.7	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO.....	34
<b>6</b>	<b><u>RUMORE</u></b> .....	<b>36</b>
6.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	36
6.1.1.	<i>Normativa nazionale</i> .....	36
6.1.2.	<i>Linee guida ISPRA per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere</i> .....	36
6.2	QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO.....	37
6.2.1.	<i>Quadro prescrittivo</i> .....	37
6.3	STATO QUALITATIVO ATTUALE.....	39
6.4	INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO .....	39
6.5	MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO .....	43
6.6	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....	43
6.7	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO.....	45
<b>7</b>	<b><u>ACQUE SUPERFICIALI</u></b> .....	<b>46</b>
7.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	46
7.1.1.	<i>Normativa comunitaria</i> .....	46
7.1.2.	<i>Normativa nazionale e regionale</i> .....	46
7.2	QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO.....	47
7.3	STATO QUALITATIVO ATTUALE.....	47
7.4	INDIVIDUAZIONE STAZIONI DI MONITORAGGIO .....	49
7.5	MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DEL RILEVAMENTO.....	50
7.5.1.	<i>Parametri fisico-chimici e batteriologici</i> .....	50
7.5.2.	<i>Stato ecologico</i> .....	52
7.5.3.	<i>Metodologia d'analisi</i> .....	53
7.6	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....	65
7.7	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO.....	68
<b>8</b>	<b><u>ACQUE SOTTERRANEE</u></b> .....	<b>70</b>
8.1	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	70
8.1.1.	<i>Normativa Comunitaria</i> .....	70
8.1.2.	<i>Normativa Nazionale</i> .....	70
8.2	QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO .....	70
8.2.1.	<i>Quadro prescrittivo</i> .....	71
8.3	STATO QUALITATIVO ATTUALE.....	72

PROGETTAZIONE ATI:

8.4	INDIVIDUAZIONE STAZIONI DI MONITORAGGIO .....	76
8.5	MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO .....	78
8.5.1.	<i>Metodologia di rilevamento e campionamento</i> .....	78
8.5.2.	<i>Parametri oggetto di monitoraggio</i> .....	78
8.6	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....	80
8.7	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO .....	83
<b>9</b>	<b><u>VEGETAZIONE .....</u></b>	<b>84</b>
9.1	NORMATIVA.....	84
9.2	QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO .....	84
9.3	STATO QUALITATIVO ATTUALE.....	84
9.4	MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO .....	85
9.4.1.	<i>Possibili impatti sulla componente</i> .....	85
9.4.2.	<i>Criteri e metodologia del monitoraggio sulla componente vegetazione</i> .....	85
9.5	INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI.....	86
9.6	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI.....	87
9.7	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO .....	88
<b>10</b>	<b><u>GEOMORFOLOGIA.....</u></b>	<b>89</b>
<b>11</b>	<b><u>MONITORAGGIO CONDIZIONI DI TRAFFICO .....</u></b>	<b>90</b>
11.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO.....	90
11.2	INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO .....	90
11.3	PARAMETRI E METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO.....	90
11.4	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI .....	91
11.5	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO.....	91
<b>12</b>	<b><u>MONITORAGGIO PRESTAZIONI ACUSTICHE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE....</u></b>	<b>91</b>
12.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO.....	92
12.2	INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO .....	92
12.3	PARAMETRI E METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO.....	93
12.4	OPERAZIONI DI MISURA .....	95
12.4.1.	<i>Calibrazione strumentazione</i> .....	95
12.4.2.	<i>Posizionamento della postazione di indagine</i> .....	95
12.4.3.	<i>Metodiche di rilevamento</i> .....	95
12.4.4.	<i>Misure complementari</i> .....	96
12.4.5.	<i>Operazioni di analisi</i> .....	96
12.5	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI .....	97
12.6	SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO.....	97

PROGETTAZIONE ATI:

<b>13</b>	<b><u>GESTIONE DELLE ANOMALIE</u></b>	<b><u>98</u></b>
13.1	GESTIONE ANOMALIE PER LE MATRICI ACQUE E SUOLO	98
13.2	GESTIONE ANOMALIE PER LE MATRICI RUMORE E ATMOSFERA	99
<b>14</b>	<b><u>MODALITÀ DI ACQUISIZIONE E RESTITUZIONE DATI</u></b>	<b><u>99</u></b>
14.1	ACQUISIZIONE DATI	99
14.2	RESTITUZIONE DATI	99
14.2.1.	<i>Sistema Informativo territoriale (SIT)</i>	100
14.3	LA REPORTISTICA	102
14.3.1.	<i>Frequenza di restituzione della reportistica</i>	104
14.4	GESTIONE DELLE SEGNALAZIONI	105
<b>15</b>	<b><u>SCHEDE DI RILEVAMENTO DATI</u></b>	<b><u>106</u></b>
<b>16</b>	<b><u>CRONOPROGRAMMA</u></b>	<b><u>107</u></b>

PROGETTAZIONE ATI:

## 1 PREMESSA

Il presente documento, redatto nell'ambito della progettazione definitiva, definisce gli obiettivi, i criteri metodologici generali e le attività del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) relativo all'intervento dell' "E 78 Grosseto – Fano, Tratto Nodo di Arezzo-SELCI- LAMA (E 45) – Palazzo del Pero – Completamento (FI509).

Il PMA indica l'insieme dei controlli, effettuati periodicamente o in maniera continua, da attuarsi durante le fasi ante-corso-post operam, attraverso la rilevazione e la misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali potenzialmente impattate, in modo significativo e negativo, dalla realizzazione e/o dall'esercizio dell'intervento in progetto.

Il PMA, opportunamente esteso alle varie componenti coinvolte, prevede le modalità per la restituzione di dati continuamente aggiornati, fornisce indicazioni sui trend evolutivi e consente la misura dello stato complessivo dell'ambiente e del verificarsi di eventuali impatti non previsti nella fase progettuale.

Nella 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.)" (MATTM, MiBAC, ISRPA, rev 2014 e successivi aggiornamenti).

**Oltre a recepire le prescrizioni impartite dal DEC/DSA/2005/00750 del 18/7/2005, con specifico riferimento alle procedure di Verifica di Ottemperanza (Asse principale) e di Verifica di assoggettabilità a VIA (bretelle di collegamento), la presente versione aggiornata del PMA, recepisce le richieste/prescrizioni contenute nei seguenti atti:**

### **Richiesta di integrazioni MASE (prot.1185.06-02-2023):**

- p.to 3.3 – monitoraggio effetti del traffico in CO lungo la bretella di collegamento E78 – SR71
- p.to 6.3 – monitoraggio componente rumore
- p.to 6.5 - monitoraggio prestazioni acustiche pavimentazione stradale
- p.to 11.1 – aggiornamento PMA in riferimento ai punti precedenti ed alle indicazioni fornite dalla Regione in sede di valutazione nell'ambito del procedimento di V.O. presso il MASE. (ID 8914)
- p.to 11.2 - monitoraggio componente atmosfera

### **Documento istruttorio Regione Toscana (prot. 202.22-12-2022)**

- Prescrizione f) – Dec 750/2005 – monitoraggio componente atmosfera
- Prescrizione l) – Dec 750/2005 – monitoraggio componente acque sotterranee

## 2 CRITERI METODOLOGICI PER LA REDAZIONE DEL PMA

### 2.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

In conformità alle indicazioni tecniche di cui alle *Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)* (MATTM, MiBAC, ISRPA, rev 2014 e successivi aggiornamenti), lo scopo del Monitoraggio Ambientale (MA) proposto, è quello di:

PROGETTAZIONE ATI:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto per quanto attiene le fasi di realizzazione delle demolizioni del ponte crollato;
- correlare gli stati ante-operam, corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di demolizione;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

## 2.2 REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

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

- Prevedere il coordinamento delle attività di monitoraggio previste "ad hoc" con quelle degli Enti territoriali ed ambientali che operano nell'ambito della tutela e dell'uso delle risorse ambientali;
- Contenere la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e la definizione degli strumenti;
- Indicare le modalità di rilevamento e uso della strumentazione coerenti con la normativa vigente;
- Prevedere meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie;
- Prevedere l'utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico;
- Individuare parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali;
- Definire il numero, le tipologie e la distribuzione territoriale delle stazioni di misura e motivarne la scelta alla luce delle interferenze e della sensibilità/criticità dell'ambiente interessato;
- Prevedere la frequenza delle misure adeguata alle componenti che si intendono monitorare;
- Prevedere la restituzione periodica programmata delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo ed aggiornamento, e con possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti in fase di progetto;
- Pervenire ad un dimensionamento del monitoraggio proporzionato all'importanza e all'impatto dell'opera. Il PMA focalizzerà modalità di controllo indirizzate su parametri e fattori maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto, di tutte le attività previste, sull'ambiente;
- Definire la struttura organizzativa preposta all'effettuazione del MA.

## 2.3 APPROCCIO METODOLOGICO

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

- *Analisi dei documenti di riferimento* e pianificazione delle attività di progettazione sulla base delle Linee Guida della CSVIA;
- *Fase ricognitiva dei dati*: l'analisi dei dati preesistenti e degli studi specialistici effettuati durante la fase di progettazione per ciascuna componente analizzata ha permesso di caratterizzare l'ambito territoriale interessato dal progetto di monitoraggio.

PROGETTAZIONE ATI:

- *Definizione dei riferimenti normativi e bibliografici:* sia per la definizione delle metodiche di monitoraggio, sia per la determinazione dei valori di riferimento, rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali.
- *Scelta delle componenti ambientali:* le componenti ambientali interessate sono quelle che in base alle caratteristiche territoriali ed ambientali rilevate ed alle azioni di progetto previste possono risultare impattate. Esse sono state integrate con le indicazioni derivanti dalle prescrizioni dettate dal giudizio di compatibilità ambientale DEC/DSA/2005/00750 del 18.07.2005. Contestualmente alle componenti, sono stati definiti gli indicatori ambientali il cui monitoraggio consente di risalire allo stato delle componenti ambientali stesse che devono essere controllate.
- *Scelta delle aree punti e ricettori da monitorare:* dedotte a seguito di un attento esame della sensibilità alle azioni di progetto, sia per la tutela della salute della popolazione sia per la tutela dell'ambiente. Le aree, i punti ed i ricettori saranno differenziati in funzione dei criteri di indagine e delle potenziali interferenze con ciascuna delle componenti ambientali in esame. I criteri che sono stati considerati nella loro determinazione sono:
  - presenza della sorgente di interferenza;
  - presenza di elementi significativi rispetto ai quali è possibile rilevare una modifica delle condizioni di stato dei parametri caratterizzanti.
- *Programmazione delle attività:* definizione della programmazione, in relazione alle diverse fasi dei lavori. Qualora si riscontrassero anomalie, occorrerà effettuare una serie di accertamenti straordinari atti ad approfondire e verificare l'entità del problema, determinarne la causa e indicare le possibili soluzioni.

## 2.4 ESTENSIONE TEMPORALE DEL PMA

Le finalità delle diverse fasi di monitoraggio sono così distinte:

### Monitoraggio AO:

- definire le caratteristiche dell'ambiente relative a ciascuna componente naturale ed antropica, esistenti prima dell'inizio delle attività;
- rappresentare la situazione di partenza, rispetto alla quale valutare la sostenibilità ambientale delle attività previste nel progetto, che costituisce termine di paragone per valutare l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione delle demolizioni;
- predisporre (evidenziando specifiche esigenze ambientali) il monitoraggio in modo da consentire la valutazione comparata con i controlli effettuati in CO e PO.

### Monitoraggio CO:

- analizzare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalle attività di cantiere, direttamente o indirettamente;
- controllare situazioni specifiche, al fine di adeguare la conduzione dei lavori;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione previsti in fase di cantiere. La verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione di cantiere avverrà nel corso della fase di monitoraggio CO. 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 mitigazione;
- identificare le criticità ambientali, non individuate nella fase AO, che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio e l'eventuale adozione di azioni correttive e mitigative.

### Monitoraggio PO:

- confrontare gli indicatori definiti nello stato AO con quelli rilevati al termine dei lavori;



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

## 2.5 ATTIVITÀ DI SUPPORTO

A supporto dell'operatività del Piano l'esecutore del Piano dovrà prevedere di:

- attivare un'organizzazione che ponga in stretta relazione le strutture incaricate del monitoraggio con quelle di cantiere, in modo tale da configurare una "gestione ambientale" degli stessi;
- attivare una comunicazione rapida ed efficace fra i principali attori dell'iniziativa (strutture incaricate dei lavori, organi di controllo) ad evidente beneficio di una corretta comunicazione con il pubblico;
- dotarsi degli strumenti tecnologici più evoluti in grado di garantire trasparenza e velocità di informazione (connettività, software, tecnologie web, ecc.)

## 2.6 IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO

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

Tale analisi deve fare riferimento a due aspetti principali:

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

In questo quadro è stata operata una scelta che ha portato a concentrare l'attenzione delle attività di monitoraggio su quelle componenti e su quegli indicatori ambientali che, tra tutti quelli possibili, effettivamente possono fornire utili indicazioni nella gestione di questo cantiere.

I principali ricettori sensibili nell'area interessata dall'intervento in progetto sono:

- i ricettori residenziali presenti nell'intorno delle aree di lavorazione;
- i corsi d'acqua;
- il sistema fluviale dal punto di vista delle sue componenti ecosistemiche rappresentate dalla vegetazione ripariale e dalla fauna che gravita intorno a questo importante corridoio ecologico;
- le falde acquifere.

Le fasi in cui ciascuna componente verrà monitorata dipendono dalla durata degli impatti previsti e dalle caratteristiche proprie di ogni matrice.

Tenendo presente tali scelte, si sono potute indagare e decidere le metodiche e le modalità di monitoraggio di ciascuna componente. Per ogni componente si sono effettuate scelte, ovviamente diverse, a seconda delle caratteristiche peculiari delle stesse, ma i criteri generali per il posizionamento dei punti di monitoraggio si possono ritenere comuni a tutte.

La scelta dei ricettori è basata sulla sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto, sia per la tutela della salute della popolazione sia per la tutela dell'ambiente.

Per quanto riguarda le attività di misura, campionamento, analisi ed elaborazione dati, al fine di garantire la confrontabilità dei dati, saranno utilizzate le stesse metodiche su tutti i ricettori monitorati.

Si propone, pertanto, il monitoraggio delle seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera;
- Suolo;
- Rumore;
- Acque superficiali;
- Acque sotterranee;
- Vegetazione.

PROGETTAZIONE ATI:

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

### **3 STUDI SPECIALISTICI A CORREDO**

A corredo del Progetto Definitivo dell'intervento in oggetto, sono stati redatti una serie di elaborati le cui considerazioni e risultanze sono alla base del presente Piano di Monitoraggio.

In particolare il PMA fa riferimento agli elaborati che compongono lo Studio di Qualità dell'Aria composto da:

- Relazioni di valutazione previsionale di impatto atmosferico in fase di esercizio e in fase di cantiere (T00AM11AMBRE01, T00AM11AMBRE02);
- Tabelle dei risultati ai recettori – confronto Ante operam e Post operam (T00AM11AMBRE03) e in fase di cantiere (T00AM11AMBRE04);
- Planimetrie dei recettori (T00AM11AMBPL01-02-03-04)
- Carte di isoconcentrazione di NO<sub>2</sub>, media oraria 99.8 percentile e media annua, ante opeream, post operam e in fase di cantiere (T00AM11AMBPL05-06-07-08-09-10-20-21-22-23-24-25-35-36)
- Carte di isoconcentrazione di PM<sub>10</sub>, media giornaliera 90.4 percentile e media annua, ante opeream, post operam e in fase di cantiere (T00AM11AMBPL11-12-13-14-15-16-26-27-28-29-30-31-37)
- Carte di isoconcentrazione di benzene, media annua, ante opeream, post operam e in fase di cantiere (T00AM11AMBPL17-18-19-32-33-34-38)

e lo Studio Acustico composto da:

- Schede di censimento dei recettori (T00AM10AMBRE03)
- Relazione di monitoraggio acustico ante operam (T00AM10AMBRE05)
- Relazioni di valutazione previsionale di impatto acustico in fase d'esercizio (T00AM10AMBRE01) ed in fase di cantiere (T00AM10AMBRE02)
- Tabelle dei risultati ai recettori ante e post operam (T00AM10AMBRE04) e in fase di cantiere (T00AM10AMBRE06)
- Planimetrie dei recettori (T00AM10AMBPL01-02-03)
- Mappe del clima acustico, diurno e notturno, ante operam (T00AM10AMBPL04-05-06-07-08-09), post operam (T00AM10AMBPL10-11-12-13-14-15) e in fase di cantiere (T00AM10AMBPL22-23-24-25-26-27)
- Mappe del clima acustico, diurno e notturno, nello scenario di progetto post mitigazioni (T00AM10AMBPL16-17-18-19-20-21)

Se ne riportano nel presente elaborato alcuni estratti e si rimanda alla lettura degli elaborati specifici per approfondimenti.

#### **3.1 VERIFICA DI OTTEMPERANZA**

Il progetto definitivo è stato inoltre sottoposto all'iter procedurale di Verifica di Ottemperanza ordinaria alle prescrizioni del MATTM di cui al Decreto di Compatibilità Ambientale - DEC/DSA/2005/00750 del 18.07.2005 con la contestuale verifica di coerenza rispetto al PP approvato con medesimo DEC.

Il giudizio circa la Compatibilità Ambientale del progetto relativo alla realizzazione della Strada di Grande Comunicazione E78 dei "Due Mari" e l'adeguamento a due corsie per ogni senso di marcia dell'intero tratto S. Zeno-Palazzo del Pero, da realizzarsi in Comune di Arezzo (AR) è positivo purché si ottemperi alle prescrizioni, che riguardano principalmente le componenti ambientali, in particolar

PROGETTAZIONE ATI:

modo nella fase di cantiere, vista anche la delicata situazione idrologica e idraulica della zona di intervento.

Costituiscono documenti di ottemperanza a supporto della attestazione i seguenti elaborati:

- T00AM01AMBRE01 Relazione
- T00AM01AMBRE02 Fascicolo dei Pareri
- T00AM01AMBSC01 Matrice di ottemperanza
- T00AM01AMBPL01 Planimetria di confronto PP e PD 2022

che consentono di verificare la rispondenza alle prescrizioni dettate con particolare riferimento alla compatibilità ambientale e alla localizzazione dell'opera.

Ai sensi dell'art. 28 del D. Lgs 152/2006, per verifica di ottemperanza si intende l'accertamento, da parte dell'Autorità Competente, dell'avvenuto adempimento da parte dei proponenti delle condizioni ambientali/prescrizioni inserite nei provvedimenti di VIA.

A tal fine la Relazione di Ottemperanza, esplicita come le indicazioni e le prescrizioni impartite nel quadro delle procedure approvative e di valutazione ambientale ad oggi espletate siano state assunte a riferimento, e quindi recepite, nella redazione del progetto definitivo.

All'interno dei seguenti capitoli sulle singole componenti ambientali, si riportano le prescrizioni direttamente riferite al PMA e le relative risposte, articolate in fase di redazione della Matrice di Ottemperanza. Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato T00IA01AMBSC01.

PROGETTAZIONE ATI:

## **4 ATMOSFERA**

### **4.1 RIFERIMENTI NORMATIVI**

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

In particolare, si segnala che nel recente passato l'evoluzione normativa europea ha dato origine alla Dir. 2008/50/CE – “Concernente la qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”, al D. Lgs. 3/8/2007 n.152 – “Attuazione della Dir.2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente” e ai primi strumenti amministrativi per il recepimento nazionale della suddetta Dir. 2008/50/CE.

A livello nazionale, i principali strumenti normativi vigenti sono oggi rappresentati dal D. Lgs. 183/2004, dal D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., dal D. Lgs. 155/2010, così come recentemente modificato dal D. Lgs. 250/2012 e dal DM 30/03/2017 che rappresentano, il naturale riferimento per l'individuazione dei parametri indicatori della qualità dell'aria e delle relative metodiche e frequenze di campionamento.

#### **4.1.1. LEGISLAZIONE COMUNITARIA**

Attualmente le direttive di riferimento sono le seguenti:

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

#### **4.1.2. LEGISLAZIONE NAZIONALE**

I principali riferimenti sono rappresentati da:

- 1D. Lgs. 13/8/2010 n.155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.
- DM Ambiente 29 novembre 2012 - Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria previste dall'articolo 6, comma 1, e dall'articolo 8, commi 6 e 7 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155.
- D. Lgs. 24/12/2012 n.250, Modifiche ed integrazioni al Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. (13G00027) (GU n.23 del 28-1-2013)
- DM 5 maggio 2015 - Metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155.
- D.M. 26/01/2017 - Attuazione della direttiva (UE) 2015/1480 del 28 agosto 2015, che modifica taluni allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE nelle parti relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente. (17A00999) (GU Serie Generale n.33 del 09-02-2017).
- DECRETO 30 marzo 2017 - Procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto della qualità delle misure dell'aria ambiente, effettuate nelle stazioni delle reti di misura.

PROGETTAZIONE ATI:

- DECRETO 26 novembre 2018 - Siti e criteri per l'esecuzione del monitoraggio degli impatti dell'inquinamento atmosferico sugli ecosistemi.

## 4.2 QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO

I fattori progettuali che interferiscono con la componente atmosfera sono:

- per la fase di esercizio, il traffico che percorrerà la nuova infrastruttura;
- per la fase di cantiere, principalmente le attività relative agli scavi, alle demolizioni, alle perforazioni, al carico ed alla movimentazione degli inerti. Non si ritiene rilevante in fase di cantiere l'emissione di inquinanti aeriformi dovuta ai motori a combustione interna delle macchine operatrici.

### 4.2.1. QUADRO PRESCRITTIVO

In riferimento al monitoraggio ambientale della componente atmosfera il DEC/DSA/2005/00750 riportava la seguente prescrizione

- *Prescrizione 1.f - Dovrà essere effettuata una campagna di monitoraggio ante-operam della qualità dell'aria e della concentrazione di inquinanti al suolo. Sia effettuata, inoltre, un'altra campagna post-operam, per ricettori posti a distanze dal ciglio stradale minori di quelle già considerate, particolarmente in presenza di zone più densamente edificate; le modalità di realizzazione di dette campagne e l'utilizzazione dei risultati saranno concordate con ARPAT*
- *Prescrizione 1.1 - Si raccomanda inoltre, in relazione agli effetti del traffico indotto sulla mobilità nella rete stradale esistente, di predisporre, sia nella fase di cantierizzazione, sia nella fase di esercizio, un monitoraggio delle condizioni di traffico per valutare tempestivamente eventuali condizioni di criticità e possibili interventi di sicurezza.*

Si riporta di seguito, anticipando i contenuti dei seguenti paragrafi di questo elaborato, quanto specificato, in risposta alla suddetta prescrizione, negli elaborati Relazione e Matrice di Ottemperanza.

- *Il monitoraggio ambientale della componente "atmosfera" ha l'obiettivo di valutare la qualità dell'aria nelle aree interessate dalla realizzazione dell'opera, verificando gli eventuali incrementi nel livello di concentrazione delle sostanze inquinanti aerodisperse derivanti dalle attività di cantiere. Gli impatti sulla componente atmosfera sono riconducibili principalmente alle seguenti tipologie:
  - 1) diffusione e sollevamento di polveri legate alla attività di scavo, perforazione, demolizione;
  - 2) diffusione di inquinanti aeriformi emessi dai motori a combustione interna delle macchine operatrici;
  - 3) diffusione di inquinanti aeriformi e particellari emessi dai mezzi pesanti in ingresso/uscita a/dai cantieri (soprattutto per la movimentazione del materiale proveniente dagli scavi).È stata fatta una campagna di rilievo della qualità dell'aria ante operam della durata di 14 giorni in 4 stazioni distribuite tra Asse principale e Strade secondarie in progetto. (Periodo dal 18 marzo al 18 maggio 2021). Sugli stessi punti è previsto il monitoraggio AO, CO e PO. Le frequenze sono dettagliate nel PMA.*
- *In fase di cantiere il PMA prevede il controllo della componente rumore tramite rilevazioni, a cui saranno associati i rilievi dei flussi di traffico. Per quanto riguarda la fase di esercizio, si rimanda alle procedure ANAS relative ai controlli, una volta che l'infrastruttura sarà entrata in esercizio.*

**Con riferimento alle procedure di Verifica di Ottemperanza (Asse principale) e di Verifica di assoggettabilità a VIA (bretelle di collegamento), la presente versione aggiornata del PMA, recepisce le richieste/prescrizioni contenute nei seguenti atti:**

**Richiesta di integrazioni MASE (prot.1185.06-02-2023):**

PROGETTAZIONE ATI:

- p.to 11.2 - *Quanto all'inquinamento atmosferico, si chiede di integrare, per la fase di esercizio, con un piano di monitoraggio presso i recettori più impattati che verifichi l'efficacia dei sistemi di abbattimento dei valori delle polveri sottili e del biossido di azoto*

In riscontro a tale richiesta sono stati individuati per il monitoraggio delle concentrazioni post-operam, ulteriori 4 punti di monitoraggio (ATM\_05, ATM\_06, ATM\_07, ATM\_08) ubicati in prossimità dei recettori per i quali i dati di simulazione nella configurazione post-operam hanno indicato un maggiore incremento dei livelli di concentrazione.

#### **Documento istruttorio Regione Toscana (prot. 202.22-12-2022)**

- Prescrizione f) – Dec 750/2005 – *Effettuare un'ulteriore campagna di misura durante il trimestre invernale, prima dell'avvio delle lavorazioni preordinate alla realizzazione dell'opera. In merito alle campagne di misura delle polveri sottili (PM10 e PM2.5) la scelta della localizzazione dei punti di monitoraggio per le misure in fase corso d'opera deve essere effettuata prima dell'avvio dei cantieri in accordo con ARPAT.*

In riscontro a tale richiesta è stata inserita una ulteriore campagna di misura durante la fase AO, che dovrà essere programmata nel periodo invernale, prima dell'avvio delle lavorazioni.

I punti di monitoraggio sono stati individuati e proposti sulla base delle analisi di contesto effettuate e sulla base dei risultati dei risultati modellati, selezionando i recettori per i quali si sono riscontrati maggiori incrementi di concentrazione nella situazione post-operam. Tali posizioni dovranno essere confermati di comune accordo con ARPAT prima dell'avvio delle lavorazioni.

### **4.3 STATO QUALITATIVO ATTUALE**

Nell'ambito dello Studio di Qualità dell'aria allegato al progetto definitivo, al fine di determinare lo stato della qualità dell'aria ante operam nel sito, sono state effettuate sei campagne di misura della durata di 14 giorni nel periodo fra il 04/04/2021 al 18/05/2021 descritte nelle Relazioni di monitoraggio qualità dell'aria ante operam a cui si rimanda per ulteriori chiarimenti.

Oltre ai parametri meteorologici (direzione e velocità del vento, precipitazione, temperatura, umidità e pressione atmosferica), sono stati monitorati i seguenti parametri:

- CO (concentrazione media oraria)
- NO (concentrazione media oraria)
- NO<sub>2</sub> (concentrazione media oraria)
- NO<sub>x</sub> (concentrazione media oraria)
- PM<sub>10</sub> (concentrazione media giornaliera)
- PM<sub>2,5</sub> (concentrazione media giornaliera)
- C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (concentrazione media oraria)

I risultati ottenuti dalla campagna di monitoraggio sono stati posti a confronto con i valori limite fissati dalla normativa vigente.

Sulla base delle caratteristiche dell'area oggetto di intervento si può affermare che i dati rilevati delle stazioni di rilevamento prese in esame sono rappresentativi per la qualità dell'aria della zona di intervento. Sono stati scelti come valori di fondo dell'area oggetto di indagine i valori medi rilevati nell'anno 2019.

PROGETTAZIONE ATI:

Stazione	Anno di riferimento	Media annuale NO <sub>x</sub> µg/m <sup>3</sup>	Media annuale NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	Benzene	Media annuale PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>
Arezzo Acropoli	2019	22	15	1	18
Arezzo Corso della Repubblica	2019	64	31	ND	23

Tenuto conto delle restrizioni imposte dalla pandemia dovuta al Covid-19 ai fini della verifica della rappresentatività dei dati utilizzati come valori di fondo dell'area, sono stati utilizzati i dati registrati dalle stesse centraline nell'anno 2019.

#### 4.4 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

La *valutazione previsionale di impatto atmosferico in fase esercizio*, redatta nell'ambito dello Studio di Qualità dell'Aria, ha considerato come principale contributo emissivo derivante dalla fase di esercizio l'apporto del traffico veicolare che attualmente si riversa nel centro di Arezzo e che, a seguito della realizzazione dei nuovi tratti stradali, potrà vedere una ridistribuzione dei flussi verso le opere di progetto.

Le campagne di misura della qualità dell'aria effettuate a completamento del quadro ambientale emerso dall'analisi dei dati misurati dall'ARPAT, non hanno ravvisato particolari criticità nel periodo osservato ed i dati sono in linea rispetto al quadro prodotto dalle stazioni di misura dell'ente locale. Effettuando le modellizzazioni per ognuno degli inquinanti studiati, considerando lo stato ante operam e il post operam, lo studio ha concluso ritenendo che, in generale, la nuova configurazione alleggerisca lo stato della qualità dell'aria nell'ambito urbano spostando il traffico diretto dell'autostrada A1 fuori dalle zone più popolate, e segnalando che alcune criticità possono essere riscontrate a causa dell'aumento dei volumi di traffico nella zona industriale di San Zeno legate al parametro biossido di azoto.

Nello specifico dei parametri analizzati:

- **Biossido di azoto** - Dai risultati emersi nelle simulazioni svolte come mappature a curve di isolivello e come valori puntuali presso i ricevitori discreti identificati evidenziano per il post operam un incremento della concentrazione di NO<sub>2</sub> localizzato attorno alla nuova viabilità di progetto, mentre d'altro canto la riduzione del traffico che transita all'interno dell'area urbana diretta verso l'autostrada A1 porta una riduzione dei valori nelle aree più densamente popolate. I valori calcolati come 99,8 percentile in media oraria superiori a 100 µg/m<sup>3</sup> sono localizzati nella zona industriale di San Zeno e lungo la vecchia viabilità che in alcuni tratti corre a diretto parallelismo con il nuovo tracciato. I valori in media annuale rispecchiamo i trend delle medie orarie.
- **Polveri PM10** - I risultati calcolati non riportano particolari criticità, i valori più elevati, così come per gli NO<sub>2</sub>, rimangono nella zona di San Zeno e lungo la vecchia viabilità.
- Sia i valori in termini di concentrazioni al 90,4 percentile che in media annuale rimangono entro il 50 per cento del limite specifico (Ad esclusione del ricettore R20 che come per gli NO<sub>2</sub> presenta i valori più elevati riscontrati).
- **Benzene** - I valori del benzene si mantengono a livelli molto bassi ben al di sotto del limite di legge, le concentrazioni calcolate non raggiungono il 10% del limite.

La *valutazione previsionale di impatto atmosferico in fase cantiere*, redatta nell'ambito dello Studio di Qualità dell'Aria, si è basata sulle attività svolte all'interno dei cantieri stessi (macchinari impiegati, tratte percorse, movimenti terra che vengono effettuati, ...) e alla loro posizione rispetto al contesto urbano. La fase ritenuta più critica è la preparazione delle aree cantiere dove si concentrano gli effetti di emissioni di polveri e di gas di combustione.

In base agli algoritmi di calcolo sono state calcolate le polveri della fase di scortico, le polveri durante le fasi scavo terre, le polveri dovute al transito mezzi ed i gas di combustione delle macchine operatrici

PROGETTAZIONE ATI:

e dai veicoli commerciali. Per il benzene si valutato partendo dalle concentrazioni indicate dalla banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA e rapportandole alle quantità emesse degli altri inquinati.

Nella valutazione degli impatti determinati dalle attività di cantiere, i valori delle sorgenti presenti sono stati considerati senza applicazione dei fattori di mitigazione specifici per le polveri che riducono notevolmente gli impatti sui ricettori e che saranno effettivamente utilizzati in fase di lavorazione.

Per quanto riguarda la fase di cantiere, effettuate le modellizzazioni, lo studio ha concluso che, in generale, le attività considerate non rappresentino un fattore di criticità soprattutto alla luce dell'applicazione delle azioni di mitigazione previste in fase operativa

Nello specifico dei parametri analizzati:

- **Biossido di azoto** - Dai risultati emersi nelle simulazioni svolte come mappature a curve di isolivello e come valori puntuali presso i ricevitori discreti identificati evidenziano un leggero incremento della concentrazione di NO<sub>2</sub> localizzato attorno al cantiere valutato.  
I valori calcolati come 99,8 percentile in media oraria superiori a 40 µg/m<sup>3</sup> sono localizzati nelle immediate vicinanze dei campi base.  
I valori in media annuale rispecchiamo i trend delle medie orarie con tutti i valori entro 2 µg/m<sup>3</sup>.
- **Polveri PM10** - I risultati calcolati non riportano particolari criticità, i valori più elevati, così come per gli NO<sub>2</sub>, rimangono nelle immediate vicinanze dei cantieri, con l'applicazione delle mitigazioni previste i valori si ridurranno notevolmente.  
Sia i valori in termini di concentrazioni in media annuale rimangono entro il 10 per cento del limite specifico.
- **Benzene** - I valori del benzene si mantengono a livelli molto bassi ben al di sotto del limite di legge, le concentrazioni calcolate non raggiungono l' 1% del limite.

Sulla base dei risultati esposti sono state individuate complessivamente n° 4 stazioni di monitoraggio presso le quali si monitoreranno gli stessi inquinanti indagati nella fase di indagine. Essendo posizionate anche in prossimità dei principali cantieri riusciranno a rilevare gli inquinanti legati al traffico e quelli specifici delle attività di cantiere.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio, da verificare puntualmente in fase di attivazione del monitoraggio ante-operam, è riportata nell'elaborato grafico "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

Nella tabella che segue si riportano le coordinate.

Stazione	Posizione	Coordinate N	Coordinate E
ATM_01	Nucleo abitato vicino Svincolo immissione raccordo A1 in località San Giuliano	45.26.05	11.49.46
ATM_02	Nucleo abitato a nord San Zeno, a circa 500 m del raccordo Arezzo-A1	43.27.28	11.48.44
ATM_03	Nucleo abitato con ricettori sensibili. Baricentrico tra il cantiere base 1 e i cantieri secondari 6, 7 e 8.	43.25.35	11.50.86
ATM_04	Prossimo allo svincolo per Arezzo, vicino a nucleo residenziale e Zona produttiva. Prossimo al cantiere base 2 e cantieri secondari 16 e 17	43.26.56	11.52.31
ATM_05	Prossimità recettore R19		

PROGETTAZIONE ATI:



ATM_06	Prossimità recettore R40		
ATM_07	Prossimità recettore R89		
ATM_08	Prossimità recettore R92		

**Tabella 4.1 Posizione punti di monitoraggio**

Delle 8 stazioni, ATM0\_02 e ATM0\_03 sono fisse in quanto collocate in prossimità di agglomerati residenziali significativi, in condizioni morfologiche, tali da risultare significative per la misura degli inquinanti durante tutte le fasi di sviluppo del progetto e della sua realizzazione. Essendo fisse permetteranno di raccogliere dati durante le 4 stagioni.

Le altre stazioni prossime ai cantieri, potranno variare nella posizione in modo da monitorare i cantieri attivi al momento del rilevamento trimestrale. In fase esecutiva si valuterà, nel caso di più cantieri attivi in contemporanea, se aggiungere qualche stazione di rilevamento delle polveri (PM10 e PM 2,5).

Si riportano di seguito i risultati dei modelli previsionali di impatto atmosferico calcolati ai recettori individuati dalla planimetria di censimento allegata al PD, localizzati in prossimità dei punti di monitoraggio individuati. Come visibile dagli estratti di cui sopra, il punto ATM01 coincide col recettore R8, il punto ATM04 coincide col recettore R70 ed il punto ATM03 è prossimo ai recettori R27 e R96.

Recett.	Stato attuale					Stato con opera				
	NO <sub>2</sub> 99.8P	NO <sub>2</sub> Anno	PM <sub>10</sub> 90.4P	PM <sub>10</sub> Anno	Benz. Anno	NO <sub>2</sub> 99.8P	NO <sub>2</sub> Anno	PM <sub>10</sub> 90.4P	PM <sub>10</sub> Anno	Benz. Anno
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
R27	55,4	7,2	3,2	1,6	0,04	28,1	2,9	1,8	0,7	0,02
R70	112,9	13,6	6,7	3,0	0,08	59,6	7,6	3,9	1,8	0,04
R8	92,2	11,1	5,5	2,4	0,07	110,0	9,9	4,8	2,1	0,06
R96	28,4	3,4	2,0	0,8	0,02	37,9	3,7	1,8	0,8	0,02
R19	64,1	8,9	5,0	2,3	0,04	166,1	25,2	11,3	5,7	0,15
R40	102,4	14,1	6,5	3,5	0,07	122,2	16,8	7,6	4,2	0,08
R89	55,0	5,0	3,9	1,4	0,02	120,3	12,0	8,2	3,0	0,06
R92	91,1	11,7	5,9	2,9	0,06	124,8	17,0	8,6	4,1	0,09

**Valori calcolati sui ricettori in fase ante opera e post opera (\*)**

Recett.	NO <sub>2</sub> 99.8P	NO <sub>2</sub> Anno	PM <sub>10</sub> 90.4P	PM <sub>10</sub> Anno	Benz. Anno
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
R70	11,92	0,54	7,44	2,76	0,00
R8	11,26	0,17	4,79	1,21	0,00

**Valori calcolati sui ricettori in fase di cantiere (\*)**

(\*) Nella tabella le sigle indicano:

- NO<sub>2</sub> 99.8P Valore del 99,8 percentile delle medie orarie.
- NO<sub>2</sub> Anno Media annuale.
- PM<sub>10</sub> 90.4P Valore del 90,4 percentile delle medie giornaliere.
- PM<sub>10</sub> Anno Media annuale.
- Benz. Anno Media annuale.

PROGETTAZIONE ATI:

#### 4.5 PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

Il monitoraggio ambientale della componente “atmosfera” ha l’obiettivo di valutare la qualità dell’aria nelle aree interessate dalla realizzazione dell’opera, verificando gli eventuali incrementi nel livello di concentrazione delle sostanze inquinanti aerodisperse derivanti dalle attività di cantiere.

Gli impatti sulla componente atmosfera sono riconducibili principalmente alle seguenti tipologie:

- 1) diffusione e sollevamento di polveri legate alla attività di scavo, perforazione, demolizione;
- 2) diffusione di inquinanti aeriformi emessi dai motori a combustione interna delle macchine operatrici;
- 3) diffusione di inquinanti aeriformi e particellari emessi dai mezzi pesanti in ingresso/uscita a/dai cantieri (soprattutto per la movimentazione del materiale proveniente dagli scavi).

Le tipologie di impatto di cui ai punti 1) e 2) vengono solitamente definite col termine “impatti diretti”, in quanto direttamente originate dalle lavorazioni previste dalla cantierizzazione; le tipologie di impatto di cui al punto 3) vengono, invece, definiti col termine “impatti indiretti” in quanto conseguenza indiretta della presenza stessa dei cantieri.

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

Gli impatti indiretti risultano determinati non tanto dalle lavorazioni che si attuano all’interno dei cantieri, quanto dalla loro stessa presenza: essi sono, infatti, correlati al traffico indotto dai cantieri (nel caso specifico per l’allontanamento dei materiali).

##### 4.5.1. MISURE TIPO ATM\_POL – RILIEVO DEL PARTICOLATO FINE (PM2,5 E PM10)

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

Le misurazioni saranno effettuate mediante delle postazioni di misura mobili nelle fasi AO e CO presso i ricettori individuati. I monitoraggi saranno in continuo per tutta la durata delle fasi di cantiere a cui si riferiscono, e avranno durata di due settimane.

Le misurazioni delle polveri avverranno mediante campionario sequenziale, come previsto dalla normativa tecnica di settore, ed i valori di concentrazione rilevati saranno confrontati con il limite stabilito dal D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii., tenendo presente, nell’interpretazione degli stessi, le diverse finalità del monitoraggio.

Infatti, nel caso in esame le misurazioni hanno lo scopo di controllare e monitorare le emissioni di una sorgente temporanea (cantiere) che, comunque, può generare dei picchi di concentrazione rispetto ai valori medi registrati abitualmente (sulle 24 ore o annualmente) nel territorio in esame.

Parametro	Campion.	Unità di misura	Elaborazioni statistiche	Valori limite
PM <sub>2.5</sub>	24 h	µg/m <sup>3</sup>	Media annuale	25 µg/m <sup>3</sup> *
PM <sub>10</sub>	24 h	µg/m <sup>3</sup>	Media su 24 h	50 µg/m <sup>3</sup>

Tabella 4.2 Parametri di monitoraggio per le misure di tipo POL

\*Relativamente al parametro PM<sub>2,5</sub> al momento attuale è ancora in vigore il limite di 25 µg/m<sup>3</sup>; nel caso in cui nel frattempo fosse emesso il nuovo DM che, secondo quanto previsto dalle indicazioni del D.Lgs. 155/2010, dovrebbe portare, nel 2020, il limite a 20 µg/m<sup>3</sup>, si provvederà ad aggiornare il piano e ad applicare il nuovo valore limite.

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria saranno rilevati su base oraria i parametri meteorologici riportati in tabella:

Parametro	Unità di misura
Direzione del vento	gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s
Temperatura	°C
Pressione atmosferica	mBar
Umidità relativa	%
Radiazione solare globale	W/m <sup>2</sup>
Precipitazioni	mm

Tabella 4.3 Parametri meteorologici di monitoraggio

#### 4.5.2. INDAGINI ATM-TR

Queste indagini prevedono il rilevamento dei livelli di concentrazione di sostanze inquinanti in corrispondenza di un ricettore esposto ad una sorgente di traffico veicolare, in un intervallo compreso tra 1 e 3 metri d'altezza dal piano di campagna. Gli inquinanti da analizzare dovranno essere i seguenti:

- Monossido di Carbonio (CO);
- Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Monossido di Azoto (NO);
- Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>);
- Polveri Sottili (PM10 e PM2,5);
- Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) e Benzo(a)pyrene (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>);
- Metalli pesanti (Pb, As, Ni, Cd)
- Ozono (O<sub>3</sub>).

Inoltre dovranno essere rilevati in ogni campagna i seguenti parametri meteorologici:

- velocità e direzione del vento
- temperatura
- pioggia
- umidità relativa

Per garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure e la ripetibilità delle stesse è necessario che le misure vengano svolte con appropriate metodiche. I campionamenti dovranno essere eseguiti secondo il D.lgs. 155/2010. La campagna di monitoraggio sarà svolta mediante l'utilizzo di campionatori attivi e passivi, utilizzati da tecnici competenti.

#### 4.5.3. PARAMETRI OGGETTO DI MONITORAGGIO

I parametri oggetto di monitoraggio sono:

- particolato;
  - polveri sottili (PM<sub>2,5</sub>),
  - polveri sottili (PM<sub>10</sub>),
- parametri meteorologici.
  - direzione e velocità del vento,
  - temperatura,
  - umidità,

PROGETTAZIONE ATI:

- pressione atmosferica,
- radiazione netta e globale,
- pioggia.
- Inquinanti da traffico veicolare
  - Monossido di Carbonio (CO);
  - Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)
  - Monossido di Azoto (NO);
  - Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>);
  - Polveri Sottili (PM10 e PM2,5);
  - Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) e Benzo(a)pyrene (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>);
  - Metalli pesanti (Pb, As, Ni, Cd)
  - Ozono (O<sub>3</sub>).

### **Polveri**

#### **PM 2,5 e PM10**

Le polveri fini, denominate PM2,5 hanno diametro inferiore a 2,5 µm mentre le PM10 hanno diametro inferiore a 10 µm

Le PM2,5 e PM10 sono delle particelle inquinanti presenti nell'aria che respiriamo. Queste piccole particelle possono essere di natura organica o inorganica e presentarsi allo stato solido o liquido. Le particelle sono capaci di adsorbire sulla loro superficie diverse sostanze con proprietà tossiche quali solfati, nitrati, metalli e composti volatili

Le fonti principali di polveri fini sono:

- fonti naturali
  - incendi boschivi
  - attività vulcanica
  - polveri, terra e sale marino alzati dal vento (il cosiddetto aerosol marino)
  - pollini e spore
  - erosione di rocce
- fonti antropogeniche
  - traffico veicolare, sia dei mezzi diesel che benzina
  - uso di combustibili solidi per il riscaldamento domestico (carbone, legna e gasolio)
  - residui dell'usura del manto stradale, dei freni e delle gomme delle vetture
  - attività industriale

Le PM2,5 possono essere respirate e spingersi nella parte più profonda dell'apparato, fino a raggiungere i bronchi. Le polveri ultrafini potrebbero essere addirittura in grado di filtrare fino agli alveoli e ancora più in profondità nell'organismo e, si sospetta, entrare nel circolo sanguigno e poi nelle cellule. Studi epidemiologici, confermati anche da analisi cliniche e tossicologiche, hanno dimostrato come l'inquinamento atmosferico abbia un impatto sanitario notevole; quanto più è alta la concentrazione di polveri fini nell'aria, infatti, tanto maggiore è l'effetto sulla salute della popolazione. Gli effetti di tipo acuto sono legati ad una esposizione di breve durata (uno o due giorni) a elevate concentrazioni di polveri contenenti metalli. Questa condizione può provocare infiammazione delle vie respiratorie, come crisi di asma, o inficiare il funzionamento del sistema cardiocircolatorio. Gli effetti di tipo cronico dipendono, invece, da una esposizione prolungata ad alte concentrazioni di polveri e possono determinare sintomi respiratori come tosse e catarro, diminuzione della capacità polmonare e bronchite cronica. Per soggetti sensibili, cioè persone già affette da patologie polmonari e cardiache o asmatiche, è ragionevole temere un peggioramento delle malattie e uno scatenamento dei sintomi tipici del disturbo.

### **CO - Monossido di Carbonio**

Gas inodore e incolore, infiammabile e molto tossico, con densità simile a quella dell'aria.

PROGETTAZIONE ATI:

Deriva dalla combustione incompleta, ossia in carenza di ossigeno, dei composti del carbonio. Permane in atmosfera per 3-4 mesi e viene rimosso attraverso reazioni di ossidazione (trasformandosi in CO<sub>2</sub>) o attraverso reazioni fotochimiche. Alte concentrazioni si possono rilevare in spazi chiusi come garage, tunnel poco ventilati o lungo le strade nei momenti di grande traffico.

Sorgenti naturali: incendi, eruzioni vulcaniche, ossidazioni del metano

Sorgenti antropiche: traffico veicolare, impianti siderurgici e raffinerie di petrolio

Inquinante	Riferimento	Limiti
Monossido di carbonio (CO)	D. Lgs. n. 155 del13/8/2010	Valore limite (media di 8 ore massima giornaliera): 10 mg/m <sup>3</sup>

### **C6H6 - Benzene**

Idrocarburo aromatico liquido a temperatura ambiente, ma che evapora molto velocemente, altamente infiammabile e cancerogeno.

Molto utilizzato nell'industria per produrre resine e fibre sintetiche. È utilizzato come antidetonante nelle benzine.

Sorgenti naturali: incendi di foreste

Sorgenti antropiche: combustione incompleta del carbone e del petrolio, i gas esausti dei veicoli a motore e le emissioni industriali. L'inquinamento urbano da benzene è da attribuirsi quasi esclusivamente al traffico veicolare di veicoli a benzina in quanto, per le sue caratteristiche antidetonanti, viene utilizzato nelle benzine, insieme ad altri composti aromatici, in sostituzione del piombo tetraetile.

Inquinante	Riferimento	Limiti
Benzene (C6H6)	D. Lgs. n. 155 del13/8/2010	Valore limite <b>annuale</b> : 5 µg/m <sup>3</sup>

### **SO2 - Biossido di zolfo**

Gas incolore, irritante, non infiammabile, solubile in acqua e dall'odore pungente.

Naturale prodotto dell'ossidazione dello Zolfo, è più pesante dell'aria e tende a stratificare nelle zone più basse. Permane in atmosfera per 1 - 4 giorni, subendo reazioni di trasformazione come l'ossidazione ad acido solforico, che ricade al suolo in forma di nebbie o piogge acide.

Sorgenti naturali: attività vulcanica

Sorgenti antropiche: processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo Zolfo è presente come impurità, e dai processi metallurgici. Una percentuale molto bassa di Biossido di Zolfo nell'aria (6-7%) proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel, per l'ossidazione dello zolfo in essi presente

Effetti sull'ambiente: acidificazione delle precipitazioni che provoca un rallentamento nella crescita delle piante

La concentrazione di Biossido di Zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi nella stagione invernale, per il contributo aggiuntivo degli impianti di riscaldamento domestico.

Inquinante	Riferimento	Limiti
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	D. Lgs. n. 155 del13/8/2010	Valore limite orario: 350 µg/m <sup>3</sup> da non superarsi più di 24 volte per anno civile
		Valore limite giornaliero: 125 µg/m <sup>3</sup> da non superarsi più di 3 volte per anno civile

PROGETTAZIONE ATI:

		Soglia di allarme: 500 µg/m <sup>3</sup> per tre ore consecutive
--	--	---

Livello critico annuale per la protezione della vegetazione=livello critico invernale per la protezione della vegetazione: 20 µg/m<sup>3</sup>

### **NOx - Ossidi di azoto**

Miscela di gas (componenti principali NO<sub>2</sub> biossido di azoto ed NO monossido di azoto), tossica, di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente. È un energico ossidante, molto reattivo e quindi altamente corrosivo. È parzialmente solubile in acqua.

NO<sub>2</sub> svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di vari inquinanti secondari tra cui O<sub>3</sub> ed acido nitrico.

Sorgenti naturali: decomposizioni organiche anaerobiche, incendi ed emissioni vulcaniche

Sorgenti antropiche: traffico veicolare, combustioni ad alta temperatura, impianti termici e centrali termoelettriche.

Effetti sull'ambiente: causa la senescenza e la caduta delle foglie più giovani. Il meccanismo principale di aggressione è costituito dall'acidificazione.

Il Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) è un inquinante prevalentemente secondario che si forma a seguito dell'ossidazione dell'ossido di azoto (NO): l'insieme dei due composti viene indicato con il termine di ossidi di azoto (NOx).

Il monossido di azoto non è soggetto a normativa, in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente: se ne misurano comunque i livelli per via del fatto che, attraverso la sua ossidazione in NO<sub>2</sub> e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di O<sub>3</sub> troposferico.

Inquinante	Riferimento	Limiti
Biossido diazoto (NO <sub>2</sub> )	D. Lgs. n. 155 del13/8/2010	Valore limite orario: 200 µg/m <sup>3</sup> da non superarsi più di 18 volte per anno civile
		Valore limite annuo: 40 µg/m <sup>3</sup>
		Soglia di allarme: 400 µg/m <sup>3</sup> per tre ore consecutive

Gli ossidi di azoto vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

Nel caso del traffico autoveicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NOx aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione. Al momento dell'emissione gran parte degli ossidi di azoto è in forma di NO, con un rapporto NO/NO<sub>2</sub> decisamente a favore del primo (il contenuto di NO<sub>2</sub> nelle emissioni è circa tra il 5 e il 10% del totale degli ossidi di azoto) che viene poi ossidato in atmosfera dall'ossigeno e più rapidamente dall'ozono, dando luogo al biossido di azoto.

### **Metalli pesanti**

I metalli pesanti sono inquinanti che, sebbene presenti in bassissime concentrazioni, possono comportare una vasta gamma di effetti negativi sull'ambiente e sull'uomo.

Sorgenti naturali: erosione dei suoli, eruzioni vulcaniche

Sorgenti antropiche: i metalli presenti nel particolato atmosferico provengono da una molteplice varietà di fonti di origine industriale quali attività minerarie, fonderie, raffinerie, inceneritori di rifiuti o

PROGETTAZIONE ATI:

dall'utilizzo di combustibili fossili. L'emissione di Piombo, derivante principalmente da autoveicoli, è stata drasticamente ridotta con l'adozione di benzine verdi.

I metalli possono essere tossici (ad esempio Nichel, il Cadmio ed il Piombo) e spesso cancerogeni (esempio Nichel e Cadmio)

Effetti sull'ambiente: gli effetti sono in particolare legati alla spiccata tendenza dei metalli ad accumularsi nei tessuti animali e vegetali.

Valori ammessi secondo il D.lgs.155/2010 all.XIII

- Piombo (Pb): valore limite annuale 0,5 µg/m<sup>3</sup>
- Arsenico (As): valore obiettivo annuale 6,0 ng/m<sup>3</sup>
- Cadmio (Cd): valore obiettivo annuale 5,0 ng/m<sup>3</sup>
- Nichel (Ni): valore obiettivo 20,0 ng/m<sup>3</sup>

#### 4.5.4. METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

##### 4.5.4.1 Polveri

###### PM 10

Norma tecnica di riferimento: UNI EN 12341:2014 "Aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM10 o PM2,5".

Principio di misura: gravimetria, assorbimento radiazione β

Modalità di funzionamento: il metodo di riferimento per la determinazione del materiale particolato PM<sub>10</sub> si basa sulla raccolta della "frazione PM<sub>10</sub>" su apposito filtro e successiva determinazione della sua massa per via gravimetrica, in laboratorio, dopo che è avvenuto il condizionamento del filtro in condizioni controllate di temperatura (20° C ± 1) e di umidità (50 ± 5%). Oltre al metodo di riferimento, ci sono i metodi equivalenti per la misura del PM<sub>10</sub> (ad esempio strumentazione automatica che sfrutta il principio dell'assorbimento della radiazione β da parte della polvere campionata). La determinazione del particolato fine in atmosfera (PM10) viene eseguito mediante diversi tipi di strumenti, di seguito descritti:

###### *Campionatori di PM<sub>10</sub>*

Questi strumenti sono costituiti da una pompa che aspira l'aria ambiente attraverso una testa di prelievo, la cui geometria è stata normata a livello internazionale ed è in grado di selezionare le polveri con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm. con una efficienza del 50%.

La componente del particolato selezionata dalla testa viene quindi fatta passare attraverso una membrana filtrante di opportuna porosità e costituita da diversi materiali (quarzo, fibra di vetro, teflon, esteri di cellulosa, ecc.) dipendentemente dal tipo di analisi richiesta sul filtro.

La membrana viene poi pesata in laboratorio e per differenza con la tara (filtro bianco) si ha la massa del particolato.

Il campionatore contiene anche un contatore volumetrico in grado di registrare il volume di aria aspirata, corretto in modo continuo mediante vari sensori di temperatura e pressione interni ed esterni, per ricondurlo alle condizioni ambientali.

Dalla conoscenza quindi del volume di aria campionata e della massa del particolato si calcola la concentrazione di PM10 in µg/m<sup>3</sup>.

###### PM 2,5

Norma tecnica di riferimento: Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione è descritto nella norma UNI EN 12341:2014 "Aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM10 o PM2,5".

Principio di misura: gravimetria, assorbimento radiazione β.

PROGETTAZIONE ATI:

Modalità di funzionamento: il metodo di riferimento per la determinazione del materiale particolato PM<sub>2,5</sub> si basa sulla raccolta della "frazione PM<sub>2,5</sub>" su apposito filtro e successiva determinazione della sua massa per via gravimetrica, in laboratorio, dopo che è avvenuto il condizionamento del filtro in condizioni controllate di temperatura (20° C ± 1) e di umidità (50 ± 5%). Oltre al metodo di riferimento, ci sono i metodi equivalenti per la misura del PM<sub>2,5</sub> (ad esempio strumentazione automatica che sfrutta il principio dell'assorbimento della radiazione β da parte della polvere campionata). La determinazione del particolato fine in atmosfera (PM<sub>2,5</sub>) viene eseguito mediante campionatori gravimetrici.

#### 4.5.4.2 Parametri meteorologici

Ciascuna postazione di indagine sarà dotata di stazione meteorologica, in modo tale da consentire un'immediata correlazione fra le concentrazioni di inquinanti rilevate e le condizioni al contorno.

Va inoltre curata con molta attenzione la taratura degli strumenti; sotto si riporta una tabella con indicati i tempi di controllo della taratura degli strumenti (OMM, 1983).

<b>STRUMENTO</b>	<b>TEMPO</b>
Termometri	6 mesi
Igrometri	1 mese
Barometri	1 mese
Pluviometri	6 mesi
Anemometri	1 anno

Tabella 4.4 Tempi di controllo della taratura degli strumenti.

Dovranno essere adottati i seguenti accorgimenti:

#### Pluviometro:

- eventuali ostacoli (alberi, edifici o altro) non dovrebbero circondare la bocca del pluviometro ad una distanza almeno di 2-4 volte la loro altezza sopra la bocca del pluviometro stesso. 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 (tipo quelle che si usano per il fornello da campeggio) 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 30 cm.

**Anemometro:** a causa degli effetti dell'attrito, la velocità del vento può variare considerevolmente fra i primi 10 metri sopra il terreno e le quote superiori. L'altezza standard per l'esposizione degli anemometri sulla terraferma con terreno libero è di circa 10 metri dal suolo (OMM, 1983). 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.

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

**Igrometro:** l'OMM consiglia l'uso degli psicrometri a ventilazione forzata (OMM, 1983); è consigliata un'altezza compresa tra 1.25 m e 2 m.

PROGETTAZIONE ATI:



**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.

I dati saranno restituiti nelle seguenti unità di misura e con cadenza temporale pari a 5 minuti. La tabella riporta anche le indicazioni fornite dal WMO relativamente al range di operatività degli strumenti, alla risoluzione e all'accuratezza.

<b>PARAMETRO</b>	<b>UNITA' di MISURA</b>	<b>RANGE</b>	<b>RISOLUZIONE</b>	<b>ACCURATEZZA</b>
Direzione del vento	Gradi sessagesimali	0 - 360	10	±5%
Intensità del vento	m/s	0 - 75	0.5	±0.5 m/s per v<5 m/s ±10 m/s per v>5 m/s
Temperatura	°C	-60 - +60	0.1 k	±0.1 k
Pressione atmosferica	hPa	920 – 1080	0.1	±0.1 hPa
Umidità relativa	%	5 – 100	1	±3%
Precipitazioni	Mm	0 - >400	0.1	±0.1 mm per <5mm ±2 mm per v>5mm

**Tabella 4.5 Range di operatività degli strumenti**

#### **4.5.4.3 Inquinanti da traffico veicolare**

La tecnica di misura del Monossido di Carbonio (CO) si basa sull'assorbimento da parte delle molecole di CO di radiazioni IR alla lunghezza d'onda di 4,6 µm. L'analizzatore è dotato di un sistema interno che permette di ottenere una risposta lineare e proporzionale alla concentrazione di monossido di carbonio presente nel campione da analizzare.

La tecnica di misura del Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) si basa sul metodo a fluorescenza. L'aria da analizzare è immessa in una apposita camera nella quale vengono inviate radiazioni UV a 230-190 nm. Queste radiazioni eccitano le molecole di SO<sub>2</sub> presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rilevatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di SO<sub>2</sub> presente nell'aria.

La tecnica di misura degli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) si basa sulla reazione in fase gassosa tra monossido di azoto e ozono, capace di produrre una luminescenza caratteristica di intensità linearmente proporzionale alla concentrazione di NO. L'analizzatore a chemiluminescenza utilizza una singola camera di reazione ed un singolo fotomoltiplicatore che consentono l'esecuzione di una misura ciclica dell'NO e dell' NO<sub>x</sub>.

I campionamenti degli inquinanti da traffico veicolari sopra indicati, dovranno essere eseguiti secondo quanto indicato nel D.lgs. 155/2010. In particolare:

- Il metodo di riferimento per la misurazione del biossido di zolfo è descritto nella norma UNI EN 14212:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta".
- Il metodo di riferimento per la misurazione del biossido di azoto e degli ossidi di azoto è descritto nella norma UNI EN 14211:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza".

PROGETTAZIONE ATI:

- Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del piombo 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 PM10 del particolato in sospensione".
- Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del benzene è descritto nella norma UNI EN 14662:2005, parti 1, 2 e 3, "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzene".
- Il metodo di riferimento per la misurazione del monossido di carbonio è descritto nella norma UNI EN 14626:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva".
- Il metodo di riferimento per la misurazione dell'ozono è descritto nella norma UNI EN 14625:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di ozono mediante fotometria ultravioletta".
- Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione dell'arsenico, del cadmio e del nichel nell'aria ambiente 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 PM10 del particolato in sospensione".
- Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del benzo(a)pirene è descritto nella norma UNI EN 15549:2008 "Qualità dell'aria. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzo(a)pirene in aria ambiente".

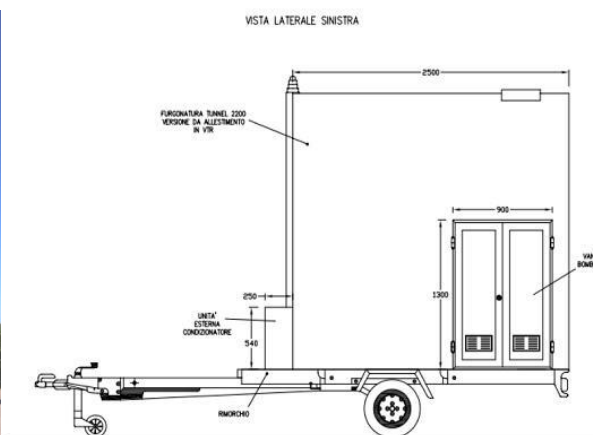
#### 4.5.5. STRUMENTAZIONE DI MISURA

Per le indagini dei parametri sopra illustrati saranno utilizzati:

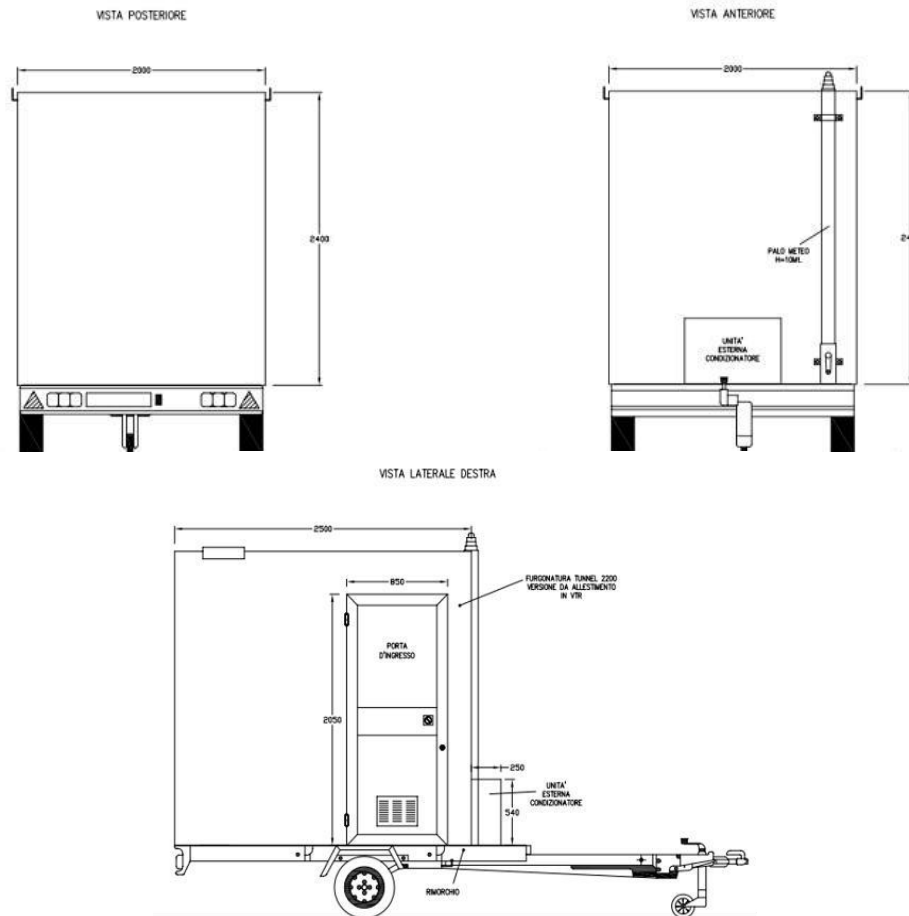
- Laboratorio mobile;
- Campionatori gravimetrici sequenziali.

La stazione di monitoraggio mobile che ospita gli strumenti per la misura dei parametri è realizzata su un telaio rimorchiabile con struttura di contenimento in vetroresina monoscocca autoportante.

Il laboratorio mobile sarà del tipo descritto in seguito o similare, realizzato su di un telaio idoneo per allestimenti speciali e rimorchiabile da un veicolo di cilindrata opportuna. I rimorchi utilizzati sono realizzati con le più avanzate tecnologie e sono conformi ai requisiti tecnici previsti dalle normative comunitarie.



PROGETTAZIONE ATI:



All'interno di ciascuna cabina sono presenti i seguenti circuiti pneumatici:

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

#### 4.6 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Durata e periodicità delle misure sono state stabilite in modo differente a seconda sia della fase di monitoraggio le misura da effettuare nelle 4 stazioni individuate.

In particolare:

In fase di AO: saranno effettuate:

- due campagne di monitoraggio degli inquinanti della durata di 14 giorni di tipo ATM-TR;

In fase di CO: saranno effettuate campagne di monitoraggio di tipo ATM\_POL:

- sei campagne di monitoraggio della durata di 14 giorni ciascuna, a cadenza trimestrale;

In fase di PO: saranno effettuate:

- quattro campagne di monitoraggio con cadenza trimestrale di tipo ATM-TR.

PROGETTAZIONE ATI:

N° Postazione	Fase monitoraggio	Fase cantiere	Durata fase	Frequenza numero	Durata	n. campagne
ATM01 ATM02 ATM03 ATM04	AO	Prima dell'inizio dei lavori	6 mesi	semestrale	14 giorni	2 campagne estate inverno
	CO	Durante l'attività del cantiere	72 mesi	trimestrale	14 giorni	4/anno estate inverno
	PO	Dopo la fine dei lavori	12 mesi	trimestrale	14 giorni	4/anno estate inverno
ATM05 ATM06 ATM07 ATM08	PO	Dopo la fine dei lavori	12 mesi	trimestrale	14 giorni	4/anno estate inverno

#### 4.7 TABELLA DI SINTESI

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi.

Stazione	AO	CO*	PO	TOT.
ATM_01	1	24	4	29
ATM_02	1	24	4	29
ATM_03	1	24	4	29
ATM_04	1	24	4	29
ATM_05	-	-	4	4
ATM_06	-	-	4	4
ATM_07	-	-	4	4
ATM_08	-	-	4	4

\* per la fase CO il numero delle misure è indicativo, in quanto andranno rapportate alla durata effettiva delle misurazioni oggetto di monitoraggio

## **5 SUOLO**

Per la componente suolo è previsto il monitoraggio qualitativo dei terreni interessati dalle aree di cantiere. Esse sono caratterizzati da due cantiere base (CB1 e CB2), rispettivamente in prossimità di San Zeno, a fianco del Rio S. Antonio, e in prossimità del nuovo svincolo per Arezzo, provenendo da est. Entrambi rimarranno attivi per tutta la durata delle lavorazioni.

Altri cantieri sono localizzati lungo l'asse principale, la bretelle di collegamento tra San Zeno e il raccordo Autostradale Arezzo-Battifolle e la bretella di collegamento sud tra la e la S.R.71.

Essi sono finalizzati alla realizzazione di specifiche opere e pertanto la durata sarà limitata, con aperture e ripristini progressivi man mano che procede la cantierizzazione e realizzazione delle opere.

### **5.1 RIFERIMENTI NORMATIVI**

La normativa di riferimento seguita per la redazione del presente piano è quella relativa alle analisi di laboratorio, a valenza nazionale. In particolare, si considerano le seguenti norme:

- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e ss.mm.ii. - "Norme in materia ambientale"
- D.M. 01/08/1997 – Approvazione dei metodi ufficiali di analisi fisica dei suoli;
- D.M. 13/09/1999 – Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (G.U. n. 185 del 21/10/1999);
- D.M. 25/03/2002 – Rettifiche al Decreto 13/09/1999 (G.U. n. 84 del 10/04/2002).

Per quanto concerne le indagini di campagna e la classificazione dei suoli, non esistono norme cui riferirsi, pertanto sono stati considerati i riferimenti scientifici internazionali. In particolare, sono state seguite le indicazioni FAO, ISRIC (1990): Guidelines for soil description.

### **5.2 QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO**

Per quanto riguarda le fasi di cantiere, gli impatti potenziali sono riconducibili ai seguenti aspetti:

- Movimentazione terra e compattamento per il passaggio dei mezzi con alterazione degli strati di interesse agrario;
- Potenziale inquinamento dei terreni più superficiali nel caso di dispersione accidentale di prodotti chimici, materiali o combustibili.

Il monitoraggio della componente suolo è eseguito con lo scopo di garantire che le opere di progetto, siano realizzate nel pieno rispetto della situazione pedologica preesistente, evitando la dispersione di sostanze inquinanti e rifiuti, ed in modo da consentire l'integrale ripristino delle condizioni di ante operam.

Il monitoraggio della componente in questione, inoltre, si prefigge l'obiettivo di verificare la realizzazione e l'esecuzione degli accorgimenti tecnici atti a limitare la possibilità che si verifichino impatti al suolo che possono essere riassunti nel seguente elenco:

- danneggiamento degli orizzonti superficiali, dovuto ad operazioni di scavo non adeguato a cattiva conservazione dello strato fertile, con conseguente potenziale diminuzione della fertilità e una variazione nelle caratteristiche fisiche e chimiche dei suoli.
- deterioramento delle caratteristiche fisiche del suolo (struttura, permeabilità, porosità);
- fenomeni di erosione.

### **5.3 STATO QUALITATIVO ATTUALE**

Le aree ove saranno installate le aree di cantiere sono attualmente tutte di tipo agricolo, con prevalenza dei seminativi, salvo i cantieri 8 e 6, ubicati in frutteti.

PROGETTAZIONE ATI:

## 5.4 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio della componente suolo prevede il controllo in corrispondenza di tutte le aree di cantiere previste per complessivi n° 19 aree di campionamento (punti di controllo e campionamento con codifica SUO\_nn).

Di seguito si elencano i punti di monitoraggio:

- SUO\_01.a per il cantiere C\_01.a;
- SUO\_01.b per il cantiere C\_01.b;
- SUO\_02 per il cantiere C\_02;
- SUO\_03 per il cantiere C\_03;
- SUO\_04 per il cantiere C\_04;
- SUO\_05 per il cantiere C\_05;
- SUO\_06 per il cantiere C\_06;
- SUO\_07 per il cantiere C\_07;
- SUO\_08.a per il cantiere C\_08.a;
- SUO\_08.b per il cantiere C\_08.b;
- SUO\_09 per il cantiere C\_09;
- SUO\_10 per il cantiere C\_10;
- SUO\_11 per il cantiere C\_11;
- SUO\_12 per il cantiere C\_12;
- SUO\_13 per il cantiere C\_13;
- SUO\_14 per il cantiere C\_14;
- SUO\_15 per il cantiere C\_15;
- SUO\_16 per il cantiere C\_16;
- SUO\_17 per il cantiere C\_17;
- SUO\_18 per il cantiere CB1;
- SUO\_19 per il cantiere CB2.a.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio, da verificare puntualmente in fase di attivazione del monitoraggio ante-operam, è riportata nell'elaborato grafico "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

## 5.5 MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

### 5.5.1. METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

Il monitoraggio della componente Suolo ha l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza e l'entità di fattori di interferenza dell'opera sulle caratteristiche pedologiche e qualitative dei terreni relativi alle aree interessate dalle attività di cantiere, che saranno restituite agli attuali usi al termine delle demolizioni.

Il monitoraggio ambientale della componente "Suolo" sarà effettuato nelle due distinte fasi di ante operam e post operam, ciascuna delle quali con le finalità che vengono di seguito riportate:

- Monitoraggio ante operam, finalizzato alla caratterizzazione dello stato del suolo prima dell'inizio dei lavori, sia in termini qualitativi che quantitativi, con particolare riferimento alla fertilità, alla presenza di inquinanti ed alle caratteristiche fisiche. Lo svolgimento di tale attività consentirà di determinare il quadro di riferimento iniziale delle caratteristiche dei terreni, al quale confrontare i risultati ottenuti nella successiva fase del monitoraggio e poter quindi verificare l'eventuale insorgere di situazioni di criticità indotte dalla presenza del cantiere;
- Monitoraggio post operam, finalizzato a verificare le eventuali alterazioni delle caratteristiche originarie del terreno in corrispondenza delle aree di cantiere, in modo da poter prevedere gli eventuali opportuni interventi di bonifica superficiale dei terreni superficiali prima della loro

PROGETTAZIONE ATI:

risistemazione definitiva. Nel dettaglio, il monitoraggio post operam avrà inizio dopo che saranno concluse le attività di sgombero del cantiere e/o di ripristino del sito.

Le analisi delle caratteristiche chimiche e fisiche dei suoli saranno effettuate secondo le metodologie definite dal D.M. n. 185 del 13/09/1999 e dal D.M. del 1/08/1997 e ss.mm.ii. Tali misure sono finalizzate alla caratterizzazione dei fattori che sono strettamente legati ai rischi di degradazione della risorsa suolo.

Vengono di seguito elencate e successivamente brevemente descritte le diverse tipologie di parametri che saranno condotte nel corso delle campagne di monitoraggio:

- parametri pedologici/agronomici (un punto di indagine per ogni area di cantiere);
- parametri chimico-fisici dei terreni.

La presente metodica ha come finalità quella di fornire in Ante Operam informazioni stratigrafiche dei suoli interessati dalle attività di cantiere, utili a garantire, in fase di Post Operam, la corretta esecuzione del ripristino, a valle della dismissione del cantiere stesso.

Vengono di seguito descritte le varie fasi secondo le quali sarà sviluppata la ricostruzione del profilo pedologico di ciascuna stazione di misura.

A seguito della valutazione delle proprietà litomorfologiche e di uso del suolo dell'area sottoposta a monitoraggio, si procederà all'individuazione del punto più idoneo all'esecuzione del profilo, in modo che sia rappresentativo dell'intera area. Si procederà alla caratterizzazione della stazione pedologica provvedendo alla apertura di una trincea esplorativa sino al raggiungimento del substrato litologico non pedogenizzato alla profondità di circa 1 m.

Si procederà alla analisi, sulla parete meglio esposta alla luce solare, della sequenza stratigrafica degli orizzonti pedologici, prevedendo una descrizione degli stessi secondo le metodiche di rilievo pedologico. Successivamente si eseguirà il prelievo di n° 1 campione di terreno:

- Campione 1: tra 0,00 e 0,40 m da p.c. (analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici).

Relativamente ai parametri fisico-chimici si precisa che:

- in fase ante-operam, nel caso in cui si dovesse evidenziare contaminazione nei primi 40 cm campionati, si procederà con ulteriori indagini negli strati sottostanti;
- in fase post-operam, nel caso in cui si dovesse evidenziare contaminazione nei primi 40 cm campionati in punti in cui in fase ante-operam tale contaminazione non fosse emersa, si procederà con ulteriori indagini negli strati sottostanti.

Per ciò che riguarda il campionamento e la gestione delle terre e rocce da scavo si rimanda a quanto previsto nel "Piano di utilizzo delle terre" (T00GE03GEORE01\_A).

### 5.5.2. PARAMETRI OGGETTO DI MONITORAGGIO

I parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici analizzati saranno quelli riportati nella tabella a seguire.

SUOLO			
parametri	u.m.	limite di riferimento	limite di rivelabilità
<b>PEDOLOGICI (su nr. 1 campione per area di cantiere)</b>			
orizzonte			
classe di drenaggio			

PROGETTAZIONE ATI:

<b>SUOLO</b>			
<b>parametri</b>	<b>u.m.</b>	<b>limite di riferimento</b>	<b>limite di rivelabilità</b>
esposizione			
fenditure superficiali			
microrilievo			
pendenza			
permeabilità			
pietrosità superficiale			
presenza falda			
rocciosità affiorante			
substrato pedogenetico			
uso del suolo			
vegetazione			
<b>AGRONOMICI (su nr. 1 campione per area di cantiere)</b>			
Basi scambiabili			
Calcicare attivo			
Calcicare totale			
Capacità di scambio cationico (C.S.C.)			
Contenuto in carbonio organico e S.O.			
N tot			
P assimilabile			
pH			
Potenziale REDOX			
Tessitura			
<b>FISICO-CHIMICI (su un numero di campioni in funzione della superficie dell'area di cantiere)</b>			
<b>D.Lgs. n. 152/2006 ss.mm.ii - PARTE IV - Titolo V - Allegato 5</b>			
<b>Tabella 1 'Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare'</b>			
<b>Composti inorganici</b>		<b>A</b> Siti ad uso Verde pubblico, Privato e Residenziale	<b>B</b> Siti ad uso Commerciale e Industriale
Arsenico	mg/kg (ss)	20	50
Antimonio	mg/kg (ss)	10	30
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 VI	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

PROGETTAZIONE ATI:



<b>SUOLO</b>			
<b>parametri</b>	<b>u.m.</b>	<b>limite di riferimento</b>	<b>limite di rivelabilità</b>
Floruri	mg/kg (ss)	100	2000
<b>Idrocarburi</b>			
Idrocarburi leggeri C<= 12	mg/kg (ss)	10	250
Idrocarburi pesanti C > 12	mg/kg (ss)	50	750
<b>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
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

## 5.6 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Per i siti in cui saranno realizzate le aree di cantiere, saranno svolte indagini ambientali al fine di rappresentare in modo adeguato le caratteristiche del terreno.

In fase ante-operam le misure ed i campionamenti saranno svolti una volta prima dell'inizio dei lavori. Al termine dei lavori le attività di monitoraggio saranno finalizzate alla verifica dello stato dei luoghi ripristinati dopo lo smantellamento del cantiere e si procederà con il campionamento una volta dopo il termine dei lavori di ripristino delle aree di cantiere.

Quindi per la caratterizzazione dell'ante operam saranno eseguite campagne di campionamento, per un totale di 1 misure per ogni punto nell'AO, prima dell'inizio dei lavori, mentre per il monitoraggio post-operam saranno eseguite campagne di campionamento, per un totale di 1 volta per ogni punto, dopo lo smantellamento ed il ripristino delle aree di cantiere.

PROGETTAZIONE ATI:

*Ante Operam*

<b>Codice punto</b>	<b>Campione</b>	<b>Frequenza</b>	<b>Tipo misura</b>	<b>Numero</b>
SUO_01.a	0,00÷0,40	1 volta prima dell'inizio dell'allestimento dei cantieri	Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_01.b	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_02	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_03	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_04	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_05	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_06	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_07	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_08.a	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_08.b	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_09	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_10	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_11	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_12	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_13	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_14	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_15	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_16	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_17	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_18 (CB_01)	0,00÷0,40	Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1	
SUO_19 (CB_02.a)	0,00÷0,40	Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1	

*Post Operam*

<b>Codice punto</b>	<b>Campione</b>	<b>Frequenza</b>	<b>Tipo misura</b>	<b>Numero</b>
SUO_01.a	0,00÷0,40	1 volta dopo lo smantellamento dei cantieri ed il ripristino dello stato quo ante	Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_01.b	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_02	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1

PROGETTAZIONE ATI:

SUO_03	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_04	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_05	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_06	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_07	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_08.a	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_08.b	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_09	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_10	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico-chimici	1
SUO_11	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_12	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_13	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_14	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_15	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_16	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_17	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_18 (CB_01)	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1
SUO_19 (CB_02.a)	0,00÷0,40		Campionamento e analisi parametri agronomici, pedologici e fisico	1

## 5.7 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei monitoraggi per la componente suolo.

Stazione	AO	CO	PO	tot
SUO_01.a	1	-	1	2
SUO_01.b	1	-	1	2
SUO_02	1	-	1	2
SUO_03	1	-	1	2
SUO_04	1	-	1	2
SUO_05	1	-	1	2
SUO_06	1	-	1	2
SUO_07	1	-	1	2

PROGETTAZIONE ATI:

SUO_ 08.a	1	-	1	2
SUO_ 08.b	1	-	1	2
SUO_ 09	1	-	1	2
SUO_ 10	1	-	1	2
SUO_ 11	1	-	1	2
SUO_ 12	1	-	1	2
SUO_ 13	1	-	1	2
SUO_ 14	1	-	1	2
SUO_ 15	1	-	1	2
SUO_ 16	1	-	1	2
SUO_ 17	1	-	1	2
SUO_ 18 (CB_01)	1	-	1	2
SUO_ 19 (CB_02.a)	1	-	1	2

PROGETTAZIONE ATI:

## 6 RUMORE

### 6.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

#### 6.1.1. NORMATIVA NAZIONALE

Ai fini del presente studio sarà considerato il quadro normativo vigente, di cui si fornisce una panoramica.

- **D.P.C.M. 1 marzo 1991** – Limiti massimi d'esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno – G.U. n. 57 del 08/03/91.
- **Legge 26 ottobre 1995 n. 447** – Legge quadro sull'inquinamento acustico – G.U. n. 254 del 30/10/1995.
- **D.P.C.M. 14 novembre 1997** – Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.
- **D.M. 16 marzo 1998** - Tecniche di rilevamento inquinamento acustico.
- **D.P.R. 142/2004** - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare.
- **D.lgs. 194/2005** - Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- **D.L. 42/2017** - Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico
- **Linee Guida ISPRA 99/2013** per il monitoraggio del rumore derivante da infrastrutture stradali

#### 6.1.2. LINEE GUIDA ISPRA PER IL MONITORAGGIO DEL RUMORE DERIVANTE DAI CANTIERI DI GRANDI OPERE

La progettazione del PMA per la componente rumore si ispira nei principi e negli indirizzi programmatici a quanto previsto dalle Linee Guida ISPRA per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere (*Delibera del Consiglio Federale, Seduta del 20 ottobre 2012 – Doc. n. 26/12*), con particolare riferimento agli aspetti tecnici e metodologici in esse indicati relativi ad obiettivi, tipo/frequenze misure, strumentazione.

#### Finalità e obiettivi del PMA

Lo scopo generale del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) è di assicurare la corrispondenza a quanto previsto in fase di progettazione e di individuare misure correttive in caso di impatti negativi imprevisti.

Il PMA deve pertanto presentare le seguenti caratteristiche:

- a) **flessibilità ed interattività**: frequenza e localizzazione dei campionamenti dovranno essere stabiliti sulla base della effettiva evoluzione dei lavori all'interno del cantiere, piuttosto che su periodicità e punti fissi;
- b) **responsività**: il PMA dovrà recepire e gestire correttamente, dando adeguata risposta, le segnalazioni provenienti da istituzioni, associazioni, cittadini;
- c) **efficacia**: il PMA deve essere orientato a fornire rapide ed efficaci indicazioni al gestore dell'attività e alle istituzioni competenti, al fine di correggere gli eventuali problemi che si dovessero manifestare.

Dal momento che la finalità del monitoraggio è quella di rilevare tempestivamente gli eventuali superamenti e gestirli mediante azioni correttive rapide ed efficaci, il piano contiene pertanto una descrizione delle procedure attraverso le quali si attivano i meccanismi di correzione delle irregolarità.

#### **Requisiti tecnici**

PROGETTAZIONE ATI:

Le misure di monitoraggio acustico devono essere effettuate con fonometro mediatore integratore e analizzatore di spettro conforme alla Classe 1 di precisione, calibrato con calibratore di Classe 1, in accordo con le specifiche imposte dal D.M. 16 marzo 1998. Il microfono deve essere munito di cuffia antivento, protezione antipioggia e protezione antivolatili.

Contemporaneamente all'acquisizione dei dati fonometrici devono essere monitorati per mezzo di un'apposita centralina meteorologica i parametri di velocità del vento e precipitazione di pioggia, che dovranno essere memorizzati per la successiva individuazione dei periodi di validità delle misure acustiche, secondo i criteri stabiliti dal D.M. 16 marzo 1998.

Nel caso di misure non presidiate le strumentazioni dovranno essere racchiuse in un apposito contenitore di protezione dagli agenti atmosferici e alimentate a batterie, o altra forma di alimentazione, in modo tale da garantire la continuità dell'intera misura.

Le misure acustiche devono essere effettuate e sottoscritte, ai sensi dell'art. 2, comma 6 della L. n. 447/95, da un Tecnico Competente in Acustica Ambientale.

## 6.2 QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO

I fattori progettuali che interferiscono con la componente atmosfera sono:

- per la fase di esercizio, il traffico che percorrerà la nuova infrastruttura;
- per la fase di cantiere, principalmente le attività relative agli scavi, alle demolizioni, alle perforazioni, al transito dei mezzi di cantiere.

### 6.2.1. QUADRO PRESCRITTIVO

In riferimento al monitoraggio ambientale della componente rumore il DEC/DSA/2005/00750 riportava le seguenti prescrizioni.

- *Prescrizione 1.a - Il proponente eseguirà una campagna di misure per la valutazione del clima acustico ante-operam che interessi almeno i punti più critici evidenziati dall'applicazione modellistica in conformità con le disposizioni di cui al D.M.16.03.1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"*
- *Prescrizione 1.e - Sia attuato, sia in fase di costruzione che in fase di esercizio, in accordo con ARPAT, un monitoraggio accurato dell'impatto acustico al fine di ottimizzare le misure di mitigazione anche - ove sia dimostrata l'effettiva l'impossibilità tecnica di ottenere altrimenti il rispetto dei limiti normativi fissati dal DPR 30 marzo 2004, n.142 -tramite intervento sui ricettori. Dovrà essere, inoltre, osservato quanto indicato sia nella Scheda Tecnica N.ST-001 del Decreto del 01/04/2004 del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio relativamente a pavimentazioni stradali (drenanti e non), barriere di spartitraffico e rivestimenti di barriere acustiche, sia nella Scheda Tecnica N.ST-004 del medesimo Decreto relativamente a finestre ventilate antirumore*
- *Prescrizione 1.1 - Si raccomanda inoltre, in relazione agli effetti del traffico indotto sulla mobilità nella rete stradale esistente, di predisporre, sia nella fase di cantierizzazione, sia nella fase di esercizio, un monitoraggio delle condizioni di traffico per valutare tempestivamente eventuali condizioni di criticità e possibili interventi di sicurezza.*

Si riporta di seguito, anticipando i contenuti dei seguenti paragrafi di questo elaborato, quanto specificato, in risposta alle suddette prescrizioni, negli elaborati Relazione e Matrice di Ottemperanza.

- *Nell'ambito della progettazione definitiva, tra le attività propedeutiche alla progettazione, è stata eseguita una campagna di rilievo fonometrico atta a restituire il clima acustico ante-operam (nel periodo compreso tra aprile – giugno 2021). Tale campagna è stata impostata ai sensi del DM 16.03.1998, individuando n. 8 punti di misura posizionati in prossimità dei recettori sensibili. Le risultanze di tali analisi hanno fatto parte*

PROGETTAZIONE ATI:

dell'aggiornamento dello Studio Acustico dal quale sono state generate le mappe di simulazione del clima ante operam, corso d'opera e post-operam.

Inoltre, la definizione del clima acustico attuale è stata la base rispetto alla quale è stato definito e strutturato il PMA nella parte di C.O. prevedendo n. 8 punti con frequenza semestrale definendo opportune misure di monitoraggio, azioni correttive, e mitigative.

- Il Piano di Monitoraggio Ambientale, prevede, per la componente rumore, campagne di misure fonometriche ante operam, in corso d'opera e post operam. Vengono specificati lo scopo, le modalità, l'articolazione temporale ed i parametri oggetto di rilevamento. Per la componente rumore il monitoraggio ante operam sarà finalizzato alla caratterizzazione dello stato attuale della componente, presso recettori il cui clima acustico sarà influenzato dalla realizzazione delle opere per la vicinanza alle aree di lavorazione e dei cantieri. In corso d'opera (CO) il monitoraggio ha lo scopo di rilevare tempestivamente eventuali criticità durante le lavorazioni e di gestirle mediante azioni correttive rapide ed efficaci. Post operam (PO) i risultati del monitoraggio permetteranno di valutare la rispondenza dell'impatto dell'opera con le previsioni e di valutare la effettiva efficacia degli interventi mitigativi intrapresi. I rilevamenti saranno eseguiti con modalità e strumentazione conformi alle prescrizioni del D.M. del 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", nonché della normativa tecnica di riferimento; in particolare le centraline di rilevamento saranno posizionate ad una altezza di 1.5 metri dal piano di campagna, il microfono sarà munito di cuffia antivento. In concomitanza con i rilevamenti strumentali saranno acquisiti anche i dati meteo tramite centralina dedicata.

Per la componente rumore è previsto che il monitoraggio interessi le fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam, con le specifiche modalità di seguito indicate:

- Ante operam (AO): Misurazioni in continuo per 7 giorni. Il monitoraggio sarà condotto attraverso centraline in continua posizionate per 7 giorni in nr. 8 postazioni rappresentative di recettori residenziali esposti.

- In corso d'opera (CO): Misurazioni in continuo per 24 h. Il monitoraggio sarà condotto attraverso centraline in continua posizionate per 24 h in nr. 8 postazioni rappresentative di recettori residenziali esposti.

- Post operam (PO): Misurazioni in continuo per 7 giorni. Saranno ripetuti rilevamenti in nr. 8 postazioni individuate, con le stesse modalità dell'ante-operam (centralina ubicata per 7 giorni, 1 ripetizione nel primo anno successivo alla fine delle lavorazioni).

Nel corso dell'indagine è stato anche implementato il censimento dei recettori sensibili e i risultati sono stati presentati nella documentazione T00AM10AMBRE01 e nell'elaborato T00AM10AMBRE03 Schede censimento recettori. I dettagli delle misure e le mappe isofoniche dei vari scenari sono presentati nelle planimetrie ante, post operam, e scenario futuro post-mitigazione. Sono infine precisate le procedure per la gestione delle anomalie e per la restituzione dei dati previsti tra le soluzioni di mitigazione per le emissioni rumorose nel documento T00AM10AMBRE01. Al fine di ridurre l'esposizione al rumore dei recettori limitrofi all'opera viene considerato come intervento di mitigazione una barriera acustica di altezza 5m il cui dettaglio della localizzazione e lunghezza sono illustrati in dettaglio nelle tavole da T00AM10AMBPL16 a T00AM10AMBPL21. Per migliorare l'efficacia degli interventi di mitigazione sono stati valutati i risultati con l'utilizzo di asfalti fonoassorbenti che possono ridurre di 3 dB il rumore sui recettori considerati, da questa valutazione emerge l'unica criticità residua sul recettore R40 al secondo piano dove, soprattutto nelle ore notturne, si assiste ad un superamento dei limiti applicabili. In questo caso va definito un intervento specifico sullo stesso recettore, così come indicato nella Scheda Tecnica N.ST-004 del Decreto del 01/04/2004 del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio.

- In fase di cantiere il PMA prevede il controllo della componente rumore tramite rilevazioni, a cui saranno associati i rilievi dei flussi di traffico. Per quanto riguarda la fase di esercizio, si rimanda alle procedure ANAS relative ai controlli, una volta che l'infrastruttura sarà entrata in esercizio.

PROGETTAZIONE ATI:

**Con riferimento alle procedure di Verifica di Ottemperanza (Asse principale) e di Verifica di assoggettabilità a VIA (bretelle di collegamento), la presente versione aggiornata del PMA, recepisce le richieste/prescrizioni contenute nei seguenti atti:**

***Richiesta di integrazioni MASE (prot.1185.06-02-2023):***

- *p.to 6.3 - La Regione, poi, prende atto che nella valutazione della fase di esercizio sono stati considerati i ricettori più esposti, perché collocati a ridosso delle opere (100 edifici), mentre quelli a distanza maggiore e posizionati sul retro dei primi, appartenendo alla medesima fascia di pertinenza acustica, sono stati valutati in funzione dei primi. L'ARPAT fa presente, tuttavia, che anche i ricettori posti a distanze maggiori dall'infrastruttura potrebbero presentare criticità, risentendo di contributi preponderanti a distanze maggiori, quali effetti meteo o effetti relativi a componenti dello spettro di emissione della sorgente sonora. Di ciò andrà tenuto conto nel caso in cui i monitoraggi evidenzino superamenti dei limiti; nel qual caso dovrà essere approfondito il rispetto dei limiti anche per ricettori posti più lontani rispetto a quelli indagati, o in caso di esposti da parte dei cittadini. Si chiede, quindi, al Proponente di integrare il PMA con la previsione di quanto sopra evidenziato.*

In riscontro a tale richiesta sono stati individuati per il monitoraggio della rumorosità post-operam, ulteriori 3 punti di monitoraggio (RUM\_10, RUM\_11, RUM\_12) ubicati in prossimità di agglomerati di recettori ed individuati sulla base dell'analisi del rapporto con le opere, dei dati delle modellazioni nonché del contesto urbanistico ed orografico circostante.

Come indicato da ARPAT, sulla base dell'analisi dei risultati del monitoraggio si dovranno valutare ulteriori campagne di indagine sui recettori circostanti. Analogamente ulteriori campagne dovranno essere pianificate nell'eventualità di esposti da parte dei cittadini.

### **6.3 STATO QUALITATIVO ATTUALE**

L'area di intervento è situata nell'intorno della periferia della città di Arezzo. Nel tratto Arezzo-San Zeno la rumorosità dell'area è sostanzialmente determinata dal traffico veicolare che interessa la E78 e la linea ferroviaria Roma-Firenze, alle quali si sommano a tratti le attività legate agli insediamenti urbani.

Lungo la viabilità secondaria di collegamento con la SR71, verso sud, e il raccordo della A1, verso nord, la componente urbana è meno presente, in quanto si attraversano prevalentemente zone rurali. Per valutare la rumorosità attuale della zona, sono state eseguite misure fonometriche in alcuni punti significativi che hanno mostrato il rispetto dei limiti di rumorosità allo stato attuale.

### **6.4 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO**

Nella tabella successiva si riportano le postazioni di monitoraggio acustico previste con le coordinate di riferimento, ed i codici identificativi dei ricettori adottati nella planimetria di censimento allegata al PD 2022.

Sono stati scelti i recettori sensibili all'interno della fascia di pertinenza di 250m e che lo studio di impatto acustico ha individuato come potenzialmente più disturbati.

In particolare il Punto RUM\_09 è stato posizionato in corrispondenza dell'unico punto che presenta criticità residue a seguito delle opere di mitigazione dell'impatto acustico previste dal progetto



Stazione	Scheda censimento recettori (T00AM10AMBRE03)	
	identificato	Classe acustica
RUM_01	R8	IV
RUM_02	R19	V
RUM_03	R92	IV
RUM_04	R30	IV
RUM_05	R37	IV
RUM_06	R45	IV
RUM_07	R70	III
RUM_08	R73	IV
RUM_09	R40	IV
RUM_10	R17	IV
RUM_11	R21	IV
RUM_12	R26	IV

L'ubicazione dei punti di monitoraggio, da verificare puntualmente in fase di attivazione del monitoraggio ante-operam, è riportata nell'elaborato grafico "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

A giustificazione della scelta dei punti da monitorare si riportano alcune delle evidenze degli elaborati costituenti lo Studio Acustico, cui si rimanda per ulteriori dettagli.

Nella *Relazione di monitoraggio acustico ante operam*, vengono riportati i seguenti valori limite misurati in 8 delle nove stazioni di misura indicate nel presente PMA.

Stazione	Id. censimento recettore	Leq misurato		Valore limite immissione da zonizzazione comunale		Valore limite immissione da fasce di pertinenza (DPR 142/2004)	
		diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno
RUM_01	R8	58,3	51,3	65	55	70	60
RUM_02	R19	67,5	57,5	70	60	70	60
RUM_03	R92	70,0	67,4	65	55	70	60
RUM_04	R30	56,1	49,4	65	55	70	60
RUM_05	R37	69,6	63,2	65	55	70	60
RUM_06	R45	66,4	60,8	65	55	70	60

PROGETTAZIONE ATI:

Stazione	Id. censimento recettore	Leq misurato		Valore limite immissione da zonizzazione comunale		Valore limite immissione da fasce di pertinenza (DPR 142/2004)	
		diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno
RUM_07	R70	54,2	48,5	60	50	70	60
RUM_08	R73	66,5	60,0	65	55	70	60

Le misure effettuate hanno riscontro nei punti RUM03, RUM05 e RUM06 un rispetto dei limiti applicabili per le infrastrutture stradali (D.P.R. n.142 del 30 Marzo 2004) per il periodo diurno mentre per il periodo notturno hanno registrato un superamento dei limiti.

Nella redazione della valutazione previsionale di impatto acustico sono state considerate diverse tipologie di ricettori acustici in particolar modo:

- Ricettori sui tratti principali di progetto sia per le parti che verranno modificate rispetto all'esistente, sia per le nuove tratte.
- Ricettori sulle viabilità esistenti che rimarranno anche in post operam ma che subiranno influenza in termini di flusso dopo la realizzazione dell'opera.
- Ricettori se pur vicini alle opere di progetto ma che rimangono esposti principalmente a rumore da sorgenti di diversa natura (principalmente ferrovie e tratte stradali esistenti).

Per questo nell'analisi delle criticità si è tenuto conto della diversa natura ed esposizione di questi ricettori, le opere di mitigazione hanno avuto effetti su quelli che in termini di rumore parziale sono esposti principalmente alle opere in progetto.

La valutazione è stata effettuata nelle condizioni di post operam considerando l'aumento di traffico stimato per i prossimi anni.

Si riportano di seguito i risultati dei modelli previsionali di impatto acustico calcolati ai ricettori individuati dalla planimetria di censimento allegata al PD, coincidenti coi punti di monitoraggio individuati.

Ricettore	Piano di riferimento	Ante operam		Ante Operam scenario futuro		Post Operam		Post Operam scenario futuro	
		Giorno dB(A)	Notte dB(A)	Giorno dB(A)	Notte dB(A)	Giorno dB(A)	Notte dB(A)	Giorno dB(A)	Notte dB(A)
R8	PT	57.1	48.8	57.5	49.1	56.4	48.3	56.7	48.6
R19	1P	64,5	53,6	64,9	54,4	69,4	58,6	69,9	58,9
R19	PT	63	52,4	63,4	53,2	68	57,6	68,4	57,9
R92	PT	69,6	60,6	70	61	68,7	61,3	68,6	61,2
R92	1P	70,5	61,3	70,9	61,6	69,6	62	69,5	62
R30	PT	61.8	53.5	62.2	53.8	54.3	46.3	54.7	46.7
R30	1P	63.7	54.8	64.1	55.2	56.4	48.1	56.8	48.5
R37	PT	69.5	59	69.9	62.2	63.3	56.1	62.4	56.2
R37	1P	71.2	60.4	71.6	63.5	68.6	60.4	68.7	60.5
R116	PT	67.7	58.1	68.2	60.4	64.5	57.1	64.6	57.2
R45	PT	60.3	54.2	60.6	55.4	60.9	55.5	61.2	55.7
R45	1P	62.3	56.1	62.6	57.1	62.9	57.2	63.2	57.4
R70	1P	61.3	51.4	61.7	52.2	58.2	50.5	58.6	51
R70	PT	58.3	49.1	58.7	50	56	48.9	56.4	49.4
R73	1P	66.3	56.6	66.7	58.1	65.5	56.9	66	57.3
R73	PT	64.6	55.5	65.1	56.9	63.7	55.6	64.1	56

PROGETTAZIONE ATI:

R40	PT	74.2	63.1	74.6	66.8	71.3	63.2	71.4	63.2
R40	1P	74.1	62.9	74.5	66.5	72.3	64	72.4	64.1
R17	PT	56,7	53,4	56,7	53,4	66,8	57,8	67,2	58,1
R17	1P	57,8	54,5	57,8	54,5	68,1	58,7	68,4	59,0
R21	1P	71,2	61,1	71,6	61,6	68,1	60,0	68,1	60,0
R21	2P	71,0	61,0	71,4	61,4	67,9	59,8	68,0	59,8
R26	PT	68,2	59,3	68,6	59,7	57,7	49,1	58,2	49,5
R26	1P	68,7	59,6	69,1	60,0	58,8	50,3	59,2	50,5
R26	2P	68,5	59,4	68,9	59,8	58,9	50,5	59,3	50,8

*Tabella dei risultati ai recettori in fase ante operam e post operam*

Ricettore	Piano di riferimento	Livello di emissione dB(A) dei cantieri diurno	Limite applicabile db(A) diurno	Classe acustica
R8	PT	48.2	60	IV
R19	1P	47.8	65	V
R19	PT	43.9	65	V
R70	1P	55.20	55	III

*Tabella dei risultati ai recettori in fase di cantiere*

Il metodo adottato per ridurre il rumore indotto dal traffico stradale è quello di frapporre tra la fonte del rumore (in questo caso il corpo della infrastruttura) ed i ricettori (edifici residenziali) un ostacolo efficace alla propagazione del suono, tale ostacolo è costituito da una barriera con idonee caratteristiche di isolamento acustico, e dimensioni tali da produrre l'abbattimento di rumore necessario all'area da proteggere.

Al fine di ridurre l'esposizione al rumore dei recettori limitrofi all'opera è stato considerato come intervento di mitigazione una barriera acustica di altezza 5m, di cui localizzazione e lunghezza sono illustrati in dettaglio nelle tavole da T00AM10AMBPL16 a T00AM10AMBPL21.

Per migliorare ulteriormente l'efficacia degli interventi di mitigazione (barriere acustiche) sono stati valutati i risultati con l'utilizzo di asfalti fonoassorbenti che possono ridurre di 3 dB il rumore sui recettori considerati, da questa valutazione è emersa l'unica criticità residua sul recettore R40 al secondo piano dove soprattutto nelle ore notturne si assiste ad un superamento dei limiti applicabili. In questo caso va definito un intervento specifico sullo stesso recettore, consistente nella sostituzione degli attuali infissi con altri maggiormente performanti.

Dai risultati ottenuti la valutazione di impatto acustico ha concluso che l'utilizzo di asfalti fonoassorbenti in supporto alle barriere acustiche proposte possa far rientrare le criticità emerse dallo sviluppo dello scenario futuro post operam, ulteriori opere concordate con il gestore dell'ente ferroviario possono migliorare il clima acustico su diversi ricettori posti nei tratti di parallelismo dei due tracciati.

## 6.5 MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

Per la componente rumore il monitoraggio *ante operam* sarà finalizzato alla caratterizzazione dello stato attuale della componente rumore presso ricettori il cui clima acustico sarà influenzato dalla realizzazione delle opere per la vicinanza alle aree di lavorazione e dei cantieri. Tali valutazioni hanno lo scopo di:

- Evidenziare la presenza di eventuali criticità iniziali, anche di nuova insorgenza rispetto a quanto valutato in fase di progettazione, consentendo di delineare opportuni correttivi;
- Presentare un quadro comparativo per la valutazione dell'incidenza delle lavorazioni;
- Fornire una stima di residuo ambientale associato alle sorgenti presenti (in genere infrastrutturali) necessario per la corretta valutazione delle sole emissioni del cantiere, secondo quanto previsto anche dalle LLGG ISPRA.

In corso d'opera (CO) il monitoraggio ha lo scopo di rilevare tempestivamente eventuali criticità durante le lavorazioni e di gestirle mediante azioni correttive rapide ed efficaci.

Post operam (PO) i risultati del monitoraggio permetteranno di valutare la rispondenza dell'impatto dell'opera con le previsioni e di valutare la effettiva efficacia degli interventi mitigativi intrapresi.

I rilevamenti saranno eseguiti con modalità e strumentazione conformi alle prescrizioni del D.M. del 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", nonché della normativa tecnica di riferimento; in particolare le centraline di rilevamento saranno posizionate ad una altezza di 1.5 metri dal piano di campagna, il microfono sarà munito di cuffia antivento.

In concomitanza con i rilevamenti strumentali saranno acquisiti anche i dati meteo tramite centralina dedicata. Saranno indicati nelle schede di rilevamento i seguenti parametri:

- Livello di rumore ambientale ponderato A  $L_{Aeq}$ ;
- Livelli percentili  $L_1, L_5, L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{95}$ ;
- Condizioni meteo (temperatura, umidità, velocità del vento).

Nel corso della campagna di monitoraggio saranno rilevati i seguenti parametri meteorologici:

- temperatura;
- velocità e direzione del vento;
- presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche;
- umidità.

## 6.6 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Per la componente rumore è previsto che il monitoraggio interessi le fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam, con le specifiche modalità di seguito indicate:

- **Ante operam (AO):**
  - **Misurazioni in continuo per 7 giorni:** Il monitoraggio sarà condotto attraverso centraline in continua posizionate per 7 giorni in nr. 9 postazioni rappresentative di ricettori residenziali esposti.
- **In corso d'opera (CO):**
  - **Misurazioni in continuo per 24 h:** Il monitoraggio sarà condotto attraverso centraline in continua posizionate per 24 h in nr. 9 postazioni rappresentative di ricettori residenziali esposti.  
In fase esecutiva, una volta definita nel dettaglio la cantierizzazione, le modalità operative potranno variare prevedendo Misurazioni in continuo con tecnica MAOG durante gli orari di lavoro del cantiere (eventualmente anche in periodo notturno se sono previste attività dalla 22:00 alle 06:00). Il monitoraggio sarà effettuato 4 volte all'anno per l'intera durata

dei cantieri e verrà effettuata in corrispondenza dei recettori esposti ai cantieri attivi al momento dei rilievi.

• **Post operam (PO):**

- **Misurazioni in continuo per 7 giorni:** saranno ripetuti rilevamenti in nr. 8 postazioni individuate, con le stesse modalità dell'ante-operam (centralina ubicata per 7 giorni, 1 ripetizione nel primo anno successivo alla fine delle lavorazioni).
- Per il solo ricettore R40, coincidente col punto RUM\_09, (per cui lo studio acustico ha registrato superamenti a valle delle mitigazioni ed indicato la necessità di eventuale risanamento diretto) verrà eseguita una **misura di breve periodo in ambiente abitativo della durata di 30 min.** in periodo notturno e in periodo diurno.

Stazione	Fase monitoraggio	Fase cantiere	Frequenza numero	Durata	n. campagne
RUM_01	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
	CO	Durante l'attività del cantiere	trimestrale	24 ore	4/anno
	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_02	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
	CO	Durante l'attività del cantiere	trimestrale	24 ore	4/anno
	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_03	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
	CO	Durante l'attività del cantiere	trimestrale	24 ore	4/anno
	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_04	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
	CO	Durante l'attività del cantiere	trimestrale	24 ore	4/anno
	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_05	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
	CO	Durante l'attività del cantiere	trimestrale	24 ore	4/anno
	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_06	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
	CO	Durante l'attività del cantiere	trimestrale	24 ore	4/anno
	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_07	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
	CO	Durante l'attività del cantiere	trimestrale	24 ore	4/anno
	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_08	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
	CO	Durante l'attività del cantiere	trimestrale	24 ore	4/anno
	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_09	AO	Prima dell'inizio dei lavori	1 volta	7 giorni	1
	CO	Durante l'attività del cantiere	trimestrale	24 ore	4/anno
	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1
1 volta	30 min		1		
RUM_10	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1

PROGETTAZIONE ATI:

Stazione	Fase monitoraggio	Fase cantiere	Frequenza numero	Durata	n. campagne
RUM_11	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1
RUM_12	PO	Dopo il termine dei lavori	1 volta	7 giorni	1

## 6.7 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei monitoraggi per la componente rumore.

Stazione	AO	CO	PO	
	Misure in continuo 7 gg	Misure in continuo 24 ore	Misure in continuo 7 gg	Misura di breve periodo 30 min
RUM_01	1	24	1	-
RUM_02	1	24	1	-
RUM_03	1	24	1	-
RUM_04	1	24	1	-
RUM_05	1	24	1	-
RUM_06	1	24	1	-
RUM_07	1	24	1	-
RUM_08	1	24	1	-
RUM_09	1	24	1	1
RUM_10	-	-	1	-
RUM_11	-	-	1	-
RUM_12	-	-	1	-

PROGETTAZIONE ATI:

## **7 ACQUE SUPERFICIALI**

### **7.1 RIFERIMENTI NORMATIVI**

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

#### **7.1.1. NORMATIVA COMUNITARIA**

- Decisione 2001/2455/CE Parlamento Europeo e Consiglio del 20/11/2001 relativa all'istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE. (GUCE L 15/12/2001, n. 331);
- Direttiva 2000/60/CE del 23/10/2000 - Regolamento che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. (Direttiva modificata dalla Decisione 2001/2455/CE).
- EC-European Commission 2012. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 28. Technical Guidance on the Preparation of an Inventory of Emissions, Discharges and Losses of Priority and Priority Hazardous Substances. ISBN 978-92-79-23823-9.
- EC-European Commission 2015. Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive. Technical Report – 086 CIS guidance document n. 31. (ISBN 978-92-79-45758-6).
- EC Direttiva 2013/39/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 agosto 2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

#### **7.1.2. NORMATIVA NAZIONALE E REGIONALE**

- 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.
- Decreto Legislativo 172 2015. Attuazione della Direttiva 2013/39/UE del 12/08/2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le Sostanze Prioritarie nel settore della politica delle acque. 13/10/2015.
- ISPRA, 2015. Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA. (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.). Indirizzi metodologici specifici: Ambiente idrico, (Capitolo 6.2). REV. 1 DEL 17/06/2015.
- ISPRA 2014. Elementi per l'aggiornamento delle norme tecniche in materia di valutazione ambientale. Manuali e Linee guida 109/2014. Roma 24/3/2014. (ISBN 978-88-448-0649-1).
- D.M. 27/11/2013, 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 decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo. (14G00002) (GU Serie Generale n.10 del 14-01-2014).
- 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. (10G0244).
- D.M. 8 novembre 2010, n. 260 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. 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

PROGETTAZIONE ATI:

medesimo decreto legislativo. Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale n. 30 del 7 febbraio 2011 - Serie generale.

- Regione Toscana, 2009. Individuazione e caratterizzazione dei corpi idrici della Toscana - Attuazione delle disposizioni di cui all'art.2 del DM 131/08 (acque superficiali) e degli art. 1,3 e all. 1 del D.Lgs. 30/09 (acque sotterranee). Delibera n. 939 del 26-10-2009. Allegato 1 Procedure, criteri e metodi di identificazione dei corpi idrici superficiali e sotterranei della Toscana e di determinazione della classe di rischio.
- D.M. 14 aprile 2009, n. 56 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. 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». (09G0065), S.O. n.83). G.U., 2009.
- Regolamento 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 31 maggio 2006, n. 20, Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.
- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e ss.mm.ii. - "Norme in materia ambientale"
- D.Lgs n. 152 del 11.05.1999 – "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE".

## 7.2 QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO

Il progetto prevede la realizzazione di diverse opere di attraversamento dei corpi idrici superficiali presenti. In particolare è previsto il viadotto per l'attraversamento del Canale Maestro della Chiana, importante opera di ingegneria idraulica realizzata durante la grande bonifica della Val di Chiana avvenuta tra il XVI e il XIX secolo.

L'interferenza con le acque superficiali si ravvisa essenzialmente durante la fase di cantiere a causa delle lavorazioni di realizzazione delle fondazioni e sottofondazioni dei viadotti stessi.

La tipologia di viadotti da realizzare è la medesima per tutti gli attraversamenti e nello specifico si tratta di strutture miste in cls ed acciaio a più campate.

## 7.3 STATO QUALITATIVO ATTUALE

Lo stato qualitativo viene effettuato basandosi sui dati bibliografici esistenti, relativi al monitoraggio ARPAT 2019-202 che prevede l'attività di controllo del canale Maestro.

I corsi d'acqua minori che caratterizzano il reticolo idrografico dell'area interessata dai lavori sono stati studiati dal punto di vista idraulico per finalizzare la progettazione delle opere di attraversamento gli attraversamenti. L'analisi qualitativa sarà approfondita nell'ambito delle attività di monitoraggio previste in ante opera.

Il principale bacino idrografico interessato dall'infrastruttura in studio è quello del Canale Maestro della Chiana che il tracciato attraversa, in parallelo all'attraversamento esistente della ferrovia, lungo il raccordo Autostradale Arezzo-Battifolle.

Il Canale Maestro ha un bacino di oltre 1.300 km<sup>2</sup>. Nel punto di intersezione con l'infrastruttura di progetto la dimensione del bacino è di 1.229 km<sup>2</sup>.

ARPAT ha avviato una campagna di monitoraggio delle acque superficiali che comprende anche il Canale Maestro. Attualmente è stato presentato il risultato del secondo anno del triennio 2019-2021. Il monitoraggio prevede la valutazione dello Stato ecologico e dello Stato chimico. Lo Stato Ecologico deriva dal confronto della qualità espressa dagli indicatori biologici (Macroinvertebrati bentonici, Diatomee bentoniche, Macrofite acquatiche o Fauna Ittica) e a sostegno di questo giudizio si prende in considerazione lo Stato chimico che si consegue con:

- Indice Lim<sub>Eco</sub>, livello di inquinamento da macrodescrittori (percentuale di ossigeno in saturazione, azoto ammoniacale, nitrico e fosforo totale);

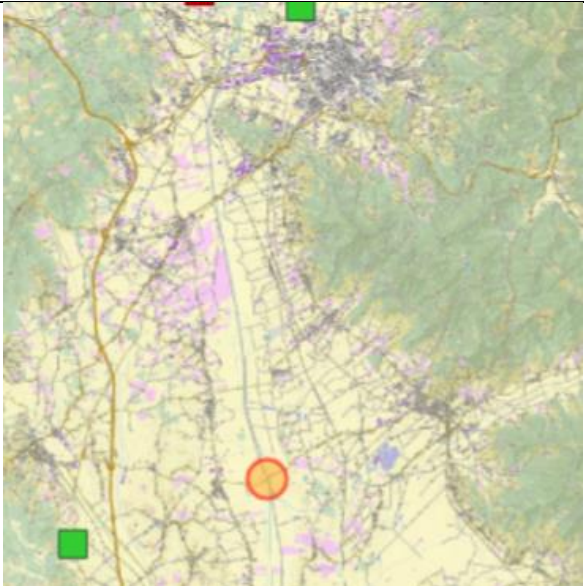
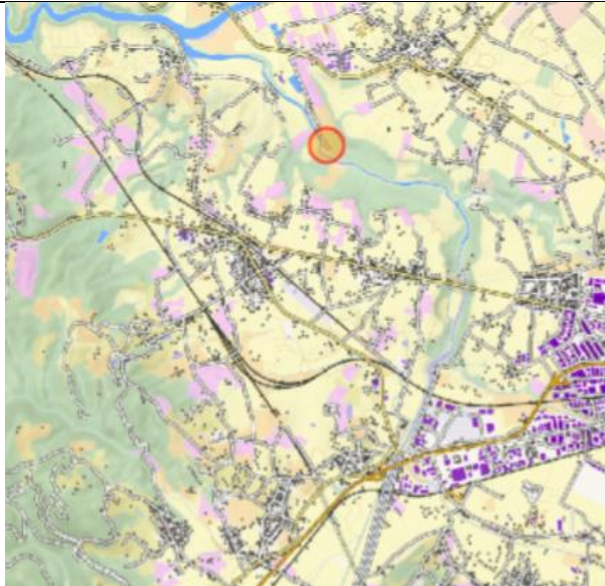
PROGETTAZIONE ATI:



- Concentrazione media delle sostanze pericolose di cui alla tabella 1/B Allegato 1 Parte III del D.Lgs 152/06. L'indicatore derivante dal confronto del valore di concentrazione media annua/triennale di ogni sostanza analizzata, con il relativo standard di qualità ambientale, prevede soltanto tre stati di qualità: elevato, buono e sufficiente.

Lo stato chimico, secondo i criteri introdotti dal D.Lgs 172/15, prevede la ricerca di sostanze pericolose sia in acqua che nel biota - specie ittica rappresentativa del tratto fluviale in esame. Dalla interpretazione della norma lo stato chimico deriverebbe dal risultato peggiore tra analisi effettuate sulla matrice acqua e sul biota, ARPAT però preferisce mantenere separate le due classificazioni in ragione della significativa differenza di determinazioni analitiche nelle due matrici, avendo iniziato l'analisi del biota sui fiumi da pochi anni.

Il punto di monitoraggio ARPAT sul canale Maestro è collocato sul Ponte della Cesa, nel comune di Marciano della Chiana, circa 15 km a monte dal punto di attraversamento dell'infrastruttura in progetto. I punti di monitoraggio ARPAT sul canale Maestro sono riportati nella tabella seguente.

	
Stazione di monitoraggio MAS 112	Stazione di monitoraggio MAS 113
CHIANA - PONTE DI CESA, comune di Marciano della Chiana, circa 15 km a monte dal punto di attraversamento dell'infrastruttura in progetto.	CHIANA - BRIGLIA EX CERACE – Comune di Arezzo
Coordinate GB: EST: 1729967 NORD: 4800306	Coordinate GB: ES: 1727396 NORD: 4819229

Di seguito si riportano i risultati dello stato ecologico misurato nel 2020. Essi variano da sufficiente a scarso.

Bacini Fiume Arno e affluenti				
Sottobacino	Corpo idrico	Provincia	Codice	Stato ecologico 2020
Arno-Chiana	Maestro della Chiana	AR	MAS-112	sufficiente
Arno-Chiana	Maestro della Chiana	AR	MAS-113	scarso

Nello specifico i risultati sono:

PROGETTAZIONE ATI:

- Qualità da comunità di macrofite: **scarso**;
- Qualità da comunità di Diatomee: **scarso**;
- Qualità da LimEco livello inquinamento macro-descrittori:

Bacino Fiume Arno e affluenti – 2020				
Sottobacino	Corpo idrico	Provincia	Codice	LimEco
Arno-Chiana	Maestro della Chiana	AR	MAS-112	sufficiente
Arno-Chiana	Maestro della Chiana	AR	MAS-113	sufficiente

Di seguito si riportano i risultati dello stato chimico.

- Qualità da sostanze pericolose di Tab 1 B D.Lgs 152/06

Bacino Arno e affluenti - 2020					
Sottobacino	Corpo idrico	Prov	Codice	Sostanze Tab1B	parametri critici tab 1B
Arno-Chiana	Maestro Della Chiana	AR	MAS-112	sufficiente	ampa,pest tot
Arno-Chiana	Maestro Della Chiana	AR	MAS-113	sufficiente	ampa,metolaclor,pest tot

- Stato chimico

Bacino Fiume Arno e affluenti							
Sottobacino	Corpo idrico	Prov	Codice	Stato chimico 2020 matrice Acqua	Parametri critici acqua	Stato Chimico Biota 2020	Parametri critici Normalizzati – biota
Arno-Chiana	Maestro della Chiana	AR	MAS-112	non buono	mercurio		
Arno-Chiana	Maestro Della Chiana	AR	MAS-113	buono			

Nel complesso la situazione dello stato ecologico del corso d'acqua si può affermare che è condizionata dalla caratteristica dell'opera, le cui sponde sono sagomate, con vegetazione ripariale controllata al fine di mantenere la sua funzionalità idraulica.

La qualità delle acque risente dell'attraversamento di aree particolarmente vocate dal punto di vista agricolo.

## 7.4 INDIVIDUAZIONE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Le attività di monitoraggio ambientale riguarderanno il corpo idrico superficiale e i principali corsi d'acqua minori rientranti tra le acque pubbliche.

Il primo è il Canale Maestro, del quale sono stati illustrati i risultati del monitoraggio ARPAT in corso. I corsi d'acqua minori presi in considerazione sono:

- Fosso Sellina;
- Rio dell'Olmo;
- Rio di Sant'Antonio;
- Rio di Riolo;

PROGETTAZIONE ATI:

- Rio delle Querce;
- Torrente Lota;
- Torrente Vingone di San Giuliano

Tutti i corsi d'acqua saranno monitorati con nr. 2 punti, uno a monte ed uno a valle rispetto al tratto nel quale si svolgeranno le attività di cantiere legate all'attraversamento.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio, è riportata nell'elaborato grafico "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

## 7.5 MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DEL RILEVAMENTO

Con l'entrata in vigore il D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 e ss.mm.ii., recante "Norme in materia ambientale" che recepisce la Direttiva 2000/60/CE, sono state introdotte sostanziali innovazioni in tema di indagine e classificazione delle acque superficiali.

Il decreto ha ripreso sostanzialmente le indicazioni e le strategie individuate dal precedente (D.Lgs. 152/99, attualmente abrogato), riscrivendo però la sezione relativa alla classificazione dei corpi idrici e gli obiettivi di qualità ambientale.

Nel decreto del 2006 e nelle successive modifiche ed integrazioni vengono elencati, per le varie tipologie di acque superficiali, gli "elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico" e sono date delle "definizioni normative per la classificazione dello stato ecologico elevato, buono e sufficiente" per ogni elemento di qualità, privilegiando gli elementi biologici.

Relativamente al progetto in esame l'impostazione prevede:

- Rilievo dei parametri chimici e biologici in tutti i corsi d'acqua;
- Rilevo dello stato ecologico attraverso gli indici biologici-ecologici e gli indici degli elementi biologici di qualità del Canale Maestro, già inserito, anche se con una stazione molto più a monte, nel programma di monitoraggio ARPAT;
- Rilievo degli indici degli elementi biologici di qualità per i corsi d'acqua minori Rio dell'Olmo, Torrente Sellina e Torrente Vingone, ritenuti più significativi per estensione del bacino sotteso o della lunghezza del tratto in adiacenza.

### 7.5.1. PARAMETRI FISICO-CHIMICI E BATTERIOLOGICI

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

Nella tabella a seguire si riporta i parametri che saranno rilevati:

ACQUE SUPERFICIALI			
parametri	u.m.	valore di riferimento	limite di rivelabilità
<b>FISICO-CHIMICI</b>			
<b>D.M. 260/2010</b>			
<b>BOD5</b>	mg/L	5	1
<b>COD</b>	mg/L		3

PROGETTAZIONE ATI:

ACQUE SUPERFICIALI				
parametri	u.m.	valore di riferimento		limite di rivelabilità
Conduttività elettrica (a 20°C)	µs/cm			
Durezza totale	mgCaCO3/L			
Fosforo totale	µg P/ L			50
N-NH4	mg/L			0.01
N-NO3	mg/L			0.1
Ossigeno disciolto	%			
Ossigeno disciolto	mg/L			
pH				
Potenziale Redox	mV			
Temperatura dell'acqua	°C			
Cloruri	mg/l			1
Azoto totale	mg/l			
Solidi sospesi totali	mg/L			
Ca2 (calcio)	mg/L			0.25
<b>CHIMICI</b>				
<b>D.Lgs. n. 172/2015 - Tabella 1/A</b>		<b>SQA-MA</b>	<b>SQA-CMA</b>	
Piombo	µg/L	1.2		0.5
Cadmio	µg/L	0,08-0,25		0.01
Mercurio	µg/L		0.07	0.007
Nichel	µg/L	4		1
Triclorometano	µg/L	2.5		0.003
1,2-Dicloroetano	µg/L	10		0.04
Tricloroetilene	µg/L	10		0.005
Tetracloroetilene	µg/L	10		0.001
Esaclorobutadiene	µg/L	0.05		0.005
Benzene	µg/L	10		0.02
Alaclor	µg/L	0.3		0.01
Diuron	µg/L	0.2		0.01
Trifluralin	µg/L	0.03		0.02
<b>D.Lgs. n. 172/2015 - Tabella 1/B</b>		<b>SQA-MA</b>		
Arsenico	µg/L	10		0.25
Cromo totale	µg/L	7		1
1,1,1-Tricloroetano	µg/L	10		0.04
Toluene	µg/L	5		0.02
m-Xilene	µg/L	5		0.04
p-Xilene	µg/L	5		0.04
o-Xilene	µg/L	5		0.02
Terbutilazina	µg/L	0.5		0.01
Bentazone	µg/L	0.5		0.01
Linuron	µg/L	0.5		0.01

PROGETTAZIONE ATI:

ACQUE SUPERFICIALI			
parametri	u.m.	valore di riferimento	limite di rivelabilità
<b>Altro</b>			
<b>Idrocarburi totali</b>	µg/L		10
<b>BATTERIOLOGICI</b>			
<b>D.M. 260/2010</b>		SQA-MA	SQA-CMA
<b>Escherichia coli</b>	UFC/100 mL		

### 7.5.2. STATO ECOLOGICO

Come anticipato nel cap. 7.5 l'indagine dello stato ecologico è stata limitata al Canale Maestro e ad alcuni corsi d'acqua minori, con un grado di approfondimento diverso.

#### Stato Ecologico Canale Maestro

##### Indici biologici-ecologici

- **I.F.F.** (Indice di Funzionalità Fluviale) per l'identificazione ponderata dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come una sinergia di fattori sia biotici sia abiotici presenti nell'ecosistema fluviale (APAT, 2007);
- **B.S.I.** (Buffer Strip Index o Indice della capacità tampone) che fornisce la misura della capacità delle rive di filtrare, metabolizzare e bioaccumulare gli elementi ed i composti veicolati sia dalle acque fluviali sia dalle acque di dilavamento superficiale e subsuperficiale (Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G., 2008);
- **W.S.I.** (Wild State Index o Indice della valenza naturalistica) valuta lo stato di naturalità degli alvei e delle rive e riflette la loro potenzialità nel sostenere un relativo livello di biodiversità (Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G., 2008);
- **Q.H.E.I.** (Qualitative Habitat Evaluation Index o Indice di Valutazione della Qualità dell'Habitat) messo a punto dall'EPA (EPA, 1989, Somerville & Pruitt 2004, EPA, 2006) ed ampiamente utilizzato negli USA per valutare l'idoneità dei tratti fluviali per la fauna ittica (Somerville & Pruitt 2004).

##### Indici degli elementi biologici di qualità

- **LIM<sub>eco</sub>** (Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori per lo Stato Ecologico) è stato calcolato mediante la procedura indicata nel DM 260/2010 per elaborare le concentrazioni di quattro macrodescrittori (percentuale di saturazione dell'Ossigeno disciolto, Azoto ammoniacale, Azoto nitrico e Fosforo totale);
- **Indice multimetrico di intercalibrazione ICMi** che si basa sull'abbondanza delle singole specie di Diatomee bentoniche e sulla loro relativa sensibilità agli inquinanti ed al livello di trofia. Si è applicato l'indice Diatomico secondo APAT (2007) con le modalità di calcolo proposte dall'Istituto Superiore di Sanità (n. 09/19 di Mancini e Sollazzo, 2009);

PROGETTAZIONE ATI:

- **Indice metrico comune di intercalibrazione STAR\_ICMi**, il metodo, che ha sostituito l'Indice Biotico Esteso (IBE) (utilizzo in Italia fino all'abrogazione del D.Lgs. 152/1999), è stato introdotto in Italia con il D.Lgs. n. 152/2006 e, specificatamente, con il decreto attuativo n. 260/2010 e soddisfa la Direttiva 2000/60/CE. Il metodo prevede un campionamento di tipo multi-habitat proporzionale, con prelievo quantitativo di macroinvertebrati effettuato su una superficie nota in maniera proporzionale alla percentuale di microhabitat presenti nel tratto campionato e il calcolo di un indice composto da 6 metriche che descrivono i principali aspetti su cui la Direttiva 2000/60/CE pone l'attenzione (abbondanza, tolleranza/sensibilità, ricchezza/diversità) (Buffagni A., Erba S., 2007-2008). Il protocollo di campionamento dell'indice suddetto dovrà essere conforme a quanto specificato nel Manuale e Linee Guida 111/2014 "Metodi Biologici per le acque superficiali interne. Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali. Seduta del 27 novembre 2013 Doc. n. 38/13CF".
- **Indice IBMR** o indice biologico Macrofitico (IBMR, 2003) basato sulla composizione, varietà ed abbondanza delle macrofite acquatiche rilevate ed analizzate come consigliato nel Manuale Natura (2000), APAT, 2007 e Minciardi et al. (2009).

### Stato Ecologico dei corsi d'acqua minori

- **LIM<sub>eco</sub>** (Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori per lo Stato Ecologico) è stato calcolato mediante la procedura indicata nel DM 260/2010 per elaborare le concentrazioni di quattro macrodescrittori (percentuale di saturazione dell'Ossigeno disciolto, Azoto ammoniacale, Azoto nitrico e Fosforo totale);
- **Indice metrico comune di intercalibrazione STAR\_ICMi**, il metodo, che ha sostituito l'Indice Biotico Esteso (IBE) (utilizzo in Italia fino all'abrogazione del D.Lgs. 152/1999), è stato introdotto in Italia con il D.Lgs. n. 152/2006 e, specificatamente, con il decreto attuativo n. 260/2010 e soddisfa la Direttiva 2000/60/CE. Il metodo prevede un campionamento di tipo multi-habitat proporzionale, con prelievo quantitativo di macroinvertebrati effettuato su una superficie nota in maniera proporzionale alla percentuale di microhabitat presenti nel tratto campionato e il calcolo di un indice composto da 6 metriche che descrivono i principali aspetti su cui la Direttiva 2000/60/CE pone l'attenzione (abbondanza, tolleranza/sensibilità, ricchezza/diversità) (Buffagni A., Erba S., 2007-2008). Il protocollo di campionamento dell'indice suddetto dovrà essere conforme a quanto specificato nel Manuale e Linee Guida 111/2014 "Metodi Biologici per le acque superficiali interne. Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali. Seduta del 27 novembre 2013 Doc. n. 38/13CF".

Tutti i risultati ottenuti nelle singole campagne di monitoraggio dovranno essere attentamente confrontati all'interno del profilo longitudinale considerato e rispetto a quanto risulta dal monitoraggio anteoperam.

### 7.5.3. METODOLOGIA D'ANALISI

A seguire si riportano le specifiche dei metodi per l'analisi degli indici indicati.

#### Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)

Il metodo deriva dall'indice di qualità Riparian, Channel and Environmental (RCE) proposto da Petersen (1992) e dalle successive modifiche (RCE-2) apportate da Siligardi e Maiolini (1993).

L'indice I.F.F. è stato "standardizzato" da A.N.P.A. (2000) ed ha subito una ulteriore modifica da parte di A.P.A.T. (2007).

Il metodo prevede la compilazione, in campo, di una scheda predefinita di aspetti da prendere in considerazione ad ogni riscontro corrisponde uno specifico valore.

PROGETTAZIONE ATI:

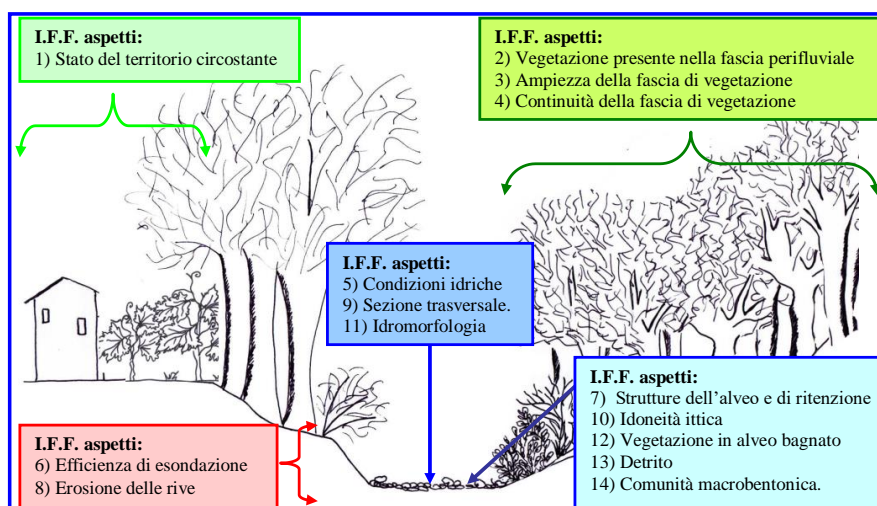
Esiste una gradualità nella sequenza delle domande: le prime quattro riguardano la vegetazione delle rive e del territorio, in cui si mettono in luce le diverse tipologie strutturali degli elementi influenzanti l'ambiente fluviale, come per esempio l'uso del territorio o l'ampiezza della zona riparia naturale.

Le successive due domande si riferiscono alla struttura fisica e morfologica delle rive; sono motivate dall'importanza che esse rivestono per l'ambiente fluviale e per la conservazione delle caratteristiche idrauliche.

Le domande che vanno dal numero sette al numero undici si riferiscono soprattutto alla struttura dell'alveo bagnato, attraverso l'individuazione delle tipologie collegate con la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua e la sua potenziale colonizzazione da parte della fauna ittica (quesito 10 del modello). Infatti queste cinque domande sono state elaborate per facilitare la comprensione delle caratteristiche che influenzano la composizione biologica di determinati habitat e che, inoltre, possiedono la peculiarità di poter individuare nelle condizioni idromorfologiche e nella granulometria dei materiali depositati in alveo, nei tratti di deposito ed erosione, elementi caratterizzanti la morfologia statica e dinamica dell'ecosistema fluviale.

Le ultime tre domande si riferiscono alle caratteristiche biologiche come la struttura delle popolazioni di piante acquatiche e macrobenthos e alla consistenza del detrito, in quanto considerato input energetico che può condizionare la strutturazione dei viventi, agendo sulla catena trofica dell'ecosistema.

Gli aspetti considerati nell'indice I.F.F. sono sintetizzati e schematizzati nella seguente figura:



La compilazione della scheda termina con il calcolo della somma dei punteggi corrispondenti alle risposte individuate, e quindi con la definizione di un punteggio complessivo che può variare da minimo di 14 ad un massimo di 300. Il punteggio finale è stato tradotto in cinque livelli di funzionalità, dal primo che indica la situazione migliore al quinto che indica la peggiore; sono evidenziate inoltre le possibili situazioni intermedie che garantiscono un passaggio da una classe alla successiva in modo graduale e non immediato, cosicché si tampona anche eventuali incertezze dell'operatore riguardo alle risposte. Ad ogni livello è stato poi associato un colore ai fini di una illustrazione cartografica ed una più agile lettura, mentre per i livelli intermedi si consiglia di usare una grafica a due colori. La lettura sintetica e cromatica è riportata nella seguente tabella:

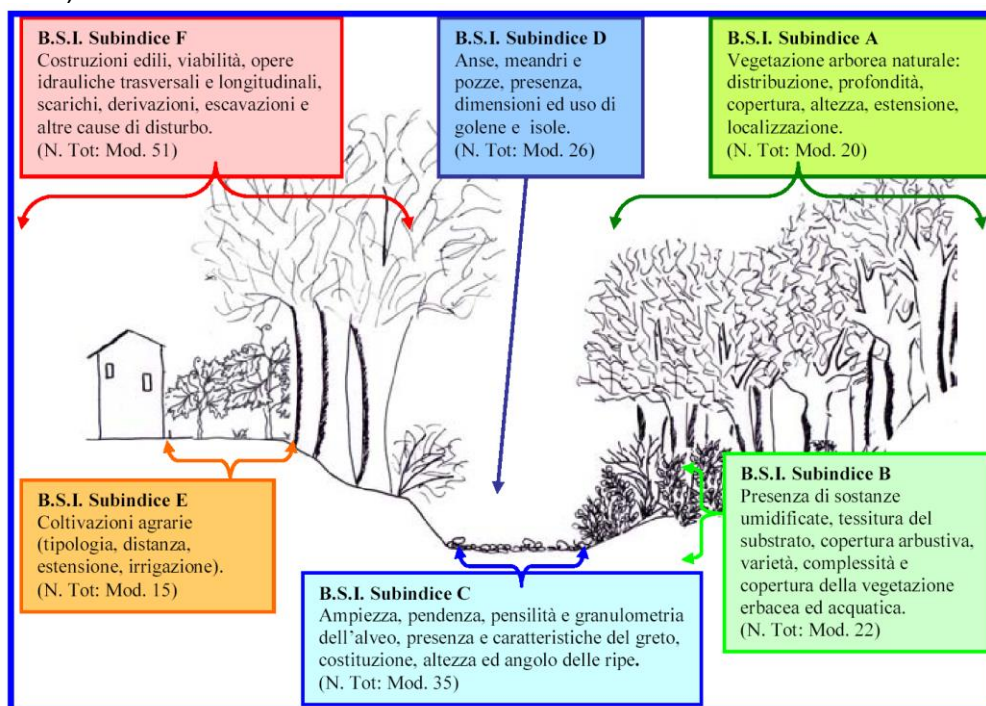
PUNTEGGIO	LIVELLO DI FUNZIONALITA'	GIUDIZIO	COLORE
261 - 300	I	ottimo	blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	blu-verde
201 - 250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	verde-giallo
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	giallo-arancione
61 - 100	IV	scadente	arancione
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	arancione-rosso
14 - 50	V	pessimo	rosso

### Indici della qualità tampone B.S.I. e valenza naturalistica (W.S.I.)

Gli indici B.S.I. e W.S.I. la cui prima versione risale al 1998 (Braioni e Penna, 1998) sono stati applicati nella formulazione più recente (Braioni et al., 2008a).

In campo si sono usate le schede di rilevamento dello stato delle molteplici condizioni che entrambi gli indici prendono in esame in un'area di rilevamento di 100 x 100 m.

Nella seguente figura sono sintetizzati schematicamente gli aspetti considerati dall'Indice di valenza tampone (B.S.I.).

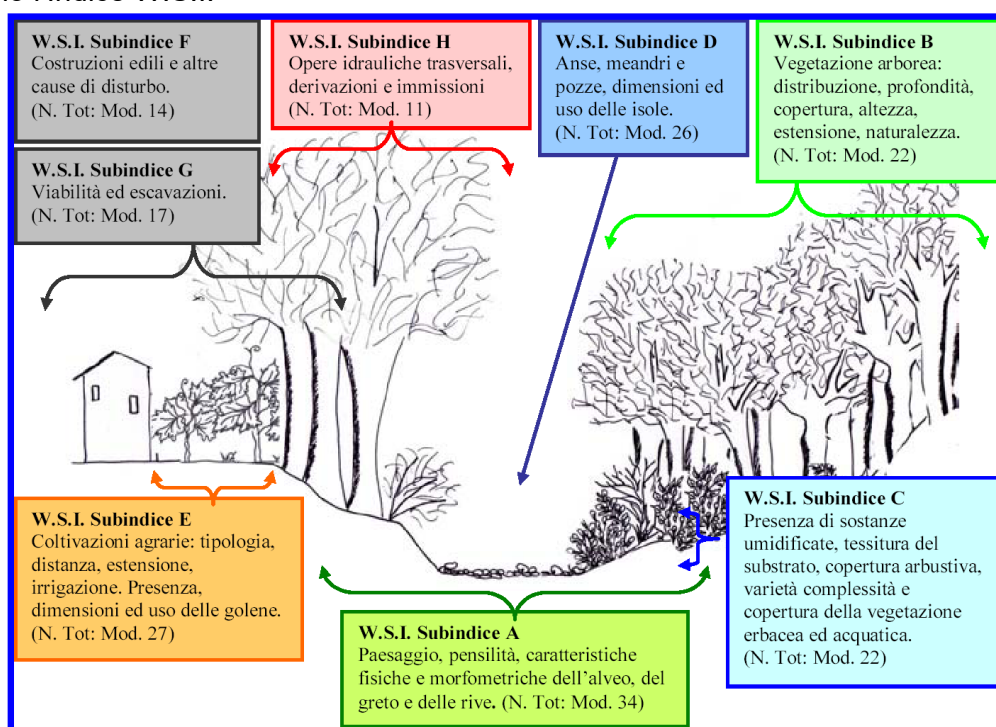


Il B.S.I. è articolato in 6 Sub-Indici: A, B, C, D, E, F. Il Sub-Indice A comprende le modalità di stato della vegetazione arborea naturale con gli aspetti relativi alla distribuzione, profondità, ampiezza e copertura della vegetazione riparia. Il Sub-Indice B riunisce le possibili combinazioni, rinvenibili in tutte le tipologie fluviali, delle variabili: presenza di sostanze umiche sulla superficie della riva, tessitura prevalente del substrato, copertura dello strato arbustivo, varietà, complessità e copertura della vegetazione non arborea e non arbustiva. Il Sub-indice C considera le condizioni morfologiche delle rive e dell'alveo: ampiezza, pendenza e granulometria dell'alveo, greto, costituzione delle ripe, altezza e angolo della riva. Il Sub-Indice D raggruppa le modalità delle variabili: anse, meandri, pozze, golene, isole fluviali. Il Sub-indice E riguarda le: coltivazioni agrarie con relativa irrigazione. Con il Sub-indice F si rilevano diverse modalità degli usi antropici delle aree riparie quali: costruzioni edili, viabilità, opere idrauliche, scarichi ed escavazioni.

PROGETTAZIONE ATI:



Le variabili considerate nella valutazione del Indice W.S.I. sono raggruppate in 8 Sub-Indici. Il Sub-Indice A comprende: il paesaggio e le caratteristiche fisiche dell'alveo, del greto e delle rive. I Sub-Indici B e C comprendono rispettivamente la vegetazione arborea e le altre componenti vegetazionali: vegetazione arbustiva, non arborea e non arbustiva, e le modalità della costituzione della riva. Il sub-Indice D comprende altri caratteri legati alla morfologia del corso d'acqua: isole, meandri, pozze. Il sub-Indice E riunisce le variabili legate agli aspetti: golena, coltivazioni agrarie e irrigazione. Il Sub-indice F è relativo alla presenza di costruzioni e diverse cause di disturbo legate ad un uso improprio ed eccessivo delle aree riparie: incendi, discariche, intensa frequentazione turistica. Il Sub-indice G comprende le variabili legate alla viabilità e alle escavazioni. Come nei precedenti indici, la figura successiva è una schematizzazione degli aspetti esaminati nei Sub indici che formano l'Indice W.S.I.



In laboratorio si sono elaborati i dati tramite il software RI.PA. 1.0 (Braioni et al., 2008) e il valore finale è tradotto nelle seguenti cinque classi di qualità:

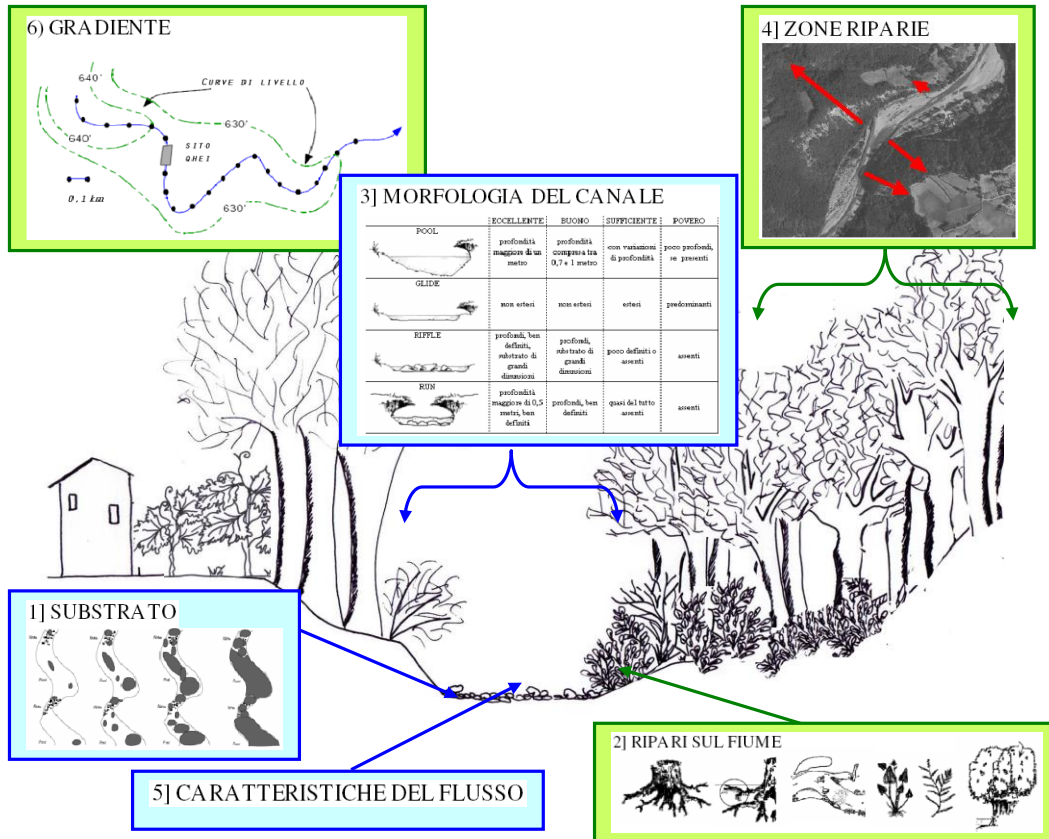
CLASSE	B.S.I.	W.S.I.	GIUDIZIO	COLORE
I	B.S.I. > 5	W.S.I. > 5	OTTIMO	BLU
II	2 < B.S.I. < 5	2 < W.S.I. < 5	BUONO	VERDE
III	-1 < B.S.I. < 2	-2 < W.S.I. < 2	MEDIOCRE	GIALLO
IV	-4 < B.S.I. < -1	-6 < W.S.I. < -2	SCADENTE	ARANCIO
V	B.S.I. < -4	W.S.I. < -6	PESSIMO	ROSSO

Gli indici B.S.I. e W.S.I. sono stati applicati in numerosi bacini idrografici e le potenzialità interpretative sono state riportate in numerose pubblicazioni scientifiche (Braioni et al., 2001, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008c, 2008d, 2009a, 2009b, 2012, 2017) o in studi finalizzati alla realizzazione dei piani di bacino (Braioni e Salmoiraghi, 1999; Braioni et al., 2008b, Canciani et al., 2004 e 2006).

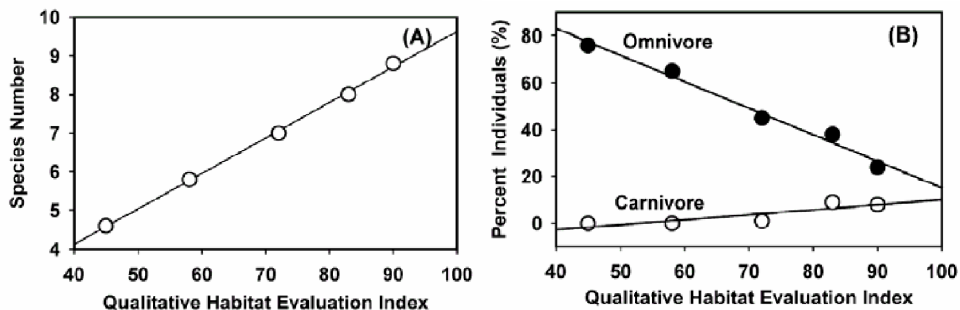
**Indici di Qualità dell’Habitat (QHEI)**

Il Q.H.E.I. (Qualitative Habitat Evaluation Index) o Indice di Valutazione della Qualità dell’Habitat (EPA, 1989, Somerville & Pruitt 2004, EPA, 2006) serve per “giudicare” lo stato di qualità degli habitat fluviali, in funzione delle caratteristiche fisiche rilevabili mediante specifica griglia da utilizzare in campo.

Il seguente schema rappresenta le componenti che l’Indice Q.H.E.I. prende in esame:

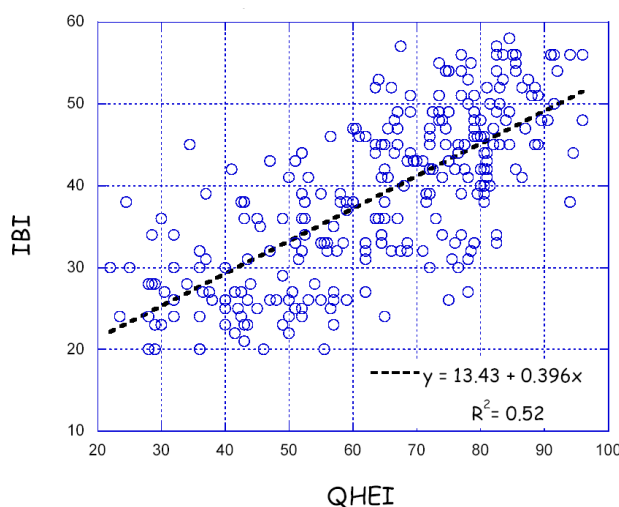


I tipi e la diversità degli habitat dipendono dalle condizioni geomorfologiche dei corsi d’acqua, che quindi influiscono anche sulle comunità biologiche come messo in evidenza dalle seguenti correlazioni tra il Q.H.E.I. e il numero di specie (A) e tra la composizione percentuale di carnivori ed onnivori (B) secondo Kwang-Guk et al. (2002).



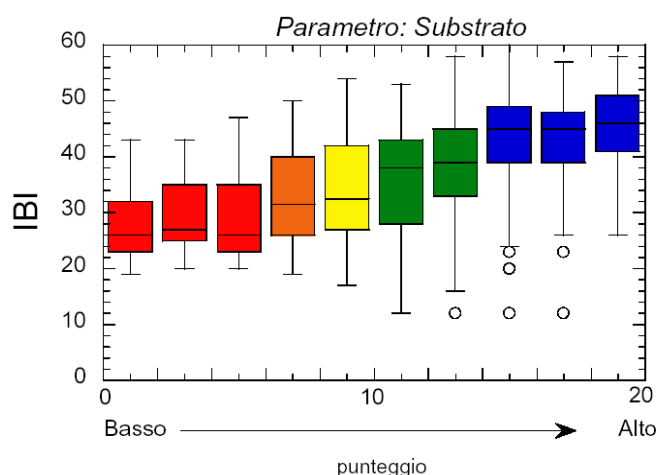
Il diagramma seguente (USEPA, 2004 modificato) mostra la stretta correlazione spaziale tra QHEI e IBI, Index of Biotic Integrity:

PROGETTAZIONE ATI:



L'Indice Q.H.E.I. è uno strumento che permette di valutare queste relazioni funzionali attraverso la scomposizione dell'ambiente fluviale nelle sue componenti costitutive:

- **Substrato:** la sostanza, la base su cui, o per mezzo del quale, un certo organismo si stabilisce nel torrente. I tipi di substrato includono suolo, rocce, ciottoli, ghiaia grossa, ghiaia fine, sabbia, limo e detriti vegetali. Se si considera singolarmente il punteggio relativo al substrato, la correlazione è evidente:



- **Ripari sul fiume:** si intendono i vari tipi di elementi ambientali presenti in quantità sufficiente a fornire un habitat diversificato a supporto della fauna del torrente;
- **Morfologia:** vari tipi di elementi ambientali presenti in quantità sufficiente a fornire un habitat diversificato. Sono, infatti, le caratteristiche longitudinali del corso d'acqua (grado di sinuosità, sviluppo, presenza di canalizzazione e stabilità della riva) che mostrano lo stesso andamento del punteggio relativo al substrato;
- **Rive ed erosione delle sponde:** riferita alla qualità del territorio che fa da cuscinetto fra l'ambiente fiume e il territorio circostante;
- **Pool/glide e riffle/run:** le caratteristiche delle zone con acque lente e veloci;
- **Gradiente e dimensione del fiume:** questa misura classifica un sito esaminato con riguardo alla dimensione del fiume e al suo gradiente. Il punteggio è assegnato in base al confronto matriciale dei parametri larghezza e gradiente altitudinale.

Il contributo di ciascuna caratteristica geomorfologica, come evidenziato dalle correlazioni con parametri biologici, ha una differente influenza sulle comunità acquatiche.

PROGETTAZIONE ATI:

Il valore complessivo dell'indice Q.H.E.I. si ricava dalla sommatoria dei punteggi attribuiti ai diversi parametri, quindi la qualità dell'habitat è individuata dai seguenti range di punteggi:

CLASSE	Bacino < 32 km <sup>2</sup>	Bacino > 32 km <sup>2</sup>	GIUDIZIO
I	100 > QHEI > 70	100 > QHEI > 75	Ottimo
II	69 > QHEI > 55	74 > QHEI > 60	Buono
III	54 > QHEI > 43	59 > QHEI > 45	Mediocre
IV	42 > QHEI > 31	44 > QHEI > 31	Scadente
V	30 > QHEI > 0	30 > QHEI > 0	Pessimo

Alla stregua degli indici B.S.I. e W.S.I., anche l'indice Q.H.E.I. è stato applicato in numerosi bacini idrografici e le potenzialità interpretative sono state impiegate in studi finalizzati alla realizzazione dei piani di bacino (Canciani et al., 2004 e 2006; Salmoiraghi e Marchesini, 2004; Salmoiraghi e Locascio, 2005; Salmoiraghi, 2006), in vari studi di impatto ambientale (Adami et al., 2006a, 2006b; Salmoiraghi, 2003, 2005a, 2005b, 2005c; Locascio e Salmoiraghi, 2009; Salmoiraghi e Locascio, 2009), in Valutazioni Ambientali Strategiche e in numerosi monitoraggi finalizzati a definire gli effetti delle attività antropiche (Salmoiraghi e Locascio, 2004; Focardi et al., 2007, Salmoiraghi 2010a, 2010b).

### Analisi chimiche per il Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (LIMEco)

Le indagini analitiche sono state eseguite con i metodi riportati nella seguente tabella.

Parametro	Metodo/Strumento
Temperatura (°C)	Sonda Multiparametrica Hanna mod. HI 98494
pH	
Potenziale Redox (mV)	
Conducibilità totale a 20° (µS/cm)	
Ossigeno disciolto (mg/l)	
Ossigeno disciolto (% saturazione)	
Azoto ammoniacale (come N)	APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003
Azoto nitrico (come N)	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Fosforo totale (come P)	APAT CNR IRSA 3010 A Man 29 2003 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003

Il Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori per lo Stato Ecologico (LIMEco) è stato calcolato mediante la procedura indicata nel D.M. 260/2010 per elaborare le concentrazioni di quattro macrodescrittori (percentuale di saturazione dell'Ossigeno disciolto, Azoto ammoniacale, Azoto nitrico e Fosforo totale).

La procedura di calcolo prevede di assegnare un punteggio sulla base della concentrazione misurata e le soglie di concentrazione per il calcolo del LIMEco sono indicate nella seguente tabella.

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100-OD (%sat.)	≤  10	≤  20	≤  40	≤  80	>  80
NH <sub>4</sub> (mg/l)	< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
NO <sub>3</sub> (mg/l)	< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
Fosforo totale (P mg/l)	< 0,05	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 0,4	> 0,4
<b>Punteggio da attribuire</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,25</b>	<b>0,125</b>	<b>0</b>

Questo metodo di calcolo integrato, che si basa su cinque livelli e specifiche soglie per i singoli macrodescrittori, ha il pregio di identificare, fra i macrodescrittori considerati, quelli che abbassano il giudizio complessivo trovandosi ad un livello di inquinamento superiore rispetto agli altri parametri.

Per questa ragione il LIMeco rappresenta sia un sistema di allerta sia una delle strade percorribili per proporre coerenti e mirati interventi di recupero.

Dalla media dei punteggi attribuiti ai singoli macrodescrittori si ottiene un unico valore che è usato per la classificazione di qualità in ragione dei valori limite sotto riportati.

> 0,66	I	ELEVATO
0,66-0,50	II	BUONO
0,50-0,33	III	SUFFICIENTE
0,33-0,17	IV	SCARSO
< 0,17	V	CATTIVO

Seguendo il D.M. 260/2010 il ruolo della classe di qualità che scaturisce dal LIMeco è subordinato a quello che deriva dagli elementi di qualità biologica (Macroinvertebrati, Diatomee, Macrofite, Pesci) e lo stato ecologico del corpo idrico non viene declassato oltre la classe "sufficiente" (III classe) qualora il LIMeco sia di IV o V classe.

### Indice STAR\_ICMi relativo alla Fauna macrobentonica

I macroinvertebrati bentonici sono ottimi indicatori della qualità degli ambienti acquatici superficiali e, in Italia, sono da innumerevoli anni usati per definire la qualità biotica mediante l'Indice Biotico Esteso (I.B.E.) nella procedura applicativa proposta da Ghetti (1997) e APAT & IRSA (2003). Procedura che tutt'ora viene consigliata ed applicata in numerosi Piani di Tutela delle Acque, redatti dalle singole regioni. Si tratta di organismi ubiquitari con modesta capacità di movimento per cui rispondono alle perturbazioni ambientali in differenti tipologie fluviali e, all'interno di esse, in diversi microhabitat.

Altro punto di forza per il loro impiego è l'elevato numero di organismi e la cospicua varietà tassonomica, associata ad una specifica e ben conosciuta esigenza di condizioni qualitative minimali necessarie per singoli generi o famiglie. Per questo motivo le comunità di invertebrati bentonici, nella loro composizione tassonomica e struttura trofico-funzionale, sono in grado di fornire informazioni relative ad un ampio spettro di risposte a stress ambientali.

Infine i macroinvertebrati bentonici hanno cicli di vita relativamente lunghi, tali da permettere analisi a lungo termine degli effetti delle perturbazioni continue, intermittenti o occasionali che si verificano nel tempo e nello spazio. Ciò permette di valutare le alterazioni indotte sull'intera comunità in quanto i taxa meno sensibili sostituiscono quelli più esigenti, fornendo un quadro dettagliato sul grado di alterazione subito dall'ambiente acquatico e la relativa perdita di biodiversità.

Il metodo STAR\_ICMi si basa sulla procedura di campionamento multihabitat proporzionale e quantitativo che è riportata nel Quaderno IRSA-CNR (Buffagni, 2004 e Buffagni et al., 2010) e nel Notiziario IRSA-CNR (2007 e 2008).

I microhabitat minerali e biotici sono stati visivamente riconosciuti in base alle dimensioni del substrato ed alla tipologia dei materiali organici e quantificati in percentuale di superficie, seguendo le definizioni e le sigle riportate nel Notiziario IRSA-CNR (2007).

Microhabitat minerali (%)	Codice	Microhabitat biotici (%)	Codice	Tipi di flusso (presenza)	Codice
Limo/Argilla	ARG	Alghe	AL	Non percettibile	NP
Sabbia	SAB	Macrofite sommerse	SO	Laminare	SM
Ghiaia	GHI	Macrofite emergenti	EM	In ebollizione	UP
Microlithal	MIC	Piante terrestri	TP	Incrispato	RP
Mesolithal	MES	Xylal (legno)	XY	Veloce con onde non rotte	UW
Macrolithal	MAC	CPOM	CP	Veloce con onde rotte	BW
Megalithal	MGL	FPOM	FP	Aderente al substrato	CH
Artificiale	ART	Film batterici, funghi	BA	Veloce e caotico	CF
Igropetrico	IGR				

PROGETTAZIONE ATI:

Il campionamento quantitativo è stato eseguito mediante retino immanicato modello Surber armato con rete di 375 µm e superficie campionabile di 500 cm<sup>2</sup>. Si sono eseguite 20 repliche di campionamento in modo tale da campionare complessivamente 0,5 m<sup>2</sup> di superficie, come prevede lo specifico protocollo delle Linee Guida (ISPRA, 2014) per i corsi d'acqua dell'Appennino Centrale (HER 13).

Le repliche di campionamento sono state eseguite tutte nel mesohabitat di riffle e si sono proporzionalmente condotte nei microhabitat minerali presenti nella sezione di monitoraggio.

L'identificazione degli invertebrati campionati è stata eseguita sino al livello di genere, come era già in uso per il metodo IBE (Ghetti, 1997; APAT & IRSA, 2003) e la classificazione degli organismi è stata compiuta avvalendosi delle chiavi tassonomiche di Tachet et al. (2010), di Campaioli et al. (1994 e 1999) e delle Guide del CNR (1980-81-82-83).

L'Indice Multimetrico STAR\_ICMi è stato calcolato in base alle seguenti metriche di calcolo:

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della metrica	Taxa considerati nella metrica	Riferimento bibliografico
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	Armitage et al. 1983
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log <sub>10</sub> (Sel_EPTD+1)	Log <sub>10</sub> (somma di Heptagenidae, Ephemeridae, Leptophlebidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae + 1)	Buffagni et al. 2004; Buffagni & Erba, 2004
Ricchezza/ Diversità	Abbondanza	1-GOLD	1-(Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al. 2004
	Numero taxa	Numero totale di famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	Ofenböck et al. 2004
	Numero taxa	Numero di famiglie EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	Böhmer et al. 2004
	Indice diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{s-w} = -\sum(n_i/A) \cdot \ln(n_i/A)$	Hering et al. 2004; Böhmer et al. 2004

Il calcolo delle metriche, dell'indice STAR\_ICMi e dello stato ecologico è stato eseguito con il programma MacrOper (versione 1.0.5) di Buffagni e Belfiore (2013).

Lo Stato Ecologico espresso dai macroinvertebrati derivata dal valore dell'Indice STAR\_ICMi rapportato al valore di riferimento proprio della specifica localizzazione e tipologia dell'ambiente fluviale. Si sono usati, a seconda degli ambienti monitorati, i seguenti riferimenti:

- Idroecoregione (HER) 13: **Appennino centrale**
- Area Regionale **Marche**
- **Tipo 13SS2** (piccolo 5-25 km)
- parametro **Riffle** per tutte le stazioni monitorate.

Le singole metriche e l'Indice STAR\_ICMi hanno i seguenti riferimenti:

Pesi delle metriche:		Ambiente di riferimento	13 SS2 R
ASPT	0,334	ASPT	6,815
n Famiglie	0,167	n Famiglie	27,5
n. Famiglie EPT	0,083	n. Famiglie EPT	14,0
1-GOLD	0,067	1-GOLD	0,754
H'	0,083	H'	2,268
Log <sub>10</sub> (Sel_EPTD+1)	0,266	Log <sub>10</sub> (Sel_EPTD+1)	2,279
<b>STAR_ICMi di riferimento</b>			<b>1,000</b>

PROGETTAZIONE ATI:

L'assegnazione della classe del Rapporto di Qualità Ecologica (EQR/STAR\_ICMi) e del relativo giudizio è stato eseguito, sempre dal modello di elaborazione MacrOper, secondo i limiti indicati originariamente nel D.M. 260/2010 ed i valori risultanti dall'esercizio di intercalibrazione (Decisione UE 2018/229 del 12/2/2018). Le soglie delle classi usate sono le seguenti:

	ELEVATO/BUONO	BUONO/SUFFICIENTE	SUFFICIENTE/SCARSO	SCARSO/CATTIVO
13 SS2 R	0,97	0,72	0,48	0,24

### Indice delle Macrofite acquatiche

Le macrofite acquatiche vivono fluttuanti, radicate o natanti in alveo e la loro presenza e distribuzione spaziale è direttamente o indirettamente legata alla condizione delle acque e dei sedimenti fluviali. Oltre al loro importante ruolo ecologico, l'uso delle macrofite come indicatrici della qualità delle acque correnti si basa sul fatto che alcune specie e gruppi di specie, peraltro indicatrici di specifiche tipologie di acque correnti, sono sensibili alle alterazioni dei corpi idrici e risentono in modo differente dell'impatto antropico, in particolare di quello indotto dalla movimentazione dei sedimenti e dallo sversamento di composti organici.

L'indice di qualità IBMR (Indice Biologique Macrophytisque en Rivière, 2003) si basa sulla abbondanza o grado di copertura in termini di superficie, composizione, varietà delle macrofite acquatiche da rilevare, campionare e determinare in un tratto significativo di alveo.

In campo si sono seguiti i metodi consigliati da Minciardi et al. (2003), Minciardi et al. (2009), A.P.A.T. (2007) e ISPRA (2014) per cui si sono cercati e raccolti esemplari di macrofite e si è quantificato lo sviluppo planimetrico dei singoli taxa. Per lo sviluppo planimetrico si è usata la seguente scala di valutazione con relativo coefficiente:

% copertura	coefficiente	significato
+	1	Specie solo presente
copertura < 1	2	Specie scarsamente coprente
1 ≤ copertura < 10	3	Specie abbastanza coprente e abbastanza frequente
10 ≤ copertura < 50	4	Specie mediamente coprente
copertura > 50	5	Specie molto abbondante e molto coprente

Le macrofite campionate sono state identificate avvalendosi delle seguenti guide: Bazzichelli e Abdelahad (2009), Rich et al. (1998), Pignatti (1982), Conti et al. (2005), Cortini Pedrotti (2001 e 2006), Nimis et al. (2015).

L'Indice IBMR proposto da AFNOR (2003) traduce il grado di trofia indotto dai macronutritivi inorganici (Azoto e Fosforo) e dalla presenza di inquinanti organici in un punteggio ottenuto dalla integrazione del valore di oligotrofia dei singoli taxa di macrofite (Csi) che va da 1 a 20 con il coefficiente di stenoecia (Ei) che va da 1 a 3. Si sono usati i valori Csi e Ei proposti da Minciardi et al. (2009).

Nella normativa vigente (D.M. 260/2010) l'indice IBMR va riferito ai Macrotipi fluviali specifici per le macrofite ed i risultati devono essere rapportati ai valori di riferimento per il calcolo del rapporto IBMR/RQE.

Per quanto riguarda il livello trofico espresso dall'Indice IBMR si è usata la seguente scala interpretativa.

IBMR	Classe	livello trofico
IBMR ≥ 14	I	MOLTO LIEVE
12 ≤ IBMR < 14	II	LIEVE
10 ≤ IBMR < 12	III	MEDIO
8 ≤ IBMR < 10	IV	ELEVATO
IBMR < 8	V	MOLTO ELEVATO

PROGETTAZIONE ATI:

I macrotipi fluviali di riferimento sono riportati nella Tab. 4.1/b e Tab. 4.1.1/f del D.M. 260/10 e precisamente sono:

- Area geografica: **Mediterranea**
- Idroecoregione (HER) **13: Appennino centrale**
- Area Regionale **Marche**
- **Ma** Fiumi piccoli che ha il valore di riferimento IBMR pari a **12,5**.

Il D.M. 260/2010 e la Decisione UE 2018/229 del 12/2/2018 indicano le seguenti soglie delle classi con relativo giudizio del Rapporto di Qualità Ecologica (EQR/ IBMR):

ELEVATO/BUONO	BUONO/SUFFICIENTE	SUFFICIENTE/SCARSO	SCARSO/CATTIVO
0,90	0,80	0,65	0,50

### Indice ICMi relativo alle Diatomee bentoniche

Le Diatomee (Bacillariophyta, Bacillariophyceae) bentoniche sono organismi unicellulari, microscopici, fotosintetici, eucarioti che vivono isolati o in colonie e sono free-living, ovvero indipendenti da altri organismi, non instaurano forme di simbiosi o di parassitismo. Formano un biofilm coprente sia superfici naturali di diversa composizione (inerti e/o piante acquatiche) sia substrati artificiali quali piloni di ponti o briglie.

Le Diatomee bentoniche, per la loro localizzazione e funzionalità, sono considerate indicatori biologici del fitobenthos fluviale ed inoltre, per la loro specifica e differenziata sensibilità, sono ritenute particolarmente idonee nel fornire informazioni sullo stato complessivo degli ambienti lotici, sulla qualità delle acque e la condizione dei sedimenti.

Le differenze nelle modalità di crescita delle singole specie di Diatomee bentoniche, la competizione per la luce, la resistenza all'abrasione e l'opposizione al grazing, da parte dei macrovertebrati raschiatori, possono portare a popolazioni diverse che, senza dubbio, direttamente ed indirettamente subiscono anche l'impatto delle pressioni antropiche in grado di alterarne, profondamente, sia la composizione che l'abbondanza.

La composizione specifica, l'abbondanza e la sensibilità dei popolamenti sono i fattori che vengono utilizzati per la valutazione della qualità dei corpi idrici in termini di inquinamento organico, eutrofizzazione ed acidificazione.

L'Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi) deriva dalla media dei valori di due indici che forniscono un diverso, ma complementare, giudizio di qualità. Si tratta dall'Indice di Sensibilità agli Inquinanti, prevalentemente di origine organica, detto Indice IPS (CEMAGREF, 1982) e dell'Indice Trofico o Indice TI (Rott et al., 1999) che hanno le seguenti specifiche scale di giudizio:

Valori Indice IPS	Classe	IPS Giudizio di qualità	Valori Indice TI	Stato Trofico
$20 \leq \text{IPS} \leq 17$	I	OTTIMO	$\text{TI} \leq 1,0$	Ultraoligotrofia
$17 < \text{IPS} \leq 13$	II	BUONO	$1,1 < \text{TI} < 1,3$	Oligotrofia
$13 < \text{IPS} \leq 9$	III	MEDIOCRE	$1,4 < \text{TI} < 1,5$	Oligo-Mesotrofia
$9 < \text{IPS} \leq 5$	IV	CATTIVO	$1,6 < \text{TI} < 1,8$	Mesotrofia
$5 < \text{IPS} \leq 1$	V	PESSIMO	$1,9 < \text{TI} < 2,2$	Meso-Eutrofia
			$2,3 < \text{TI} < 2,6$	Eutrofia
			$2,7 < \text{TI} < 3,1$	Eu-Politrofia
			$3,2 < \text{TI} < 3,4$	Politrofia
			$\text{TI} > 3,4$	Poli-Ipertrofia

Entrambi gli indici prevedono l'identificazione a livello di specie degli organismi campionati e ad ogni specie viene attribuito un valore di sensibilità/tolleranza all'inquinamento e un valore di affidabilità come indicatore. Si sono usati i coefficienti (IPS\_I, IPS\_S, TI\_G e TI\_TW) proposti dall'Istituto Superiore di Sanità (2009), ma sono state rilevate anche altre numerose specie non catalogate in

PROGETTAZIONE ATI:



questa pubblicazione. Nel calcolo dell'IPS si tiene conto principalmente della sensibilità delle specie all'inquinamento organico. Nel calcolo del TI si tiene conto principalmente della sensibilità delle specie al livello di trofia.

Sinteticamente, per i metodi di indagine seguiti nelle varie fasi, si è fatto riferimento a:

- protocollo di campionamento indicato eseguito su circa 10 cm<sup>2</sup> di superficie epifita o epilata come consigliato da Minciardi et al. (2003), A.P.A.T. (2004 e 2007) e ISPRA (2014);
- trattamento di laboratorio secondo la procedura analitica proposta da A.P.A.T. (2004 e 2007) e ISPRA (2014);
- determinazione eseguita avvalendosi delle chiavi dicotomiche di Hofmann et al. (2011) e gli atlanti per il riconoscimento di Falasco et al. (CISBA, 2013), Noars et al. (2013), De Meo et al. (ISPRA, 2014);
- per singola specie si è usato il codice definito "recente" in Mancini e Solazzo (2009);
- per ogni specie di diatomea si sono applicati l'indice integrato di sensibilità/tolleranza ed il valore di affidabilità proposti dall'Istituto Superiore di Sanità in Mancini e Solazzo (2009);
- procedure di calcolo dell'Indice ICMi (Indice Multimetrico di Intercalibrazione) come indicato da Mancini e Solazzo (2009) e cioè:

IPS:

$$RQE\_IPS = \frac{\text{Valore\_osservato}}{\text{Valore\_riferimento}}$$

TI:

$$RQE\_TI = \frac{(4 - \text{Valore\_osservato})}{(4 - \text{Valore\_riferimento})}$$

- i valori degli indici, inteso come valore osservato ed atteso sono calcolati con la formula di Zelinka e Marvan (1961):

$$IPS_s = \frac{\sum_{j=1}^n a_j \cdot I_j \cdot S_j}{\sum_{j=1}^n a_j \cdot I_j}$$

- per la valutazione della classe di stato ecologico, i riferimenti di confronto relativi all'Idroecoregione ed ai macrotipi fluviali sono derivati dal D.M. 260/2010:
  - ✓ Area geografica: **Mediterranea**
  - ✓ Idroecoregione (HER) **13: Appennino centrale**
  - ✓ Area Regionale **Marche**
  - ✓ Macrotipo **M1** (Fiumi piccoli) che ha i seguenti riferimenti degli Indici **IPS**: 17,15 e **TI**: 1,2
- le soglie del Rapporto di Qualità Ecologica (EQR/ ICMi) indicate nel D.M. 260/2010 e nella Decisione UE 2018/229 del 12/2/2018 sono le seguenti

ELEVATO/BUONO	BUONO/SUFFICIENTE	SUFFICIENTE/SCARSO	SCARSO/CATTIVO
0,80	0,61	0,51	0,25

PROGETTAZIONE ATI:

## 7.6 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Per la caratterizzazione dell'ante operam saranno eseguite campagne di campionamento, per un totale di:

- 2 misure per ogni punto nell'AO, nei 6 mesi precedenti l'inizio dei lavori, per i parametri idrologici, fisico/chimici, batteriologici;
- 2 misure per i punti lungo il Canale Maestro, nei 6 mesi precedenti l'inizio dei lavori, per i parametri indicanti lo stato ecologico del corso d'acqua (Indici biologico-funzionali e Indice degli elementi biologici di qualità);
- 2 misure per i punti lungo il Rio dell'Olmo, Torrente Sellina e Torrente Vingone nei 6 mesi precedenti l'inizio dei lavori, per i parametri indicanti lo stato ecologico del corso d'acqua (Indici biologico-funzionali e Indice degli elementi biologici di qualità);

Per la caratterizzazione del corso d'opera saranno eseguite campagne di campionamento trimestrali, in tutti i punti di misura, per un totale di:

- 4 misure all'anno per ogni punto nel CO, dei parametri idrologici, fisico/chimici, batteriologici;
- 4 misure all'anno dello stato ecologico dei corsi d'acqua.

Le misure verranno effettuate in funzioni del cronoprogramma dei lavori, che suddivide i 6 anni di realizzazione dell'opera in 4 fasi costruttive, (per cui si rimanda agli specifici elaborati di cantierizzazione). Il cronoprogramma di monitoraggio individua le fasi in cui i vari elementi di idrografia superficiale saranno effettivamente interferiti

Per il monitoraggio post-operam saranno eseguite campagne di campionamento, per un totale di:

- 2 misure per ogni punto nel PO, nell'anno successivo alla fine dei lavori, per i parametri idrologici, fisico/chimici e biologici;
- 2 misure per i punti lungo il Canale Maestro della Chiana, nell'anno successivo alla fine dei lavori, per i parametri indicanti lo stato ecologico del corso d'acqua (Indici biologico-funzionali e Indice degli elementi biologici di qualità);
- 2 misure per ogni stazione lungo i corsi d'acqua minori (Rio dell'Olmo, Torrente Sellina e Torrente Vingone, Rio Riolo, Rio S. Antonio, Rio delle Querce, Torrente Lota e Torrente Vingone San Giuliano) per 1 anno dalla fine dei lavori, per i parametri indicanti lo stato ecologico del corso d'acqua (Indici degli elementi biologici di qualità);

Stazione	Postazione indicativa	Fase monitoraggio	Durata fase	Frequenza	Numero	Tipologia
ASU_01	Canale Maestro a monte attraversamento "Viadotto Canale Maestro" e cantiere CA02	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, indici biologici-ecologici, indici degli elementi biologici di qualità
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, indici biologici-ecologici, indici degli elementi biologici di qualità
ASU_02	Canale Maestro a valle attraversamento "Viadotto Canale"	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, indici biologici-ecologici, indici degli elementi biologici di qualità

PROGETTAZIONE ATI:

Stazione	Postazione indicativa	Fase monitoraggio	Durata fase	Frequenza	Numero	Tipologia
	Maestro" e cantiere CA02	CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, indici biologici-ecologici, indici degli elementi biologici di qualità
ASU_03	Torrente Lota a monte attraversamento "Viadotto San Giuliano" e cantiere CA02	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
ASU_04	Torrente Vingone San Giuliano a monte attraversamento "Viadotto San Giuliano"	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
ASU_05	Torrenti Lota e Vingone San Giuliano a valle confluenza e attraversamento "Viadotto San Giuliano" e cantiere CA02	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
ASU_06	Rio delle Querce a monte attraversamento	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
ASU_07	Rio delle Querce a valle attraversamento	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi

PROGETTAZIONE ATI:

Stazione	Postazione indicativa	Fase monitoraggio	Durata fase	Frequenza	Numero	Tipologia
ASU_08	Rio di S. Antonio a monte attraversamento e Campo Base CB01	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
ASU_09	Rio di S. Antonio a valle attraversamento e Campo Base CB01	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
ASU_10	Rio di Riolo a monte attraversamento	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
ASU_11	Rio di Riolo a valle attraversamento e rotatoria Sc Ristradella	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
ASU_12	Rio dell'Olmo a monte incanalamento	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
ASU_13	Rio dell'Olmo a valle incanalamento e cantiere CA06	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi

PROGETTAZIONE ATI:

Stazione	Postazione indicativa	Fase monitoraggio	Durata fase	Frequenza	Numero	Tipologia
ASU_14	Fosso Sellina a monte attraversamento	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
ASU_15	Fosso Sellina a valle attraversamento e cantiere CA15	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
ASU_16	Torrente Vingone a monte attraversamento	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
ASU_17	Torrente Vingone a valle tracciato e cantiere CA17	AO	6 mesi prima dell'inizio dei lavori	Trimestrale	2	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi
		CO	Per tutta la durata dei lavori – 6 anni	Trimestrale In funzione delle lavorazioni	4/anno	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche
		PO	1 anno dopo il termine dei lavori	Trimestrale	4	Analisi chimico-fisiche e batteriologiche, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi

## 7.7 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti per le acque superficiali.

Stazione	Parametri idrologici			Parametri fisico chimici e chimico-batteriologici			Indici biologici-ecologici, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi, ICMi, IBMR			LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi		
	AO	CO	PO	AO	CO	PO	AO	CO	PO	AO	CO	PO
ASU_01	2	18	4	2	18	4	2	18	4	-	-	-
ASU_02	2	18	4	2	18	4	2	18	4	-	-	-
ASU_03	2	18	4	2	18	4	-	-	-	2	18	4
ASU_04	2	18	4	2	18	4	-	-	-	2	18	4
ASU_05	2	20	4	2	20	4	-	-	-	2	20	4
ASU_06	2	20	4	2	20	4	-	-	-	2	20	4

PROGETTAZIONE ATI:

Stazione	Parametri idrologici			Parametri fisico chimici e chimico-batteriologici			Indici biologici-ecologici, LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi, ICMi, IBMR			LIM <sub>eco</sub> , STAR_ICMi		
	AO	CO	PO	AO	CO	PO	AO	CO	PO	AO	CO	PO
ASU_07	2	20	4	2	20	4	-	-	-	2	20	4
ASU_08	2	24	4	2	24	4	-	-	-	2	24	4
ASU_09	2	24	4	2	24	4	-	-	-	2	24	4
ASU_10	2	13	4	2	13	4	-	-	-	2	13	4
ASU_11	2	13	4	2	13	4	-	-	-	2	13	4
ASU_12	2	24	4	2	24	4	-	-	-	2	24	4
ASU_13	2	24	4	2	24	4	-	-	-	2	24	4
ASU_14	2	14	4	2	14	4	-	-	-	2	14	4
ASU_15	2	14	4	2	14	4	-	-	-	2	14	4
ASU_16	2	14	4	2	14	4	-	-	-	2	14	4
ASU_17	2	14	4	2	14	4	-	-	-	2	14	4

Le diverse quantità previste nei vari punti di monitoraggio in CO derivano dalle fasi di lavorazione che interferiscono con l'idrografia superficiale, si rimanda al cronoprogramma per l'individuazione specifica.

PROGETTAZIONE ATI:

## 8 ACQUE SOTTERRANEE

Per quanto riguarda la componente ambiente idrico sotterraneo, il PMA è finalizzato a definire le caratteristiche delle acque sotterranee interessate direttamente o indirettamente dagli interventi in oggetto nelle condizioni ante-operam, corso d'opera e post-operam.

### 8.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

#### 8.1.1. NORMATIVA COMUNITARIA

- 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 2000/60/CE del 23/10/2000 - Regolamento che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. (Direttiva modificata dalla Decisione 2001/2455/CE).

#### 8.1.2. NORMATIVA NAZIONALE

- D.Lgs n. 30 del 16 marzo 2009, Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. (09G0038) (GU n.79 del 4-4-2009)
- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e ss.mm.ii. - "Norme in materia ambientale"

### 8.2 QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO

Il progetto prevede l'attraversamento di ambiti alluvionali dove le fondazioni possono interferire con la falda. Ciò è segnalato in località San Zeno, dove per le fondazioni del cavalcavia si indica la necessità di eseguire i lavori nel periodo di magra.

L'interferenza potenziale con le acque sotterranee è pertanto legato alle opere di fondazione.

Di seguito si riporta una tabella in cui si riassumono le opere maggiormente interferenti con i punti scelti per il monitoraggio degli acquiferi significativi e la fase costruttiva in cui ne verranno realizzate le fondazioni

Punto monitoraggio	Opera interferente	Fase realizzativa
AST_01	Trincea	Fase 1B
AST_02	Muro OS01	Fase 1B
AST_03	Paratia OS05	Fase 1B
AST_04	Paratia OS06 Galleria Ferroviaria OM01	Fase 3
AST_05	Paratia OS06 Galleria Ferroviaria OM01	Fase 3
AST_06	Sottovia ST02	Fase 3
AST_07	Viadotto CV05	Fase 1B
AST_08	Viadotto CV06	Fase 1B
AST_09	Rilevato	Fase 1A
AST_10	Sottovia ST03	Fase 1A

PROGETTAZIONE ATI:

### 8.2.1. QUADRO PRESCRITTIVO

In riferimento al monitoraggio ambientale della componente acque sotterranee il DEC/DSA/2005/00750 riportava la seguente prescrizione.

- *Prescrizione 1.1 - Nel tratto dello svincolo di San Zeno, dove le fondazioni del cavalcavia sono ad un livello più basso della falda, i lavori dovranno essere effettuati nel periodo di magra, e dovranno essere adottati accorgimenti idonei a proteggere la falda stessa.*

Si riporta di seguito, anticipando i contenuti dei seguenti paragrafi di questo elaborato, quanto specificato, in risposta alle suddette prescrizioni, negli elaborati Relazione e Matrice di Ottemperanza.

*Nel tratto dello svincolo di San Zeno, a causa della presenza della falda che potrebbe interferire con le opere in progetto, i lavori saranno effettuati in periodo di magra, ed inoltre saranno adottati accorgimenti idonei per i cantieri. In particolare, eventuali interferenze con la falda che potranno verificarsi durante la cantierizzazione delle opere previste in corrispondenza dello svincolo di San Zeno, saranno mitigate mediante l'utilizzo di sistemi di wellpoint. Questi sistemi consentono l'abbassamento locale e temporaneo del livello di falda e quindi garantiscono che le lavorazioni avvengano all'asciutto, aspetto fondamentale per evitare eventuali contaminazioni della falda stessa con agenti inquinanti. Come ulteriore accorgimento di protezione della falda in fase di cantiere si procederà a realizzare le opere relative allo svincolo di San Zeno in periodo di magra, gestendo i periodi di lavorazione di quest'ultimo in funzione delle durate indicate nel cronoprogramma, sulla base delle quali potranno essere efficacemente fissate le date di inizio e fine lavori, in modo che questi ricadano prevalentemente nelle stagioni meno piovose. Per quanto riguarda le aree del cantiere base CB.01, localizzato a circa 300 m in linea d'aria dallo svincolo di San Zeno, si precisa che sono stati adottati accorgimenti per evitare lo sversamento in falda o nei ricettori superficiali di sostanze potenzialmente inquinanti che derivano dal transito dei mezzi. Tali accorgimenti consistono nella pavimentazione delle viabilità interne mediante trattamento depolverizzante e regimazione delle acque di piattaforma con appositi presidi (fossi rivestiti, cunette); dette acque saranno poi convogliate all'impianto di trattamento in continuo consistente in n. 2 vasche di prima pioggia dotate di pozzetto scolmatore e sistema monoblocco di dissabbiatura e disoleatura con filtri a coalescenza in grado di trattare una superficie scolante complessiva di 32.000 mq.*

*Inoltre, come strumento di controllo, per quanto riguarda la componente ambiente idrico sotterraneo, il PMA è finalizzato a definire le caratteristiche delle acque sotterranee interessate direttamente o indirettamente dagli interventi in oggetto nelle condizioni ante-operam, corso d'opera e post-operam. Sono, pertanto, individuate stazioni di monitoraggio con lo scopo di definire un sistema di controllo quali-quantitativo dei corpi idrici sotterranei, al fine di valutare le potenziali alterazioni indotte dall'opera in fase di realizzazione e di esercizio. Il Monitoraggio Ambientale avrà quindi i seguenti obiettivi:*

- *correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evoluzione delle condizioni ambientali;*
- *garantire, durante la fase di costruzione, il controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste sulla componente e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive.*

*Poiché le lavorazioni possibilmente interferenti con le acque sotterranee sono quelle relative alla realizzazione delle fondazioni per la potenziale interferenza con la falda, nello specifico è previsto il monitoraggio, sia qualitativo che quantitativo, della falda, attraverso prelievi e campionamenti da effettuarsi all'interno di piezometri, dei quali alcuni sono di nuova realizzazione e altri sono già esistenti in quanto oggetto di monitoraggio piezometrico. I nuovi piezometri, definiti in sostituzione di altrettanti esistenti e coinvolti dai lavori di esecuzione delle opere, saranno realizzati prima dell'inizio dei lavori, esternamente alle aree di lavorazione in modo da garantirne il funzionamento per tutto il periodo dei lavori e anche dopo il completamento dell'opera. Nel PMA sono elencati i piezometri oggetto di monitoraggio indicando il codice PMA e la corrispondenza*

PROGETTAZIONE ATI:



con il codice dei piezometri realizzati per lo studio idrogeologico. In particolare è individuata la stazione di monitoraggio AST\_09 (esistente con codice piezometrico D\_S01) nell'intorno del cantiere Base 01, prossimo allo Svincolo San Zeno, che verrà utilizzata per il controllo delle acque sotterranee, nelle tre fasi, AO, CO, PO.

Con riferimento alle procedure di Verifica di Ottemperanza (Asse principale) e di Verifica di assoggettabilità a VIA (bretelle di collegamento), la presente versione aggiornata del PMA, recepisce le richieste/prescrizioni contenute nei seguenti atti:

**Documento istruttorio Regione Toscana (prot. 202.22-12-2022)**

- Prescrizione l) – Dec 750/2005 – Con riguardo al piano di monitoraggio delle acque sotterranee che prevede la stazione di monitoraggio AST\_09 nell'area dello svincolo di San Zeno, nei 6 mesi di rilievi previsti dal PMA devono essere compresi i periodi significativi per rappresentare la situazione di morbida e magra della falda esistente.

In riscontro a tale richiesta è stato specificato nelle tabelle che i sei mesi di campagne AO dovranno includere sia il periodo di magra che quello di morbida. A tal riguardo l'avvio del periodo di monitoraggio AO dovrà essere valutato nelle successive fasi, con riguardo al presunto inizio delle lavorazioni, con opportuno anticipo.

### 8.3 STATO QUALITATIVO ATTUALE

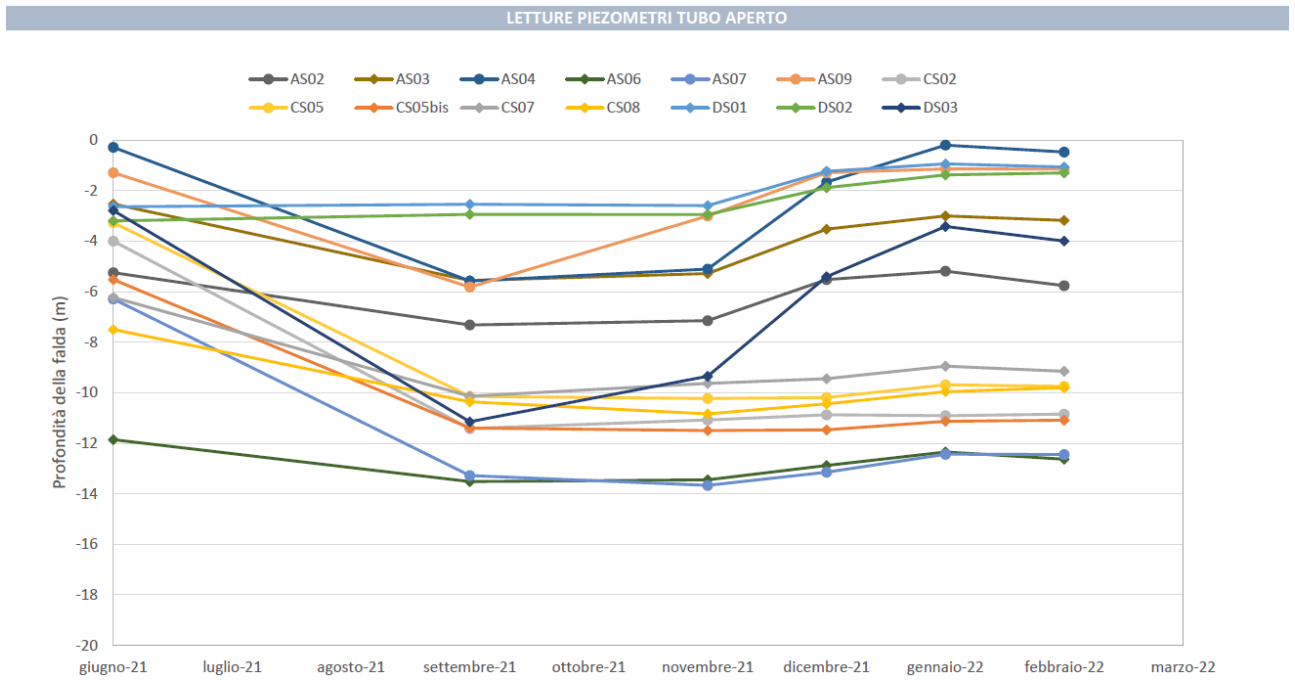
Nella tabella che segue sono indicati i risultati dell'indagine piezometrica elaborata nell'ambito del Piano di monitoraggio geotecnico e geomorfologico del Febbraio 2022 – Report misure piezometriche. Si riporta anche il grafico con l'andamento delle letture piezometriche.

In linea generale si osservano situazioni nelle quali la piezometrica è a qualche metro dal piano campagna.

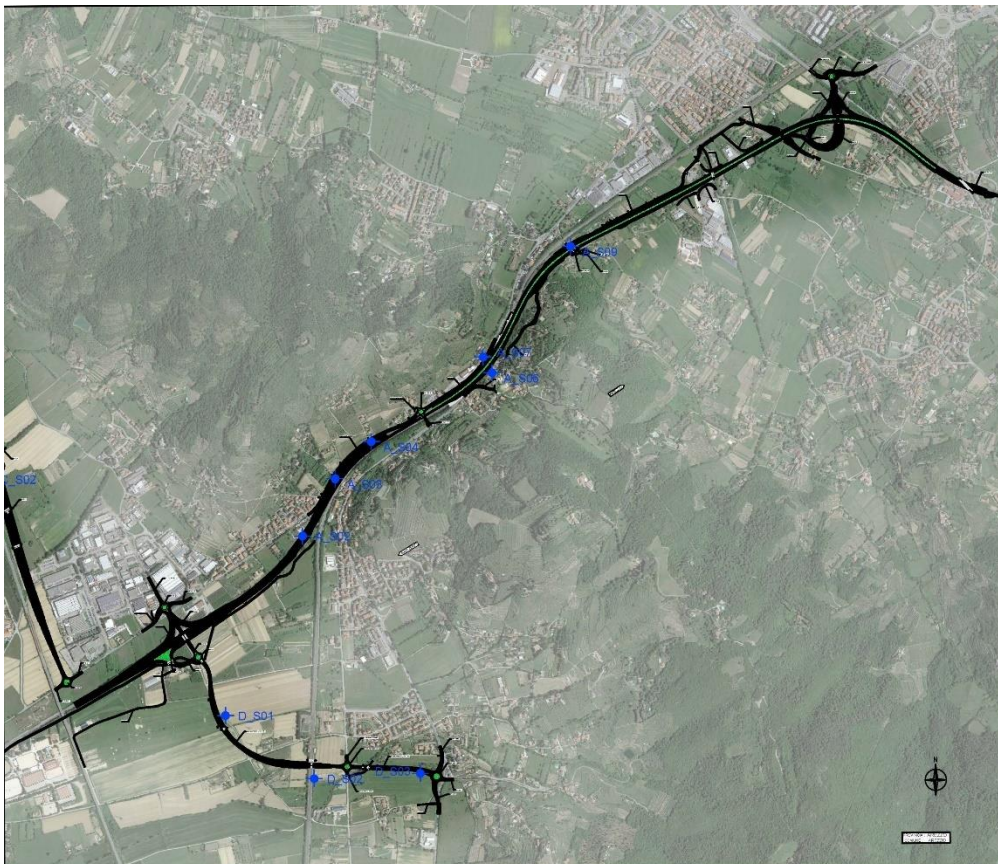
LETTURE PIEZOMETRI TUBO APERTO

Piezometro	Quota Boccaforo	Prof. Falda Misura ZERO	Prof. Falda M01	Prof. Falda M02	Prof. Falda M03	Prof. Falda M04	Prof. Falda M05	Prof. Falda M06	
	m s.l.m.	m	m	m	m	m	m	m	
		giugno-21	29/09/2021	04/11/2021	14/12/2021	14/01/2022	17/02/2022		
AS02	-	-5.25	-7.32	-7.15	-5.52	-5.19	-5.76		
AS03	-	-2.53	-5.56	-5.28	-3.53	-3.00	-3.18		
AS04	-	-0.29	-5.58	-5.11	-1.66	-0.20	-0.47		
AS06	-	-11.86	-13.52	-13.45	-12.88	-12.35	-12.63		
AS07	-	-6.29	-13.28	-13.67	-13.15	-12.44	-12.45		
AS09	-	-1.29	-5.82	-3.00	-1.29	-1.14	-1.15		
CS02	-	-4.00	-11.42	-11.08	-10.88	-10.91	-10.85		
CS05	-	-3.27	-10.15	-10.23	-10.19	-9.69	-9.75		
CS05bis	-	-5.52	-11.40	-11.50	-11.47	-11.13	-11.09		
CS07	-	-6.23	-10.14	-9.63	-9.45	-8.95	-9.15		
CS08	-	-7.50	-10.36	-10.84	-10.44	-9.96	-9.80		
DS01	-	-2.64	-2.54	-2.59	-1.24	-0.94	-1.07		
DS02	-	-3.20	-2.94	-2.95	-1.88	-1.38	-1.30		
DS03	-	-2.79	-11.15	-9.35	-5.41	-3.42	-4.00		

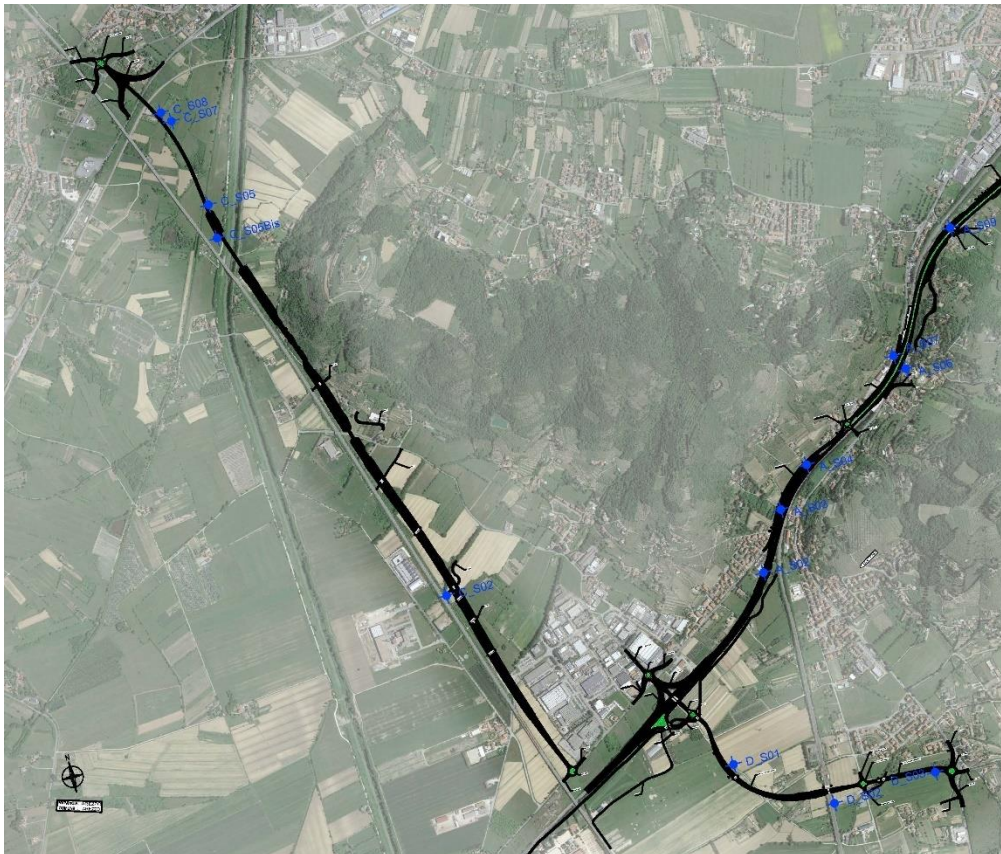
**NOTE:**  
Pioggia nel giorno antecedente le misure del 4/11.  
Pioggia nei giorni antecedenti le misure del 17/02.



I piezometri sopra individuati, per cui si sono riportate le letture piezometriche, sono individuati negli stralci planimetrici seguenti



PROGETTAZIONE ATI:



Durante la redazione del Progetto Definitivo è stato eseguito un piano di campionamento che ha interessato l'asse viario principale e le due tratte che compongono il progetto.

- Lungo l'asse principale San Zeno-Arezzo, sono stati eseguiti n. 17 punti di indagine, di cui n.13 pozzetti e n.4 sondaggi, per il prelievo di n.38 campioni ambientali.
- Per la strada di collegamento S.R.73-Raccordo A1 Arezzo-Battifolle sono stati eseguiti n.12 punti di indagine, di cui n.9 pozzetti e n.3 sondaggi, per un totale di n.27 campioni ambientali prelevati.
- Lungo la strada di collegamento E78-S.R. 71, invece, sono stati eseguiti n.4 punti di indagine, di cui n.3 pozzetti e n.1 sondaggi, per il prelievo di n.9 campioni ambientali.

Inoltre sono stati eseguiti 5 campionamenti di acque sotterranee nei sondaggi attrezzati con piezometri

Indagine	Progressiva
A_S02	1+700
A_S03	1+925
A_S04	2+350
C_S02	3+325

Il set analitico delle acque sotterranee è riportato nella seguente tabella; i risultati sono stati confrontati con i limiti della Tabella 2 Allegato 5, Parte IV, D.Lgs 152/2006.

PROGETTAZIONE ATI:

Parametro	U.M.	Valore limite
Arsenico (As)	µg/l	10
Cadmio (Cd)	µg/l	5
Cobalto (Co)	µg/l	50
Cromo (Cr)	µg/l	50
Cromo esavalente (CrVI)	µg/l	5
Mercurio (Hg)	µg/l	1
Nichel (Ni)	µg/l	20
Piombo (Pb)	µg/l	10
Rame (Cu)	µg/l	1000
Zinco (Zn)	µg/l	3000
Benzene	µg/l	1
Etilbenzene	µg/l	50
(m+p)-Xilene	µg/l	10
Stirene	µg/l	25
Toluene	µg/l	15
Naftalene	µg/l	-
Acenaftene	µg/l	-
Acenaftilene	µg/l	-
Antracene	µg/l	-
Benzo(a)antracene	µg/l	0,1
Benzo(a)pirene	µg/l	0,01
Benzo(b)fluorantene	µg/l	0,1
Benzo(e)pirene	µg/l	-
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	0,01
Benzo(k)fluorantene	µg/l	0,05
Crisene	µg/l	5
Dibenzo(a,e)pirene	µg/l	-
Dibenzo(a,h)pirene	µg/l	-
Dibenzo(a,i)pirene	µg/l	-
Dibenzo(a,l)pirene	µg/l	-
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	0,01
Fenantrene	µg/l	-
Fluorantene	µg/l	-
Fluorene	µg/l	-
Indeno(1,2,3-cd)pirene	µg/l	0,1
Pirene	µg/l	50
Sommatoria idrocarburi policiclici aromatici (31,32,33,36)	µg/l	0,1
Idrocarburi C6-C10 come n-esano	µg/l	-

**Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee**  
**(da Tab 2, All 5, Titolo V, Parte IV D.Lgs 152/2006)**

PROGETTAZIONE ATI:

Parametro	U.M.	LOQ	Metodo	Valore limite	N° Ordine	262444	262444	262444	262444
					N° Campione	749857	749858	749859	749860
					Campione	A_S02	A_S04	C_S02	A_S03
					Data prelievo campione	22.02.2022	22.02.2022	22.02.2022	22.02.2022
Arsenico (As)	µg/l	1	EPA 6020B 2014	10		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Cadmio (Cd)	µg/l	0,3	EPA 6020B 2014	5		<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Cobalto (Co)	µg/l	0,5	EPA 6020B 2014	50		<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cromo (Cr)	µg/l	1	EPA 6020B 2014	50		<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Cromo esavalente (CrVI)	µg/l	0,5	EPA 7199 1996	5		<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Mercurio (Hg)	µg/l	0,1	EPA 6020B 2014	1		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nichel (Ni)	µg/l	1	EPA 6020B 2014	20		1,62	<1,00	2,11	<1,00
Piombo (Pb)	µg/l	0,5	EPA 6020B 2014	10		<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Rame (Cu)	µg/l	1	EPA 6020B 2014	1000		2,35	<1,00	2,29	<1,00
Zinco (Zn)	µg/l	10	EPA 6020B 2014	3000		<10	<10	<10	<10
Benzene	µg/l	0,05	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	1		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Etilbenzene	µg/l	0,05	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	50		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
(m+p)-Xilene	µg/l	0,04	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	10		0,065	<0,04	<0,04	<0,04
Stirene	µg/l	0,05	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	25		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Toluene	µg/l	0,05	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	15		0,061	<0,05	<0,05	<0,05
Naftalene	µg/l	0,1	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	-		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Acenafte	µg/l	0,01	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	-		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenafilene	µg/l	0,01	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	-		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Antracene	µg/l	0,01	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	-		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)antracene	µg/l	0,01	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	0,1		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)pirene	µg/l	0	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	0,01		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Benzo(b)fluorantene	µg/l	0	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	0,1		<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Benzo(e)pirene	µg/l	0,1	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	-		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	0	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	0,01		<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Benzo(k)fluorantene	µg/l	0	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	0,05		<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Crisene	µg/l	0,1	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	5		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Dibenzo(a,e)pirene	µg/l	0,01	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	-		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Dibenzo(a,h)pirene	µg/l	0,01	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	-		<0,009	<0,009	<0,009	<0,009
Dibenzo(a,i)pirene	µg/l	0,01	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	-		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(a,l)pirene	µg/l	0,01	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	-		<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	0	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	0,01		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Fenantrene	µg/l	0,01	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	-		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluorantene	µg/l	0,01	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	-		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluorene	µg/l	0,01	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	-		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-cd)pirene	µg/l	0	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	0,1		<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Pirene	µg/l	0,1	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	50		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sommatoria idrocarburi policiclici aromatici (31,32,33,36)	µg/l		EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	0,1		0	0	0	0
Idrocarburi C6=C10 come n-esano	µg/l	10	EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	-		<10	<10	<10	<10

Non sono state segnalate non conformità per quanto riguarda le analisi eseguite sui campioni di acqua di falda.

## 8.4 INDIVIDUAZIONE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Lo scopo è quello di definire un sistema di controllo quali-quantitativo dei corpi idrici sotterranei, al fine di valutare le potenziali alterazioni indotte dall'opera in fase di realizzazione e di esercizio

Il Monitoraggio Ambientale avrà quindi i seguenti obiettivi:

- correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evoluzione delle condizioni ambientali;
- garantire, durante la fase di costruzione, il controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste sulla componente e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive.

Le lavorazioni potenzialmente interferenti con le acque sotterranee sono quelle relative alla realizzazione delle fondazioni per la potenziale interferenza con la falda.

Nello specifico è previsto il monitoraggio, sia qualitativo che quantitativo, della falda attraverso prelievi e campionamenti da effettuarsi lungo l'asse principale e le bretelle all'interno di n° 10 piezometri del diametro di 3", (in modo da essere adatti anche al campionamento) tutti di nuova realizzazione in quanto 4 sono da spostare fuori dall'asse del tracciato e 6 da rifare perché attualmente troppo piccoli per poter soddisfare le condizioni di campionamento.

I nuovi piezometri, da realizzare in sostituzione di altrettanti esistenti e coinvolti dai lavori di realizzazione delle opere, saranno realizzati prima dell'inizio dei lavori, esternamente alle aree di lavorazione in modo da garantirne il funzionamento per tutto il periodo dei lavori e anche dopo il completamento dell'opera.

A seguire si indicano i piezometri oggetto di monitoraggio indicando il codice PMA e la corrispondenza con il codice dei piezometri realizzati per lo studio idrogeologico.

Cod. stazione di monitoraggio	Codice piezometro oggetto di controllo piezometrico per il progetto	Piezometri da rifare in quanto danneggiati a seguito della realizzazione dell'opera
AST_01	A_S02	Da rifare fuori asse
AST_02	A_S03	Da rifare fuori asse
AST_03	A_S04	Da rifare fuori asse
AST_04	A_S06	
AST_05	A_S07	
AST_06	A_S09	Da rifare fuori asse
AST_07	C_S05 bis	
AST_08	C_S07	
AST_09	D_S01	
AST_10	D_S02	

A seguire si riportano le informazioni relative ai piezometri oggetto di monitoraggio.

Stazione	Postazione indicativo	Coordinate		Posizione rispetto tracciato opera	Posizione rispetto andamento della falda	Quota intercettazione falda (m da p.c.)	Diámetro piez.	Profondità piezometro (m)
AST_01	Trincea	43.4298823° N	11.840715° E	NW	valle	5,76	3"	15
AST_02	OS01 -Muro	43.432274° N	11.842668° E	SE	monte	3,18	3"	20
AST_03	OS05-Paratia	43.433856° N	11.844812° E	NW	valle	0,47	3"	15
AST_04	OS06 Paratia-OM01 Gall. Ferroviaria	43.43679° N	11.851969° E	SE	Valle	12,63	3"	20
AST_05	OS06 Paratia-OM01 Gall. Ferroviaria	43.437473° N	11.851452° E	NW	monte	12,42	3"	25
AST_06	ST02 Sottovia	43.442214° N	11.856648° E	NW	valle	1,15	3"	15
AST_07	CV05 Viadotto	43.449831° N	11.814322° E	W	monte	11,09	3"	30
AST_08	CV06 Viadotto	43.45524° N	11.813446° E	E	Valle	9,15	3"	30

PROGETTAZIONE ATI:

AST_09	Rilevato	43.421961° N	11.836161° E	E	monte	1,07	3"	20
AST_10	ST03 Sottovia	43.419601° N	11.841426° E	E	Valle	1,3	3"	30

## 8.5 MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

### 8.5.1. METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

Il monitoraggio della componente acque sotterranee prevede l'esecuzione delle seguenti attività di campo e di laboratorio:

- operazione di spurgo del piezometro;
- misura del livello piezometrico;
- misura dei parametri chimico-fisici in situ;
- prelievo di campioni di acque sotterranee mediante tecnica low flow (utilizzo di basse portate (< 0,5 l/min) durante il campionamento in modo da produrre il minimo abbassamento nel livello del pozzo e la ridurre la turbolenza);
- analisi chimiche di laboratorio sui campioni prelevati.

Le misure di livello piezometrico statico all'interno dei piezometri di monitoraggio saranno eseguite mediante freatimetro dotato di segnalatore acustico al raggiungimento del livello.

Il prelievo di campioni di acque sotterranee nei fori piezometrici avverrà con modalità dinamica mediante spurgo con elettropompa per un periodo sufficiente ad estrarre 3-5 volumi specifici, verificando la stabilizzazione dei parametri chimico-fisici rilevabili in sito. Scopo dello spurgo è quello di consentire la stabilizzazione dei parametri chimico-fisici dell'acqua di falda presente all'interno dei piezometri. Tale stabilizzazione sarà verificata mediante l'utilizzo di sonda multiparametrica. I parametri indicatori (pH, potenziale redox, conducibilità elettrica e ossigeno disciolto) saranno costantemente monitorati durante lo spurgo e saranno successivamente riportati sul modulo di prelievo.

I campioni d'acqua, identificati con la sigla del piezometro, saranno raccolti in appositi contenitori su cui sarà applicata un'etichetta contenente la denominazione del campione, il punto di prelievo e la data.

La metodologia di analisi da adottare dovrà seguire le linee guida previste nel manuale "Metodi Analitici per le Acque" APAT CNR-IRSA, 2003

### 8.5.2. PARAMETRI OGGETTO DI MONITORAGGIO

Di seguito si riporta l'elenco dei parametri oggetto di analisi.

ACQUE SOTTERRANEE			
parametri	u.m.	limite di legge	limite di rivelabilità
<b>IDROLOGICI / IDROMORFOLOGICI</b>			
Livello idrico	m slm	-	
<b>FISICO-CHIMICI (IN SITU)</b>			
Conduttività elettrica a 20°C	µs/cm		
Ossigeno disciolto	mg/L		1
pH			
Portata volumetrica sorgenti	m <sup>3</sup> /s		

PROGETTAZIONE ATI:

ACQUE SOTTERRANEE			
parametri	u.m.	limite di legge	limite di rivelabilità
Potenziale Redox	mV		
Soggiacenza statica	m		
Temperatura dell'acqua	°C		
Temperatura dell'aria	°C		
CHIMICI (LABORATORIO)			
D.Lgs. n. 152/2006 ss.mm.ii - PARTE IV - Titolo V - Allegato 5 Tabella 2 'Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee'			
METALLI			
Arsenico	µg/L	10	0.25
Cadmio	µg/L	5	1
Cromo totale	µg/L	50	1
Cromo VI	µg/L	5	2
Ferro	µg/L	200	1
Manganese	µg/L	50	2
Nichel	µg/L	20	2
Piombo	µg/L	10	3
Rame	µg/L	1000	1
Zinco	µg/L	3000	25
INQUINANTI INORGANICI			
Solfati	mg/L	250	1
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI			
Benzene	µg/L	1	0.02
Etilbenzene	µg/L	50	0.02
Toluene	µg/L	15	0.02
p-Xilene	µg/L	10	0.04
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI			
1,1-Dicloroetilene	µg/L	0.05	0.005
1,2-Dicloroetano	µg/L	3	0.1
Clorometano	µg/L	1.5	0.3
Cloruro di vinile	µg/L	0.5	0.00001
Esaclorobutadiene	µg/L	0.15	0.005
Tetracloroetilene	µg/L	1.1	0.001
Tricloroetilene	µg/L	1.5	0.005
Triclorometano	µg/L	0.15	0.003
Sommatoria organoalogenati	µg/L	10	0.1
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI			
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/L	0.05	0.00001
1,1,2-Tricloroetano	µg/L	0.2	0.04
1,1-Dicloroetano	µg/L	810	0.5
1,2,3-Tricloropropano	µg/L	0.001	0.00001
1,2-Dicloroetilene	µg/L	60	0.5
1,2-Dicloropropano	µg/L	0.15	0.04

PROGETTAZIONE ATI:



ACQUE SOTTERRANEE			
parametri	u.m.	limite di legge	limite di rivelabilità
<b>AMMINE AROMATICHE</b>			
2,4'-DDD	µg/L	0.1	0.01
2,4'-DDE	µg/L	0.1	0.01
2,4'-DDT	µg/L	0.1	0.01
4,4'-DDD	µg/L	0.1	0.01
4,4'-DDE	µg/L	0.1	0.01
4,4'-DDT	µg/L	0.1	0.01
Aldrin	µg/L	0.03	0.01
Beta-esacloroesano	µg/L	0.1	0.01
Dieldrin	µg/L	0.03	0.01
<b>DIOSSINE E FURANI</b>			
Idrocarburi totali	µg/L	350	10
<b>Altro</b>			
MTBE	µg/L	40	2

## 8.6 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

La fase di monitoraggio in ante operam sarà essenzialmente finalizzata alla caratterizzazione dello stato attuale della componente ed avrà quindi la funzione di identificare il contesto qualitativo delle acque sotterranee, così da rendere disponibile gli elementi su cui confrontare, durante il periodo delle lavorazioni, i risultati dei monitoraggi effettuati.

Il monitoraggio in corso d'opera ha lo scopo principale di verificare che nella fase di realizzazione dell'opera non vengano indotte modifiche ai caratteri qualitativi e quantitativi del sistema delle acque sotterranee. Nel dettaglio, si procederà al confronto tra i valori dei parametri rilevati nell'ante operam con quelli che saranno misurati in questa fase, in modo da poter subito segnalare eventuali criticità.

Il monitoraggio post-operam si rende necessario per l'eventuale verifica di restituzione alla falda della qualità delle acque presente prima della realizzazione dell'infrastruttura e dell'esecuzione delle lavorazioni annesse e monitorare l'assenza di interferenza tra falda sotterranea e opera d'arte.

### Programma delle attività di monitoraggio

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

- **Ante Operam:** Il Monitoraggio Ante Operam delle acque sotterranee ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche della falda, in termini quantitativi e qualitativi, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dall'opera in progetto. Il monitoraggio AO ha infine lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche della falda tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente delle acque sotterranee. Stanti le premesse fornite, si opererà mediante analisi dei parametri fisico-chimici e del livello piezometrico. Le misurazioni dovranno essere effettuate nei sei mesi precedenti l'inizio dei lavori con una frequenza mensile per quanto riguarda le caratteristiche idrologiche, prevedendo quindi 6 misurazioni in un semestre. Mentre le misure dei parametri fisico-chimici dovranno essere effettuate con frequenza trimestrale, per un totale di due

misurazioni in 6 mesi. Le analisi in questa fase saranno utilizzate come valori di riferimento per lo stato di qualità dei corpi idrici superficiali per le analisi nelle fasi successive.

- **Corso d'Opera:** La definizione del programma temporale del monitoraggio delle acque sotterranee avverrà in relazione alle condizioni naturali (variazioni stagionali) e allo sviluppo dei lavori. Le misure delle caratteristiche idrologiche (piezometria) e dei parametri fisico-chimici dovranno essere effettuate con frequenza trimestrale, per un totale di 4 misurazioni ogni anno. Un opportuno confronto dei parametri rilevati in questa fase con quelli monitorati in AO permetterà una valutazione critica delle interferenze indotte dalle lavorazioni.
- **Post Operam:** il monitoraggio si rende necessario per l'eventuale verifica di restituzione alla falda della qualità delle acque presente prima della realizzazione dell'infrastruttura e dell'esecuzione delle lavorazioni annesse. I parametri previsti da monitorare sono gli stessi del monitoraggio AO e CO, definiti nei paragrafi precedenti. Le misurazioni dovranno essere effettuate nell'anno successivo al termine dei lavori con una frequenza trimestrale per quanto riguarda le caratteristiche idrologiche, prevedendo quindi 4 misurazioni in un anno. Mentre le misure dei parametri fisico-chimici dovranno essere effettuate con frequenza semestrale, per un totale di due misurazioni in un anno.

L'ubicazione dei punti è rappresentata nelle tavole allegate al progetto.

### Monitoraggio parametri idrologici (livello piezometrico)

#### *Ante Operam*

Codice punto	Frequenza
AST_01	Mensile nei sei mesi prima dell'inizio lavori (6 misure) Nei 6 mesi dovrà aversi cura di includere i periodi morbida e di magra della falda
AST_02	
AST_03	
AST_04	
AST_05	
AST_06	
AST_07	
AST_08	
AST_09	
AST_10	

#### *Corso d'Opera*

Codice punto	Frequenza
AST_01	Trimestrale nel periodo di realizzazione (4 misure/anno)
AST_02	
AST_03	
AST_04	
AST_05	
AST_06	
AST_07	
AST_08	
AST_09	
AST_10	

#### *Post Operam*

Codice punto	Frequenza
AST_01	Trimestrale nei dodici mesi dopo il termine dei lavori (4 misure/anno)
AST_02	
AST_03	
AST_04	
AST_05	

PROGETTAZIONE ATI:

AST_06	
AST_07	
AST_08	
AST_09	
AST_10	

**Monitoraggio parametri fisico-chimici (in situ e laboratorio)**

*Ante Operam*

<b>Codice punto</b>	<b>Frequenza</b>
AST_01	Trimestrale nei sei mesi prima dell'inizio lavori (2 misure) Nei 6 mesi dovrà aversi cura di includere i periodi morbida e di magra della falda
AST_02	
AST_03	
AST_04	
AST_05	
AST_06	
AST_07	
AST_08	
AST_09	
AST_10	

*Corso d'Opera*

<b>Codice punto</b>	<b>Frequenza</b>
AST_01	Trimestrale nel periodo di realizzazione (4 misure/anno)
AST_02	
AST_03	
AST_04	
AST_05	
AST_06	
AST_07	
AST_08	
AST_09	
AST_10	

*Post Operam*

<b>Codice punto</b>	<b>Frequenza</b>
AST_01	Semestrale nei dodici mesi dopo il termine dei lavori (2 misure/anno)
AST_02	
AST_03	
AST_04	
AST_05	
AST_06	
AST_07	
AST_08	
AST_09	
AST_10	

PROGETTAZIONE ATI:

## 8.7 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti per le acque superficiali.

	AO		CO		PO	
Codice punto	Parametri idrologici	Parametri fisico chimici	Parametri idrologici	Parametri fisico chimici	Parametri idrologici	Parametri fisico chimici
AST_01	6	2	8	8	4	2
AST_02	6	2	8	8	4	2
AST_03	6	2	8	8	4	2
AST_04	6	2	9	9	4	2
AST_05	6	2	9	9	4	2
AST_06	6	2	9	9	4	2
AST_07	6	2	8	8	4	2
AST_08	6	2	8	8	4	2
AST_09	6	2	3	3	4	2
AST_10	6	2	3	3	4	2

Il diverso numero di campagne di misura per le varie stazioni di monitoraggio nella fase in corso d'opera è dovuto al fatto che le misurazioni verranno effettuate nei vari punti di misura solo quando il punto è interessato dai lavori di realizzazione del tracciato di progetto nelle vicinanze.

In particolare i punti monitorati saranno:

- durante la fase 1A
  - AST\_09
  - AST\_10
- durante la fase 1B
  - AST\_01
  - AST\_02
  - AST\_03
  - AST\_07
  - AST\_08
- durante la fase 3
  - AST\_04
  - AST\_05
  - AST\_06

Per maggiori dettagli si rimanda alle tavole di cantierizzazione allegate al progetto.

PROGETTAZIONE ATI:

## 9 VEGETAZIONE

### 9.1 **NORMATIVA**

#### **Normativa comunitaria**

Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, (Direttiva Habitat). GU-CE n. 206 del 22 luglio 1992.

#### **Normativa Nazionale**

DPR 357/1997 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 semi-naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. S.O. alla G.U. n.248 del 23 ottobre 1997.

DPR 120/2003 Regolamento recante modifiche e integrazioni al Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. G.U. n. 124 del 30 maggio 2003

#### **Convenzioni internazionali**

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

### 9.2 **QUADRO PROGETTUALE DI RIFERIMENTO**

Le opere di progetto che interessano maggiormente le aree caratterizzate da vegetazione naturale sono rappresentate da tratti ordinari, viadotti e ponti.

In particolare si è scelto di sottoporre a monitoraggio vegetazionale:

- le aree a verde, che con la realizzazione dell'infrastruttura in progetto, si troveranno in posizione interclusa tra la E78 e la linea ferroviaria o tra la E 78 e strade secondarie;
- i nuclei arborei prossimi allo svincolo per Arezzo e all'incrocio con Via Salvadori ed alla rotatoria SR71, per la prossimità a cantieri operativi, rampe e cavalcavia che potrebbero influenzarne lo stato durante la realizzazione;
- le aree boschive di maggior entità che vengono attraversate o lambite dal tracciato, dalla realizzazione del viadotto San Giuliano (con la realizzazione di pile all'interno della stessa) e dal ramo di collegamento tra la rotatoria San Giuliano e la SP21.

### 9.3 **STATO QUALITATIVO ATTUALE**

La vegetazione naturale maggiormente rappresentata nel territorio indagato è quella ripariale presente in corrispondenza degli attraversamenti fluviali con una evoluzione limitata dalla pressione antropica che caratterizza il contesto areale in cui si inserisce l'opera.

In particolare, lungo il Canale Maestro, l'evoluzione è limitata dagli interventi di manutenzione cui è soggetta l'opera idraulica. La vegetazione arborea è sviluppata solo nella porzione a monte degli argini. Relativamente ai corsi d'acqua minori risulta che la vegetazione sia condizionata dalla pressione antropica che caratterizza le aree di progetto, in particolare ad opera delle pratiche agricole. Questo determina il suo confinamento a strette fasce a ridosso dei corsi d'acqua.

Di interesse sono alcuni nuclei di vegetazione naturale a carattere arboreo-arbustico, sparsi nell'ambito alluvionale.

PROGETTAZIONE ATI:

Lungo l'asse principale, poco prima dell'area produttiva di San Zeno, dove l'opera si sviluppa all'interno di una valle stretta per la presenza di due rilievi alto collinari, si rilevano aree naturali residuali, confinate fra la ferrovia e la SS. N. 73, e nuclei boscati. Esse sono di interesse in quanto sono di fatto delle "Stepping stone" fra due ambiti ad elevata naturalità. Infatti, le colline circostanti il tracciato sono caratterizzate da un mosaico paesaggistico con aree coltivate, lembi di vegetazione naturale, filari e elementi vegetali a carattere diffuso.

Oltre alla vegetazione ripariale, lungo la bretella che collega l'asse principale con l'A1, poco prima dell'attraversamento del Canale Maestro, sulla destra si interseca per un breve tratto un querceto termofilo.

## **9.4 MODALITÀ E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO**

### **9.4.1. POSSIBILI IMPATTI SULLA COMPONENTE**

La realizzazione dell'opera comporta come principale effetto sulla vegetazione la sottrazione di superficie naturaliforme ed il consumo di vegetazione con la conseguente scomparsa delle condizioni necessarie alla permanenza delle specie originarie.

L'impatto sulla vegetazione avviene principalmente in fase di cantiere con la perdita delle specie. Durante tale fase l'impatto è dovuto alla perdita di condizioni idonee al ricostituirsi di habitat naturaliformi e al conseguente aumento di specie alloctone e di specie comuni e sinantropiche.

Gli interventi di mitigazione sono volti principalmente a favorire l'integrazione dell'opera nel contesto ambientale, agricolo e antropico di riferimento. La loro riuscita è importante in quanto permette di ricucire le connessioni con il territorio circostante.

Il Piano di Monitoraggio ambientale relativo agli ambiti vegetazionali deve pertanto verificare l'insorgere degli impatti, consentendo, laddove possibile, interventi correttivi in corso d'opera al fine di minimizzarne l'entità.

Le indagini saranno svolte in aree di estensione limitata ma comunque rappresentative e adeguate agli scopi specifici dell'indagine, delineate mediante apposito sopralluogo.

Finalità del monitoraggio sulla componente

Il monitoraggio della componente vegetazione è finalizzato ai seguenti principali obiettivi:

- caratterizzare la vegetazione delle aree interessate dai lavori durante la fase ante operam
- caratterizzare e monitorare le aree e le specie di particolare interesse naturalistico, ecologico ed ambientale;
- monitorare l'evoluzione della vegetazione in corso d'opera e in fase post operam;
- verificare la variazione della qualità naturalistica ed ecologica nelle aree direttamente o indirettamente interessate dalla realizzazione delle opere, con specifico riferimento ai recettori maggiormente sensibili individuati nelle aree di interesse;
- mettere in atto misure di mitigazione e salvaguardia della vegetazione e dell'ambiente qualora si verificassero danni imputabili ai lavori;
- rilevare l'introduzione di specie sinantropiche a carattere invasivo.

### **9.4.2. CRITERI E METODOLOGIA DEL MONITORAGGIO SULLA COMPONENTE VEGETAZIONE**

Il seguente "Campo d'indagine" è stato individuato considerando le caratteristiche della componente vegetazionale dell'area d'indagine, al fine di monitorare l'impatto delle opere in modo efficace.

- **Analisi floristica per fasce campione**

PROGETTAZIONE ATI:

Per questo tipo di indagine sarà necessario definire itinerari lineari lungo i quali realizzare i censimenti della flora. Le fasce saranno opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi o gli elementi floristici più rappresentativi dell'area d'indagine. Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

1. I censimenti della flora devono essere realizzati lungo fasce di interesse, di larghezza non superiore ai 30 m, poste ai lati delle opere, opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine. Nell'area in esame gli itinerari saranno finalizzati per lo più alla caratterizzazione in senso sinantropico dei transetti floristici. In tale situazione si può infatti stimare meglio che in altri casi la variazione floristica quali-quantitativa dovuta ad interferenze esterne.
2. Il censimento delle specie vegetali deve comunque essere realizzato, percorrendo due itinerari paralleli, l'uno posto in prossimità delle opere di progetto e l'altro a maggiore distanza per tratti successivi di 100 m con percorsi ad "U". I censimenti si considereranno conclusi quando l'incremento delle specie censite, con il procedere dei tratti, è inferiore al 10% del totale rilevato fino a quel momento.
3. Il riconoscimento delle specie può avvenire in campagna quando il campione è certo al livello di specie; viceversa i campioni per i quali sussistono dubbi debbono essere prelevati e portati in laboratorio per un'analisi più approfondita con l'ausilio di un binoculare stereoscopico. Nel caso in cui i campioni siano rinvenuti con caratteri diagnostici non sufficienti per il loro riconoscimento (fiori, frutti) a livello di specie a causa del periodo fenologico non coincidente con quello dei rilevamenti, di essi si indica unicamente il Genere seguito da "SP". Viceversa, quando l'attribuzione specifica è possibile, ma qualche carattere sistematico non collima esattamente con quanto descritto nella Flora di S. Pignatti, si può utilizzare il simbolo cfr. Occorre precisare che il censimento floristico, effettuato nell'arco di una giornata consente unicamente la redazione di una flora indicativa della realtà ambientale dell'area in esame. Si devono segnalare le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico.

## 9.5 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI

L'individuazione dei punti di monitoraggio è stata finalizzata a rappresentare le diverse strategie di intervento al fine di evidenziare

Complessivamente sono state individuate 10 aree in corrispondenza delle quali saranno effettuati i rilevamenti previsti per il monitoraggio della vegetazione. Esse sono indicate nella tabella che segue con la relativa posizione indicativa.

### Asse principale

- VEG\_01 Nucleo arboreo prossimo allo svincolo per Arezzo
- VEG\_02 Incrocio Via Giulio Salvadori e E78
- VEG\_03 Area interclusa fra la E78 e la Ferrovia Roma-Firenze
- VEG\_04 Area interclusa fra la E78 e strada secondaria
- VEG\_05 Area interclusa fra la E78 e la Ferrovia Roma-Firenze

### Strada di collegamento -SR71

- VEG\_06: Area incolta prossima alla rotatoria SR71

### Raccordo A1 Arezzo-Battifolle

- VEG\_07 Bosco in area alluvionale prossimo fosso San Zeno
- VEG\_08 Querceto termofilo in ambito collinare
- VEG\_09 Area naturale in prossimità del Torrente Vingone, sotto al Viadotto San Giuliano

PROGETTAZIONE ATI:

- VEG\_10 Prossimità del Viadotto San Giuliano

Stazione	Postazione indicativa
	<b>Asse principale</b>
VEG_01	Nucleo arboreo prossimo allo svincolo per Arezzo
VEG_02	Incrocio Via Giulio Salvadori e E78
VEG_03	Area interclusa fra la E78 e la Ferrovia
VEG_04	Area interclusa fra la E78 e strada secondaria
VEG_05	Area interclusa fra la E78 e la Ferrovia
	<b>Strada di collegamento -SR71</b>
VEG_06	Area incolta prossima alla rotonda SR71
	<b>Raccordo A1 Arezzo-Battifolle</b>
VEG_07	Bosco in area alluvionale prossimo fosso San Zeno
VEG_08	Querceto termofilo in ambito collinare
VEG_09	Area naturale in prossimità del Torrente Vingone, sotto al Viadotto San Giuliano
VEG_10	Prossimità del Viadotto San Giuliano

Le aree all'interno delle quali saranno condotti i rilievi di monitoraggio, da verificare puntualmente in fase di attivazione del monitoraggio ante-operam, sono riportate nell'elaborato grafico "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

## 9.6 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti per la vegetazione.

Stazione	Fase monitoraggio	Fase cantiere	Durata fase	Frequenza	Numero misure
<b>Asse principale</b>					
VEG_01	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Trimestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori	6 anni	semestrale	12
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	un anno	semestrale	2
VEG_02	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Trimestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori	6 anni	semestrale	12
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	un anno	semestrale	2
VEG_03	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Trimestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori	6 anni	semestrale	12
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	un anno	semestrale	2
VEG_04	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Trimestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori	6 anni	semestrale	12
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	un anno	semestrale	2

PROGETTAZIONE ATI:



VEG_05	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Trimestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori	6 anni	semestrale	12
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	un anno	semestrale	2
<b>Strada di collegamento –SR71</b>					
VEG_06	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Trimestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori	6 anni	semestrale	12
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	un anno	semestrale	2
<b>Raccordo A1 Arezzo-Battifolle</b>					
VEG_07	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Trimestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori	6 anni	semestrale	12
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	un anno	semestrale	2
VEG_08	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Trimestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori	6 anni	semestrale	12
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	un anno	semestrale	2
VEG_09	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Trimestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori	6 anni	semestrale	12
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	un anno	semestrale	2
VEG_10	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	Trimestrale	2
	CO	Durante l'intera durata dei lavori	6 anni	semestrale	12
	PO	Per un anno dopo il termine dei lavori	un anno	semestrale	2

## 9.7 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti per la vegetazione.

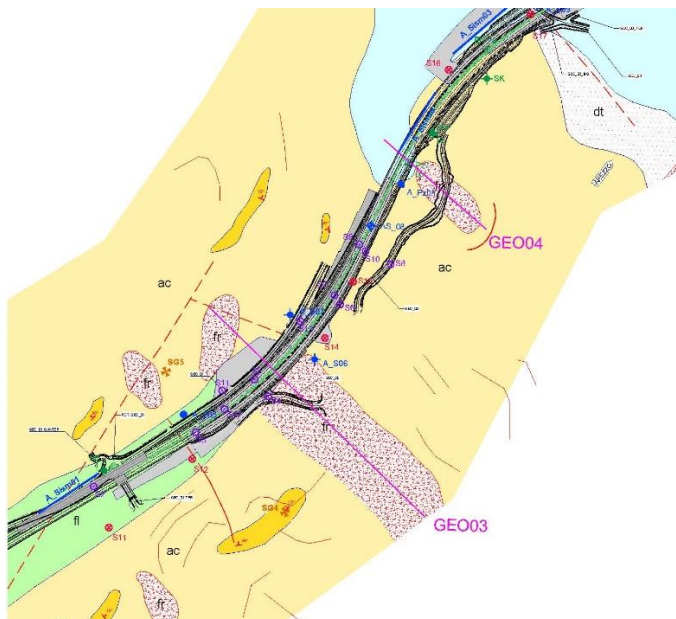
Stazione	AO	CO	PO	Tot.
VEG_01	2	12	2	16
VEG_02	2	12	2	16
VEG_03	2	12	2	16
VEG_04	2	12	2	16
VEG_05	2	12	2	16
VEG_06	2	12	2	16
VEG_07	2	12	2	16
VEG_08	2	12	2	16
VEG_09	2	12	2	16
VEG_10	2	12	2	16

PROGETTAZIONE ATI:

## 10 GEOMORFOLOGIA

Non vi sono frane direttamente interferite dal tracciato, il dissesto franoso più prossimo all'opera è rappresentato da una frana stabilizzata che lambisce la tratta San Zeno-Arezzo - Palazzo del Pero (Frana Ramo A – pk. 2+460 e 2+580), movimento gravitativo stabilizzato. I caratteri sostanziali e il posizionamento preciso sono descritti negli elaborati geologici T00GE01GEORE01, T00GE01GEOCG02, T00GE01GEOCG09, T00GE01GEOFG02 e T00GE01GEOSG01.

Durante la durata dei lavori si prevede la prosecuzione delle misure sui piezometri a tubo aperto degli strumenti installati nel 2021 per il controllo dello stato del "regime idrogeologico". Inoltre uno specifico monitoraggio geomorfologico è previsto in corrispondenza delle due frane individuate dalle sezioni geologico-geotecniche GEO3 e GEO4 che interessano opere minori della viabilità secondaria.



Per il controllo dei movimenti franosi individuati si prevede l'installazione della seguente strumentazione:

- N. 2 **inclinometri**, per il controllo degli spostamenti con la profondità;
- N. 2 **piezometri**, per il controllo degli spostamenti con la profondità.

Gli strumenti, piezometri ed inclinometri, saranno spinti sino a profondità di 15 m da p.c., e localizzati a monte del tratto di viabilità secondaria in progetto.

Il monitoraggio geomorfologico prevede la frequenza di letture indicata nella tabella seguente

TIPOLOGIA DI STRUMENTAZIONE	CORSO D'OPERA	N. LETTURE
Inclinometri	2/30gg	144
Piezometri	1/30gg	576

*Frequenza delle letture strumentazione monitoraggio geomorfologico*

Ogni ulteriore informazione sul monitoraggio geomorfologico è riportata all'interno degli elaborati che costituiscono il piano di monitoraggio strutturale e geotecnico, cui si rimanda per ogni approfondimento in merito.

PROGETTAZIONE ATI:

## 11 MONITORAGGIO CONDIZIONI DI TRAFFICO

Con riferimento alle procedure di Verifica di Ottemperanza (asse principale) e di Verifica di assoggettabilità a VIA (bretelle di collegamento), la presente versione aggiornata del PMA, recepisce le richieste/prescrizioni contenute nei seguenti atti:

### **Richiesta di integrazioni MASE (prot. 1185.06-02-2023):**

- p.to 3.3 - Con riferimento specifico alla realizzazione della bretella di collegamento E78 – SR71, si chiede al Proponente di analizzare l'incremento previsto dei mezzi pesanti sulla SR71 nel periodo di cantierizzazione, di prevedere un piano di monitoraggio delle condizioni di traffico da effettuare in fase di realizzazione delle opere e di indicare le possibili azioni ed interventi di mitigazione da attuare in caso di condizioni di criticità.

In riscontro a tale richiesta il PMA è stato integrato con il rilievo dei flussi di traffico lungo la SR71. Di seguito si riportano le caratteristiche delle campagne di misura da effettuare, nelle fasi AO e CO. Qualora i dati rilevati dovessero manifestare situazioni di particolare criticità in termini di livelli di servizio della viabilità in oggetto, sarà necessario rivedere l'organizzazione della viabilità in fase di cantiere.

### 11.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio del traffico verrà eseguito con lo scopo di verificare i livelli di traffico e le relative variazioni fra Ante Operam e Corso d'Opera lungo la SR71, durante il periodo di realizzazione della bretella di collegamento tra la E78 e la SR71, con particolare riferimento al transito di mezzi pesanti.

### 11.2 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Nella tabella successiva si riportano le sezioni di monitoraggio del traffico previste con le coordinate di riferimento.

Stazione	Posizione
TRA_01	Sezione stradale SR71 a nord della rotatoria di nuova realizzazione
TRA_02	Sezione stradale SR71 a sud della rotatoria di nuova realizzazione

### 11.3 PARAMETRI E METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

I parametri oggetto del monitoraggio del traffico su prefissate sezioni stradali saranno:

- distribuzione numerica per tipologia dei veicoli e velocità dei flussi in una determinata sezione.

Tali parametri dopo l'elaborazione forniranno il livello di servizio della viabilità monitorata (n° di mezzi su distribuzione oraria dei percorsi).

La scelta della metodologia di monitoraggio e campionamento prevede un sistema in grado di restituire il conteggio del flusso di traffico: lo strumento, posizionato in corrispondenza di una sezione stradale, conta il numero n° di veicoli transitati e fornisce quindi una misura del flusso in un periodo di tempo.

L'installazione dell'apparecchio avviene su di un palo collocato ai margini della strada in modo da registrare i veicoli senza interferire con il normale scorrere del traffico.

I dati sono memorizzati in base al veicolo: ogni singolo archivio di dati (data record) contiene informazioni su un particolare veicolo ed è composto dai parametri di velocità del veicolo in Km/h, lunghezza del veicolo in decimetri, intervallo di tempo in secondi, ora e data.

I conteggi dei flussi saranno effettuati per 24 ore consecutive per 7 giorni consecutivi, sempre aggregati ad intervalli di 15 minuti, classificando i veicoli in 4 categorie: autovetture, veicoli commerciali leggeri, autocarri e autobus, autotreni e articolati.

Si avrà cura di evitare di effettuare i rilievi di traffico in particolari periodi dell'anno, coincidenti con feste comandate, festività locali, mese di agosto o particolari periodi in cui il traffico veicolare potrebbe essere soggetto a flussi anomali o poco rappresentativi.

#### 11.4 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti per il traffico.

Stazione	Fase monitoraggio	Fase cantiere	Durata fase	Frequenza	Numero campagne
TRA_01	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	una rilevazione	1
	CO	Durante la durata dei lavori di realizzazione della bretella E78-SR71	10 mesi	semestrale	2
TRA_02	AO	Prima dell'inizio dei lavori	sei mesi	una rilevazione	1
	CO	Durante la durata dei lavori di realizzazione della bretella E78-SR71	10 mesi	semestrale	2

#### 11.5 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti per la vegetazione.

Stazione	AO	CO	PO	Tot.
TRA_01	1	2	-	3
TRA_02	1	2	-	3

### 12 MONITORAGGIO PRESTAZIONI ACUSTICHE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE

Con riferimento alle procedure di Verifica di Ottemperanza (Asse principale) e di Verifica di assoggettabilità a VIA (bretelle di collegamento), la presente versione aggiornata del PMA, recepisce le richieste/prescrizioni contenute nei seguenti atti:

#### **Richiesta di integrazioni MASE (prot.1185.06-02-2023):**

- p.to 6.5 - Circa le misure di mitigazione proposte, sulla base di quanto rilevato dalla ASL competente, si chiede al Proponente di valutare la fattibilità della realizzazione di asfalti fonoassorbenti in supporto alle barriere acustiche utilizzate nei modelli di studio, in quanto in grado di far rientrare le criticità emerse dallo studio dello scenario futuro post operam; di presentare uno specifico piano di monitoraggio di verifica dell'efficacia dei sistemi di abbattimento per la fase di esercizio presso i recettori critici.

In riscontro a tale richiesta il PMA è stato integrato con il monitoraggio delle prestazioni acustiche della pavimentazione stradale fonoassorbente prevista in progetto.

## 12.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

La pavimentazione drenante-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.

## 12.2 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

L'individuazione dei punti di misura è stata effettuata in conformità a criteri legati alle caratteristiche territoriali dell'ambito di studio ed alle caratteristiche dell'opera, tenendo conto dei risultati delle modellazioni acustiche eseguite.

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 punti di indagine in entrambe le direzioni, 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.

Nella tabella successiva si riportano le sezioni di monitoraggio del traffico previste con le coordinate di riferimento.

Stazione	Posizione
PAV_01	Asse principale dir. Fano - piazzola di sosta prg. 1+388
PAV_02	Asse principale dir. Grosseto - piazzola di sosta prg. 1+483
PAV_03	Asse principale dir. Fano - piazzola di sosta prg. 3+563
PAV_04	Asse principale dir. Grosseto - piazzola di sosta prg. 3+458
PAV_05	Bretella E78-A1 - dir. A1 - piazzola di servizio prg. 2+009
PAV_06	Bretella E78-A1 - dir. Arezzo - piazzola di servizio prg. 1+750

PROGETTAZIONE ATI:

### 12.3 PARAMETRI E METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

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 simili;
- 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'obbiettivo 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;

PROGETTAZIONE ATI:

#### 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;

PROGETTAZIONE ATI:

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

## **12.4 OPERAZIONI DI MISURA**

### **12.4.1. 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.

### **12.4.2. 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.

### **12.4.3. 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, LAeq,1s;
- livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI<sub>max</sub>, LAF<sub>max</sub>, LAS<sub>max</sub>);
- spettro di frequenza in 1/3 ottava ponderato A usando la ponderazione temporale F.

PROGETTAZIONE ATI:



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.

#### **12.4.4. 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.

#### **12.4.5. 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, Lmax, 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 acquisiti dal contatraffico, 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 (LVGh), 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.

## 12.5 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.

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 almeno un anno dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura.

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.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti.

Stazione	Fase monitoraggio	Fase cantiere	Durata fase	Frequenza	Numero campagne
PAV_01	PO (misura di rumore di 24 ore + traffico + meteo + temp.)	Successivo all'entrata in esercizio della pavimentazione	1 anno	semestrale	3
PAV_02	PO (misura di rumore di 24 ore + traffico + meteo + temp.)	Successivo all'entrata in esercizio della pavimentazione	1 anno	semestrale	3
PAV_03	PO (misura di rumore di 24 ore + traffico + meteo + temp.)	Successivo all'entrata in esercizio della pavimentazione	1 anno	semestrale	3
PAV_04	PO (misura di rumore di 24 ore + traffico + meteo + temp.)	Successivo all'entrata in esercizio della pavimentazione	1 anno	semestrale	3
PAV_05	PO (misura di rumore di 24 ore + traffico + meteo + temp.)	Successivo all'entrata in esercizio della pavimentazione	1 anno	semestrale	3
PAV_06	PO (misura di rumore di 24 ore + traffico + meteo + temp.)	Successivo all'entrata in esercizio della pavimentazione	1 anno	semestrale	3

## 12.6 SINTESI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva di tutti i monitoraggi previsti per la vegetazione.

Stazione	AO	CO	PO	Tot.
PAV_01	-	-	2	3
PAV_02	-	-	2	3
PAV_03	-	-	2	3

PROGETTAZIONE ATI:

PAV_04	-	-	2	3
PAV_05	-	-	2	3
PAV_06	-	-	2	3

### **13 GESTIONE DELLE ANOMALIE**

Per le componenti acque, suolo, atmosfera, rumore, 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, andranno attuate dall'Impresa le misure di salvaguardia e di corretta gestione del cantiere, 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.

#### **13.1 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;

### 13.2 GESTIONE ANOMALIE PER LE MATRICI RUMORE E ATMOSFERA

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 azioni correttive.

## 14 MODALITÀ DI ACQUISIZIONE E RESTITUZIONE DATI

### 14.1 ACQUISIZIONE 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.

Tutti i dati, per ciascuna componente monitorata, sono memorizzati su apposite "schede di rilievo".

Le schede sono da compilare per ciascun singolo rilievo, riportando le informazioni relative al punto di rilevamento, alla fase e alla campagna di misura, al metodo di misura e ai parametri rilevati.

Per completare le informazioni, a titolo indicativo, sono da riportare i cosiddetti 'parametri di inquadramento territoriale', ovvero toponimo; comune con relativo codice ISTAT; ubicazione dei ricettori sensibili; presenza e caratterizzazione di sorgenti inquinanti/di disturbo; descrizione delle principali caratteristiche del territorio quali copertura vegetale e tipologia dell'edificato.

Per le specifiche componenti si possono poi prevedere ulteriori informazioni utili a completare il quadro informativo.

La scheda si completa con l'eventuale documentazione fotografica e cartografica.

### 14.2 RESTITUZIONE DATI

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

Con la restituzione dei report e dei dati di monitoraggio verranno esplicitati i metodi di campionamento e di analisi adottati secondo i criteri descritti nei metodi ufficiali APAT/IRSA.

### **14.2.1. SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE (SIT)**

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, ovvero di un Sistema Informativo Territoriale (SIT).

Un SIT è l'insieme degli strumenti hardware e software e delle procedure di amministrazione ed utilizzo, attraverso il quale effettuare il complesso delle operazioni di caricamento (upload), registrazione, validazione, consultazione, elaborazione, scaricamento (download) e pubblicazione dei dati e dei documenti relativi, nel caso in oggetto, alle attività di monitoraggio ambientale descritto nel presente piano.

#### **14.2.1.1 Obiettivi generali del SIT**

Il SIT si configura come un vero e proprio strumento di lavoro a supporto della fase attuativa del PMA e pertanto deve andare a supportare i principali processi di recovery, conoscenza e comunicazione del dato. Con tale ottica deve essere concettualizzato il Sistema e quindi definita prima l'architettura generale e successivamente le piattaforme hardware e software e le politiche di gestione idonee al raggiungimento dello scopo.

Tra le funzionalità da implementare per conseguire gli obiettivi da perseguire, si annoverano:

- "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;
- accessibilità del dato per gli Enti istituzionalmente coinvolti nella vigilanza ambientale (ARPA Veneto, Regione Veneto, etc);
- 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;
- un Sito Web per la divulgazione delle informazioni al pubblico relative al progetto di monitoraggio stesso, all'avanzamento delle attività, alla pubblicazione dei documenti.

#### **14.2.1.2 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 MATIM ed ISPRA;
- gestione integrata di dati cartografici, alfanumerici e documentali;

PROGETTAZIONE ATI:

- possibilità di analisi spaziale e temporale dei dati;
- accessibilità, mediante credenziali, personalizzata per diversi utenti;
- facilità di estrazione dei dati
- sicurezza delle informazioni.

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

Il SIT dovrà supportare pienamente 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 da I presente PMA.

Nel corso del PMA si dovrà garantire l'integrità dell'intera banca dati, alfanumerica, cartografica e documentale, affinché nessun dato e informazione venga perduto.

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.

#### **14.2.1.3 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.

PROGETTAZIONE ATI:

#### 14.2.1.4 Interoperabilità del SIT

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

Il Sistema deve garantire 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 devono inoltre essere compatibili con la struttura logica e fisica del database 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.

### 14.3 LA REPORTISTICA

In ciascuna fase di monitoraggio, AO, CO e PO e con riferimento a ciascuna componente monitorata verrà redatta la seguente documentazione:

- **planimetria delle stazioni di monitoraggio** – aggiornamento della planimetria allegata al presente PMA, con esatta ubicazione delle stazioni, mediante rilievo delle coordinate GPS in campo.

In fase AO, prima dell'avvio delle attività, verrà verificata l'accessibilità, da parte di uomini e (se necessario) mezzi/attrezzature, alle stazioni indicate nel PMA. Al contempo, verrà verificata la rappresentatività delle stazioni rispetto al protocollo di monitoraggio da eseguire, in funzione del reale stato dei luoghi al momento dell'esecuzione del monitoraggio.

Nelle fasi CO e PO la planimetria dovrà essere aggiornata, ogni qual volta necessario, al fine di tenere conto della necessità di modificare/integrare il piano delle stazioni.

La planimetria eventualmente aggiornata, sostituirà la planimetria allegata al presente PMA e riporterà, oltre alle stazioni, l'intervento in progetto (tracciato o cantierizzazione).

- **schede monografiche dalle stazioni di monitoraggio** - schede da redigere per ciascuna stazione di monitoraggio, così come individuate nella "planimetria delle stazioni". Le schede rappresentano l'anagrafica delle stazioni, riportando le informazioni necessarie all'individuazione e caratterizzazione univoca della stazione stessa, ovvero: coordinate x,y,z del punto, codifica del punto, toponimo, codice ISTAT comune, provincia, regione, stralcio planimetrico in scala 1:5.000 o 1.000, indicazioni sullo stato dei (uso del suolo, edificato, etc).

Le schede verranno redatte una sola volta in fase AO ovvero ogni qual volta sia necessario aggiornare il piano delle stazioni. Le schede, una volta redatte, saranno di riferimento per tutte le fasi di monitoraggio successive. In qualunque fase di monitoraggio, ad una modifica/integrazione del piano delle stazioni corrisponderà un aggiornamento delle schede monografiche.

Le schede verranno codificate e strutturate come tabelle (file .EXCEL) utilizzando il seguente format, riportandovi le informazioni minime di seguito indicate:

SCHEDA STAZIONE	
codice stazione	
componente monitorata	

PROGETTAZIONE ATI:

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

- **schede di rilievo/campionamento** - schede redatte per ciascun rilievo/campionamento eseguito, per ciascuna fase di monitoraggio. Le schede riportano i dati e le informazioni per la corretta lettura ed interpretazione del dato, sia rilevato in campo sia analizzato in laboratorio. Le schede verranno codificate e strutturate come tabelle (file .EXCEL) utilizzando il format riportato in Appendice 1.

- **rapporti di campagna** - rapporti di monitoraggio periodici, redatti al termine di ogni campagna e con riferimento ad una singola componente. Il rapporto conterrà e descriverà tutti i dati rilevati nella specifica campagna, con riferimento ad ogni stazione monitorata per la componente. Ogni rapporto di campagna dovrà essere esaustivo ed indipendente, senza richiedere la consultazione di altri rapporti. Il rapporto verrà strutturato a partire dal seguente indice:

INDICE RAPPORTO DI CAMPAGNA
1. <b>Premessa</b> (componente, fase di monitoraggio, campagna 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 ( <i>quadro di sintesi</i> )
6. Sintesi e conclusioni (considerazioni e valutazioni sullo stato della componente)
7. Previsione interazioni componente - progetto (considerazioni, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive)
8. Indirizzo per il monitoraggio ambientale (fasi ante opera, corso d'opera, post opera)
9. Aggiornamento SIT (stato avanzamento caricamento, verifica e validazione dati nel SIT)
10. Bibliografia
Appendice 1 - Cronoprogramma avanzamento attività
Appendice 2 - Tabella riepilogativa componente-attività-rilievi
Appendice 3 - Documentazione fotografica

- **rapporto annuale AO/CO/PO** - rapporto di monitoraggio restituito con frequenza annuale, per ciascuna fase di monitoraggio AO, CO e PO. Il rapporto sarà riferito a tutte le attività eseguite nel corso dell'anno di monitoraggio e riporterà le informazioni relative a tutte le componenti oggetto del monitoraggio. Il rapporto, utilizzando e approfondendo le informazioni contenute nei "Rapporti di



campagna”, avrà carattere conclusivo per l’anno di monitoraggio, consentendo di caratterizzare in modo completo ed esaustivo lo stato di ciascuna componente.

Nel caso in cui la fase di monitoraggio abbia durata annuale o corrisponda all’ultimo anno di monitoraggio, il rapporto annuale coinciderà con il “Rapporto di fine fase” avendo quindi carattere conclusivo per l’intera fase di monitoraggio.

Il rapporto verrà strutturato a partire dal seguente indice

INDICE RAPPORTO ANNUALE / RAPPORTO DI FINE FASE
1. Introduzione (componente, fase di monitoraggio, finalità)
2. Area di studio ( <i>descrizione</i> )
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 della componente)
8. Previsione interazioni componente - progetto (considerazioni conclusive, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive)
9. Indirizzo per le fasi di monitoraggio successive ( <i>fasi corso d’opera e post opera</i> )
10. Bibliografia
Appendice 1 - Grafici / tabelle
Appendice 2 - Documentazione fotografica

- **rapporto di fine fase AO/CO/PO** - rapporto di monitoraggio restituito al termine di ciascuna fase di monitoraggio AO, CO e PO. Il rapporto sarà riferito a tutte le attività eseguite nel corso della fase di monitoraggio e riporterà le informazioni relative a tutte le componenti oggetto del monitoraggio. Il rapporto, utilizzando e approfondendo le informazioni contenute nei “Rapporti di campagna” e nei “Rapporti annuali”, anche delle eventuali fasi precedenti, avrà carattere conclusivo per la fase di monitoraggio, consentendo di caratterizzare in modo completo ed esaustivo lo stato di ciascuna componente.

Nel caso in cui la fase di monitoraggio abbia durata annuale o il rapporto sia riferito all’ultimo periodo di monitoraggio, il “Rapporto di fine fase” sostituirà il “Rapporto annuale” restituendo tutti i dati e le analisi relativi alle attività di fase.

Il rapporto verrà strutturato a partire dall’indice di cui al precedente “Rapporto annuale”.

- **certificati di taratura della strumentazione**: La strumentazione utilizzata per i rilievi deve essere sottoposta a verifica di taratura in appositi centri specializzati almeno una volta ogni due anni. Il risultato della taratura effettuata deve essere validato da un apposito certificato. Da restituire assieme ai rapporti di campagna.

- **Certificati di laboratorio**.

Da restituire assieme ai rapporti di campagna.

#### 14.3.1. FREQUENZA DI RESTITUZIONE DELLA REPORTISTICA

Di seguito si riporta una tabella di sintesi, con le frequenze di restituzione della reportistica sopra elencata:

reportistica	AO	CO	PO
<b>SCHEDE MONOGRAFICHE STAZIONI</b>	1 per ciascuna	solo se variate	solo se variate

PROGETTAZIONE ATI:

(individuazione stazioni di monitoraggio)	stazione		
<b>SCHEDE RILIEVO</b> (restituzione e memorizzazione dati)	1 per ciascuna campagna	1 per ciascuna campagna	1 per ciascuna campagna
<b>RAPPORTI DI CAMPAGNA</b>	1 per ciascuna campagna	4/anno (trimestrali)	1 per ciascuna campagna
<b>RAPPORTI ANNUALI / DI FINE FASE</b>	1	1/anno	1

#### 14.4 GESTIONE DELLE SEGNALAZIONI

Il Piano di monitoraggio è stato implementato prevedendo la possibilità, attivando un sito dedicato su una piattaforma da concordare con ARPAT, da parte dei cittadini di fare segnalazioni per eventuali criticità durante le fasi di cantiere e di esercizio

L'attuazione del Piano prevedrà l'organizzazione di un gruppo di lavoro con un referente per la raccolta e la trasmissione dei dati agli enti di controllo, lo stesso analizzerà le richieste e implementerà le attività di monitoraggio per le componenti ambientali impattate e per le quali si è ricevuto la segnalazione.

A seguito dei controlli si attueranno le misure di mitigazione necessarie (esempio barriere fonoassorbenti mobili se il problema è legato alla rumorosità in fase di cantiere). Tutta la procedura legata alle segnalazioni e alle azioni conseguenti sarà tracciata attraverso la comunicazione tempestiva ad ARPAT.

PROGETTAZIONE ATI:

## 15 SCHEDE DI RILEVAMENTO DATI

Si riporta a seguire il format da utilizzare per la restituzione dei dati in campo e di laboratorio, ovvero delle *schede rilievo*:

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
1	XXX0n_0m	XXX0n																		
2	XXX0n_0m	XXX0n																		
	XXX0n = codice stazione																			
	0m = numero progressivo rilievo																			

id.	Codice Campione	Codice rapporto di prova	Codice stazione	Profondità Rilievo/Misura (min)	Profondità Rilievo/Misura (max)	Unità misura profondità rilievo/misura	fase di monitoraggio	componente monitorata	tipo rilievo/misura	strumentazione	metodo / procedura campionamento	metodo preparazione campione (laboratorio)	metodo analisi campione	matrice ambientale	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) prelievo campione	laboratorio	soggetto incaricato	note
1	AST0n_0m		AST0n																						
2	AST0n_0m		AST0n																						
	XXX0n = codice stazione																								
	0m = numero progressivo campione																								

PROGETTAZIONE ATI:



RUM - Rumore - in continuo 7 gg			
RUM_01	Residenziale	1	- 1
RUM_02	Residenziale	1	- 1
RUM_03	Residenziale	1	- 1
RUM_04	Residenziale	1	- 1
RUM_05	Residenziale	1	- 1
RUM_06	Residenziale	1	- 1
RUM_07	Residenziale	1	- 1
RUM_08	Residenziale	1	- 1
RUM_09	Residenziale	1	- 1
RUM_10	Residenziale	-	- 1
RUM_11	Residenziale	-	- 1
RUM_12	Residenziale	-	- 1
RUM - Rumore - in continuo 24 ore			
RUM_01	Residenziale	-	- 24
RUM_02	Residenziale	-	- 24
RUM_03	Residenziale	-	- 24
RUM_04	Residenziale	-	- 24
RUM_05	Residenziale	-	- 24
RUM_06	Residenziale	-	- 24
RUM_07	Residenziale	-	- 24
RUM_08	Residenziale	-	- 24
RUM_09	Residenziale	-	- 24
RUM - Rumore			
RUM_01	Residenziale		1
SUO - Suolo			
SUO_01.a	Cantiere Operativo C_01.a	1	- 1
SUO_01.b	Cantiere Operativo C_01.b	1	- 1
SUO_02	Cantiere Operativo C_02	1	- 1
SUO_03	Cantiere Operativo C_03	1	- 1
SUO_04	Cantiere Operativo C_04	1	- 1
SUO_05	Cantiere Operativo C_05	1	- 1
SUO_06	Cantiere Operativo C_06	1	- 1
SUO_07	Cantiere Operativo C_07	1	- 1
SUO_08.a	Cantiere Operativo C_08.a	1	- 1
SUO_08.b	Cantiere Operativo C_08.b	1	- 1
SUO_09	Cantiere Operativo C_09	1	- 1
SUO_10	Cantiere Operativo C_10	1	- 1
SUO_11	Cantiere Operativo C_11	1	- 1
SUO_12	Cantiere Operativo C_12	1	- 1
SUO_13	Cantiere Operativo C_13	1	- 1
SUO_14	Cantiere Operativo C_14	1	- 1
SUO_15	Cantiere Operativo C_15	1	- 1
SUO_16	Cantiere Operativo C_16	1	- 1
SUO_17	Cantiere Operativo C_17	1	- 1
SUO_18	Cantiere base CB1	1	- 1
SUO_19	Cantiere base CB2.a	1	- 1
Sottosuolo e Acque sotterranee - livello piezometrico			
AST_01	Piezometro A_S02	6	8 4
AST_02	Piezometro A_S03	6	8 4
AST_03	Piezometro A_S04	6	8 4
AST_07	Piezometro C_S05 bis	6	8 4
AST_08	Piezometro C_S07	6	8 4
AST_04	Piezometro A_S06	6	9 4
AST_05	Piezometro A_S07	6	9 4
AST_06	Piezometro A_S09	6	9 4
AST_09	Piezometro D_S01	6	3 4
AST_10	Piezometro D_S02	6	3 4

PROGETTAZIONE ATI:

Sottosuolo e Acque sotterranee - parametri fisico-chimici		
AST_01	Piezometro A_S02	2 8 2
AST_02	Piezometro A_S03	2 8 2
AST_03	Piezometro A_S04	2 8 2
AST_07	Piezometro C_S05 bis	2 8 2
AST_08	Piezometro C_S07	2 8 2
AST_04	Piezometro A_S06	2 9 2
AST_05	Piezometro A_S07	2 9 2
AST_06	Piezometro A_S09	2 9 2
AST_09	Piezometro D_S01	2 3 2
AST_10	Piezometro D_S02	2 3 2
VEG - Vegetazione		
VEG_01	Nucleo arboreo prossimo allo svincolo per Arezzo	2 12 2
VEG_02	Incrocio Via Giulio Salvadori e E78	2 12 2
VEG_03	Area interclusa fra la E78 e la Ferrovia	2 12 2
VEG_04	Area interclusa fra la E78 e strada secondaria	2 12 2
VEG_05	Area interclusa fra la E78 e la Ferrovia	2 12 2
VEG_06	Area incolta prossima alla rotonda SR71	2 12 2
VEG_07	Bosco in area alluvionale prossimo fosso San Zeno	2 12 2
VEG_08	Querceto termofilo in ambito collinare	2 12 2
VEG_09	Area naturale in prossimità del Torrente Vingone, sotto al Viadotto San Giuliano	2 12 2
VEG_10	Prossimità del Viadotto San Giuliano	2 12 2
TRA - Traffico		
TRA_01	sezione stradale SR71 a nord della rotonda di nuova realizzazione	1 2 -
TRA_02	sezione stradale SR71 a sud della rotonda di nuova realizzazione	1 2 -
PAV - Prestazioni acustiche pavimentazione		
PAV_01	Asse principale dir. Fano - piazzola di sosta prg. 1+388	- - 3
PAV_02	Asse principale dir. Grosseto - piazzola di sosta prg. 1+483	- - 3
PAV_03	Asse principale dir. Fano - piazzola di sosta prg. 3+563	- - 3
PAV_04	Asse principale dir. Grosseto - piazzola di sosta prg. 3+458	- - 3
PAV_05	Bretella E78-A1 - dir. A1 - piazzola di servizio prg. 2+009	- - 3
PAV_06	Bretella E78-A1 - dir. Arezzo - piazzola di servizio prg. 1+750	- - 3

PROGETTAZIONE ATI: