



## PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

### MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA ACQUEDOTTISTICO DEL PESCHIERA PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA

SUB COMMISSARIO ING. MASSIMO PATERNOSTRO

**aceq**  
acqua  
ACEA ATO 2 SPA



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. PhD Alessia Delle Site

SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Avv. Vittorio Gennari

Sig.ra Claudia Iacobelli

Ing. Barnaba Paglia

**aceo**  
Ingegneria  
e servizi



ELABORATO

A246 SIA RO10 1

COD. ATO2 ASI10607

DATA MAGGIO 2022      SCALA -

Progetto di sicurezza e ammodernamento  
dell'approvvigionamento della città  
metropolitana di Roma

"Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema  
idrico del Peschiera",

L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	10/22	AGGIORNAMENTO ELABORATI MITE e CSSLPP	
2			
3			
4			
5			
6			

Sottoprogetto  
CONDOTTA MONTE CASTELLONE – COLLE  
S.ANGELO (VALMONTONE)

(con il finanziamento dell'Unione  
europea – Next Generation EU)



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA  
ED ECONOMICA

CUP G91B2100006460002

#### TEAM DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE PROGETTAZIONE      CONSULENTI  
Ing. Angelo Marchetti                  VDP S.r.l.

CAPO PROGETTO  
Ing. Viviana Angeloro

ASPETTI AMBIENTALI  
Ing. PhD Nicoletta Stracqualursi

Ing. Francesca Giorgi

Hanno collaborato:  
Ing. Francesca Giorgi

Paes. Fabiola Gennaro

Geol. Simone Febo

Ing. Simone Leoni

Ing. PhD Serena Conserva

Geol. Filippo Arsie

Geol. Paolo Caporossi

PIANO PRELIMINARE DI MONITORAGGIO

RELAZIONE GENERALE



## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>4</b>
1.1	PREMESSA	4
1.2	BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
1.3	DESCRIZIONE DELLE AREE DI CANTIERE	9
1.4	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	10
1.5	CRITERI BASE PER IL PIANO DI MONITORAGGIO	12
1.6	GESTIONE E RESTITUZIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO	13
<b>2</b>	<b>STRUTTURA DEL PIANO E DEFINIZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO</b>	<b>15</b>
2.1	ARTICOLAZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO PROPOSTO	15
2.2	COMPONENTI OGGETTO DI MONITORAGGIO	16
<b>3</b>	<b>PROGRAMMA E DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ</b>	<b>19</b>
3.1	ARIA E CLIMA	19
3.1.1	Premessa	19
3.1.2	Individuazione delle aree da monitorare e dei punti di monitoraggio	20
3.1.3	Parametri da monitorare	22
3.1.4	Strumentazione impiegata per il monitoraggio	24
3.1.5	Frequenza e durata del monitoraggio	29
3.2	ACQUE SUPERFICIALI	32
3.2.1	Obiettivi del monitoraggio	32
3.2.2	Criteri metodologici	32
3.2.3	Identificazione degli impatti da monitorare	33
3.2.4	Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio	33

3.2.5 Criteri di identificazione dei punti di monitoraggio .....	41
3.2.6 Frequenza e durata del monitoraggio .....	44
<b>3.3 ACQUE SOTTERRANEE .....</b>	<b>48</b>
3.3.1 Obiettivi del monitoraggio .....	48
3.3.2 Criteri metodologici .....	48
3.3.3 Identificazione degli impatti da monitorare.....	49
3.3.4 Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio.....	50
3.3.5 Criteri di identificazione dei punti di monitoraggio .....	55
3.3.6 Frequenza e durata del monitoraggio .....	58
<b>3.4 SUOLO E SOTTOSUOLO.....</b>	<b>62</b>
3.4.1 Obiettivi del monitoraggio .....	62
3.4.2 Criteri metodologici .....	62
3.4.3 Identificazione degli impatti da monitorare.....	63
3.4.4 Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio.....	63
3.4.5 Criteri di identificazione dei punti di monitoraggio .....	68
3.4.6 Frequenza e durata del monitoraggio .....	71
<b>3.5 FLORA E VEGETAZIONE.....</b>	<b>75</b>
3.5.1 Obiettivi del monitoraggio .....	75
3.5.2 Definizione delle indagini.....	75
3.5.3 Identificazione dei punti di monitoraggio.....	79
3.5.4 Programma delle attività.....	82
<b>3.6 RUMORE.....</b>	<b>83</b>
3.6.1 Premessa .....	83
3.6.2 Individuazione delle aree da monitorare e punti di monitoraggio.....	83
3.6.3 Parametri da monitorare .....	85

---

3.6.4 Strumentazione per il rilevamento e metodologia .....	88
3.6.5 Frequenza e durata del monitoraggio .....	89
<b>3.7 VIBRAZIONI.....</b>	<b>92</b>
3.7.1 Premessa .....	92
3.7.2 Individuazione delle aree da monitorare e punti di monitoraggio.....	92
3.7.3 Parametri da monitorare .....	94
3.7.4 Strumentazione per il rilevamento e metodologia .....	95
3.7.5 Frequenza e durata del monitoraggio .....	96

## **1 INTRODUZIONE**

### **1.1 Premessa**

Il presente documento costituisce la proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) del progetto relativo alla realizzazione di una nuova condotta DN 1000/600 che dall’arrivo della condotta DN 800 dell’Acquedotto N.A.S.C. al partitore M.te Castellone (posto nel Comune di S. Vito Romano) raggiunga il partitore Colle S. Angelo (posto in Comune di Valmontone).

Il tratto intermedio, del nuovo collegamento in questione, da Genazzano a Cave, è già stato realizzato nell’ambito dell’appalto “Nuova condotta DN 600/300 in variante da Genazzano a Cave”.

Con la realizzazione dell’intervento di progetto, sarà possibile alimentare sia Cave che Genazzano dal N.A.S.C., abbandonando la vecchia tratta Olevano – Genazzano – Cave del V.A.S., soggetta a frequenti disservizi ed inoltre con la realizzazione del successivo tronco da Cave al partitore Colle S. Angelo (Comune di Valmontone) e la sua connessione alla tratta tra i partitori I Colli e Colle Illirio, sarà disponibile una seconda linea di alimentazione verso i comuni dei Monti Lepini, aumentando l’affidabilità di esercizio di tutto il sistema acquedottistico.

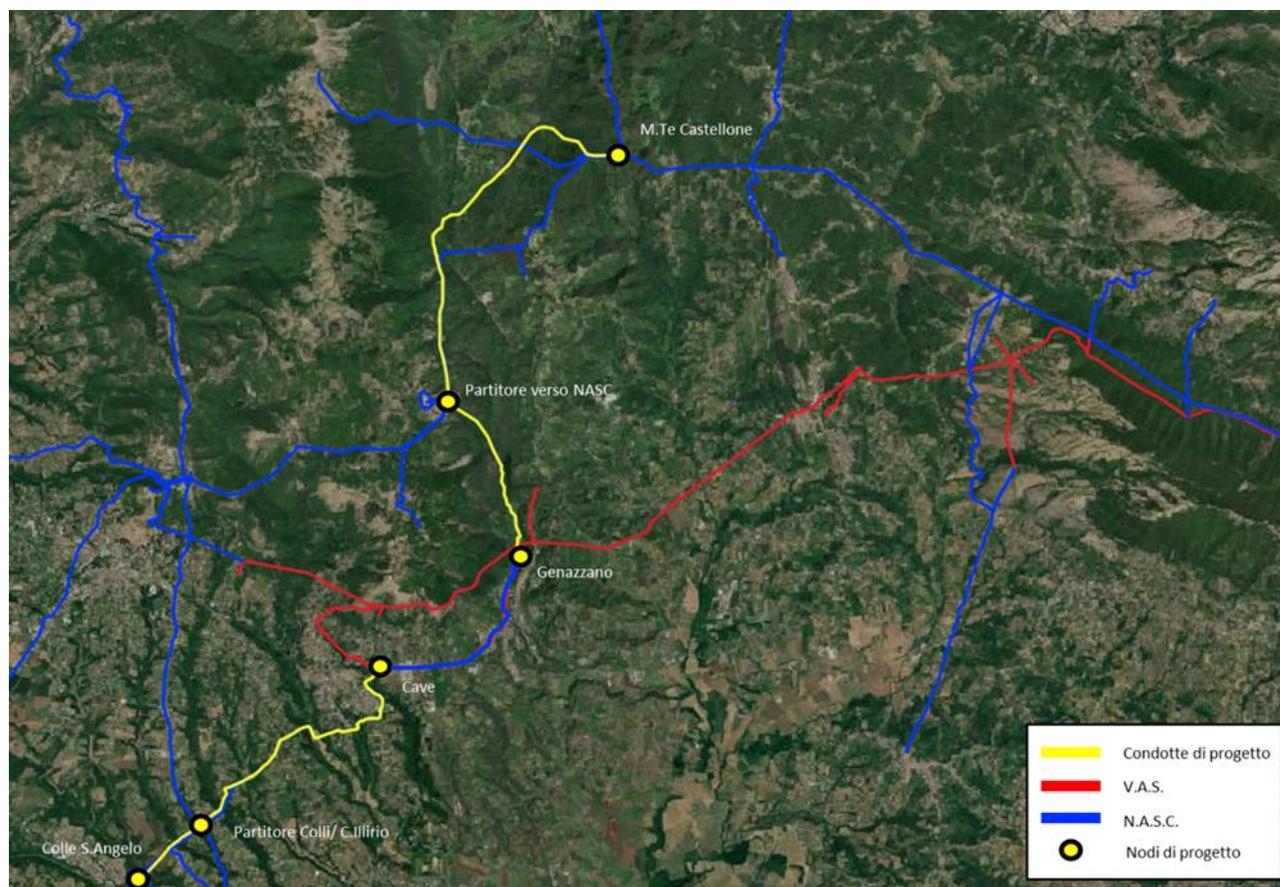


Figura 1-1- Corografia generale di localizzazione delle condotte di progetto e delle condotte esistenti

## 1.2 Breve descrizione del progetto

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova linea di adduzione dal partitore Monte Castellone (posto nel Comune di S. Vito Romano) al partitore Colle S. Angelo (posto in Comune di Valmontone) nell’ambito del sistema acquedottistico Simbrivio.

In particolare, il presente progetto riguarda la realizzazione dei seguenti due tronchi di completamento:

- il tratto di monte, dal partitore Monte Castellone del N.A.S.C. (Nuovo Acquedotto Simbrivio Castelli) all’allaccio dell’esistente condotta DN 600;

- il tratto di valle, dalla derivazione dell’anzidetta condotta esistente DN 600 lungo la SP Prenestina presso Cave, al partitore di Colle S. Angelo in Comune di Valmontone.

La lunghezza complessiva dei due tronchi è pari a circa. 16,5 km.

### ***Tratto di monte: collegamento da M.te Castellone al partitore di Genazzano***

Il tracciato della condotta DN 1000/600 per una lunghezza complessiva di ca. 11 km, non interessa zone in frana e prevede, nella parte iniziale (Condotta DN 1000) anche la bonifica, sostituendolo, dell’attuale tracciato del DN 700 dell’Acquedotto N.A.S.C in uscita da M.te Castellone.

La condotta di progetto DN 1000 si collega all’esistente DN 800 del N.A.S.C. al partitore di Monte Castellone, ubicato all’estremità nord-orientale del territorio del Comune di S. Vito Romano, presso il confine con il territorio del Comune di Bellegra.

Il tracciato previsto, dopo un breve tratto in Comune di S. Vito Romano, devia verso Ovest nel Comune di Pisoniano; la condotta di progetto prosegue in direzione sud, passando nuovamente in Comune di S. Vito Romano, e successivamente nel territorio del Comune di Capranica Prenestina dove si ricollega all’esistente N.A.S.C. DN 700 in prossimità della località Vadarna.

Qui è previsto un partitore da cui si dirama il secondo tratto di progetto DN 600, il cui tracciato, rientrando nel Comune di S. Vito Romano, passa successivamente in Comune di Genazzano fino ad allacciarsi, in località La Valle, al tratto iniziale della condotta esistente DN 600 Genazzano Cave.

### ***Tratto di Valle: Condotta DN 600 da Cave a Colle S. Angelo (Valmontone)***

Il tratto di valle ha inizio in un partitore di progetto localizzato in Via Madonna del Campo (ex SS 155 di Fiuggi) nel comune di Cave, collegandosi al tratto finale del DN 600 della condotta Genazzano-Cave subito a valle del cimitero comunale.

Quindi la condotta di progetto scende in campagna, in direzione sud-ovest, per attraversare la Valle ed il Fosso Cauzza in subalveo, provvedendo al rivestimento del fondo e delle sponde con materassi in rete metallica riempiti con ciottoli e pietrame.

Risalito il versante sinistro della valle del Fosso Cauzza, il tracciato di progetto prosegue in campagna, costeggiando in direzione sud-est Via delle Noci ed a seguire il ciglio dell’anzidetto versante.

Successivamente il tracciato attraversa ampie ma profonde incisioni, quali la valle del Fosso di Cave, la Valle dei Pischeri e la valle degli Archi; per il superamento di tali versanti particolarmente acclivi, è stato previsto l’approccio lungo la linea di massima pendenza, garantendo la stabilità al terreno di rinterro della trincea di posa lungo detti versanti scoscesi mediante la realizzazione di idonee tecniche di ingegneria naturalistiche.

I corpi idrici del Fosso di Cave e del Fosso Savo verranno attraversati in subalveo prevedendo il rivestimento dell’alveo con materassi di tipo reno.

Anche il versante di risalita della Valle degli Archi si presenta particolarmente scosceso e verrà superato adottando gli accorgimenti previsti nelle analoghe precedenti situazioni.

In corrispondenza dell’attraversamento della SP 55a è previsto la derivazione di una tubazione DN 300 di collegamento all’anzidetta adduttrice DN 500 “I Colli – Colle Illirio”, che si innesta al DN 500 in un manufatto seminterrato realizzato fuori strada, per permettere l’alloggiamento delle saracinesche di sezionamento dei due rami del DN 500 diretti verso Palestrina e verso Valmontone.

Sull’anzidetto DN 300 di collegamento è previsto un manufatto di sezionamento con sfiato, ubicato presso la derivazione dal DN 600 di progetto, ed un secondo manufatto per l’installazione del misuratore della portata derivata.

Superata l’intersezione con la SP 55a Pedemontana II, il tracciato di progetto si affianca a quello della vecchia tubazione DN 300 dell’acquedotto V.A.S. che da Cave proseguiva verso Velletri, risalendo il versante est di Colle Pereto che si presenta

particolarmente scosceso e verrà superato adottando gli accorgimenti previsti nelle analoghe precedenti situazioni.

La condotta di progetto termina, all’esterno della parete ovest del partitore esistente Colle S. Angelo, con un piatto cieco montato sulla sua testata interrata; è previsto un manufatto seminterrato che alloggerà: la saracinesca di sezionamento finale del DN 600 di progetto, il suo by-pass di emergenza DN 100, nonché la derivazione di una tubazione DN 100 di collegamento alla tubazione DN 300 che attualmente alimenta il Partitore Colle S. Angelo dall’adduttrice DN 400 “I Colli – Colle Illirio”.

Alla partenza di detta tubazione DN 100 di collegamento è prevista una saracinesca di sezionamento ed una apparecchiatura di misura della portata, poste all’interno dello stesso manufatto finale del DN 600 di progetto.

Le opere di nuova realizzazione previste nel presente intervento sono riassunte di seguito.

<b>ID</b>	<b>Descrizione</b>
T1-1	Manufatto di partenza da Monte Castellone
T1-1.1	Manufatto di misura della portata e TLC
T1 - 2	Partitore di progetto località Vadarna
T1 -3	Manufatto di collegamento alla condotta Genazzano – Cave- A
T2 -1	Manufatto di collegamento alla condotta Genazzano – Cave- B
T2 -2	Manufatto di collegamento alla nuova condotta DN500 “I Colli – Colle Illirio”
T2 -3	Manufatto di collegamento al partitore Colle S. Angelo

*Tabella 1-1 Nomenclatura dei manufatti di nuova realizzazione*

Per una descrizione più dettagliata del progetto e delle opere ad esso connesse si rimanda agli elaborati specifici.

### 1.3 Descrizione delle aree di cantiere

Di seguito viene fornita una descrizione dettagliata per ciascun area di cantiere base, che nel presente progetto sono 3.

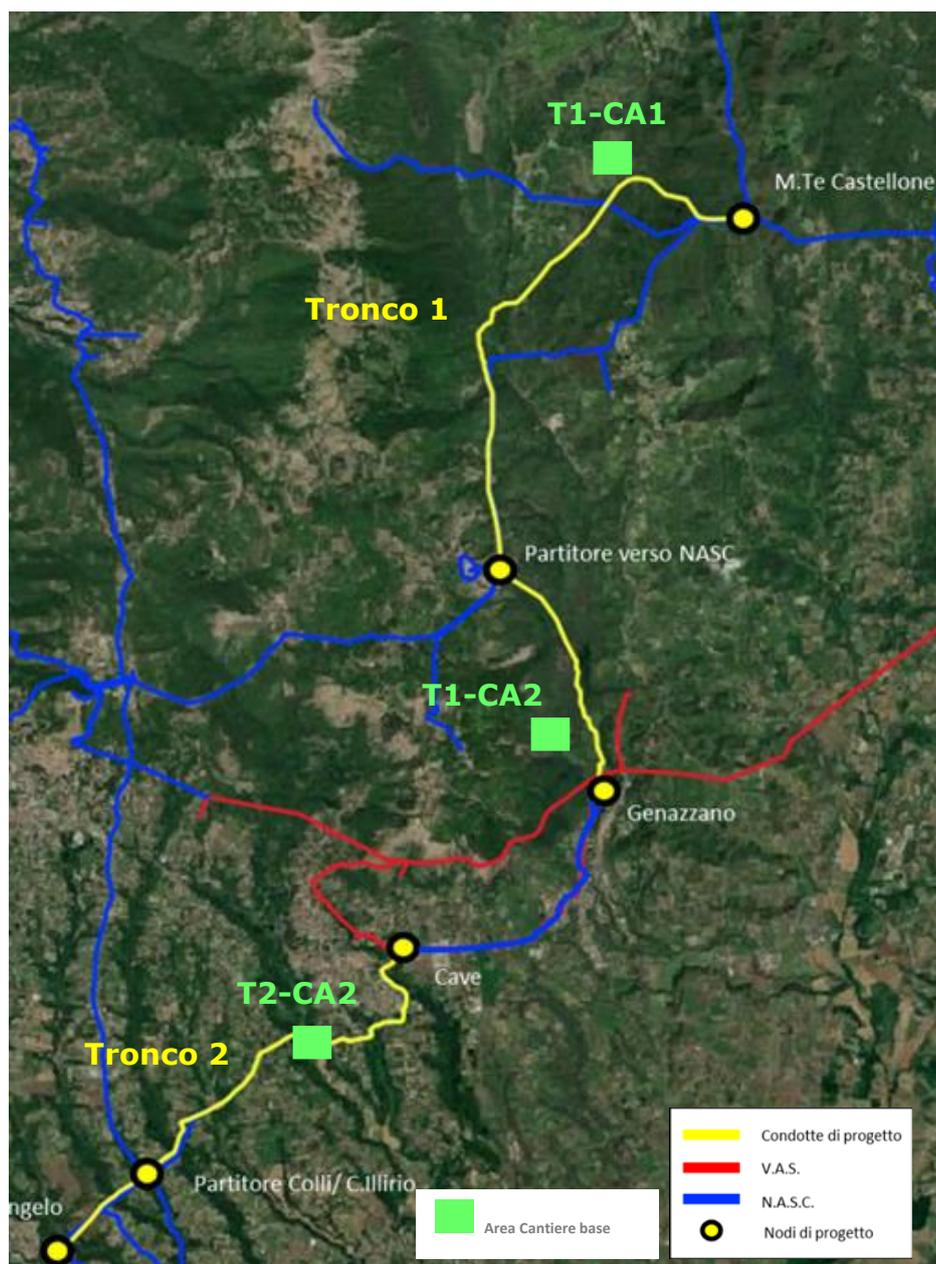


Figura 1-2 Inquadramento territoriale delle aree di cantiere base

L'infrastruttura lineare può considerarsi, facendo riferimento in particolare alla fase di esecuzione delle opere, come un susseguirsi di aree puntuali di cantiere.

<i>Tronco</i>	<b>CANTIERE</b>	<b>AREA [mq]</b>
<b>Tronco 1</b>	<b>Cantiere Base T1-CA1</b>	8.109,00
	Cantiere Temporaneo T1-CA2.1	1.605,00
	Cantiere Temporaneo T1-CA2.2	1.667,00
	<b>Cantiere Base T1-CA2</b>	11.236,00
<b>Tronco 2</b>	Cantiere Temporaneo T2-CA1	1.280,00
	<b>Cantiere Base T2-CA2</b>	7.267,00
	Cantiere Temporaneo T2-CA2.1	765,00
	Cantiere Temporaneo T2-CA2.2	1.577,00
	Cantiere Temporaneo T2-CA2.3	620,00
	Cantiere Temporaneo T2-CA2.4	1.513,00
	Cantiere Temporaneo T2-CA2.5	2.800,00
	Cantiere Temporaneo T2-CA2.6	1.070,00

Per una descrizione di maggior dettaglio delle aree di cantiere e delle lavorazioni correlate ad ognuno di essi si rimanda agli elaborati specifici.

#### **1.4 Obiettivi del Monitoraggio**

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) ha lo scopo di definire le attività di monitoraggio necessarie per individuare le possibili alterazioni indotte sull’ambiente, dovute alla realizzazione delle opere. In particolare, gli obiettivi del monitoraggio ambientale sono:

- verifica dello scenario ambientale di riferimento descritto nello SIA e nella documentazione prodotta nel corso dell’iter di VIA e caratterizzazione delle condizioni ambientali (scenario di base) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio;
- verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA mediante la rilevazione dei parametri considerati per le componenti rilevanti per il progetto in esame;
- verifica dell’efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati nella fase di cantiere e/o esercizio;

- individuazione di eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmazione delle opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
- comunicazione degli esiti del monitoraggio alle Autorità preposte ad eventuali controlli.

Sulla base di quanto sopra, il PMA prevede attività di monitoraggio nelle seguenti fasi:

- fase ante-operam (AO), prima della fase esecutiva dei lavori: il monitoraggio è volto alla definizione dei parametri di qualità ambientale di “background” utile alla costituzione di un database rappresentativo dello stato “zero” dell’ambiente nell’area che verrà interessata dalle opere in progetto prima della loro realizzazione. La definizione dello stato “zero” consente il successivo confronto con i controlli effettuati in corso d’opera (durante la fase di cantiere) e successivamente al completamento;
- fase in corso d’opera (CO), durante la realizzazione delle opere: al fine di analizzare l’evoluzione degli indicatori ambientali, rilevati nella fase precedente e rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalla realizzazione delle opere in progetto nelle aree protette saranno condotti monitoraggi dei parametri significativi;
- fase post-operam (PO), dopo il completamento delle attività di cantiere: si prevede la realizzazione del monitoraggio finalizzato al confronto dello stato post-operam con quello antecedente la realizzazione. I dati rilevati in questa fase saranno utilizzati per effettuare un confronto con quelli definiti durante la fase ante-operam e verificare la compatibilità ambientale delle opere realizzate.

## 1.5 Criteri Base per il Piano di Monitoraggio

Il presente documento contiene la proposta del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) per la realizzazione delle opere in progetto.

La proposta di PMA tiene conto della normativa generale e di settore esistente a livello nazionale e comunitario ed è volto a fornire risposte riguardo ai potenziali impatti prodotti principalmente dalle attività di cantiere delle opere a progetto.

Il PMA deve essere considerato come uno strumento “flessibile”, soggetto a possibili modifiche e integrazioni in relazione:

- ai risultati di futuri approfondimenti progettuali;
- al processo di condivisione da parte delle Autorità Competenti;
- ai risultati delle prime indagini di monitoraggio.

Nello sviluppo concettuale e nella redazione della presente proposta di PMA sono state tenute in considerazione le indicazioni presenti nelle seguenti linee guida:

- “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.)”, Capitoli 1-5, Rev.1 del 16 giugno 2014, per gli indirizzi metodologici generali;
- “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedura di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)”, Capitolo 6.1, Rev. 1 del 16 giugno 2014, per quanto concerne l’Atmosfera;
- “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.)”, Capitolo 6.2, Rev.1 del 17 giugno 2015, per quanto concerne l’ambiente idrico;
- “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.)”, Capitolo 6.4, Rev.1 del 13 marzo 2015, per quanto concerne la biodiversità (vegetazione, flora e fauna);

- “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.)”, Capitolo 6.5, Rev.1 del 30 dicembre 2014, per quanto concerne gli agenti fisici (Rumore).

## **1.6 Gestione e restituzione dei dati di monitoraggio**

La struttura del PMA risulta flessibile e ridefinibile in Corso d’Opera, in modo da soddisfare le esigenze di approfondimenti in itinere, miglioramenti e/o variazioni normative non definibili a priori. In conseguenza di ciò, la frequenza e la localizzazione dei rilevamenti potranno essere modificate in funzione dell’evoluzione e dell’organizzazione effettiva dei cantieri, nonché dell’obiettivo di indagine.

Per i valori limite dei parametri monitorati si fa riferimento alle indicazioni normative vigenti al momento della stesura del piano. Per quanto riguarda la definizione dei valori delle soglie di anomalia, invece, e le relative modalità di gestione, si rimanda agli opportuni gruppi di lavoro e tavoli tecnici che saranno indetti in fase di definizione delle attività prima dell’inizio del monitoraggio della fase ante-operam.

In tali sedi saranno inoltre definite le tempistiche di trasmissione dei dati monitorati, le modalità ed i format della reportistica e le modalità di gestione delle anomalie.

Prima dell’inizio delle attività di monitoraggio, inoltre, saranno definite, in accordo con il Committente, le modalità di restituzione dei dati, che in linea generale prevedono la restituzione di schede di campagna, con i dati rilevati durante la fase di indagine in campo, e di report di campagna, contenenti le elaborazioni dei dati rilevati, i confronti con i limiti normativi del caso e le considerazioni finali sullo stato della componente indagata. Le specifiche dei format dei documenti per la restituzione dei dati indagati saranno fornite dal Committente o proposti dall’esecutore del monitoraggio, in ogni caso condivisi con il Committente prima dell’inizio delle attività.

Oltre alla modalità di restituzione dei dati come sopra descritto, sia in formato cartaceo che in formato digitale, sarà cura del monitore caricare i dati rilevati su una piattaforma informatica realizzata a tale scopo (SIT). Tale piattaforma andrà realizzata ad hoc per il monitoraggio del caso, definendone l’architettura in accordo con il Committente, oppure in alternativa il monitore utilizzerà, nel caso in cui il Committente ne fosse provvisto, una piattaforma SIT esistente.

## **2 STRUTTURA DEL PIANO E DEFINIZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO**

### **2.1 Articolazione del Piano di Monitoraggio proposto**

Il Monitoraggio si articola in tre fasi, in funzione delle fasi evolutive dell’iter di realizzazione dell’opera:

- Monitoraggio Ante Operam (MAO);
- Monitoraggio in Corso d’Opera (MCO);
- Monitoraggio Post Operam (MPO).

Il compito del Monitoraggio Ante Operam (MAO) è quello di:

- fornire una descrizione dello stato dell’ambiente (naturale ed antropico) prima dell’intervento (“situazione di zero”) individuando le criticità presenti ancor prima che l’opera venga costruita;
- rilevare un adeguato scenario di indicatori ambientali cui riferire l’esito dei rilevamenti in corso d’opera e ad opera finita;
- fungere da base per la previsione delle variazioni che potranno intervenire durante la costruzione e l’esercizio, proponendo le eventuali contromisure.

Il compito del Monitoraggio in Corso d’Opera (MCO) è quello di:

- documentare l’evolversi della situazione ambientale rispetto allo stato ante operam al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni ambientali sia coerente rispetto alle previsioni dello studio d’impatto ambientale;
- segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze ambientali affinché sia possibile intervenire nei modi e nelle forme più opportune per evitare che si producano eventi irreversibili e gravemente compromissivi della qualità dell’ambiente;
- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali;

- verificare l’efficacia degli interventi di mitigazione posti in essere per ridurre gli impatti ambientali dovuti alle operazioni di costruzione dell’opera.

Il compito del Monitoraggio Post Operam (MPO) è quello di:

- verificare gli impatti ambientali intervenuti per effetto della realizzazione dell’opera;
- accertare la reale efficacia dei provvedimenti posti in essere per garantire la mitigazione degli impatti sull’ambiente naturale ed antropico;
- indicare eventuali necessità di ulteriori misure per il contenimento degli effetti non previsti.

La struttura con cui si sono modulate le proposte d’attuazione dei monitoraggi per le singole componenti ambientali è stata impostata tenendo in considerazione principalmente l’obiettivo di adottare un PMA il più possibile flessibile e ridefinibile in corso d’opera, in grado di soddisfare le esigenze di approfondimenti in itinere, non definibili a priori, stante la durata e la complessità del progetto in attuazione.

## **2.2 Componenti oggetto di monitoraggio**

In considerazione delle valutazioni sugli impatti riportati nel documento Studio di Impatto Ambientale, i monitoraggi proposti riguarderanno le seguenti componenti:

- Aria e clima;
- Acque Superficiali;
- Acque Sotterranee;
- Suolo;
- Rumore;
- Vibrazioni;
- Flora e Vegetazione.

Per ciascuna delle componenti sopracitate sono stati definiti i punti di indagine sul territorio, localizzati nell’elaborato *Planimetria dei punti di monitoraggio*, codici A246-

SIA-D-047-0 e A246-SIA-D-048-0 (allegato al presente documento) le metodiche per le misure ed i controlli, la programmazione delle attività e la durata dei rilievi.

I criteri per l’individuazione delle aree di monitoraggio e dei punti di misura, le indagini previste, l’articolazione temporale degli accertamenti e la normativa di riferimento sono definite, per ogni componente ambientale.

Tutti punti di monitoraggio sono stati identificati attraverso un codice identificativo dei punti di monitoraggio, riportato nella planimetria di localizzazione dei punti di monitoraggio relative alle singole componenti ambientali (*Planimetria dei punti di monitoraggio* – A246-SIA-D-047-0 e A246-SIA-D-048-0).

Per ogni punto di monitoraggio il codice identificativo è così strutturato:

**XXX - YY**

dove **XXX** rappresenta la componente ambientale monitorata e **YY** è il numero progressivo del punto di monitoraggio per ogni componente ambientale.

<b>Acronimo</b>	<b>Componente</b>
<b>ATM</b>	Atmosfera
<b>ASup</b>	Acque Superficiali
<b>ASot</b>	Acque Sotterranee
<b>SUO</b>	Suolo e sottosuolo
<b>VEG</b>	Flora e Vegetazione
<b>RUM</b>	Rumore
<b>VIB</b>	Vibrazioni

**Tabella 2-1 Componenti ambientali monitorate e relativo acronimo**

La scelta e l’ubicazione finale delle stazioni di campionamento sarà definita in dettaglio preliminarmente alla fase esecutiva, sulla base del tracciato di dettaglio di progetto e delle reali sensibilità ambientali emerse. Per ciascuna delle componenti ambientali da monitorare gli indici e gli indicatori ambientali presi a riferimento in funzione dello specifico obiettivo di monitoraggio di ognuna di esse, sono di seguito riportati:

<b>Componente ambientale</b>	<b>Obiettivo di monitoraggio</b>	<b>Indici ed indicatori ambientali</b>
<b>Atmosfera</b>	Monitoraggio delle emissioni prodotte dalle attività costruttive	Concentrazione polveri sottili (PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub> ) ed elementi gassosi e parametri meteorologici
<b>Ambiente idrico</b>	Conservazione delle caratteristiche quali/quantitative dei flussi idrici attraversati a cielo aperto e sotterranei	Parametri idrogeologici, chimico-fisici e microbiologici
<b>Suolo e sottosuolo</b>	Conservazione della capacità d’uso del suolo	Parametri chimico-fisici Qualità biologica del suolo
<b>Flora e vegetazione</b>	Caratterizzazione della componente vegetazionale e floristica	Tecniche utilizzate: censimento floristico su transetti lineari e rilevazione opere a verde
<b>Rumore</b>	Monitoraggio del disturbo acustico prodotto dalle attività costruttive	Livelli di pressione sonora (Limite di emissione in Leq in dB(A) periodo diurno (6-22); Limite differenziale diurno; Limite di immissione diurno)
<b>Vibrazioni</b>	Monitoraggio del disturbo sui ricettori nelle aree limitrofe alle aree di lavoro	Accelerazione del moto dei punti fisici appartenenti ai ricettori indagati

Tabella 2-2 Obiettivi di Monitoraggio ed indicatori ambientali

Nella seguente tabella si riassumono le fasi di monitoraggio relative a ciascuna componente ambientale analizzata:

<b>COMPONENTE</b>	<b>Fase AO</b>	<b>Fase CO</b>	<b>Fase PO</b>
Atmosfera	X	X	-
Ambiente idrico superficiale	X	X	X
Ambiente idrico sotterraneo	X	X	X
Suolo e sottosuolo	X	-	X
Flora e vegetazione	X	X	X
Rumore	X	X	-
Vibrazioni	X	X	-

Tabella 2-3 Fasi di monitoraggio per ciascuna componente ambientale

### **3 PROGRAMMA E DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ**

#### **3.1 Aria e Clima**

##### **3.1.1 Premessa**

Il progetto in esame potrebbe determinare un impatto potenziale sulla componente atmosfera durante le fasi di realizzazione delle opere, in relazione alla potenziale perturbazione della qualità dell’aria associata alle emissioni in atmosfera generate in tali fasi costruttive. Non si prevede un impatto significativo durante la fase di esercizio, pertanto il monitoraggio interesserà unicamente la fase di corso d’opera.

Le attività generatrici di emissioni in atmosfera durante la fase di cantiere sono principalmente riconducibili ai mezzi di trasporto e alle macchine operatrici, attraverso i processi di combustione dei motori e di movimentazione e trasporto dei materiali polverulenti.

Il principale inquinante che caratterizza la fase di corso d’opera è individuabile nelle polveri sottili (Particulate Matter), principalmente nella frazione di 10 micron (PM10). In generale, le emissioni di polveri associate alle attività di cantiere possono essere efficacemente limitate mediante l’adozione di tutte le misure necessarie al loro contenimento, tra cui:

- costante e periodica bagnatura o pulizia delle strade;
- pulizia delle ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria;
- copertura con teloni dei materiali polverulenti trasportati;
- idonea limitazione della velocità dei mezzi sulle strade di cantiere non asfaltate (tipicamente 20 km/h);
- bagnatura periodica dei cumuli di materiale polverulento stoccato nelle aree di cantiere, o loro copertura con teli nei periodi di inattività e durante le giornate con vento intenso;

- sistemazione e/o rinverdimento delle aree (dove prevedibile dal progetto) in cui siano già terminate le lavorazioni prima della fine lavori dell'intero progetto;
- eventuale innalzamento di barriere protettive, di altezza idonea, intorno ai cumuli e/o alle aree di cantiere;
- sospensione delle operazioni caratterizzate da elevate quantità di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso.

Anche in presenza di tutte le suddette misure mitigative atte al contenimento delle emissioni, risulta opportuno monitorare il potenziale impatto verificabile in ambito locale sulla qualità dell'aria, seppur di bassa entità e di natura temporanea e completamente reversibile al termine delle attività.

### **3.1.2 Individuazione delle aree da monitorare e dei punti di monitoraggio**

L'obiettivo del monitoraggio della qualità dell'aria è quello di:

- identificare eventuali variazioni della qualità dell'aria;
- evidenziare condizioni di possibile superamento dei limiti applicabili sui ricettori presenti nell'area di progetto.

L'area di progetto, in particolare il primo tratto di progetto, è caratterizzata da un ambiente prettamente montano – boschivo, con la presenza di pochi ricettori residenziali sparsi. Mentre, il secondo tratto della condotta attraversa, nel comune di Cave, un'area urbanizzata, in cui si individuano diversi ricettori residenziali. Su tali ricettori si concentreranno le indagini di monitoraggio.

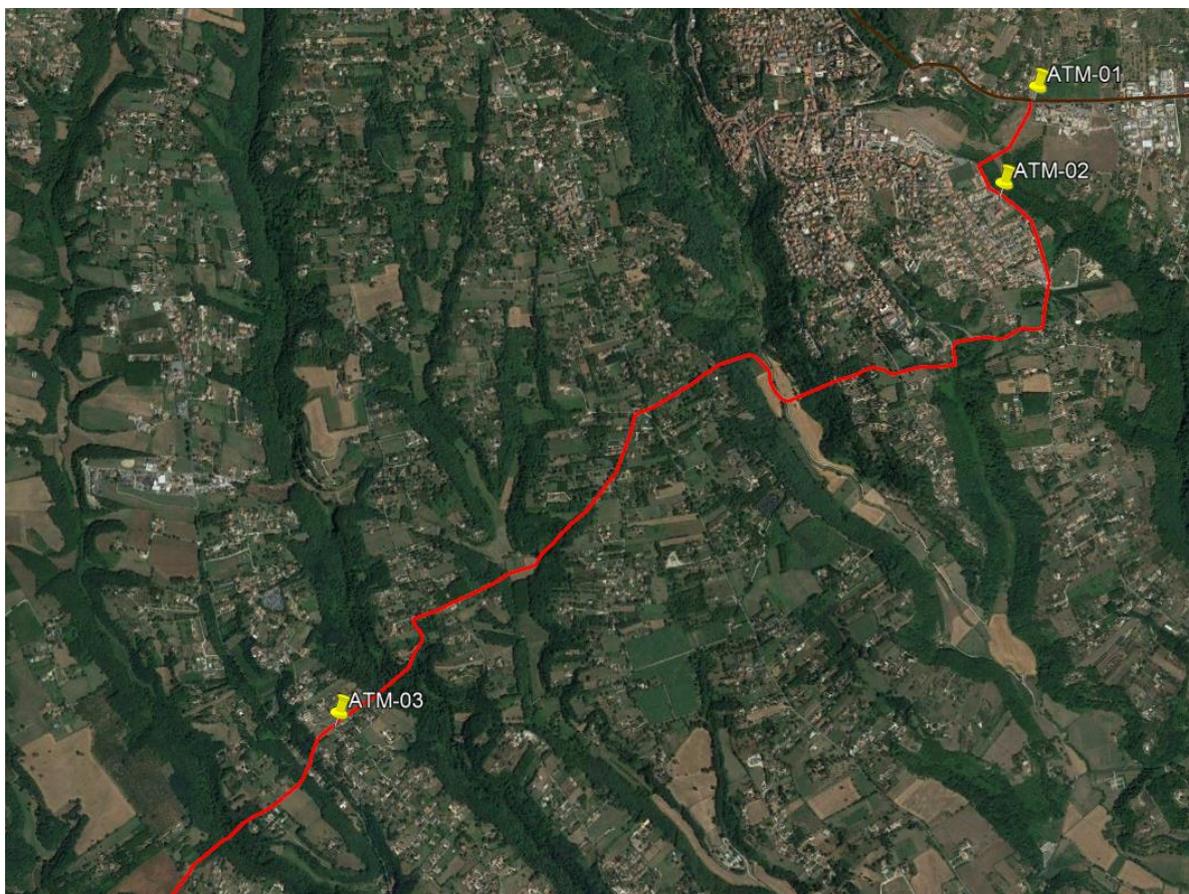
In base agli esiti della valutazione degli impatti effettuati nell'ambito del SIA le potenziali criticità sono associabili alla fase di realizzazione delle opere, in corrispondenza delle aree in cui si effettueranno gli scavi. La localizzazione delle postazioni di monitoraggio è stata definita in funzione della presenza di ricettori nelle vicinanze dell'opera, con la finalità di monitorare le eventuali modifiche che essa potrebbe apportare alla qualità dell'aria di tali zone. L'esatta localizzazione potrà avvenire solo a valle di sopralluoghi durante l'allestimento delle aree di cantiere. Il

posizionamento definitivo, tuttavia, dovrà essere successivamente condiviso con gli Enti di controllo del caso.

Le localizzazioni delle suddette postazioni di monitoraggio vengono indicate nella seguente tabella e nella seguente figura. Per una localizzazione di maggior dettaglio si rimanda all’elaborato grafico allegato al documento (*Planimetria dei punti di monitoraggio* – A246-SIA-D-047-0 e A246-SIA-D-048-0).

<b>Fase monitoraggio</b>	<b>Tipologia misura</b>	<b>Punto di misura</b>	<b>Coordinate</b>
AO	Mensile	ATM_01	41°48'56.86"N – 12°56'30.54"E
CO	14 giorni		
AO	Mensile	ATM_03	41°47'43.43"N – 12°54'27.96"E
CO	14 giorni		

*Tabella 3-1 - Punti di monitoraggio per la componente atmosfera*



*Figura 3-1 Localizzazione delle postazioni di monitoraggio – Componente Atmosfera*

Le postazioni di misura sono posizionate nelle vicinanze di aree residenziali attraversate dal progetto in esame e per le quali, le lavorazioni potrebbero apportare eventuali modifiche alla qualità dell’aria.

### **3.1.3 Parametri da monitorare**

La campagna di monitoraggio è finalizzata a caratterizzare la qualità dell’aria ambiente attualmente esistente mediante rilevazioni strumentali focalizzando l’attenzione sugli inquinanti direttamente o indirettamente immessi nell’atmosfera in termini di valori di concentrazioni al suolo.

La campagna di monitoraggio sarà svolta mediante l'utilizzo di campionatori a norma di legge, gestiti da tecnici competenti. Con riferimento alla legislazione vigente, si riporta l'elenco degli inquinanti che saranno monitorati durante le campagne di misura:

- Polveri sottili PM10;
- Polveri sottili PM2,5;
- IPA sul PM10;
- Metalli sul PM10;
- Monossido di Carbonio (CO);
- Ossidi di Azoto (NOx);
- Biossido di Azoto (NO2);
- Monossido di Azoto (NO);
- Benzene (C6H6).

I campionamenti dovranno essere eseguiti secondo quanto indicato nel D.lgs. 155/2010 (cfr. allegato I al D.Lgs. 155/2010, che definisce gli obiettivi di qualità dei dati per misurazioni in siti fissi e per le misurazioni indicative).

Sarà inoltre prevista la misura dei parametri meteorologici necessari a valutare i fenomeni di diffusione e di trasporto a distanza dell'inquinamento atmosferico, in particolare:

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- umidità relativa;
- temperatura;
- precipitazioni atmosferiche;
- pressione barometrica;
- radiazione solare;
- componente verticale del vento (anemometro tridimensionale).

Considerata l'estensione del progetto e la caratteristica sub-pianeggiante del territorio nel secondo tratto di progetto, è sufficiente una stazione di misura dei parametri meteorologici, rilevati su base oraria.

Il monitoraggio ambientale per la componente atmosfera prevede:

- il monitoraggio della componente atmosfera ante operam: esso risulta infatti necessario per la definizione dello stato della qualità dell’aria prima dell’inizio dei lavori, integrando possibilmente le misure svolte con informazioni raccolte nel tempo dalle centraline di rilevamento locali;
- il monitoraggio della componente atmosfera in corso d’opera, per le interferenze dovute all’attività dei cantieri. Le campagne di misura del corso d’opera saranno compiute contemporaneamente all’effettivo svolgimento delle attività.

Non essendo attesi valori tali da incidere sulla salute pubblica, si ritiene sufficiente l’analisi dei dati registrati in continuo al termine del monitoraggio, mantenendo comunque la possibilità di interrogare la cabina da remoto e prevedendo un sistema automatico di segnalazione dell’eventuale superamento delle soglie definite a tutela della popolazione.

Nel caso si realizzino, invece, le condizioni meteorologiche ed emissive tali da generare un superamento della soglia giornaliera sulla concentrazione degli inquinanti in prossimità dei recettori, come ad esempio di PM<sub>10</sub> (pari a 50 µg/m<sup>3</sup>) oppure della soglia oraria sulla concentrazione di NO<sub>2</sub> (pari a 200 µg/m<sup>3</sup>), si dovrà valutare un proporzionale intervento di riduzione delle attività, sino alla loro completa interruzione.

### **3.1.4 Strumentazione impiegata per il monitoraggio**

#### **Campionatore gravimetrico per le Polveri Sottili**

Il campionatore per le polveri è costituito da una pompa aspirante e da un campionatore automatico ad esso collegato elettricamente e pneumaticamente, corredato da una testa di prelievo completa di preseparatore, collocata sul tetto della postazione e da un supporto di filtrazione su cui è inserito l’adatto filtro. La misura è effettuata pesando il filtro (previo condizionamento), prima e dopo l’esecuzione del prelievo e per differenza si ottiene il valore delle polveri trattenute attraverso la seguente formula:

$$\text{Polveri} = (W_f - W_i) \cdot 10^{-6} / V_{\text{std}}$$

dove:

- $W_f - W_i$  è la differenza tra la massa finale ed iniziale del filtro in g;
- $10^{-6}$  è il fattore di conversione per passare da g a  $\mu\text{g}$ ;
- $V_{\text{std}}$  è il volume totale d’aria campionata in unità di volume standard,  $\text{std m}^3$ .

Per la determinazione delle polveri inalabili ( $\text{PM}_{10}$ ),  $V_{\text{std}}$  è il volume d’aria aspirato in 24 ore, espresso in  $\text{m}^3$ , dedotto dalla lettura del contatore volumetrico e riportato alle condizioni di 101,3 KPa di pressione e  $0^\circ\text{C}$  di temperatura, secondo la formula seguente:

$$V_{\text{std}} = (V' \cdot P \cdot 273) / 1013 \cdot (273 + t)$$

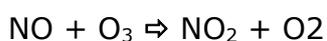
dove:

- $V'$  è il volume di aria prelevato dedotto dalla lettura del contatore, in  $\text{m}^3$ ;
- $t$  è la temperatura media dell’aria esterna, in  $^\circ\text{C} \pm 3$ ;
- $P$  è la pressione barometrica media, in KPa.

### **Analizzatore di ossidi di azoto NOx**

L’analizzatore di NO - NO<sub>2</sub> - NOx è uno strumento analitico per la misura, in continuo e in tempo reale, della concentrazione degli ossidi di azoto in aria ambiente tramite il principio di misura della chemiluminescenza.

La tecnica di misura, come previsto dalla vigente normativa (DM 60 del 2002), 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’emissione di luce si verifica quando le molecole elettronicamente eccitate di NO<sub>2</sub> decadono a stati di energia inferiori. Il biossido di azoto deve essere trasformato in monossido prima di poter essere misurato; a tale scopo, si utilizza un convertitore al molibdeno che a 325 °C converte NO<sub>2</sub> in NO secondo la reazione:



L’ozono necessario allo sviluppo della reazione viene prodotto, a partire da aria ambiente, da un generatore interno allo strumento. Un dispositivo essiccatore a permeazione deumidifica, in continuo, l’aria in ingresso all’ozonizzatore, evitando così la necessità di deumidificatori esterni di tipo chimico.

L’analizzatore di NO - NO<sub>2</sub> - NO<sub>x</sub> è uno strumento di tipo ciclico che utilizza un unico tubo fotomoltiplicatore, quale rivelatore, ed un’unica camera di reazione per le misure di NO e NO<sub>x</sub>. La gestione dell’intero sistema di misura è realizzata tramite microprocessore interno allo strumento.

In aggiunta al controllo della operatività dello strumento, il microprocessore consente una rapida verifica di eventuali malfunzionamenti dei principali componenti. Inoltre, in modo automatico, corregge le variazioni di temperatura del campione, fornendo così misure di concentrazione non affette da cambi nella temperatura del campione in esame.

### **Analizzatore di Benzene**

L’analizzatore di BTX è uno strumento analitico per la misura, in continuo e in tempo reale, delle concentrazioni di composti aromatici in aria ambiente tramite il principio di misura della gascromatografia.

L’analisi automatica di tali idrocarburi avviene tramite arricchimento su doppia trappola (Tenax o equivalenti), desorbimento termico e analisi con colonna capillare adatta alla specifica applicazione e detector PID ad alta sensibilità (0.1 ppb). Il detector a fotoionizzazione consiste in una speciale lampada UV montata su una cella termostata a basso volume di flusso. Tale lampada emette energia ad una lunghezza

d’onda di 120 nm, sufficiente a ionizzare la maggior parte dei composti aromatici il cui potenziale di ionizzazione è inferiore a 10.6 eV.

La colonna gascromatografica, per l’individuazione dei vari composti in base al loro tempo di ritenzione in colonna, è regolata automaticamente con una rampa di incremento secondo EPA metodi 5035, 8020 e 8015 fino alla temperatura di 400 °C. Il principio di misura è quello previsto dalla vigente normativa in materia.

### **Analizzatore di monossido di carbonio CO**

L’analizzatore di CO è uno strumento analitico per la misura, in continuo e in tempo reale, delle concentrazioni di ossido di carbonio in aria ambiente tramite assorbimento della radiazione infrarossa, principio previsto dalla vigente normativa (DM 60 del 2002).

La tecnica di misura si basa sul passaggio di una radiazione prodotta da una sorgente di raggi infrarossi attraverso un filtro a gas che alterna CO, N<sub>2</sub> e una maschera. Il filtro di N<sub>2</sub> della ruota di correlazione del filtro a gas è trasparente ai raggi infrarossi e genera un fascio di misurazione che può essere assorbito dal CO nella cella di misurazione. Il filtro di CO della ruota genera, di contro, un fascio che non può essere ulteriormente attenuato dal CO presente nella cella di misura, definendo così un fascio di riferimento. Infine, la maschera crea un segnale usato per determinare l’intensità degli altri due segnali. Per differenza tra gli assorbimenti del fascio campione e del fascio di riferimento si ottiene un segnale proporzionale alla concentrazione di CO presente in atmosfera.

### **Stazione meteorologica**

La stazione meteorologica, utilizzata per il rilievo dei parametri meteo, è costituita dai seguenti sensori:

- Sensore direzione vento;
- Sensore velocità vento;
- Sensore umidità relativa;

- Sonda di temperatura;
- Pluviometro;
- Sensore barometrico.

#### *Sensore direzione vento*

Lo strumento, realizzato secondo le indicazioni del WMO, è un misuratore di direzione del vento a banderuola, costruito in lega leggera verniciata e in acciaio inossidabile. L'albero della banderuola gira su speciali cuscinetti che presentano un basso attrito, un'ottima durata e continuità di funzionamento anche in ambienti polverosi. Il segnale di uscita viene prodotto da un potenziometro con ampia corsa elettrica accoppiato all'albero di rotazione della banderuola per mezzo di ingranaggi al fine di minimizzare gli attriti.

#### *Sensore velocità vento*

Lo strumento, realizzato secondo le indicazioni del WMO, è un anemometro a tre coppe costruito in lega leggera e in acciaio inossidabile. Le coppe ed i loro supporti vengono equilibrati per evitare vibrazioni durante la rotazione.

L'albero del rotore gira su speciali cuscinetti che presentano un basso attrito, un'ottima durata e buona continuità di funzionamento anche in ambienti polverosi.

Il segnale d'uscita viene generato da un sensore ad effetto Hall attivato da 8 piccoli magneti posizionati su un disco rotante in modo solidale al movimento delle coppe.

#### *Sensore umidità relativa*

Il sensore di umidità relativa è uno strumento realizzato secondo le indicazioni del WMO e adatto ad operare in installazioni esterne. La custodia e le alette che schermano il sensore delle radiazioni solari sono in lega leggera verniciata. Il sensore usato per misurare l'umidità relativa nell'aria opera in accordo con i principi di misura della capacità e presenta una buona stabilità nel lungo periodo, buona linearità, piccola isteresi ed eccellente risposta dinamica. L'elemento sensibile è inoltre insensibile alla bagnatura con acqua e alla condensazione.

#### *Sonda di temperatura*

Il sensore di temperatura dell’aria è uno strumento realizzato secondo le indicazioni del WMO. L’elemento sensibile (termoresistenza al platino) viene protetta dalla pioggia e dalla radiazione solare incidente per mezzo di quattro schermi circolari sovrapposti che permettono comunque la circolazione dell’aria attorno ad esso. Il condizionatore di segnale è contenuto in una custodia posta sotto gli schermi.

#### *Pluviometro*

Il pluviometro a vaschetta oscillante è uno strumento di precisione standard realizzato secondo le indicazioni del WMO. Il cilindro e l’imbuto sono costruiti in lega leggera verniciata e la base in PVC massiccio. La misura della quantità di pioggia viene effettuata per mezzo di una bascula a doppia vaschetta in acciaio inossidabile: la pioggia raccolta riempie una delle due vaschette. Una quantità prefissata d’acqua (10 cc) determina la rotazione della bascula e la sostituzione della vaschetta sotto l’imbuto produce la chiusura di un contatto, generando un impulso che corrisponde ad un preciso volume di precipitazione. Questo impulso può venire registrato direttamente ovvero essere trasformato in un segnale 4-20 mA. La presenza di viti calanti sotto la bascula permette il periodico controllo della taratura dello strumento.

#### *Sensore barometrico*

Il barometro elettronico è uno strumento realizzato per la misura della pressione ed il suo utilizzo è previsto in installazioni esterne. A tale scopo è fornito di una custodia in lega leggera verniciata che presenta uno schermo contro la radiazione solare diretta in modo da minimizzare le derive termiche dei componenti elettronici. Il trasduttore di pressione è comunque compensato in temperatura e opera generalmente in un campo di pressione compreso tra i 700 e i 1100 millibar.

### **3.1.5 Frequenza e durata del monitoraggio**

Le misure relative alla fase di cantierizzazione dovranno avere periodicità tale da poter caratterizzare le principali macro-fasi che caratterizzano le lavorazioni in esame.

### **Monitoraggio ante-operam (AO)**

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di AO sono da eseguirsi durante l’anno precedente all’apertura dei cantieri e sono quindi così definite:

- analisi bibliografica e conoscitiva;
- sopralluogo e identificazione dei punti di monitoraggio;
- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all’ottenimento dei permessi necessari;
- esecuzione delle campagne di rilievo;
- analisi ed elaborazione dei risultati;
- restituzione dei risultati secondo quanto indicato nelle schede di rilevamento;
- produzione del rapporto descrittivo e inserimento dei dati nel sistema informativo del caso.

Si prevede di effettuare le misure della fase ante operam entro la fase di prima cantierizzazione e comunque non oltre l’effettivo inizio delle lavorazioni nei cantieri.

### **Monitoraggio in corso d’opera (CO)**

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di CO sono da eseguirsi ogni trimestre per tutta la durata dei lavori, e sono quindi così definite:

- verifica della tempistica di campionamento in funzione delle fasi di costruzione dell’opera e delle relative attività di lavorazione;
- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all’ottenimento dei permessi necessari;
- esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche;
- restituzione dei risultati nelle schede di rilievo;
- valutazione dei risultati;
- inserimento dei risultati nel Sistema Informativo;
- redazione del rapporto annuale.

Il monitoraggio della componente atmosfera, quindi, sarà realizzato presso due postazioni di misura, secondo il programma indicato nella seguente tabella.

POSTAZIONE	TIPOLOGIA ANALISI	FREQUENZA		TOTALE ANALISI	
		AO	CO	AO	CO
ATM_01	Monitoraggio in continuo di durata pari a 30 giorni	2 volte all'anno	-	2	-
	Monitoraggio in continuo di durata pari a 14 giorni	-	Trimestrale	-	8
ATM_02	Monitoraggio in continuo di durata pari a 30 giorni	2 volte all'anno	-	2	-
	Monitoraggio in continuo di durata pari a 14 giorni	-	Trimestrale	-	8

*Tabella 3-2 Programma di monitoraggio – componente Atmosfera*

In accordo con gli obiettivi di qualità dei dati di cui all'Allegato 1 del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. per tutti gli inquinanti considerati, le campagne di monitoraggio dovranno avere una durata pari a 8 settimane distribuite equamente durante l'anno.

Per la caratterizzazione della fase ante operam e della fase post operam, tali 8 settimane saranno suddivise in 2 diverse mensilità, un mese in inverno, periodo più sfavorevole per alcuni inquinanti (ad esempio le polveri sottili) ed un mese in estate, periodo più sfavorevole per altri inquinanti (ad esempio NO<sub>2</sub>). Per la fase di corso d'Opera, invece, le 8 settimane sono suddivise in 2 settimane per ogni trimestre, monitorando in tal modo l'evolversi delle attività cantieristiche in diverse fasi dell'anno. Le previsioni circa la durata della fase CO sono pari a circa 23 mesi, pertanto saranno in tal caso eseguite un totale di 8 rilievi per ciascun punto.

Per la fase ante-operam, quindi, per ciascun punto di misura, si prevedono 2 campagne della durata di 30 giorni ciascuna, una nel periodo invernale ed una nel periodo estivo.

Per la fase di corso d'opera si prevedono 8 misure per ciascun punto di misura, con frequenza trimestrale, per tutta la durata delle lavorazioni, ciascuna della durata di 14 giorni in continuo.

## **3.2 Acque Superficiali**

### **3.2.1 Obiettivi del monitoraggio**

Le principali problematiche a carico della componente “Ambiente idrico superficiale”, in fase di costruzione, derivano dalle attività di realizzazione delle opere di attraversamento dei corsi d’acqua, per le quali è prevedibile un’interferenza diretta con il corpo idrico.

I potenziali impatti si esprimono sia in termini di alterazione temporanea delle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche delle acque, sia di variazione del regime idrologico. Pertanto, il monitoraggio delle acque superficiali ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni, risalendone, ove possibile, alle cause.

La finalità delle campagne di misura consiste nel determinare se le variazioni rilevate siano imputabili alla realizzazione dell’opera e nel suggerire gli eventuali correttivi da porre in atto, in modo da ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l’ambiente idrico preesistente. Le interferenze sul sistema delle acque superficiali indotte dalla realizzazione dell’opera possono essere discriminate considerando i seguenti criteri:

- presenza di aree destinate alla cantierizzazione che, provocando la movimentazione di terra, possono indurre un intorbidamento delle acque o nelle quali possono verificarsi sversamenti accidentali di sostanze inquinanti;
- durata delle attività che interessano il corpo idrico;
- scarico di acque reflue e recapito delle acque piovane provenienti dalle aree di cantiere.

### **3.2.2 Criteri metodologici**

Nella redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale per la componente specifica sono state seguite le seguenti fasi progettuali:

- Analisi dei documenti di riferimento e di progetto;
- Definizione del quadro informativo esistente;

- Identificazione dei riferimenti normativi e bibliografici sia per le metodiche di monitoraggio che per la de-terminazione dei valori di riferimento rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali;
- Scelta dei parametri da monitorare: parametri idrologici, parametri chimico-fisici in situ, parametri chimici di laboratorio;
- Scelta dei punti/aree da monitorare per la tutela della salute della popolazione e dell’ambiente;
- Strutturazione delle informazioni per la caratterizzazione e valutazione dello stato ambientale ante opera, in corso d’opera e post opera;

### **3.2.3 Identificazione degli impatti da monitorare**

La finalità delle campagne di misura consiste nel determinare se le variazioni rilevate siano imputabili alla realizzazione dell’opera e nel suggerire gli eventuali correttivi da porre in atto, in modo da ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l’ambiente idrico preesistente.

Le interferenze sul sistema delle acque superficiali indotte dalla realizzazione dell’opera possono essere discriminate considerando i seguenti criteri:

- presenza di aree destinate alla cantierizzazione che, provocando la movimentazione di terra, possono indurre un intorbidamento delle acque o nelle quali possono verificarsi sversamenti accidentali di sostanze inquinanti;
- durata delle attività che interessano il corpo idrico;
- scarico di acque reflue e recapito delle acque piovane provenienti dalle aree di cantiere.

### **3.2.4 Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio**

Il monitoraggio dell’ambiente idrico superficiale si baserà su:

- Misure di portata e analisi di parametri chimico-fisici in situ, rilevati direttamente mediante l’utilizzo di un mulinello (o galleggianti) e di sonde multiparametriche;
- prelievo di campioni per le analisi chimiche di laboratorio;

- determinazione dell’indice STAR-IMCi
- determinazione dell’indice LIMeco

È previsto, quindi, l’utilizzo dei seguenti parametri di monitoraggio, che potranno dare indicazioni tempestive in caso di alterazioni o criticità direttamente connesse alle attività di cantiere:

- Parametri idrologici (portata): sono necessari per desumere informazioni riguardo eventuali modificazioni del regime idraulico o variazioni dello stato quantitativo della risorsa;
- Parametri chimico-fisici in situ: sono i principali parametri fisico-chimici, misurabili istantaneamente mediante l’utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori);
- Parametri chimici di laboratorio: sono stati scelti parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione.

Per l’identificazione dei parametri sopracitati verranno applicate le metodologie disposte dalle “Linee guida SNPA 13/2018 – Il campionamento delle acque interne finalizzato alla determinazione dei parametri chimici e misure in campo dei parametri chimico fisici di base per la direttiva quadro sulle acque” e di seguito sintetizzate.

### ***Misure di portata dei flussi a pelo libero***

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

L'esecuzione delle misure di portata con il metodo correntometrico (mulinello) dovrà essere effettuata in due sezioni di monte e di valle, ricercando le condizioni migliori.

Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del possibile, dalla vegetazione. Prima di ogni campagna di misura dovrà essere verificata l'efficienza e la manutenzione della strumentazione. Ogni sezione dovrà essere completata utilizzando la stessa strumentazione. In caso di sostituzione degli apparecchi nel corso della misura, la sezione dovrà essere iniziata di nuovo.

La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore; in linea di massima il numero di verticali sarà maggiore quanto più la sezione risulti accidentata. Per ciascuna verticale è necessario effettuare una misura di velocità al fondo, una in superficie e una o più intermedie (in base alla profondità dell'alveo del corso d'acqua).

L'elaborazione dei dati correntometrici dovrà quindi fornire, partendo dalla matrice dei giri/secondo misurati:

- la matrice delle velocità;
- il poligono delle velocità per ogni verticale;
- la portata totale.

La sezione del corso d'acqua verrà dunque divisa idealmente in conci verticali, con lo scopo di ottenere sezioni caratterizzate da velocità omogenea, per i quali verrà calcolata una velocità media, derivante dalla media delle velocità misurata nelle diverse profondità del corso d'acqua; dalle misure della velocità media e dell'area delle sezioni potrà essere calcolata la portata per ogni sezione. Infine, è possibile ottenere la portata totale del corso d'acqua sommando le portate delle singole sezioni.

#### Caratteristiche strumentazione

- Mulinello ad elica
- Velocità Massima 10 m/s
- Sensibilità 0,05 m/s
- Elica Passo 250 mm,  $\varnothing$ 120 mm

## **Campionamento**

Il monitoraggio dei corsi d’acqua superficiali prevede campionamenti periodici, nei punti prestabiliti, di un quantitativo d’acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi di laboratorio.

Saranno effettuati campionamenti manuali, poiché nei campioni possono essere presenti elevate concentrazioni delle diverse specie di microinquinanti nella componente solida sospesa e/o in quella disciolta; inoltre non è necessario disporre di elevati volumi di acqua. Il campionamento manuale permette di raccogliere diverse aliquote di campioni in uno o più contenitori per poter essere successivamente filtrati ed analizzati in laboratorio.

Il prelievo dei campioni di acqua può essere effettuato con sistemi di campionamento costituiti da botti-glie verticali o orizzontali, così come previsto dai “Metodi analitici per le acque – ISPRA, IRSA-CNR”, immerse nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero.

Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza, evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere. I campioni saranno prelevati procedendo per campionamenti puntuali lungo verticali di misura della sezione. Il campionamento sarà quindi di tipo me-dio-continuo, raccogliendo in successione continua aliquote parziali, permettendo di avere un campione rappresentativo della sezione indagata.

I contenitori utilizzati dovranno essere di materiale inerte tale da non adsorbire inquinanti, non desorbire i suoi componenti e non alterare la conducibilità elettrica e il pH.

### Etichettatura dei contenitori

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

- punto di prelievo (coordinate; nome del corso d’acqua);

- sezione del corso d’acqua su cui si effettua il prelievo;
- data e ora del campionamento.

#### Conservazione e spedizione

I contenitori saranno tenuti in ombra e protetti da ogni possibile contaminazione, preferibilmente in frigorifero alla temperatura di 4°C, fino alla consegna presso il laboratorio di analisi (entro 12 ore dal prelievo). Qualora la consegna avvenga a maggior distanza di tempo dal prelievo (comunque entro le 24 ore) i contenitori saranno tassativa-mente conservati in frigorifero.

#### **Misura con sonda multiparametrica**

Utilizzando i metodi di campionamento descritti in precedenza, saranno misurati i parametri chimico-fisici delle acque in situ mediante l’utilizzo di una sonda multiparametrica immersa direttamente nel contenitore, al fine di disturbare il meno possibile il campione (soprattutto per la misurazione dell’ossigeno disciolto). I parametri chimico-fisici misurati saranno: temperatura aria e acqua, pH, potenziale redox, conducibilità e ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno restituiti dalla media di tre determinazioni consecutive; le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

#### Caratteristiche strumentazione – Parametri rilevabili dalla sonda Multiparametrica

- Ossigeno disciolto ottico
- Conducibilità elettrica
- pH
- ORP (Potenziale di ossido-riduzione – REDOX)
- Temperatura

#### **Analisi fisico-chimiche e batteriologiche**

Ai fini del monitoraggio dei corpi idrici superficiali, nella presente sede si farà riferimento alla Tabella 3 di cui all’Allegato 5 della Parte III del D.Lgs. 152/2006 e alle indicazioni riportate sull’istruttoria, prendendo in considerazione i seguenti parametri:

<b>Parametri</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Scarico in acque superficiali</b>	<b>Metodo</b>
BOD5	mg/L	≤40	APAT5120
COD	mg/L	≤160	APAT5130
Alluminio	mg/L	≤1	APAT3050
Arsenico	mg/L	≤0,5	APAT3080
Bario	mg/L	≤20	APAT3090
Boro	mg/L	≤2	APAT3110
Cadmio	mg/L	≤0,02	APAT3120
Cromo Totale	mg/L	≤2	APAT3150
Cromo VI	mg/L	≤0,2	APAT3150
Ferro	mg/L	≤2	APAT3160
Manganese	mg/L	≤2	APAT3190
Mercurio	mg/L	≤0,005	APAT3200
Nichel	mg/L	≤2	APAT3220
Piombo	mg/L	≤0,2	APAT3230
Rame	mg/L	≤0,1	APAT3250
Selenio	mg/L	≤0,03	APAT3260
Stagno	mg/L	≤10	APAT3280
Zinco	mg/L	≤0,5	APAT3320
Cianuri totali	mg/L	≤0,5	APAT4070
Solfuri	mg/L	≤1	APAT4160
Solfiti	mg/L	≤1	APAT4150
Solfati	mg/L	≤1000	APAT4140
Cloruri	mg/L	≤1200	APAT4090
Fluoruri	mg/L	≤6	APAT4100
Fosforo Totale	mg/L	≤10	APAT4110
Azoto nitrico	mg/L	≤20	APAT4040
Azoto nitroso	mg/L	≤0,6	APAT4050
Azoto ammoniacale	mg/L	≤15	APAT4030
Idrocarburi totali	mg/L	≤5	EPA 3535 1996+EPA8015D 2003
Tensioattivi totali	mg/L	≤2	APAT5170 – APAT5180
Escherichia coli	UFC/100 mL	<5000	APAT7030

### **Indice STAR-ICMi**

Il controllo biologico di qualità degli ambienti di acque correnti, basato sull’analisi delle comunità di macroinvertebrati (l’insieme di popolamenti di invertebrati visibili ad occhio nudo che vivono per almeno una parte della loro vita su substrati sommersi), rappresenta un approccio complementare al controllo fisico-chimico ed è in grado di fornire un giudizio sintetico sulla qualità complessiva dell’ambiente e di stimare l’impatto che le differenti cause di alterazione determinano sulle comunità che colonizzano i corsi d’acqua. A questo scopo è utilizzato l’indice STAR-ICMi, introdotto dal D.Lgs. 152/06 e successivamente modificato dal DM 260/2010.

Il DM 260/2010 sostituisce integralmente l'allegato I alla parte III del D.Lgs. 152/06, modificando in parti-colare il punto “Classificazione e presentazione dello stato ecologico”, per renderlo conforme agli obblighi comunitari, attraverso l'inserimento di criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici.

Con riferimento alle indicazioni fornite dal suddetto decreto, vengono elaborati gli elenchi faunistici e le relative abbondanze.

Il sistema di classificazione per i macroinvertebrati, denominato MacrOper, è basato sul calcolo dell’indice denominato Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR-ICMi), che consente di deriva-re una classe di qualità per gli organismi macrobentonici per la definizione dello Stato Ecologico. Si tratta di un indice multimetrico composto da 6 metriche (Figura 3-2) che descrivono i principali aspetti su cui la 2000/60/CE pone l’attenzione (abbondanza, tolleranza/sensibilità, ricchezza/diversità).

Lo STAR-ICMi è applicabile anche ai corsi d’acqua artificiali e fortemente modificati.

Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Peso
ASPT	Average Score Per Taxon: intera comunità (livello di famiglia)	0.334
Log <sub>10</sub> (Sel_EPTD +1)	Log <sub>10</sub> (somma abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nymphidae +1)	0.266
1-GOLD	1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{s-w} = - \sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left( \frac{n_i}{A} \right)$	0.083

**Figura 3-2 - Metriche che compongono lo STAR-ICMi e peso loro attribuito nel calcolo (da CNR-IRSA, 2007; 2008).**

Ai fini della determinazione dell'indice STAR-ICMi si dovrà fare riferimento, oltre che alle disposizioni del DM 260/2010, agli indirizzi dettati dalle "Linee guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del DM 260/2010", edita dall'ISPRA sulla base dei contributi predisposti dall'IRSA.

### **Indice LIMeco**

L'indice LIMeco, introdotto dal D.M. 260/2010 (che modifica le norme tecniche del D.Lgs. 152/2006), è un descrittore dello stato trofico del fiume, che considera quattro parametri: tre nutrienti (azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo totale) e il livello di ossigeno disciolto espresso come percentuale di saturazione. La procedura di calcolo prevede l'attribuzione di un punteggio alla concentrazione di ogni parametro sulla base della tabella 4.1.2/a del D.M. 260/2010 e il calcolo del LIMeco di ciascun campionamento come media dei punteggi attribuiti ai singoli parametri, quindi il calcolo del LIMeco del sito nell'anno in esame come media ponderata dei singoli LIMeco di ciascun campionamento.

L’attribuzione della classe di qualità al corpo idrico avviene secondo i limiti previsti dalla tabella 4.1.2/b del D.M. 260/2010. La qualità, espressa in cinque classi, può variare da Elevato a Cattivo (Tabella 3-3). Per la determinazione dello Stato Ecologico l’indice LIMeco non scende sotto il livello Sufficiente.

Stato	LIMeco
Elevato*	$\geq 0,66$
Buono	$\geq 0,50$
Sufficiente	$\geq 0,33$
Scarso	$\geq 0,17$
Cattivo	$< 0,17$

**Tabella 3-3 - Tabella 4.1.2/b - Classificazione di qualità secondo i valori di LIMeco (D.M. 260/2010)**

Ai fini della determinazione dell’indice LIMeco si farà riferimento a quanto disposto dal DM 260/2010.

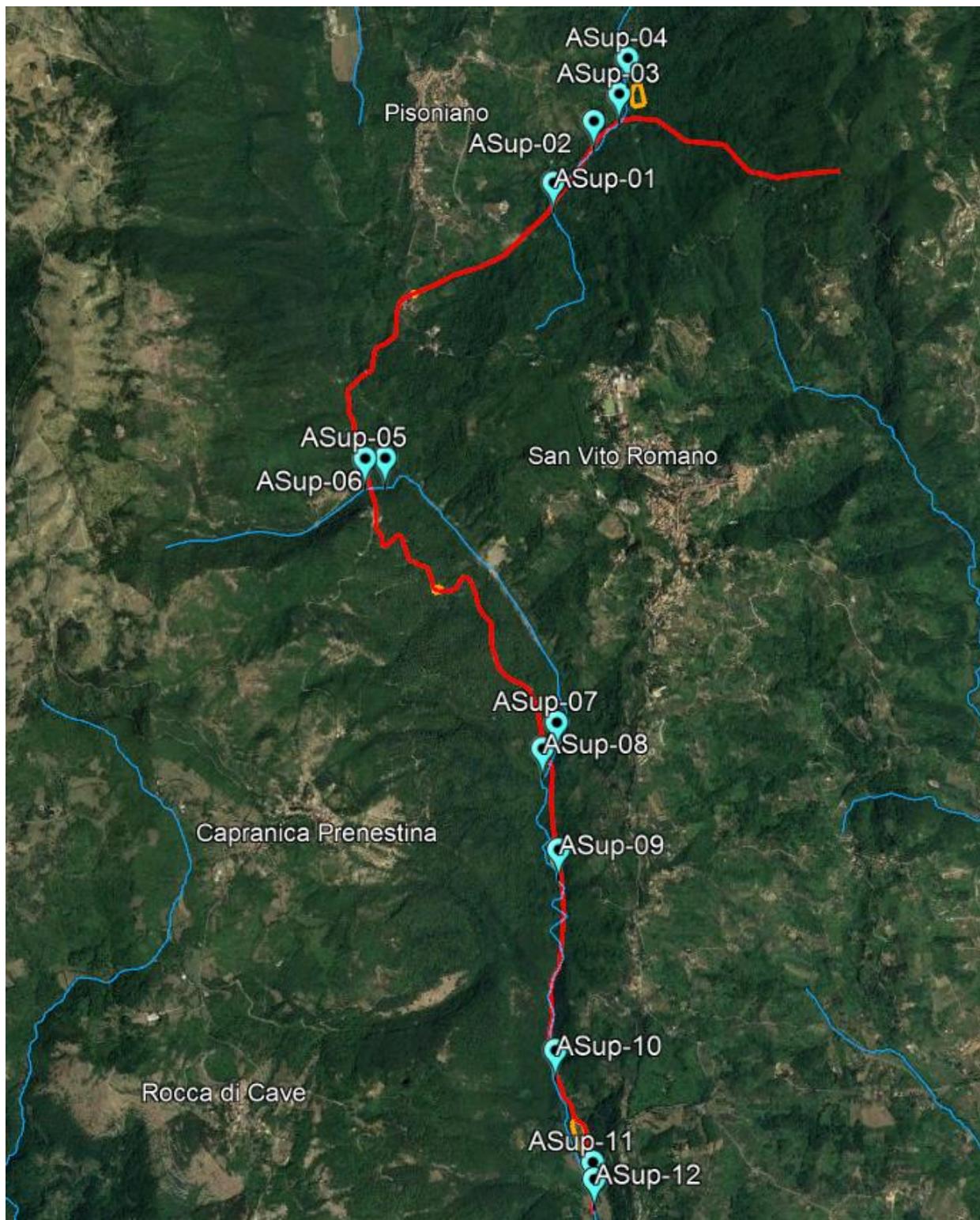
### **3.2.5 Criteri di identificazione dei punti di monitoraggio**

La scelta dei punti da monitorare è stata realizzata valutando l’interferenza tra il tracciato ed il reticolo idrografico. Sono stati considerati punti maggiormente esposti a potenziali modifiche quelli in corrispondenza degli attraversamenti dei principali corsi d’acqua e quelli in corrispondenza delle aree fisse di cantiere situate in prossimità dei corsi d’acqua, che potrebbero essere quindi interessati da fenomeni di inquinamento derivante da stoccaggio di materiali, lavorazioni pericolose, etc..

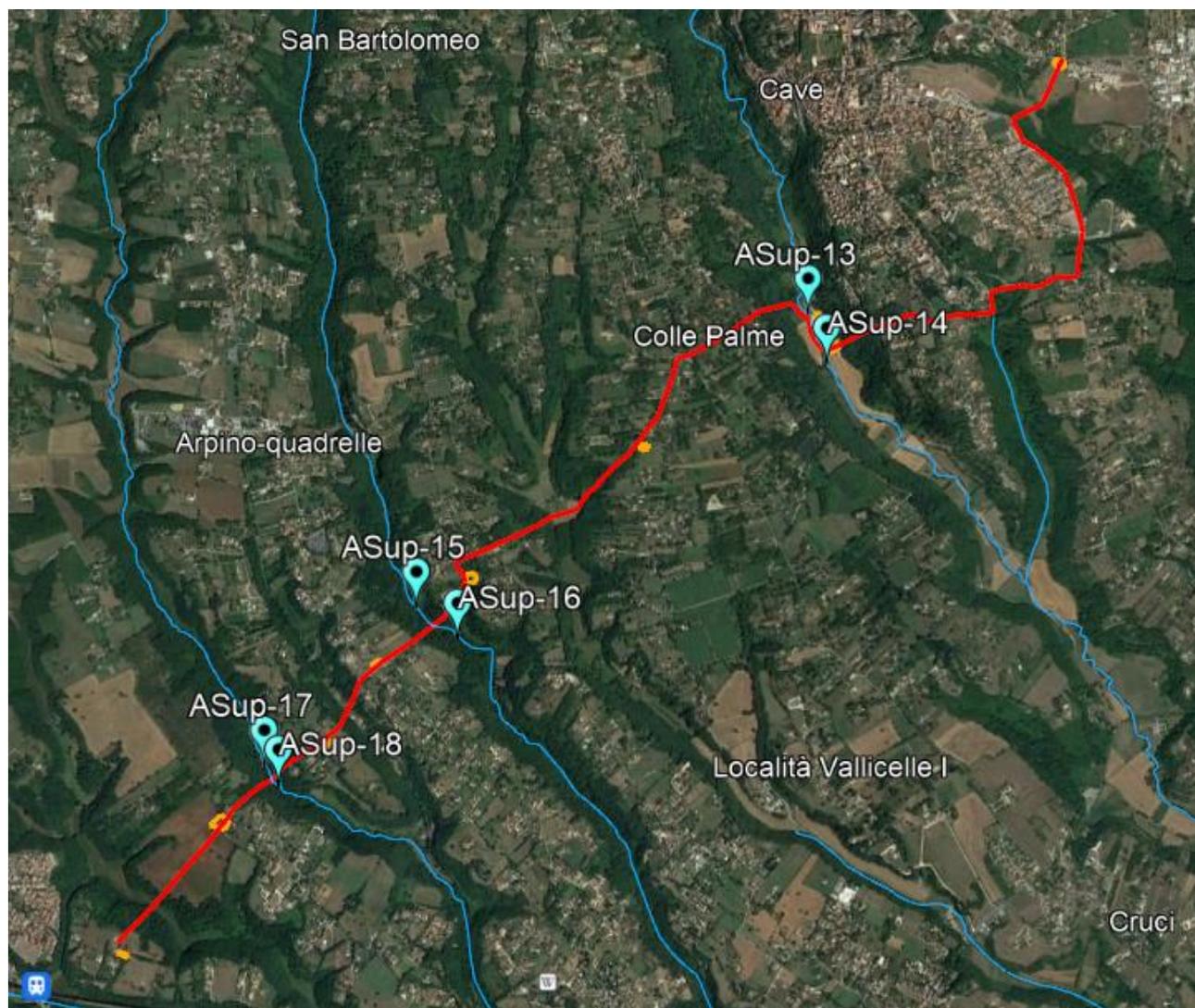
La definizione dei punti di monitoraggio tra i corsi d’acqua interferenti con il tracciato ha considerato inoltre l’importanza del corpo idrico, la quale si può tradurre in un rilevante livello di fruizione antropica oppure in interesse naturalistico.

Di seguito si riporta l’elenco completo dei punti di monitoraggio delle acque superficiali.

<b>Codice punti di monitoraggio Coppie Monte-Valle</b>	<b>Corso d'acqua</b>
ASup-01 e ASup-02	Fosso della Valle
ASup-03 e ASup-04	Fosso della Valle
ASup-05 e ASup-06	Fosso Capranica
ASup-07 e ASup-08	Fosso di Capranica
ASup-09 e ASup-10	Fosso di Capranica
ASup-11 e ASup-12	Torrente Rio
ASup-13 e ASup-14	Fosso di Cave
ASup-15 e ASup-16	Fosso Savo
ASup-17 e ASup-18	Fosso di Ninfa



**Figura 3-3 - Ubicazione punti di indagine Acque superficiali. Tratta di monte.**



**Figura 3-4 - Ubicazione punti di indagine Acque superficiali. Tratta di valle.**

### ***3.2.6 Frequenza e durata del monitoraggio***

La fase di monitoraggio ante operam è caratterizzata per ciascun punto da campagne di misure chimico-fisiche con cadenza trimestrale, da campagne di analisi chimiche e batteriologiche con cadenza trimestrale e da campagne annuali per la determinazione dell'indice STAR-ICMi e LIMeco, da realizzare prima dell'inizio dei lavori a valle e a monte rispetto al tracciato.

Le attività di monitoraggio in corso d’opera avranno una durata pari a quella delle attività di cantiere, ed una cadenza trimestrale per le misure chimico-fisiche e per le analisi chimiche e batteriologiche, che verranno realizzate a valle e a monte rispetto al tracciato. Per la determinazione dell’indice STAR-ICMi e LIMeco è prevista una cadenza annuale.

Per le attività di monitoraggio post operam sono previste campagne trimestrali di monitoraggio per le misure chimico-fisiche e per le analisi chimico-batteriologiche e campagne annuali per la determinazione dell’indice STAR-ICMi e LIMeco, da realizzare in un’area posta a valle rispetto al tracciato.

- Misure in situ  
 Misure fisico-chimiche in situ con sonda multiparametrica
- Analisi di laboratorio  
 Analisi fisico-chimiche e batteriologiche di laboratorio
- STAR-ICMi e LIMeco  
 Determinazione dell’indice STAR-ICMi e LIMeco

POSTAZIONE	TIPOLOGIA ANALISI	FREQUENZA			TOTALE ANALISI (C.O. 23 mesi)		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
ASup-01	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-02	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-03	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-04	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-05	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4

POSTAZIONE	TIPOLOGIA ANALISI	FREQUENZA			TOTALE ANALISI (C.O. 23 mesi)		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-06	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-07	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-08	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-09	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-10	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-11	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-12	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-13	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-14	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-15	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-16	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-17	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1
ASup-18	Misure in situ	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	Analisi di laboratorio	trimestrale	trimestrale	trimestrale	4	8	4
	STAR-ICMi e LIMeco	annuale	annuale	annuale	1	2	1

Le misure rilevate verranno elaborate mediante reportistica, elaborata al termine di ciascuna campagna di rilevamento, durante il corso dell’anno e da relazioni di sintesi finale a cadenza annuale (per i parametri indagati con frequenza annuale verrà solamente realizzata la relazione finale).

### ***Valutazione di soglie di attenzione e di intervento***

I livelli di criticità da considerare per gli aspetti qualitativi e quantitativi delle acque superficiali deriveranno dai parametri chimici e fisici misurati per i corpi idrici durante la fase ante operam; in corso d’opera un primo controllo, per escludere l’ipotesi di interferenza da monte, verrà realizzato dal confronto dei parametri misurati in un due punti rispettivamente a valle e a monte rispetto al tracciato. Il monitoraggio delle acque superficiali continuerà ancora per un anno nel post operam.

Qualora, nell’ambito del monitoraggio ambientale, si riscontrassero dei valori dei parametri monitorati al di sopra delle soglie di norma, l’operatore interessato dovrà mettere in atto, tempestivamente, le procedure riportate al Titolo II – Parte VI del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

## **3.3 Acque Sotterranee**

### ***3.3.1 Obiettivi del monitoraggio***

Il monitoraggio dell’ambiente idrico sotterraneo consiste nella caratterizzazione della qualità degli acquiferi in relazione alle possibili interferenze dovute alle attività di costruzione.

Il monitoraggio ante opera avrà lo scopo di ricostruire lo stato di fatto della componente attraverso la predisposizione di specifiche campagne di misura e la ricostruzione aggiornata del quadro idrogeologico, desunto dai rilevamenti di dettaglio e dalle indagini di caratterizzazione svolte ai fini della progettazione.

Il monitoraggio in corso d'opera avrà lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione degli interventi in progetto non induca alterazioni dei caratteri qualitativi del sistema delle acque sotterranee e di fornire le informazioni utili per attivare tempestivamente le eventuali azioni correttive in caso di interferenza con la componente.

Infine, il monitoraggio post opera avrà lo scopo di accertare eventuali modificazioni indotte dalla costruzione dell’opera tramite il confronto con le caratteristiche ambientali rilevate durante la fase ante opera.

### ***3.3.2 Criteri metodologici***

Nella redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale per la componente specifica sono state seguite le seguenti fasi progettuali:

- Analisi dei documenti di riferimento e di progetto;
- Definizione del quadro informativo esistente;
- Identificazione dei riferimenti normativi e bibliografici sia per le metodiche di monitoraggio che per la determinazione dei valori di riferimento rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali;

- Scelta dei parametri da monitorare: livello statico dell’acquifero superficiale, caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee;
- Scelta dei punti/aree da monitorare per la tutela della salute della popolazione e dell’ambiente;
- Strutturazione delle informazioni per la caratterizzazione e valutazione dello stato ambientale ante operam, in corso d’opera e post operam;

### **3.3.3 Identificazione degli impatti da monitorare**

Tenendo conto dei caratteri di reversibilità/temporaneità e/o di irreversibilità/permanenza degli effetti, sono state prese in esame le seguenti possibilità di interferenza per la componente idrogeologica:

- sversamento accidentale di fluidi inquinanti sul suolo che possono percolare negli acquiferi;
- realizzazione di fondazioni profonde in terreni sede di acquiferi;

Verranno dunque considerate variazioni di carattere quantitativo e qualitativo.

Per variazioni quantitative si intendono considerate le variazioni, positive o negative, dei parametri idraulici indotte negli acquiferi, le quali possono verificarsi, per esempio, in seguito ad una minore infiltrazione delle acque meteoriche nel terreno a causa dell’impermeabilizzazione delle aree oggetto di cantierizzazione. In riferimento all’opera di progetto e all’area di intervento, questa tipologia di interferenza potenziale può ritenersi nulla o comunque trascurabile.

Per variazioni qualitative si intendono invece le variazioni delle caratteristiche chimiche delle acque, che possono verificarsi in seguito a sversamento accidentale di sostanze nocive, ad azioni di inquinamento diffuso ricollegabili alle attività di cantiere o all’apporto nel terreno di sostanze necessarie al miglioramento delle caratteristiche geotecniche dello stesso.

### **3.3.4 Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio**

Il monitoraggio dell’ambiente idrico sotterraneo si baserà, in accordo con la normativa vigente:

- sull’analisi di parametri chimico-fisici in situ, rilevati direttamente mediante l’utilizzo di un freatometro e di sonde multiparametriche nei piezometri;
- sul prelievo di campioni per le analisi di laboratorio di parametri chimici;

È previsto quindi l’utilizzo dei seguenti parametri di monitoraggio, che potranno dare indicazioni tempestive in caso di alterazioni o criticità direttamente connesse alle attività di cantiere:

- Parametri idrogeologici (Livello statico e portata): sono necessari per desumere informazioni riguardo eventuali modificazioni del regime idraulico o variazioni dello stato quantitativo della risorsa;
- Parametri chimico-fisici in situ: sono i principali parametri, misurabili istantaneamente mediante l’utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori);
- Parametri chimico-fisici di laboratorio: sono stati scelti parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione;

Per l’identificazione dei parametri sopracitati verranno applicate le metodologie disposte dalle “Linee guida SNPA 13/2018 – Il campionamento delle acque interne finalizzato alla determinazione dei parametri chimici e misure in campo dei parametri chimico fisici di base per la direttiva quadro sulle acque” e di seguito sintetizzate.

#### **Misure piezometriche**

Il livello della falda sarà rilevato utilizzando un sondino piezometrico (di opportuna lunghezza rispetto al livello statico da misurare) a punta elettrica, munita di avvisatore acustico e/o ottico.

Sarà cura dell’operatore eseguire:

- la corretta identificazione della stazione di misura (pozzo, piezometro);

- la verifica dell'integrità della chiusura del pozzetto di protezione di bocca foro (per i piezometri);
- l'immediata annotazione su apposita modulistica delle misure rilevate.

La scheda di campo dovrà contenere:

- la codifica del presidio monitorato;
- la misura rilevata in quota relativa e assoluta (in metri, con almeno due cifre decimali);
- la data della misura.

### ***Prelievo di campioni per misure in situ e analisi di laboratorio***

Al fine di prelevare campioni d'acqua il più possibile rappresentativi della situazione idrochimica sotterranea, si procederà ad operazioni di spurgo del piezometro; un'accurata procedura di spurgo è funzione anche delle caratteristiche idrauliche del pozzo e della produttività dell'acquifero.

Il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. indica di effettuare uno spurgo di un volume da 3 a 5 volte il volume di acqua contenuta nel piezometro. Indicazione del reale rinnovo dell'acqua contenuta nel piezometro e del fatto che il volume d'acqua in esso contenuto sia rappresentativo delle reali condizioni chimico-fisiche dell'acquifero è la stabilizzazione di parametri quali la temperatura, il pH, la conducibilità elettrica e il potenziale di ossido-riduzione misurati prima dell'inizio e durante le operazioni di spurgo. È possibile effettuare il prelievo di acqua solo quando questi parametri sono stabilizzati su valori pressoché costanti.

È buona norma, inoltre, ad integrazione dai criteri sopra citati, protrarre lo spurgo fino alla chiarificazione, ovvero fintanto che l'acqua non si presenta priva di particelle in sospensione.

### ***Campionamento***

Le attrezzature per il campionamento devono essere di materiale inerte (acciaio inossidabile, vetro e resine fluorocarboniche inerti) tali da non adsorbire inquinanti,

non desorbire i suoi componenti e non alterare la conducibilità elettrica e il pH. I campionatori suggeriti sono di tipo statico.

Dovrà essere posta attenzione nel preservare da qualsiasi tipo di contaminazione le attrezzature destinate al prelievo, sia nelle fasi di trasporto che in quelle che precedono il prelievo stesso.

Nel caso di campionamenti consecutivi da piezometri diversi dovranno essere impiegati campionatori singoli per ogni pozzo oppure le attrezzature dovranno essere pulite ogni qualvolta verranno riutilizzate.

Il campionatore dovrà essere calato lentamente nel foro avendo cura di non causare spruzzi al suo interno. Durante le operazioni di campionamento non dovrà essere provocata l'agitazione del campione e la sua esposizione all'aria dovrà essere ridotta al minimo.

La quantità di campione prelevato dovrà essere sufficiente alla realizzazione delle analisi complete di laboratorio. Il passaggio dal campionatore al contenitore sarà fatto immediatamente dopo il recupero e con molta precauzione, fuori dell'azione diretta dei raggi solari o di altri agenti di disturbo, riducendo all'indispensabile il contatto con l'aria e versando l'acqua con molta dolcezza, senza spruzzi; nel contenitore una volta chiuso non deve rimanere aria. In generale il campione di acqua prelevato sarà inserito in contenitori preferibilmente in polietilene e vetro sterili, chiusi da tappi ermetici in materiale inerte e esternamente ricoperti dai raggi solari.

#### Etichettatura dei contenitori

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

- sigla identificativa del pozzo o del piezometro;
- profondità di prelievo;
- data e ora del campionamento.

### Conservazione e spedizione

I contenitori saranno tenuti in ombra e protetti da ogni possibile contaminazione, preferibilmente in frigorifero alla temperatura di 4°C, fino alla consegna presso il laboratorio di analisi (entro 12 ore dal prelievo). Qualora la consegna avvenga a maggior distanza di tempo dal prelievo (comunque entro le 24 ore) i contenitori saranno tassativa-mente conservati in frigorifero.

### **Misure con sonda multiparametrica**

Utilizzando i metodi di campionamento descritti in precedenza, saranno misurati i parametri chimico-fisici delle acque in situ mediante l’utilizzo di una sonda multiparametrica immersa direttamente nel contenitore, al fine di disturbare il meno possibile il campione (soprattutto per la misurazione dell’ossigeno disciolto). L’operatore avrà cura di annotare immediatamente sulla scheda di campo:

- i parametri chimico-fisici misurati (temperatura aria, temperatura acqua, pH, potenziale redox, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, nitrati, ione ammonio);
- il tipo di strumento utilizzato;
- l’unità di misura utilizzata;
- la grandezza misurata;
- la data della misura.

### **Analisi chimiche di laboratorio**

Ai fini del monitoraggio dei corpi idrici sotterranei, nella presente sede si farà riferimento all’Allegato 5 Titolo V alla Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e alle indicazioni riportate sull’istruttoria, prendendo in considerazione i seguenti parametri:

<b>SOSTANZE</b>	<b>Valore limite (µ/l)</b>
<b>METALLI</b>	
Alluminio	200
Arsenico	10
Cadmio	5
Cromo totale	50
Cromo (VI)	5
Ferro	200
Mercurio	1
Nichel	20
Piombo	10
Rame	1000
Manganese	50
Zinco	3000
<b>INQUINANTI INORGANICI</b>	
Boro	1000
Calcio	
Magnesio	
Sodio	
Potassio	
Cianuri liberi	50
Cloruri	
Fluoruri	1500
Solfati (mg/L)	250
Nitrati	
Nitriti	500
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>	
Benzene	1
Etilbenzene	50
Stirene	25
Toluene	15
para-Xilene	10
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)</b>	
Benzo(a) antracene	0.1
Benzo (a) pirene	0.01
*Benzo (b) fluorantene	0.1
*Benzo (k,) fluorantene	0.05
*Benzo (g, h, i) perilene	0.01

<b>SOSTANZE</b>	<b>Valore limite (µ/l)</b>
Crisene	5
Dibenzo (a, h) antracene	0.01
*Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0.1
Pirene	50
Sommatoria (*)	0.1
<b>SOLVENTI CLORURATI</b>	
Triclorometano	0.15
Cloruro di Vinile	0.5
1,2-Dicloroetano	3
Tricloroetilene	1.5
Tetracloroetilene	1.1
Esaclorobutadiene	0.15
Sommatoria organoalogenati	10
1,2-Dicloroetilene	60
Dibromoclorometano	0.13
Bromodiclorometano	0.17
<b>ALTRI PARAMETRI</b>	
Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	350
MTBE	20-40

### **3.3.5 Criteri di identificazione dei punti di monitoraggio**

Si evidenzia che nell’ambito della campagna di indagini geognostiche realizzata, sono stati messi in opera dei piezometri per il monitoraggio del livello di falda lungo lo sviluppo del tracciato dell’opera. Dall’analisi del posizionamento e delle caratteristiche costruttive di questi (Profondità, diametro) è sembrato plausibile utilizzarli anche per il monitoraggio ambientale durante le fasi progettuali e costruttive.

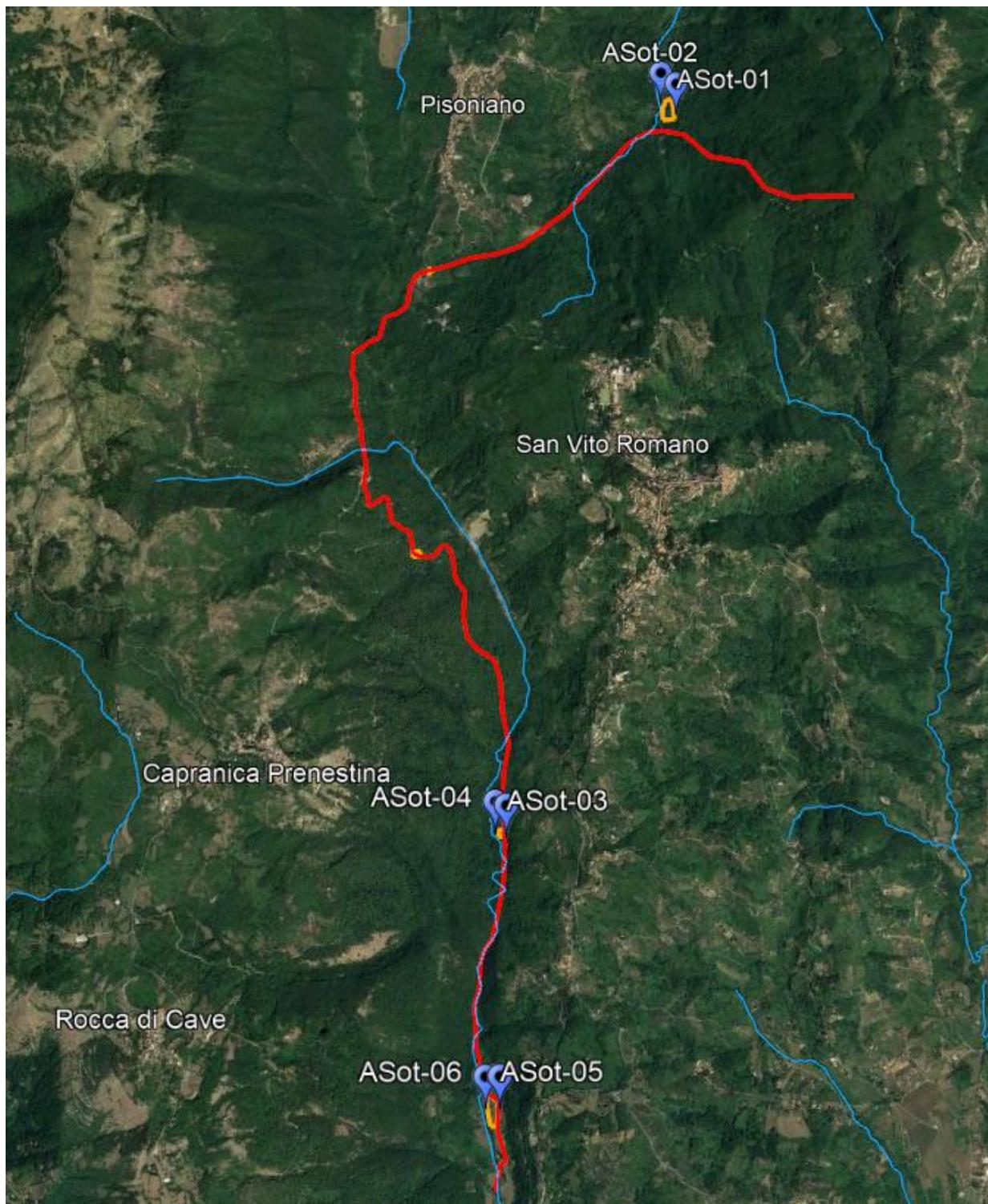
L’ambiente idrico sotterraneo verrà pertanto monitorato:

- nell’intorno dei cantieri e lungo il tracciato;
- nei siti in cui i lavori interessano le acque di falda.

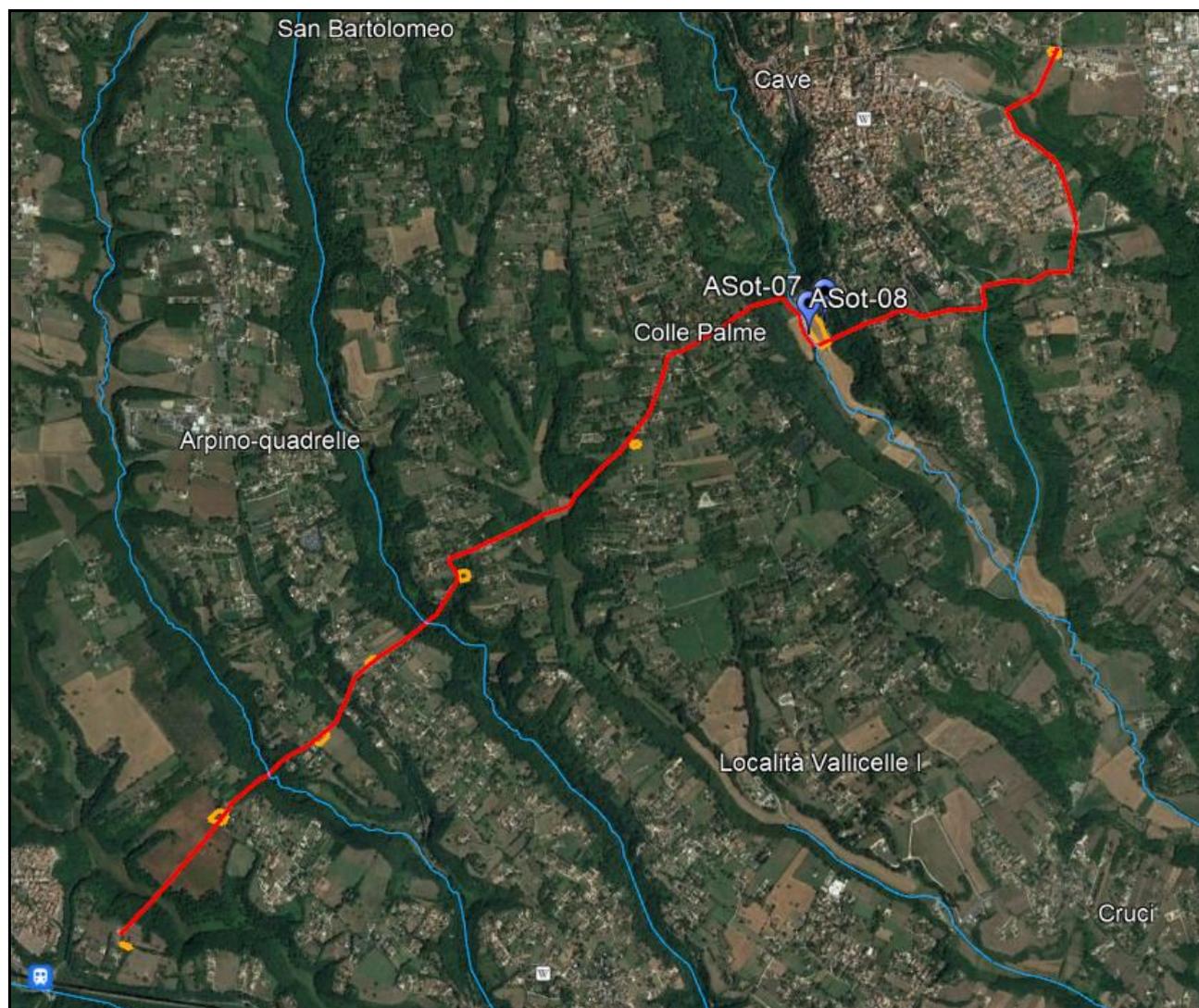
Al fine di poter rispettare i criteri di ubicazione dei punti di monitoraggio si è optato per la realizzazione di nuovi piezometri a tubo aperto, appositamente predisposti, aventi diametro pari a 3”. Per quel che concerne la profondità di installazione dei suddetti piezometri, in relazione ai dati piezometrici, è stato valutato di installarli ad una profondità di 25 metri dal p.c..

Nella tabella seguente si riporta l’elenco completo dei punti di monitoraggio delle acque sotterranee, definendo la tipologia di piezometro (T.A. tubo aperto) e la profondità di installazione a partire dal piano campagna.

<b>Codice punto di monitoraggio</b>	<b>Tipologia punto di misura e campionamento</b>	<b>Profondità metri dal p.c.</b>
ASot-01	Piezometro T.A.	-25
ASot-02	Piezometro T.A.	-25
ASot-03	Piezometro T.A.	-25
ASot-04	Piezometro T.A.	-25
ASot-05	Piezometro T.A.	-25
ASot-06	Piezometro T.A.	-25
ASot-07	Piezometro T.A.	-25
ASot-08	Piezometro T.A.	-25



**Tabella 3-4 - Ubicazione punti di indagine Acque Sotterranee. Tratta di monte.**



**Figura 3-5 - Ubicazione punti di indagine Acque Sotterranee. Tratta di valle.**

### **3.3.6 Frequenza e durata del monitoraggio**

La fase di monitoraggio ante opera, da realizzare prima dell’inizio dei lavori, è caratterizzata da:

- una campagna di misura delle caratteristiche chimiche di laboratorio;
- una campagna di misura del livello statico e di analisi delle caratteristiche chimico-fisiche con sonda multiparametrica.

Le attività di monitoraggio in corso d’opera avranno una durata pari a quella delle attività di cantiere e cadenza trimestrale sia per le analisi delle caratteristiche chimiche di laboratorio che per la misura del livello statico e di analisi delle caratteristiche chimico-fisiche con sonda multiparametrica.

Si ipotizzano infine, per le attività di post opera, campagne di misura con le stesse modalità realizzate nella fase ante opera.

Nelle tabelle seguenti sono riepilogate le attività di monitoraggio da eseguire per ogni punto individuato e la loro frequenza in ante opera, corso d’opera e post opera:

Tipologia analisi	Frequenza		
	AO	CO (23mesi)	PO
misura delle caratteristiche chimiche di laboratorio	annuale	trimestrale	annuale
misura del livello statico e misure chimico-fisiche in situ	annuale	trimestrale	annuale

Le misure rilevate verranno elaborate mediante reportistica, elaborata al termine di ciascuna campagna di rilevamento, durante il corso dell’anno e da relazioni di sintesi finale a cadenza annuale (per i parametri indagati con frequenza annuale verrà solamente realizzata la relazione finale).

Codice punto		N° campagne Ante Operam	N° campagne Corso d’opera	N° campagne Post Operam
ASot-01	Chimiche di laboratorio	1	8	1
	Livello.Statico e misure in situ	1	8	1
ASot-02	Chimiche di laboratorio	1	8	
	Livello.Statico e misure in	1	8	

Codice punto		N° campagne Ante Operam	N° campagne Corso d’opera	N° campagne Post Operam
	situ			
ASot-03	Chimiche di laboratorio	1	8	1
	Livello.Statico e misure in situ	1	8	1
ASot-04	Chimiche di laboratorio	1	8	1
	Livello.Statico e misure in situ	1	8	1
ASot-05	Chimiche di laboratorio	1	8	1
	Livello.Statico e misure in situ	1	8	1
ASot-06	Chimiche di laboratorio	1	8	1
	Livello.Statico e misure in situ	1	8	1
ASot-07	Chimiche di laboratorio	1	8	1
	Livello.Statico e misure in situ	1	8	1
ASot-08	Chimiche di laboratorio	1	8	1
	Livello.Statico e misure in situ	1	8	1

**Tabella 3-5 - Acque sotterranee: Programmazione del monitoraggio.**

### **Valutazione di soglie di attenzione e di intervento**

I livelli di criticità da considerare per gli aspetti qualitativi delle acque sotterranee saranno quelli indicati nell’ “Allegato 5 – Concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione di uso dei siti”, del D.Lgs. 152/2006, che costituiscono i valori di concentrazione limite accettabili nelle acque sotterranee. Il superamento di uno o più di tali valori di

concentrazione porterà a considerare il sito “potenzialmente inquinato”, in attesa di espletare le operazioni di caratterizzazione e di analisi di rischio sanitario-ambientale, che permette di determinarne lo stato di contaminazione sulla base delle “concentrazioni soglia di rischio”.

Riguardo le variazioni quantitative del livello statico della stessa nel tempo, risulta necessario il confronto con i parametri definiti nella fase ante operam, che comunque dovrà costituire un parametro di confronto aggiuntivo anche nel caso delle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee.

Qualora, nell’ambito del monitoraggio ambientale, si riscontrassero dei valori dei parametri monitorati al di sopra delle soglie di norma, l’operatore interessato dovrà mettere in atto, tempestivamente, le procedure riportate al Titolo II – Parte VI del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

## **3.4 Suolo e sottosuolo**

### **3.4.1 Obiettivi del monitoraggio**

Il monitoraggio della componente suolo ha lo scopo di analizzare e caratterizzare dal punto di vista pedologico e chimico i terreni interessati dalle attività di cantiere. Obiettivo principale dell’attività è il controllo delle possibili alterazioni di tali caratteristiche, a valle delle operazioni di impianto dei cantieri stessi e delle relative lavorazioni in corso d’opera, al momento della restituzione dei terreni stessi al precedente uso. Quindi il monitoraggio verrà realizzato nella fase ante operam, in modo da fornire un quadro base delle caratteristiche del terreno, in corso d’opera, finalizzato al controllo di eventuali eventi accidentali, e nella fase post operam, con lo scopo di verificare il ripristino delle condizioni iniziali.

### **3.4.2 Criteri metodologici**

Nella redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale per la componente specifica sono state svolte le seguenti attività:

- Analisi dei documenti di riferimento e di progetto;
- Definizione del quadro informativo esistente;
- Identificazione dei riferimenti normativi e bibliografici sia per le metodiche di monitoraggio che per la de-terminazione dei valori di riferimento rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali;
- Scelta dei parametri da monitorare: si tratta di parametri pedologici e fisico-chimici da verificare per la componente suolo in situ e in laboratorio sulla base della sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto;
- Scelta delle aree da monitorare per la tutela della salute della popolazione e dell’ambiente;
- Strutturazione delle informazioni per la caratterizzazione e valutazione dello stato ambientale Ante operam, in Corso d’opera e Post operam.

### **3.4.3 Identificazione degli impatti da monitorare**

In linea generale i problemi che possono essere causati alla matrice pedologica sono di tre tipi:

- perdita di materiale naturale;
- contaminazione dei suoli in caso di eventi accidentali;
- impermeabilizzazione dei terreni.

In sede di monitoraggio si dovrà verificare pertanto il mantenimento delle caratteristiche strutturali dei suoli nelle zone di cantierizzazione, ostacolato dai fenomeni di asportazione di materiale dovuti alle caratteristiche dell’opera. Nelle aree di cantierizzazione risulta inoltre possibile la contaminazione del suolo dovuta a sversamenti accidentali causati da mezzi di trasporto e movimentazione, che può in ogni caso essere tenuta sotto controllo intervenendo nell’eventualità di incidente in tempi veloci; in caso di contaminazioni accidentali sono comunque previste indagini extra e specifiche.

I problemi che possono essere causati alla matrice sottosuolo sono invece legati all’eventuale consolidamento/costipamento e impermeabilizzazione dei terreni presenti nell’area interessata dall’opera.

Non essendo un elemento prevedibile, e quindi mitigabile a priori, la contaminazione delle aree di cantiere sarà l’elemento maggiormente soggetto a monitoraggio.

### **3.4.4 Definizione degli indicatori e dei parametri di monitoraggio**

I parametri da raccogliere per la componente suolo dovranno essere di tre tipi:

- Parametri stazionali dei punti di indagine, dati dall’uso attuale del suolo e dalle pratiche colturali precedenti all’insediamento del cantiere;
- Descrizione dei profili di suolo attraverso apposite schede, classificazione pedologica e prelievo dei campioni;
- Analisi di laboratorio per i campioni prelevati.

Le indagini saranno effettuate nella fase ante operam, in quella in corso d’opera e in quella post operam, con il fine di poter effettuare il confronto degli esiti delle

medesime e di poter trarre valutazioni circa gli eventuali interventi di mitigazione da porre in opera, anche in relazione alle soglie normative vigenti (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.).

È stata quindi stabilita una campagna di indagini pedologiche di dettaglio da effettuare in situ prima dell’inizio dei lavori e in post operam, in corrispondenza delle aree di cantiere. L’indagine standard prevista per questo tipo di indagine è quella della caratterizzazione mediante profili pedologici.

Dapprima si raccoglieranno le informazioni relative all’uso attuale del suolo, capacità d’uso, classificazione pedologica e pratiche colturali precedenti all’insediamento del cantiere. Successivamente, la descrizione delle aree di monitoraggio integrerà le informazioni raccolte con la definizione dei seguenti parametri:

- esposizione;
- pendenza;
- microrilievo;
- pietrosità superficiale;
- rocciosità affiorante;
- fenditure superficiali;
- vegetazione;
- stato erosivo;
- substrato pedogenetico.

La caratterizzazione chimica e pedologica dei terreni, da realizzare in corrispondenza di ogni punto di indagine in laboratorio, comporterà poi la descrizione del profilo del suolo e la determinazione dei seguenti parametri sugli orizzonti maggiormente rappresentativi del profilo:

- colore allo stato secco e umido;
- tessitura;
- struttura;
- consistenza;

- porosità;
- umidità;
- contenuto in scheletro;
- pH;
- capacità di scambio cationico (CSC);
- azoto assimilabile e fosforo assimilabili;
- sostanza organica;
- basi di scambio (Ca, Mg, K, Na, H)
- idrocarburi (con scorporo in C<12 e C>12);
- metalli pesanti (Cd, Co, Cr tot, Mn, Ni, Pb, Cu, Zn);
- solventi aromatici;
- IPA.

### **Profilo pedologico**

Il profilo pedologico ha come obiettivo la caratterizzazione dettagliata delle principali tipologie di suolo, con descrizione completa di tutte le caratteristiche e proprietà del suolo, fotografia del profilo e campionamento degli orizzonti pedologici per le analisi di laboratorio.

Lo scavo del profilo deve essere possibilmente orientato in modo tale che il sole lo illumini per l'intera sua profondità; in inverno è invece preferibile orientare il profilo in modo tale che sia completamente in ombra (ma non controluce), affinché le condizioni di illuminazione siano tali da non permettere mai l'intera illuminazione del profilo.

La larghezza standard del profilo è compresa fra 100 e 150 cm; per la lunghezza dello scavo si deve considerare minimo un valore pari a 150 cm, tenendo presente che una maggiore lunghezza garantisce migliori condizioni fotografiche; lo scavo avrà una profondità di 200 cm.

Durante le operazioni di scavo, occorre accertarsi che l'operatore della pala meccanica separi il topsoil dal subsoil, così da poter richiudere il profilo mantenendo inalterata la successione degli orizzonti.

La superficie del profilo deve essere, almeno in parte, levigata con la vanga dopo le operazioni di scavo per meglio individuare i limiti fra i diversi orizzonti e le differenze di colore; questa operazione può compiersi su due terzi della superficie del profilo. Si consiglia altresì di lavorare con un coltello la rimanente parte della superficie, per meglio cogliere l’aggregazione fra le particelle di suolo.

Estremamente importante è la fotografia del profilo pedologico, scattata in duplice copia prima di procedere alla compilazione della scheda di campagna. A proposito della descrizione del profilo del suolo è opportuno rammentare ancora quanto segue:

- nella descrizione del colore occorre porsi con il sole alle spalle ed osservare campioni di suolo di dimensioni piuttosto importanti, così da riuscire a cogliere i diversi colori che il suolo presenta;
- il giudizio su ogni carattere del suolo deve essere fornito dallo stesso rilevatore per tutti gli orizzonti;
- si deve sempre effettuare il disegno del profilo colorandolo per strofinamento con particelle di suolo dei diversi orizzonti;
- registrare sulla scheda, se possibile, particolari curiosi che possono permettere, anche a distanza di anni, di ricordare l'osservazione.

Descritte tutte le caratteristiche del profilo, si può procedere al campionamento degli orizzonti del suolo. Tale operazione si svolge a partire dall’orizzonte più profondo verso quello di superficie per evitare la commistione di parti-celle di orizzonti diversi.

### **Campionamento**

Il suolo deve essere introdotto in sacchetti puliti di dimensioni minime 35x25cm; la quantità di suolo minima da raccogliere deve essere sufficiente per eseguire le analisi dei parametri indicati in precedenza. Nel sacchetto si deve introdurre il preposto cartellino per campionamenti compilato, preferibilmente a matita, in tutte le sue parti. Qualora si preveda di non poter aprire il sacchetto di suolo per alcuni giorni è auspicabile isolare il cartellino di riconoscimento dal campione di suolo mediante una doppia chiusura. I sacchetti devono essere chiusi possibilmente con lacciolo metallico (tipo freezer).

Saranno prelevati n. 2 campioni per ogni profilo pedologico, di cui il primo ad una profondità compresa tra 30-40 cm e il secondo a fondo scavo.

### Indagini di laboratorio

Ai fini del monitoraggio dei corpi idrici sotterranei, in ottemperanza alla normativa vigente le indagini di laboratorio previste prenderanno in considerazione i seguenti parametri (cfr. Colonna A della tabella 1 dell'allegato 5 al Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs 152/2006):

<b>SOSTANZE</b>	<b>Valore limite (µ/l)</b>
<b>METALLI</b>	
Alluminio	200
Arsenico	10
Cadmio	5
Cromo totale	50
Cromo (VI)	5
Ferro	200
Mercurio	1
Nichel	20
Piombo	10
Rame	1000
Manganese	50
Zinco	3000
<b>INQUINANTI INORGANICI</b>	
Boro	1000
Calcio	
Magnesio	
Sodio	
Potassio	
Cianuri liberi	50
Cloruri	
Fluoruri	1500
Solfati (mg/L)	250
Nitrati	
Nitriti	500

<b>SOSTANZE</b>	<b>Valore limite (µ/l)</b>
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>	
Benzene	1
Etilbenzene	50
Stirene	25
Toluene	15
para-Xilene	10
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)</b>	
Benzo(a) antracene	0.1
Benzo (a) pirene	0.01
*Benzo (b) fluorantene	0.1
*Benzo (k,) fluorantene	0.05
*Benzo (g, h, i) perilene	0.01
Crisene	5
Dibenzo (a, h) antracene	0.01
*Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0.1
Pirene	50
Sommatoria (*)	0.1
<b>SOLVENTI CLORURATI</b>	
Triclorometano	0.15
Cloruro di Vinile	0.5
1,2-Dicloroetano	3
Tricloroetilene	1.5
Tetracloroetilene	1.1
Esaclorobutadiene	0.15
Sommatoria organoalogenati	10
1,2-Dicloroetilene	60
Dibromoclorometano	0.13
Bromodiclorometano	0.17
<b>ALTRI PARAMETRI</b>	
Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	350
MTBE	20-40

### **3.4.5 Criteri di identificazione dei punti di monitoraggio**

Gli impatti conseguenti all'impianto ed alle lavorazioni di cantiere ed il successivo ripristino consistono nell'alterazione delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni

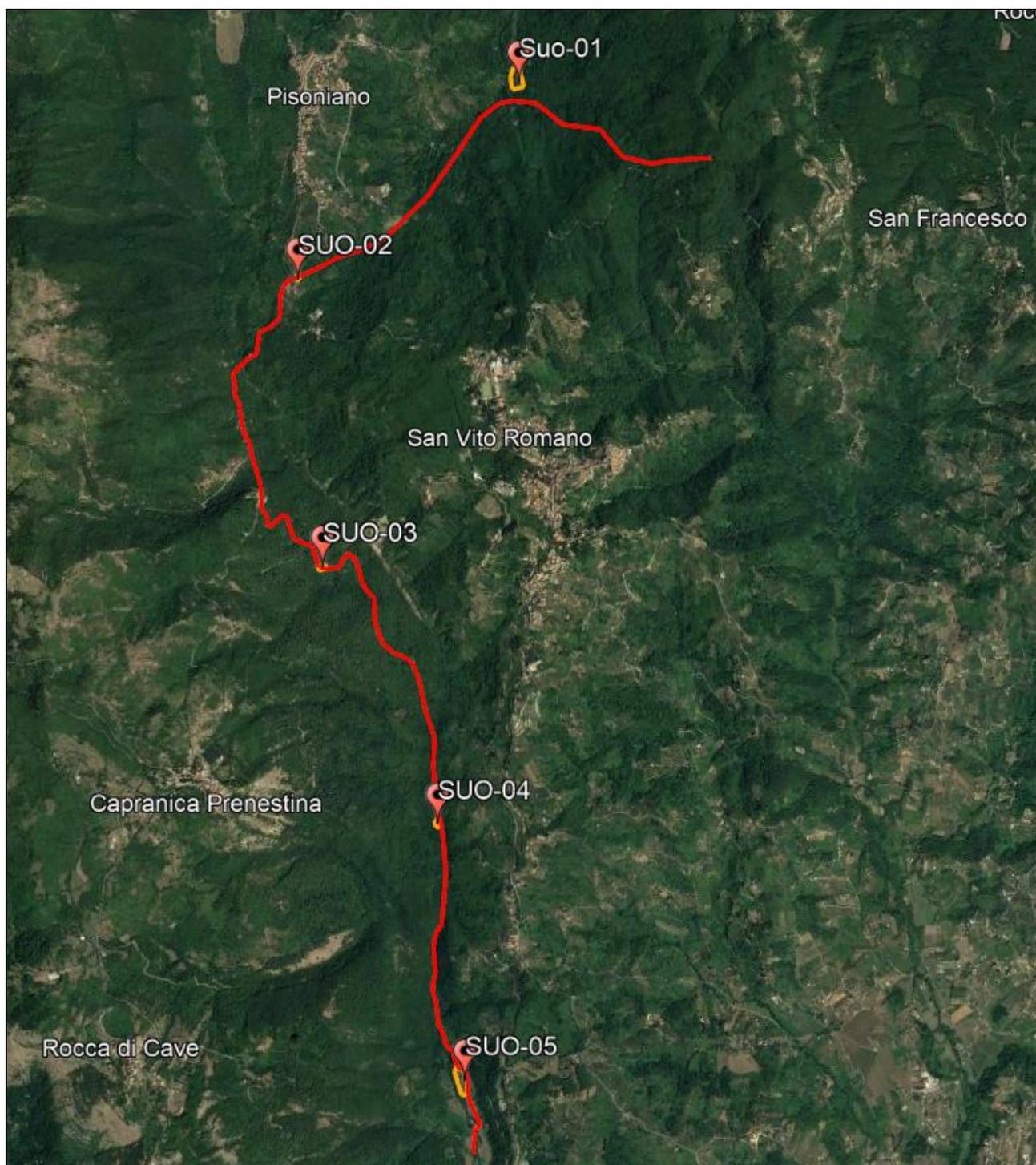
(compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, presenza di sostanze chimiche, etc.).

Nel presente caso, il monitoraggio del suolo per la componente Geologia si realizza nelle aree occupate dai cantieri.

La seguente tabella riporta i punti di rilievo del monitoraggio della componente suolo definiti e la tipologia di indagine da eseguire.

<b>Codice punto di monitoraggio</b>	<b>Tipologia di indagine</b>
SUO-01	Profilo pedologico
SUO-02	Profilo pedologico
SUO-03	Profilo pedologico
SUO-04	Profilo pedologico
SUO_05	Profilo pedologico
SUO_06	Profilo pedologico
SUO_07	Profilo pedologico
SUO_08	Profilo pedologico
SUO_09	Profilo pedologico
SUO_010	Profilo pedologico
SUO_11	Profilo pedologico
SUO_12	Profilo pedologico
SUO_13	Profilo pedologico

In Figura 3-6 (tratta di monye) e Figura 3-7 (tratta di valle) si riporta l’ubicazione dei punti d’indagine, che nel presente caso è rappresentato da un punto per ogni area di cantiere.



**Figura 3-6 - Ubicazione dei punti di indagine Suolo – Tratta di monte.**



**Figura 3-7 - Ubicazione dei punti di indagine Suolo – Tratta di valle.**

### **3.4.6 Frequenza e durata del monitoraggio**

Il monitoraggio ante operam consiste nell’esecuzione di una campagna di indagini pedologiche da effettuare prima dell’inizio dei lavori. In corso d’opera non saranno effettuate indagini, in quanto si ha la presenza del cantiere.

Il monitoraggio post operam, che ha lo scopo di analizzare le variazioni delle caratteristiche dei terreni a seguito dell’impianto dei cantieri e dell’esecuzione delle lavorazioni, si realizzerà ad ultimazione dell’opera dopo il ripristino delle aree di

cantiere, mediante un’unica campagna di misure. I risultati del monitoraggio post operam saranno confrontati con quelli relativi alla situazione di “bianco” accertata nella fase ante operam e con i limiti stabiliti dalla normativa vigente (D.Lgs. 152/2006 s.m.i.), con il fine di predisporre l’eventuale adozione di interventi di mitigazione in caso di necessità.

Punti di indagine	Tipologia analisi	Frequenza		
		AO	CO	PO
SUO_01	Caratterizzazione pedologica e chimica	annuale	-	annuale
SUO_02	Caratterizzazione pedologica e chimica	annuale	-	annuale
SUO_03	Caratterizzazione pedologica e chimica	annuale	-	annuale
SUO_04	Caratterizzazione pedologica e chimica	annuale	-	annuale
SUO_05	Caratterizzazione pedologica e chimica	annuale	-	annuale
SUO_06	Caratterizzazione pedologica e chimica	annuale	-	annuale
SUO_07	Caratterizzazione pedologica e chimica	annuale	-	annuale
SUO_08	Caratterizzazione pedologica e chimica	annuale	-	annuale
SUO_09	Caratterizzazione pedologica e chimica	annuale	-	annuale
SUO_010	Caratterizzazione pedologica e chimica	annuale	-	annuale

Punti di indagine	Tipologia analisi	Frequenza		
		AO	CO	PO
SUO_11	Caratterizzazione pedologica e chimica	annuale	-	annuale
SUO_12	Caratterizzazione pedologica e chimica	annuale	-	annuale
SUO_13	Caratterizzazione pedologica e chimica	annuale	-	annuale

**Tabella 3-6 – Frequenza di monitoraggio.**

Le misure rilevate verranno elaborate mediante reportistica, elaborata al termine di ciascuna campagna di rilevamento, durante il corso dell’anno e da relazioni di sintesi finale a cadenza annuale (per i parametri indagati con frequenza annuale verrà solamente realizzata la relazione finale).

Codice punto	Ante Operam		Corso d’opera		Post Operam	
	N° campagne	N° campioni	N° campagne	N° campioni	N° campagne	N° campioni
SUO_01	1	2	-	-	1	2
SUO_02	1	2	-	-	1	2
SUO_03	1	2	-	-	1	2
SUO_04	1	2	-	-	1	2
SUO_05	1	2	-	-	1	2
SUO_06	1	2	-	-	1	2
SUO_07	1	2	-	-	1	2
SUO_08	1	2	-	-	1	2

Codice punto	Ante Operam		Corso d’opera		Post Operam	
	N° campagne	N° campioni	N° campagne	N° campioni	N° campagne	N° campioni
SUO_09	1	2	-	-	1	2
SUO_010	1	2	-	-	1	2
SUO_11	1	2	-	-	1	2
SUO_12	1	2	-	-	1	2
SUO_13	1	2	-	-	1	2

**Tabella 3-7 - Programmazione del monitoraggio**

### **Valutazione di soglie di attenzione e di intervento**

I livelli di criticità da considerare per gli aspetti qualitativi dei suoli saranno quelli indicati nell’ “Allegato 5 – Concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione di uso dei siti”, del D.Lgs. 152/2006, che costituiscono i valori di concentrazione limite accettabili nei suoli, a seconda della specifica destinazione d’uso. Il superamento di uno o più di tali valori di concentrazione porterà a considerare il sito “potenzialmente inquinato”, in attesa di espletare le operazioni di caratterizzazione e di analisi di rischio sanitario-ambientale sito specifica, la quale permette di determinarne lo stato di contaminazione sulla base delle “concentrazioni soglia di rischio”. Un sito è definito contaminato, infatti, nel caso in cui i valori delle concentrazioni soglia di rischio, determinate appunto con l’analisi di rischio, risultino superati. Qualora, nell’ambito del monitoraggio ambientale, si riscontrassero dei valori dei parametri monitorati al di sopra delle soglie di norma, l’operatore interessato dovrà mettere in atto, tempestivamente, le procedure riportate al Titolo II – Parte VI del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

## **3.5 Flora e Vegetazione**

### ***3.5.1 Obiettivi del monitoraggio***

Il presente capitolo definisce le attività per il monitoraggio delle comunità biologiche o biocenosi presenti nell’area di intervento, rappresentate dalla vegetazione naturale e seminaturale e dalle specie floristiche.

Il monitoraggio ambientale della vegetazione viene eseguito al fine di tenere sotto controllo gli effetti dovuti alle attività di costruzione, sia in termini di interferenze dirette che indirette.

Gli obiettivi del monitoraggio consistono:

- nel caratterizzare lo stato della componente nella fase ante operam in relazione alla copertura del suolo e allo stato della vegetazione naturale e semi-naturale presente sia nelle aree direttamente interessate dai lavori che nelle aree limitrofe;
- verifica delle eventuali variazioni indotte dalle attività di cantiere sulla componente vegetazione;
- nel valutare la comparsa o aumento delle specie ruderali-sinantropiche;
- mettere in atto misure di mitigazione e salvaguardia della vegetazione.

### ***3.5.2 Definizione delle indagini***

A seguito delle valutazioni effettuate nell’ambito del presente studio, si ritiene che le indagini oggetto di monitoraggio sulla componente vegetazione siano riferibili a:

- Censimento floristico per fasce campione;
- Valutazione dell’attecchimento delle opere a verde
- Verifica del mantenimento dello strato fertile del terreno di scavo e reinterro

Si riporta in seguito la metodologia delle indagini:

### **Censimento floristico per fasce campione**

Per questo tipo di indagine sarà necessario definire itinerari lineari paralleli alla linea 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 di ciascuna area d'indagine. Per ogni punto di campionamento i censimenti della flora devono essere realizzati lungo fasce di interesse, di larghezza non superiore ai 30 m, poste ai lati del tracciato dell'opera opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine. Si procede per tratti successivi di 100 m con percorsi ad "U". I rilevamenti si considerano conclusi quando l'incremento delle specie censite, con il procedere dei tratti, è inferiore al 10% del totale rilevato fino a quel momento.

I risultati attesi da questa indagine sono:

- Lista floristica della fascia prossimale
- Lista floristica della fascia distale
- Emergenze floristiche
- Specie sinantropiche
- Specie invasive/banalizzatrici
- Mappatura percorsi
- presenza/assenza di specie target,
- indice di naturalità rapporto percentuali dei corotipi multizonali o sinantropici e quelli eurimedi terranei, ovvero rapporto specie sinantropiche / totale specie censite.

### **Verifica attecchimento vegetazione**

Come da protocollo, per ogni postazione l’attività ha riguardato il monitoraggio sulle aree di ripristino vegetazionale mediante la verifica dell’effettiva esecuzione degli impianti e della buona riuscita degli stessi.

L’attività di campo prevede la rilevazione dei seguenti parametri rispetto all’intervento:

- Verifica delle specie arbustive di impianto;
- Percentuale di attecchimento delle specie suddette;
- Accrescimento delle stesse;
- Sviluppo del cotico erboso

In ogni sito sono stati inoltre rilevati i seguenti dati:

- Indicatori geografici e stazionali
- Caratteristiche fisionomiche, di composizione e struttura della vegetazione
- Indicatori di presenza di interventi e di fenomeni di degrado a carico del soprassuolo
- caratterizzazione fitosociologica

mentre per singola pianta:

- indicatori geografici;
- posizione sociale dell’individuo e parametri dimensioni caratteristici del fusto e della chioma;
- dati dendrometrici (diametro del tronco, ampiezza della chioma, altezza totale della pianta)
- indicatori di accrescimento.

La valutazione visiva dello stato fitosanitario del singolo individuo prevede una valutazione relativa alla presenza di alterazioni da patogeni, rami secchi, grado di defogliazione, scolorimento (clorosi e/o necrosi), disturbi antropici, animali, abiotici (es. incendio).

### **Verifica del mantenimento dello strato fertile del terreno di scavo e reinterro**

In relazione alle caratteristiche dei terreni interessati dagli scavi, il progetto prevede che, per il tratto dal Partitore Monte Castellone al cantiere base Pisoniano (T1-CA.1), a seguito delle operazioni di scotico propedeutiche alla preparazione delle aree di cantiere, il terreno vegetale (lo strato umifero, ricco di sostanza organica, di spessore variabile di qualche centimetro sui terreni molto rocciosi di monte fino a 40 cm) sia accantonato e conservato per tutto il tempo necessario fino al termine dei lavori.

I cumuli di terreno vegetale saranno oggetto di monitoraggio.

Al fine di garantire la corretta conservazione del terreno vegetale, durante le operazioni di scotico si avrà cura di tenere separati gli strati superiori del suolo, da quelli inferiori e si provvederà quindi a dei saggi preliminari che consentano di individuare il limite inferiore dello strato da asportare, evitando il rimescolamento dello strato fertile con quelli inferiori a prevalente frazione di inerti. Lo scotico verrà eseguito preferibilmente in assenza di precipitazioni, al fine di diminuire gli effetti di compattazione nell’intorno dell’area di lavoro; lo strato che verrà prelevato avrà spessore variabile a seconda delle caratteristiche pedologiche del suolo in ogni sito.

I cumuli di stoccaggio saranno costituiti da strati di 25-30 cm alternati a strati di paglia, torba o ramaglia e saranno gestiti e curati opportunamente, ovvero mantenuti a un certo grado di umidità e preferibilmente inerbiti, con la specifica finalità di mantenere la vitalità e qualità microbiologiche di questi terreni.

In ogni caso, per garantire la conservazione delle caratteristiche chimiche e biologiche dei suoli, è necessario eseguire sui cumuli di terreno fresco semine di leguminose, particolarmente importanti al fine di garantire l’apporto azotato, e graminacee con funzione protettiva (*Bromus inermis* Leyss 20%, *Dactylis glomerata* L. 20%, *Festuca ovina* L. 20%, *Trifolium repens* L. 20%, *Lotus corniculatus* L. 10%, *Medicago sativa* L. 10%; dose: 15 g/mq).

Sono previste attività di monitoraggio che consistono nella verifica dello stato di conservazione dei cumuli che deve essere compiuta attraverso la determinazione di parametri stazionali e pedologici da rilevare in situ su cumulo:

- provenienza e destinazione del cumulo;

- altezza del cumulo;
- pendenza scarpate;
- verifica attecchimento idrosemina;
- presenza infestanti;
- presenza rifiuti;
- presenza commistione di terreno sterile e vegetale.

### **3.5.3 Identificazione dei punti di monitoraggio**

L’individuazione delle aree e delle postazioni di misura in corrispondenza dei quali il presente piano di monitoraggio prevede l’esecuzione delle indagini relativamente alla componente ambientale “Vegetazione e Flora” è stata effettuata in considerazione dei parametri di seguito indicati:

- rappresentatività del sito in relazione alle diverse unità di vegetazione;
- sensibilità del sito, con particolare riferimento a quelli che risultano avere particolari caratteristiche di sensibilità in relazione al valore naturalistico e/o alla fragilità degli equilibri in atto;
- aree sensibili dal punto di vista naturalistico interessate direttamente o indirettamente dalle attività di cantiere;
- significatività del sito, in termini di superficie interessata e di numero di piante messa a dimora come interventi di mitigazione ambientale;
- facile accessibilità.

Il monitoraggio della componente vegetazione verrà effettuato negli ambiti identificati nell’elaborato *Planimetria dei punti di monitoraggio* – codici A246-SIA-D-047-0 e A246-SIA-D-048-0), con l’identificativo VEG.

Nello specifico sono stati individuati 7 punti di misura, per le fasi ante e post operam, in prossimità delle aree boschive per il tratto A e in prossimità dei fossi per il tratto C, in quanto aree naturali connesse con i lavori di realizzazione dell’opera. Per le

postazioni da VEG\_1 a VEG\_3 la modalità di indagine prevista è esclusivamente quella del Censimento floristico mentre da VEG\_4 a VEG\_7 sono previste entrambe le modalità di indagine che andranno effettuate su entrambi i versanti dei fossi.

<b>Punto di monitoraggio</b>	<b>Coordinate</b>	
VEG_01	41.901228°	12.987230°
VEG_02	41.905658°	12.975618°
VEG_03	41.869943°	12.967492°
VEG_04	41.817438°	12.941710°
VEG_05	41.808043°	12.931257°
VEG_06	41.797196°	12.910948°
VEG_07	41.791215°	12.902549°

Per la localizzazione delle postazioni di monitoraggio si rimanda all’elaborato grafico allegato al documento (*Planimetria dei punti di monitoraggio – A246-SIA-D-047-0 e A246-SIA-D-048-0*). Si precisa che le postazioni indicate nella planimetria indicano la localizzazione di indagini di tipo transetti; l’indicazione del simbolo è da intendersi come punto di inizio del transetto, in fase esecutiva verrà stabilita la corretta e precisa localizzazione dei percorsi da effettuare per lo svolgimento dei rilievi.

Per quanto riguarda la verifica del mantenimento dello strato fertile del terreno di scavo e reinterro, che sarà effettuata all’interno del cantiere T1-CA.1, per il tratto di scavo che va dal Partitore Monte Castellone al cantiere base Pisoniano, di seguito si riporta la localizzazione del punto di monitoraggio previsto.

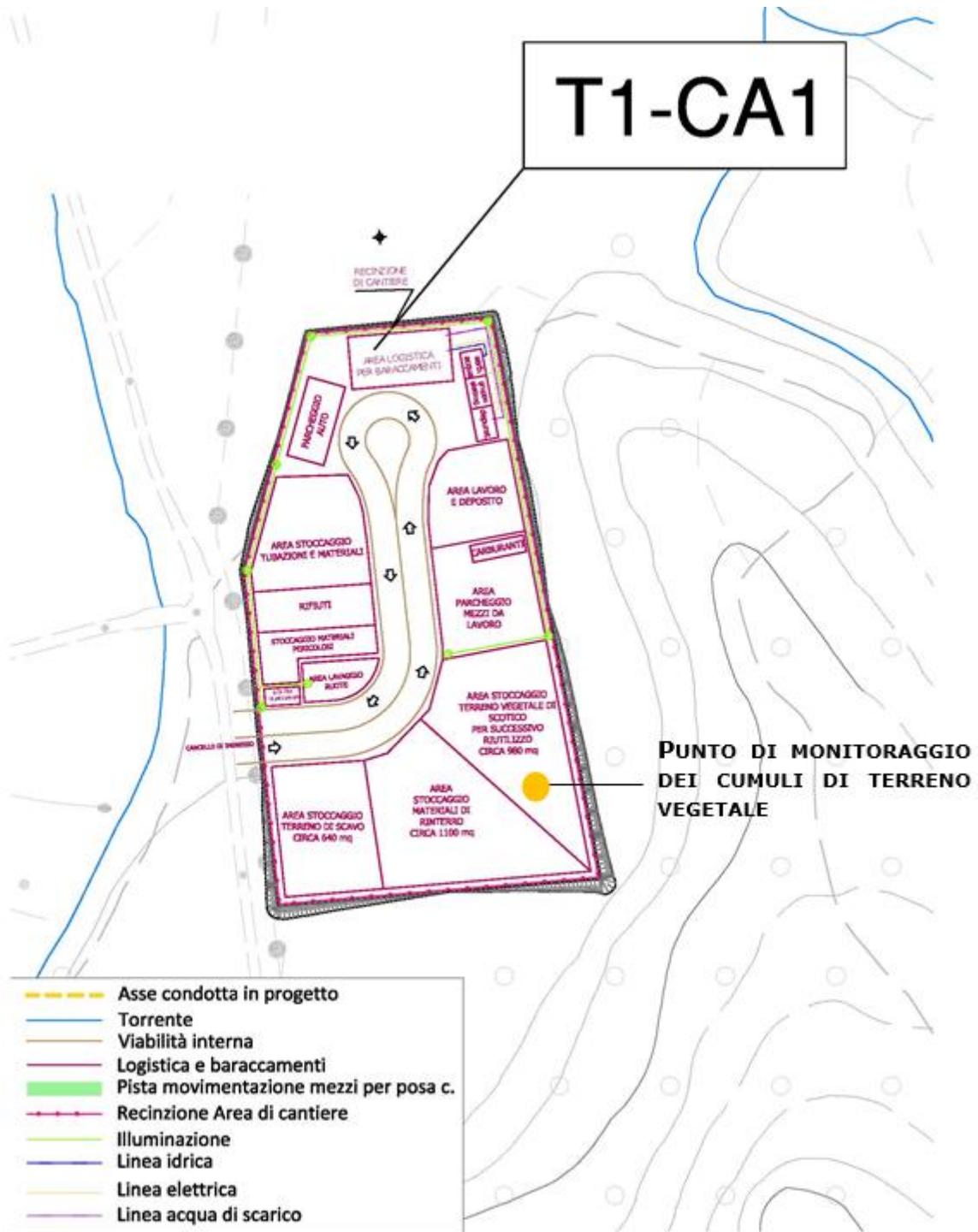


Figura 3-8 Layout area cantiere T1-CA1

### 3.5.4 Programma delle attività

Le attività di monitoraggio sono previste nella stagione primaverile- estiva (tra aprile e giugno) al fine di coprire il periodo vegetativo della maggior parte delle specie. I dati dovranno essere rilevati durante le due fasi con riferimento al medesimo periodo stagionale, al fine di renderli confrontabili. La programmazione delle attività per le due fasi ante e post opera è riportata nella successiva tabella di sintesi.

POSTAZIONE	TIPOLOGIA ANALISI	FREQUENZA			TOTALE ANALISI (Durata PO: 2 anni)		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
<b>VEG_01</b>	Censimento floristico	1 volta all'anno	2 volte all'anno	2 volte all'anno	1	4	4
<b>VEG_02</b>	Censimento floristico	1 volta all'anno	2 volte all'anno	2 volte all'anno	1	4	4
<b>VEG_03</b>	Censimento floristico	1 volta all'anno	2 volte all'anno	2 volte all'anno	1	4	4
<b>VEG_05</b>	Censimento floristico	1 volta all'anno	2 volte all'anno	2 volte all'anno	1	4	4
	Verifica attecchimento	-	2 volte all'anno	2 volte all'anno		4	4
<b>VEG_05</b>	Censimento floristico	1 volta all'anno	2 volte all'anno	2 volte all'anno	1	4	4
	Verifica attecchimento	-	2 volte all'anno	2 volte all'anno		4	4
<b>VEG_06</b>	Censimento floristico	1 volta all'anno	2 volte all'anno	2 volte all'anno	1	4	4
	Verifica attecchimento	-	2 volte all'anno	2 volte all'anno		4	4
<b>VEG_07</b>	Censimento floristico	1 volta all'anno	2 volte all'anno	2 volte all'anno	1	4	4
	Verifica attecchimento	-	2 volte all'anno	2 volte all'anno		4	4

## **3.6 Rumore**

### **3.6.1 Premessa**

Il progetto in esame potrebbe determinare un impatto potenziale sulla componente rumore durante le fasi di realizzazione delle opere, in relazione alla potenziale perturbazione del clima acustico associato alle lavorazioni svolte in tale fase costruttiva. Non si prevede un impatto significativo durante la fase di esercizio, pertanto il monitoraggio interesserà, oltre alla fase di AO, soltanto la fase di corso d’opera.

Sulla base delle analisi acustiche effettuate in relazione alle attività costruttive individuate come potenzialmente impattanti, al fine di mitigare eventuali ricettori che potrebbero risultare fuori limite nella fase di corso d’opera (elemento riscontrabile attraverso il monitoraggio della componente in esame) si potrebbe prevedere l’installazione di barriere acustiche mobili in corrispondenza dei cantieri fronte avanzamento lavori nei casi in ricadano a distanza molto ridotte con i ricettori.

Inoltre, sono state individuate una serie di accorgimenti ed indicazioni di carattere generale utili alla corretta gestione dell’attività di cantiere sotto il profilo acustico. In particolare, dovranno essere adottate dalle ditte esecutrici dei lavori accorgimenti quali, l’impiego di macchine e attrezzature che rispettano i limiti di emissione sonora previsti dalla normativa regionale, nazionale e comunitaria vigente, l’utilizzo di impianti fissi, gruppi elettrogeni e compressori già insonorizzati, una corretta organizzazione delle attività più rumorose nei momenti in cui risultano più tollerabili evitando, per esempio, le ore di maggiore quiete o destinate al riposo.

### **3.6.2 Individuazione delle aree da monitorare e punti di monitoraggio**

L’area di progetto, in particolare il primo tratto di progetto, è caratterizzata da un ambiente prettamente montano – boschivo, con la presenza di pochi ricettori residenziali sparsi. Mentre, il secondo tratto della condotta attraversa, nel comune di

Cave, un’area urbanizzata, in cui si individuano diversi ricettori residenziali. Su tali ricettori si concentreranno le indagini di monitoraggio.

In base agli esiti della valutazione degli impatti effettuati nell’ambito del SIA le potenziali criticità sono associabili alla fase di realizzazione delle opere, in corrispondenza delle aree in cui si effettueranno gli scavi. La localizzazione delle postazioni di monitoraggio è stata definita in funzione della presenza di ricettori nelle vicinanze dell’opera, con la finalità di monitorare le eventuali modifiche che essa potrebbe apportare al clima acustico di tali zone. L’esatta localizzazione potrà avvenire solo a valle di sopralluoghi durante l’allestimento delle aree di cantiere. Il posizionamento definitivo, tuttavia, dovrà essere successivamente condiviso con gli Enti di controllo del caso.

Le localizzazioni delle suddette postazioni di monitoraggio vengono indicate nella seguente tabella e nella seguente figura. Per una localizzazione di maggior dettaglio si rimanda all’elaborato grafico allegato al documento (*Planimetria dei punti di monitoraggio* – A246-SIA-D-047-0 e A246-SIA-D-048-0).

<b>Fase monitoraggio</b>	<b>Tipologia misura</b>	<b>Punto di monitoraggio</b>	<b>Coordinate</b>
AO	settimanale	RUM_01	41°49'10.16"N – 12°56'36.64"E
CO	24h		
AO	settimanale	RUM_02	41°48'52.06"N – 12°56'36.44"E
CO	24h		
AO	Settimanale	RUM_03	41°47'44.23"N – 12°54'29.23"E
CO	24h		
AO	settimanale	RUM_04	41°47'21.43"N – 12°54'1.42"E
CO	24h		

Tabella 3-8: Punti di monitoraggio – Componente Rumore

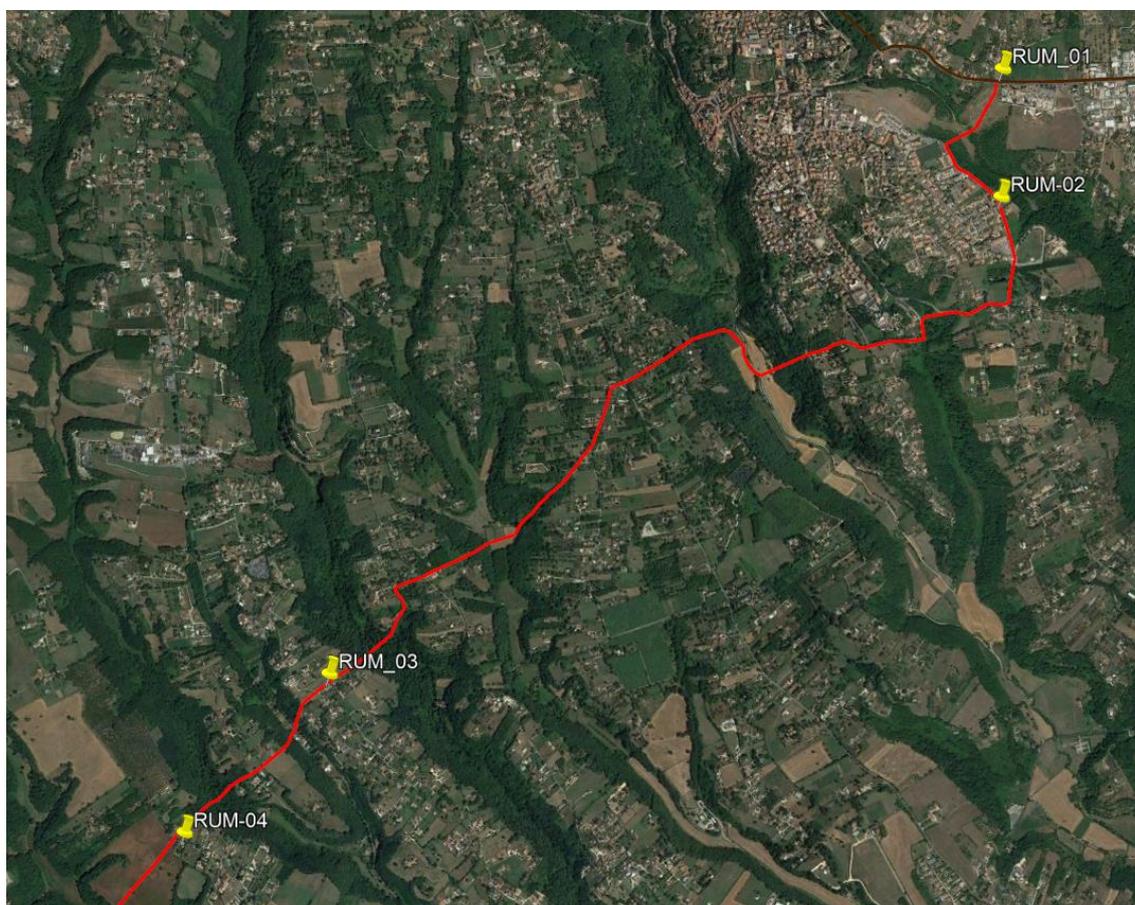


Figura 3-9 Area di indagine con indicazione dei punti di misura – Componente Rumore

### 3.6.3 Parametri da monitorare

La strumentazione fonometrica permette di misurare il livello di pressione sonora (SPL) prodotto dalle sorgenti di rumore; esso poi viene di norma espresso mediante un descrittore definito livello sonoro equivalente  $L_{eq}$  che rappresenta il livello in dB di un ipotetico rumore costante che, se sostituito al rumore reale per lo stesso intervallo di tempo, possiede la stessa quantità di energia sonora:

$$L_{eq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt$$

Il livello sonoro equivalente può essere misurato direttamente tramite il fonometro che implementa automaticamente il calcolo della precedente espressione andando a

calcolare lo short Leq su base temporale impostabile dall’utente per una rappresentazione grafica (time-history) leggibile e rappresentativa degli eventi sonori monitorati. Tramite successiva elaborazione successiva dei dati della time history si arriva al calcolo dei livelli equivalenti notturni e diurni che vengono confrontati con i valori limite imposti dalla vigente normativa.

I livelli sonori calcolati sono espressi in dB(A) cioè “pesati” secondo la curva di ponderazione “A” definita dai vigenti standard normativi con lo scopo di correggere la risposta lineare del fonometro simulando quella tipica dell’orecchio umano, la quale non risulta costante sia in relazione alle frequenze sia in relazione ai livelli. Per ottenere con adeguata approssimazione l’effettiva sensazione umana è indispensabile, quindi, compensare i livelli sonori ottenuti alle diverse frequenze.

L’esecuzione dei rilievi avviene a mezzo di fonometri che registrano nel tempo i livelli di potenza sonora (espressi in dBA) e le frequenze a cui il rumore viene emesso. Nella tabella seguente sono indicati i principali parametri acustici oggetto del monitoraggio.

<b>Distanza</b>	distanza del microfono dalla sorgente
<b>Altezza</b>	altezza del microfono rispetto al piano campagna
<b>LAeq, TR</b>	<p>è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata “A” nel periodo di riferimento. Si calcola dalla formula seguente:</p> $L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AFi})} - k$ <p>dove:</p> <p>TR è il periodo di riferimento diurno o notturno;</p> <p>n è il numero di transiti avvenuti nel periodo TR;</p> <p>k = 47,6 dB(A) nel periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e k = 44,6 dB(A) nel periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).</p>
<b>LA</b>	(livello di rumore ambientale) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A”, prodotto da tutte le sorgenti di rumore

	esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall’insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l’esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. Esso deve essere distinto tra periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).
<b>LR</b>	(livello di rumore residuo) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.
<b>L<sub>1</sub></b>	(Livello statistico L <sub>1</sub> ) è il valore del livello di pressione sonora superato nell’1% del tempo di misura, connota gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco).
<b>L<sub>10</sub></b>	(Livello statistico L <sub>10</sub> ) è il valore del livello di pressione sonora superato nel 10% del tempo di misura, rappresenta il valore di picco, ed è assimilabile al rumore provocato dagli eventi eccezionali.
<b>L<sub>50</sub></b>	(Livello statistico L <sub>50</sub> ) è il valore del livello di pressione sonora che viene superato dal 50% dei rimanenti valori rilevati nel periodo di misura; rappresenta perciò il valore medio di pressione sonora.
<b>L<sub>90</sub></b>	(Livello statistico L <sub>90</sub> ) è il valore del livello di pressione sonora superato nel 90% del tempo di misura, ed è assimilabile al valore di fondo del rumore ambientale. Consente di valutare il livello delle sorgenti fisse che emettono con modalità stazionarie.
<b>L<sub>95</sub></b>	(Livello statistico L <sub>95</sub> ) è il livello sonoro in dBA superato per il 95% del tempo, ed è assimilabile al valore di fondo del rumore ambientale.

### **3.6.4 Strumentazione per il rilevamento e metodologia**

La presente attività di monitoraggio sarà articolata in:

- caratterizzazione acustica del territorio (situazione ante operam)
- monitoraggio dell’inquinamento acustico con rilevamenti orientati sia alla sorgente che al ricettore: fase di verifica delle previsioni effettuate e del rispetto dei limiti legislativi.

Per le misure fonometriche il microfono dello strumento deve essere posizionato ad almeno 1,5 metri dal suolo, ad almeno un metro da altre superfici interferenti (pareti ed ostacoli in genere) e orientato verso la sorgente di rumore.

I fonometri devono essere calibrati con un calibratore prima e dopo ogni ciclo di misura accertando uno scarto non superiore a  $\pm 0,5$  dB.

I rilevamenti devono essere effettuati in accordo con quanto previsto dalla normativa di settore utilizzando una cuffia antivento a protezione del microfono, in condizioni meteorologiche normali ed in assenza di precipitazioni atmosferiche.

L'esecuzione della misura avviene utilizzando un fonometro integratore che registra la pressione sonora e, se necessario, realizza l’acquisizione delle informazioni spettrali relative ai dati registrati, aventi le seguenti caratteristiche:

- Conformità classe 1 IEC651 / IEC804 / IEC61672;
- Linearità dinamica superiore ai 105 dB;
- Costanti di tempo Fast, Slow, Impulse, Picco e Leq contemporanee ed ognuna con le curve di ponderazione (A), (C) e (Lin) in parallelo;
- Registratore grafico di livello sonoro con possibilità di selezione di 39 diversi parametri di misura oltre alla contemporanea memorizzazione di spettri ad 1/1 e 1/3 d’ottava;
- Analizzatore statistico con curva cumulativa, distributiva e sei livelli percentili definibili tra LN0.01 e LN99.99;

- Identificatore ed acquisitore automatico di eventi sonori, completi di profilo livello-tempo. Marcatore di eventi configurabile;
- Analizzatore in frequenza Real-Time in 1/1 e 1/3 d’ottava IEC1260 con gamma da 6.3 Hz a 20 kHz e con dinamica superiore ai 100 dB ed opzione FFT con 400 linee spettrali 0.5Hz - 20kHz;
- Registrazione veloce delle analisi in frequenza nel tempo con visualizzazione del profilo storico di ogni singola banda.

Tutti i rilevamenti fonometrici previsti verranno eseguiti da tecnici competenti in acustica secondo quanto previsto dalla Legge Quadro sull’inquinamento acustico N°447 del 26.10.95.

Le misurazioni dovranno essere eseguite in condizioni climatiche buone, in assenza di precipitazioni atmosferiche e velocità del vento inferiore a 5m/s monitorata in campo mediante un anemometro mobile. L’incertezza di misura può essere stimata intorno a  $\pm 0,5$  dB(A).

Nel caso in cui alcuni dei dati rilevati dovessero presentare risultati anomali, ovvero valori estremamente elevati o estremamente bassi, rappresentando, pertanto, casi isolati rispetto al resto dei risultati ottenuti nelle varie fasi di monitoraggio (AO-CO-PO), si procederà ad una attività di controllo del dato anomalo al fine di verificarne la validità.

### **3.6.5 Frequenza e durata del monitoraggio**

Il monitoraggio acustico nelle diverse fasi (ante operam, corso d’opera) si svolgerà secondo i seguenti stadi:

- sopralluoghi, acquisizione permessi e posizionamento strumentazione;
- monitoraggio per il rilievo in corrispondenza dei punti di misura;
- elaborazione dei dati;
- emissione di reportistica ed inserimento in banca dati.

Nel corso delle campagne di monitoraggio acustico verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

- parametri acustici;
- parametri meteorologici (temperatura, velocità e direzione del vento, piovosità, umidità);
- parametri di inquadramento territoriale (localizzazione, classificazione acustica prevista dalla zonizzazione, documentazione fotografica, principali caratteristiche territoriali).

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore è, pertanto, composta dai seguenti elementi:

- analizzatori di precisione real time o fonometri integratori;
- microfoni per esterni con schermo antivento;
- calibratori;
- cavalletti, stativi o aste microfoniche;
- minicabine o valigette stagne, antiurto, complete di batterie e per il ricovero della strumentazione;
- centralina meteorologica.

Complessivamente sono stati previsti 4 punti di monitoraggio da indagare per la verifica dei livelli acustici prodotti dalle lavorazioni, come di seguito definito:

POSTAZIONE	TIPOLOGIA ANALISI	FREQUENZA		TOTALE ANALISI (fase CO = 23 mesi)	
		AO	CO	AO	CO
RUM_01	Misura settimanale	1 volta	-	1	-
	Misura di 24 ore	-	Trimestrale	-	8
RUM_02	Misura settimanale	1 volta	-	1	-
	Misura di 24 ore	-	Trimestrale	-	8
RUM_03	Misura settimanale	1 volta	-	1	-
	Misura di 24 ore	-	Trimestrale	-	8
RUM_04	Misura settimanale	1 volta	-	1	-
	Misura di 24 ore	-	Trimestrale	-	8

*Tabella 3-9: Programma di monitoraggio – componente Rumore*

Per ciascuna delle postazioni individuate, si prevede per la caratterizzazione della fase ante operam una campagna di misura di durata di 7 giorni in continuo, da effettuare una volta durante l’anno precedente l’inizio delle lavorazioni.

Per la fase di corso d’opera, si prevedono delle misure trimestrali della durata di 24 ore; ciascun punto sarà indagato per tutta la durata dei cantieri presenti nelle vicinanze. Il monitoraggio acustico sarà garantito da una campagna da svolgersi in concomitanza delle attività più gravose in termini di numero di mezzi e tipologia di attività e pertanto in grado di provocare maggiore produzione di emissioni sonore.

## **3.7 Vibrazioni**

### **3.7.1 Premessa**

L’obiettivo del monitoraggio vibrazionale proposto nel presente PMA è finalizzato a verificare il disturbo sui ricettori nelle aree limitrofe alle aree di lavoro ed intervenire tempestivamente con misure idonee durante la fase costruttiva. Non si prevede l’esecuzione in fase di esercizio, in quanto gli impatti per tale componente sono nulli.

Le misure pertanto dovranno essere effettuate nella fase di ante operam e di corso d’opera.

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica del rispetto delle soglie limite indicate nelle norme tecniche che, nel caso specifico, riguardano la norma UNI 9614 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo e la norma UNI 9916 - Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.

Nel caso in oggetto il monitoraggio è finalizzato alla verifica del disturbo alle persone e non agli edifici. Si evidenzia comunque che i livelli massimi di vibrazione imposti per la limitazione del disturbo sulla persona, riportati nella normativa UNI 9614, sono più restrittivi di quelli relativi al danneggiamento degli edifici, riportati nella normativa UNI 9916 (derivata dalla ISO 4866).

### **3.7.2 Individuazione delle aree da monitorare e punti di monitoraggio**

L’area di progetto, in particolare il primo tratto di progetto, è caratterizzata da un ambiente prettamente montano – boschivo, con la presenza di pochi ricettori residenziali sparsi. Mentre, il secondo tratto della condotta attraversa, nel comune di Cave, un’area urbanizzata, in cui si individuano diversi ricettori residenziali. Su tali ricettori si concentreranno le indagini di monitoraggio.

In base agli esiti della valutazione degli impatti effettuati nell’ambito del SIA le potenziali criticità sono associabili alla fase di realizzazione delle opere, in corrispondenza delle aree in cui si effettueranno gli scavi. La localizzazione delle

postazioni di monitoraggio è stata definita in funzione della presenza di ricettori nelle vicinanze dell’opera, con la finalità di monitorare le eventuali impatti che essa potrebbe apportare per la componente vibrazioni. L’esatta localizzazione potrà avvenire solo a valle di sopralluoghi durante l’allestimento delle aree di cantiere. Il posizionamento definitivo, tuttavia, dovrà essere successivamente condiviso con gli Enti di controllo del caso.

Per la scelta delle postazioni di misura si sono individuate n. 2 postazioni. L’esatta localizzazione potrà avvenire solo a valle di sopralluoghi durante l’allestimento delle aree di cantiere e il posizionamento definitivo dovrà essere successivamente condiviso con gli Enti di controllo.

Le localizzazioni delle suddette postazioni di monitoraggio vengono indicate nella seguente tabella e nella seguente figura. Per una localizzazione di maggior dettaglio si rimanda all’elaborato grafico allegato al documento (*Planimetria dei punti di monitoraggio* – A246-SIA-D-047-0 e A246-SIA-D-048-0).

<b>Fase monitoraggio</b>	<b>Tipologia misura</b>	<b>Punto di monitoraggio</b>	<b>Coordinate</b>
AO	24h	VIB_01	41°47'22.43"N - 12°54'1.67"E
CO	24h		
AO	24h	VIB_02	41°48'15.41"N - 12°55'16.66"E
CO	24h		

Tabella 3-10: Punti di monitoraggio – Componente Vibrazioni



*Figura 3-10 Area di indagine con indicazione dei punti di misura – Componente Vibrazioni*

### **3.7.3 Parametri da monitorare**

Il parametro fisico da monitorare durante la misura in sito è l'accelerazione del moto dei punti fisici appartenenti ai ricettori indagati. Tali accelerazioni verranno misurate, quando possibile, in corrispondenza del piano residenziale più basso dove si localizzano i valori massimi di accelerazione. Solo in casi particolari in termini di vulnerabilità dell'edificio o di sensibilità dell'occupazione o delle lavorazioni (presenza di laboratori, attrezzature mediche, ecc.) verranno svolte misure in corrispondenza di un piano più elevato.

Le vibrazioni possono essere misurate rilevando il valore efficace dell'accelerazione che può essere espresso in m/s<sup>2</sup> o mm/s<sup>2</sup> o in termini di livello dell'accelerazione espresso in dB. Il livello dell'accelerazione è definito dalla seguente relazione:

$$L = 10 \cdot \log \left( \frac{a^2}{a_0^2} \right)$$

dove L è il livello espresso in dB, a è l'accelerazione espressa in m/s<sup>2</sup> e a<sub>0</sub> = 10<sup>-6</sup> m/s<sup>2</sup> è il valore dell'accelerazione di riferimento.

Le vibrazioni sono rilevate lungo i tre assi di propagazione. Tali assi sono riferiti alla persona del soggetto esposto: l'asse x passa per la schiena ed il petto, l'asse y per le due spalle, l'asse z per la testa e i piedi (per la testa e i glutei se il soggetto è seduto).

Come prescritto dalla norma UNI 9614 le accelerazioni da valutare sono quelle comprese nel range di frequenza tra 1 e 80 Hz e il dato da considerare è il valore quadratico medio delle accelerazioni presenti durante l'intervallo di tempo esaminato.

Considerando, inoltre, che la percezione da parte dei soggetti esposti varia a seconda della frequenza e dell'asse di propagazione, i valori rilevati sono ponderati in frequenza al fine di attenuare le componenti esterne agli intervalli di sensibilità, ottenendo così il livello equivalente ponderato dell'accelerazione L<sub>w,eq</sub>.

Saranno quindi misurate le accelerazioni in direzione verticale (asse z) e nelle due direzioni ortogonali alla verticale e tra loro (asse x, y), al centro dei solai.

Le misure consistono in misure di 24 ore triassiali in continuo con registrazione della forma d'onda e successiva analisi del segnale.

### **3.7.4 Strumentazione per il rilevamento e metodologia**

I rilievi saranno eseguiti per mezzo di un analizzatore di frequenza in tempo reale (per la classe 1 conforme alle norme EN 60652/1994 e EN 60804/1994 e alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994 per quanto riguarda i filtri) collegato ad un accelerometro per mezzo di un opportuno preamplificatore di segnale.

Lo strumento di rilievo dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- tre canali indipendenti per misure di vibrazioni, uno per ogni asse di rilievo, oppure un canale con ricezione multipla del segnale per il rilievo sui tre assi;
- Registrazione Time Domain (Conforme alla ISO 2631-5)
- Analisi in frequenza 1/1 & 1/3 d’ottava Real Time
- Tempo di integrazione programmabile fino a 24 ore

All’analizzatore saranno collegati gli accelerometri con le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tre accelerometri monoassiali, oppure un accelerometro triassale:
- Numero di assi: 3
- Sensibilità ( $\pm 10\%$ ):  $100 \text{ mV}/(\text{ms}^{-2}) \sim 1000 \text{ mV/g}$
- Risposta in frequenza ( $\pm 3\text{dB}$ ):  $0,2 \text{ Hz} \div 3700 \text{ Hz}$
- Linearità:  $\pm 1\%$
- Frequenza di risonanza:  $16\text{KHz}$

### **3.7.5 Frequenza e durata del monitoraggio**

Il monitoraggio vibrazionale ante operam e corso d’opera si svolgerà secondo le seguenti fasi:

- sopralluoghi, acquisizione permessi e posizionamento strumentazione;
- monitoraggio per il rilievo in corrispondenza dei punti di misura;
- elaborazione dei dati;
- emissione di reportistica ed inserimento in banca dati.

Nel corso delle campagne di monitoraggio verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

- parametri vibrazionali;

- parametri di inquadramento territoriale
  - localizzazione,
  - documentazione fotografica,
  - principali caratteristiche territoriali,
  - intensità flusso veicolare,
  - eventuali eventi caratteristici
  - attività di cantiere (nella sola fase corso d’opera).

Complessivamente sono stati previsti n. 2 punti di monitoraggio da indagare per la verifica dei livelli vibrazionali prodotti dalle lavorazioni, come di seguito definito:

POSTAZIONE	TIPOLOGIA ANALISI	FREQUENZA		TOTALE ANALISI (fase CO = 23 mesi)	
		AO	CO	AO	CO
VIB_01	Misura di 24 ore	1 volta	-	1	-
	Misura di 24 ore	-	Mensile	-	23
VIB_02	Misura di 24 ore	1 volta	-	1	-
	Misura di 24 ore	-	Mensile	-	23

*Tabella 3-11: Programma di monitoraggio – Componente Vibrazioni*

Per ciascuna delle postazioni individuate, si prevede per la caratterizzazione della fase ante operam una campagna di misura di durata di 24 ore in continuo, da effettuare una volta durante l’anno precedente l’inizio delle lavorazioni.

Per la fase di corso d’opera, si prevedono delle misure della durata di 24 ore con frequenza mensile, in quanto adiacenti ad aree di cantiere operativo. Ciascun punto sarà indagato per tutta la durata dei cantieri presenti nelle vicinanze. Il monitoraggio sarà garantito da una campagna da svolgersi in concomitanza delle attività più gravose in termini di numero di mezzi e tipologia di attività e pertanto in grado di provocare maggiore produzione di emissioni vibrazionali.