



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



ACEA ATO 2 SPA



IL RUP  
 Ing. Emanuela Meloni  
 IL RUP DELLA FASE DI ESECUZIONE  
 Ing. Ciro Di Gabriele





ELABORATO  
 A258PE REL 15 4

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

COD. ATO2 AAM10121

DATA NOVEMBRE 2023

SCALA

Sottoprogetto  
 RADDOPPIO VIII SIFONE  
 TRATTO CASA VALERIA – USCITA GALLERIA RIPOLI  
 FASE 1 – VARIANTE PROGETTUALE  
 (con il finanziamento dell'Unione  
 europea – Next Generation EU) 

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	05/12/23	PRIMA EMISSIONE	
2	14/05/24	EMISSIONE PER VARIANTE	
3	05/06/24	EMISSIONE DOPO VERIFICA	
4	07/24	EMISSIONE PER CDS	
5			
6			

PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE UNITÀ COSTRUZIONE  
 Ing. Marco Meroni  
 IL DIRETTORE DEI LAVORI  
 Ing. Paolo Piccioli  
 IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE  
 Ing. Enrico Domenici

PIANO DI MONITORAGGIO  
 AMBIENTALE

RTP DI PROGETTAZIONE



CONSORZIO TRA:




(MANDATARIA)

IMPRESE



(MANDATARIA)

IN RTI CON (MANDANTI)



Costruzioni generali

IN RTI CON (MANDANTI)




RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA  
 Ing. Stefano Possati – 3ti  
 Ordine degli Ingegneri della provincia di Roma n. A20809

**3TI ITALIA S.p.A.**  
 DIRETTORE TECNICO  
 Ing. Stefano Luca Passati  
 Ordine degli Ingegneri  
 Provincia di Roma n. 20809

GEOLOGO  
 Dott. Fabio Oliva – SPERI  
 Ordine dei Geologi dell'Emilia Romagna n.1313

AGRONOMO  
 Dott. Raffaele Fabozzi  
 Ordine degli Agronomi e Forestali di Roma n.1216

**A258PE\_REL\_15\_4**

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

1	PREMESSA .....	5
2	DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE SVILUPPATA NEL PROGETTO ESECUTIVO .....	7
3	GLI OBIETTIVI GENERALI DEL MONITORAGGIOAMBIENTALE .....	12
4	I REQUISITI GENERALI DEL MONITORAGGIOAMBIENTALE .....	14
5	I REQUISITI DEL PIANO E I FATTORI DISPECIFICITA' DEL CASO .....	16
6	ATMOSFERA .....	18
6.1	Finalità e articolazione temporale del monitoraggio .....	18
6.1.1	Obiettivi del monitoraggio .....	18
6.1.2	Riferimenti normativi .....	18
6.2	Monitoraggio della qualità dell'aria .....	22
6.2.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio .....	22
6.2.2	Metodologia e strumentazione.....	23
6.2.3	Tempi e frequenza del monitoraggio .....	25
	Conclusioni .....	26
7	ACQUE SUPERFICIALI .....	28
7.1	Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio .....	28
7.1.1	Obiettivi del monitoraggio .....	28
7.1.2	Normativa di riferimento .....	28
7.2	Monitoraggio delle acque superficiali .....	30
7.2.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio .....	30
7.2.2	Metodologia e strumentazione.....	31
7.2.3	Tempi e frequenza del monitoraggio .....	40
7.3	Conclusioni.....	41
8	ACQUE SOTTERRANEE .....	43
8.1	Finalità e articolazione temporale del monitoraggio .....	43
8.1.1	Obiettivi del monitoraggio .....	43
8.1.2	Normativa di riferimento .....	43

Monitoraggio delle acque sotterranee .....	43
Localizzazione delle aree di monitoraggio .....	43
8.1.3 Metodologia e strumentazione.....	45
8.1.4 Tempi e frequenza del monitoraggio .....	49
Conclusioni .....	50
9 SUOLO .....	52
9.1 Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio .....	52
9.1.1 Obiettivi del monitoraggio .....	52
9.1.2 Normativa di riferimento .....	52
9.2 Monitoraggio del suolo .....	52
9.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio .....	52
9.2.2 Metodologia e strumentazione.....	54
9.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio .....	62
9.3 Conclusioni.....	63
10 VEGETAZIONE .....	64
10.1 Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio .....	64
10.1.1 Obiettivi del monitoraggio .....	64
10.1.2 Riferimenti normativi.....	64
10.2 Monitoraggio della vegetazione.....	65
10.2.1 Specie alloctone .....	65
10.2.2 Suolo vegetativo .....	66
10.2.3 Localizzazione delle aree di monitoraggio .....	67
10.2.4 Metodologia e strumentazione.....	68
10.2.5 Tempi e frequenza del monitoraggio .....	70
10.3 Monitoraggio degli interventi di ripristino .....	70
10.3.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio .....	70
10.3.2 Metodologia e strumentazione.....	71
10.3.3 Tempi e frequenza del monitoraggio .....	72

10.4	Conclusioni.....	72
11	FAUNA .....	74
11.1	Finalità e articolazione temporale del monitoraggio .....	74
11.1.1	Obiettivi del monitoraggio .....	74
11.1.2	Riferimenti normativi.....	74
11.2	Monitoraggio della fauna.....	75
11.2.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio .....	75
11.2.2	Metodologia e strumentazione.....	76
11.2.3	Tempi e frequenza del monitoraggio .....	77
11.3	Conclusioni.....	78
12	PAESAGGIO .....	79
12.1	Obiettivi .....	79
12.1.1	Criteri di individuazione delle aree da monitorare.....	80
12.1.2	Metodiche e strumentazione di monitoraggio .....	82
12.1.3	Tempi e frequenza del monitoraggio .....	83
13	RUMORE .....	84
13.1	Finalità e articolazione temporale del monitoraggio .....	84
13.1.1	Obiettivi del monitoraggio .....	84
13.1.2	Riferimenti normativi.....	85
13.2	Monitoraggio del rumore indotto dal cantiere .....	86
13.2.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio .....	86
13.2.2	Metodologia e strumentazione.....	87
13.2.3	Tempi e frequenza del monitoraggio .....	89
	Conclusioni .....	89
14	VIBRAZIONI .....	92
14.1	Finalità e articolazione temporale del monitoraggio .....	92
11.1.1.	Obiettivi del monitoraggio .....	92

14.1.1	Riferimenti normativi.....	92
14.2	Monitoraggio delle vibrazioni .....	93
14.2.1	Localizzazione delle aree di monitoraggio .....	93
14.2.2	Metodologia e strumentazione.....	94
14.2.3	Tempi e frequenza del monitoraggio .....	95
14.3	Conclusioni.....	95
15	RESTITUZIONE DATI.....	97
15.1	Il sistema informativo del monitoraggio .....	97
15.1.1	Contenuti e finalità .....	97
15.1.2	Architettura del sistema .....	97
15.2	Restituzione e memorizzazione dati .....	99
15.2.1	I rapporti di misura .....	99
15.2.2	I rapporti di campagna.....	100
15.2.3	I rapporti annuali .....	100

# 1 PREMESSA

La presente relazione, facente parte del Progetto Esecutivo del Raddoppio VIII >Sifone – Tratto Casa Valeria Uscita Galleria Ripoli, illustra il piano di monitoraggio delle varianti progettuali alla soluzione del PFTE a base di gara approvato con Determinazione Acea Ato2 S.p.A prot n. 0480343/23 del 20/07/2023

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale recepisce la variante progettuale denominata PZ2-PZ4 introdotta a seguito della presa di visione diretta della sponda destra del fiume Aniene che si è potuta effettuare a seguito del taglio della vegetazione infestante lungo la sponda destra del Fiume Aniene in corrispondenza della prevista pista di cantiere PZ3 per poter realizzare l'opera. A seguito della visione delle condizioni morfologiche della sponda destra del fiume Aniene la Stazione Appaltante ha ritenuto di dover modificare il progetto esecutivo che ricalcava le caratteristiche del PFTE eliminando il pozzo PZ3 e le opere connesse con la cantierizzazione, per realizzare un collegamento diretto tra i pozzi PZ2 e PZ4 con un unico tratto in microtunnel, denominato T6.

L'opera è oggetto dei provvedimenti di cui al D.L. 77/2021 e ss.mm.ii. e del DPCM del 16/04/2021 di nomina del Commissario Straordinario ed è inserita nel D.M. 517/2021 (Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili) - "Investimenti in infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell'approvvigionamento idrico" dell'Investimento 4.1, Missione 2, Componente C4 del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)" ai sensi del secondo comma dell'Art.10 del decreto. Il soggetto attuatore ha adottato e sottoscritto gli atti conseguenti, ivi compreso l' "Atto d'obbligo connesso all'accettazione del finanziamento concesso dal ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche per l'intervento", ai sensi del quale, tra l'altro, si è impegnato ad assicurare l'adozione di misure adeguate volte a rispettare il principio di sana gestione finanziaria secondo quanto disciplinato nel Regolamento finanziario (UE, Euratom) 2018/1046 e nell'art. 22 del Regolamento (UE) 2021/241, in particolare in materia di prevenzione dei conflitti di interessi, delle frodi, comprese le frodi sospette, della corruzione e di recupero e restituzione dei fondi che sono stati indebitamente assegnati nonché a garantire l'assenza del c.d. doppio finanziamento ai sensi dell'art. 9 del Regolamento (UE) 2021/241.

L'opera è altresì inserita nel D.M. (Ministero dell'economia e delle Finanze) del 18 novembre 2022 "Approvazione degli interventi e assegnazione delle risorse del Fondo per l'avvio delle opere indifferibili".

Il presente progetto, facente parte della prima fase funzionale del Raddoppio dell'VIII Sifone tra Casa Valeria e l'Uscita Galleria Ripoli, ha lo scopo di realizzare un raddoppio della prima tratta dell'attuale VIII Sifone, oggi costituita da un ponte canale in pressione di attraversamento del Fiume Aniene, lasciando inalterate le attuali modalità di funzionamento in termini di pressione e portata ed, al contempo, consentendo la funzionalità anche con il futuro assetto previsto per il quadrante.

L'intervento ha lo scopo di garantire robustezza, durabilità, affidabilità ed un'ideale flessibilità, ispezionabilità, monitorabilità e manutenibilità del sistema mediante la realizzazione di due condotte in pressione completamente interrato in acciaio rivestite con tubo fodera in cls ed il collegamento con l'esistente VIII Sifone. La totalità della nuova infrastruttura, all'interno della quale ricade la prima fase funzionale di progetto, si inquadra nell'ambito degli interventi necessari ad assicurare l'adduzione della portata captata dalle sorgenti dell'Acqua Marcia verso

la città di Roma e i comuni dell'ATO2 e, più in generale, tra le opere individuate per la messa in sicurezza del sistema di approvvigionamento dell'ATO2.



## 2 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE SVILUPPATA NEL PROGETTO ESECUTIVO

Con riferimento a quanto riportato in Premessa, si descrivono le opere previste e i macro-tratti in cui è suddiviso il progetto, secondo lo schema riportato nella figura seguente:

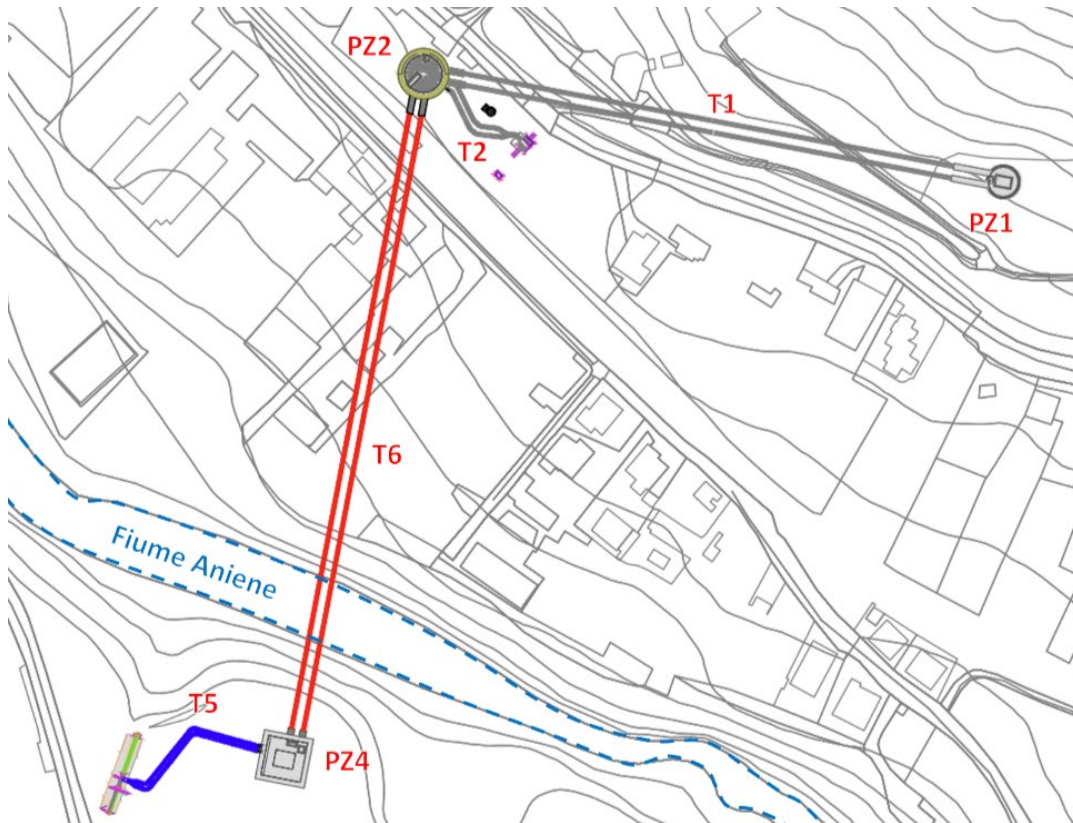


Figura 1 - Schema di progetto con il tratto di variante T6 (in rosso)

### Tratto T1: collegamento dal Pozzo di uscita PZ1 al Pozzo di spinta PZ2

Il tratto T1, di lunghezza complessiva pari a 240 m, è costituito da due condotte DN1600 in acciaio rivestite con tubo camicia in cls DN2000 posate mediante microtunnelling.

I pozzi PZ1 e PZ2 sono costituiti da manufatti circolari completamente interrati con un diametro interno, rispettivamente, di 11 m e 15 m. Il pozzo PZ1 è realizzato all'interno del piazzale limitrofo al manufatto di Casa Valeria, mentre il pozzo PZ2 è posizionato tra la Via Tiburtina Valeria e la ferrovia in adiacenza all'esistente manufatto d'ispezione dell'VIII Sifone M1.

Le tubazioni della condotta verranno inserite all'interno del tubo fodera in cls posato mediante microtunnelling, dal pozzo PZ2 verso il manufatto PZ1.

Di seguito la rappresentazione dei manufatti PZ1 e PZ2.

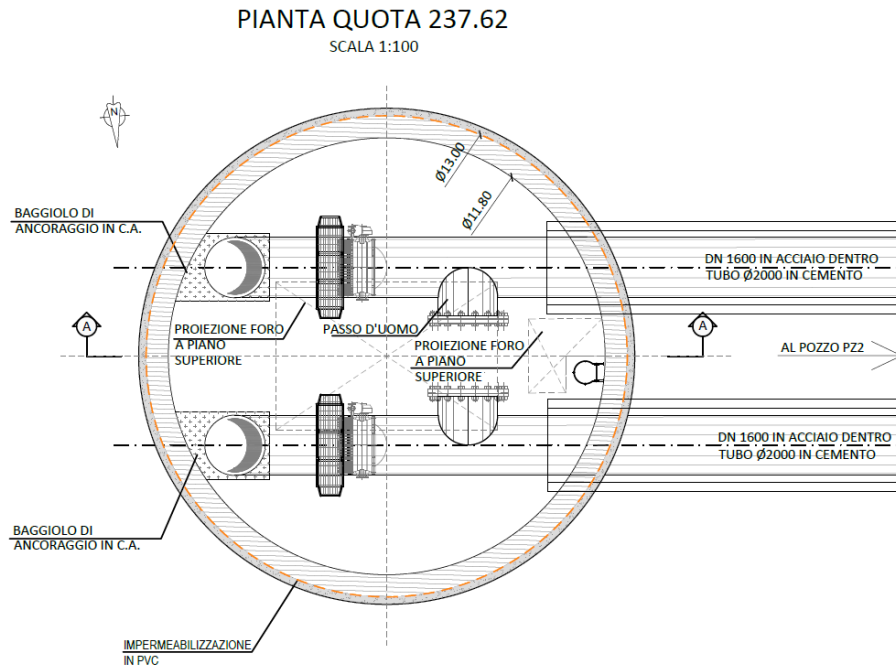


Figura 2 – Rappresentazione in pianta del manufatto PZ1

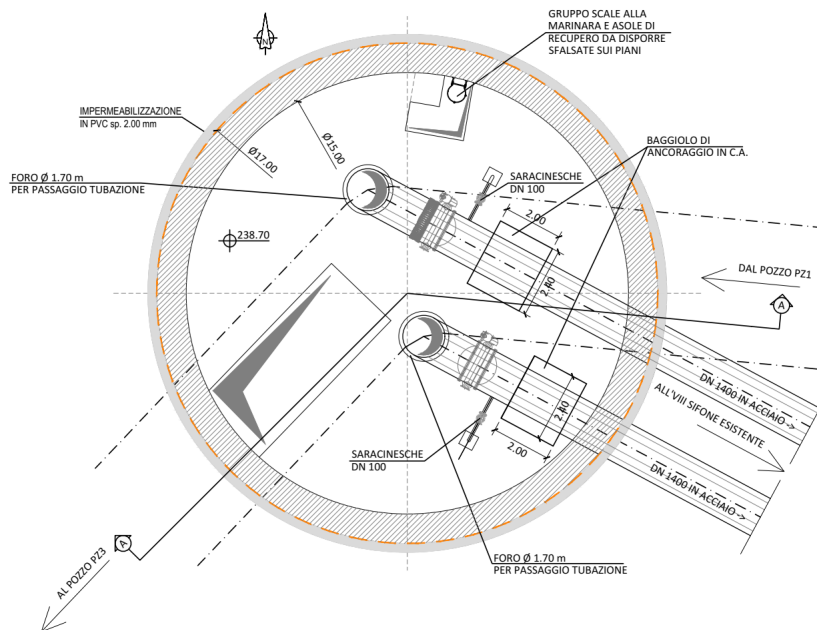


Figura 3 – Rappresentazione in pianta del manufatto PZ2

**Tratto T2: collegamento tra il pozzo PZ2 e il manufatto d'ispezione dell'VIII Sifone M1**

Il tratto è costituito da due condotte DN1400 in acciaio che permettono di derivare la risorsa idrica in uscita dal tronco dell'VIII Sifone esistente al nodo di connessione PZ2.

Il tratto di connessione T2 viene posato con scavo a cielo aperto, per una lunghezza complessiva di circa 50 m.

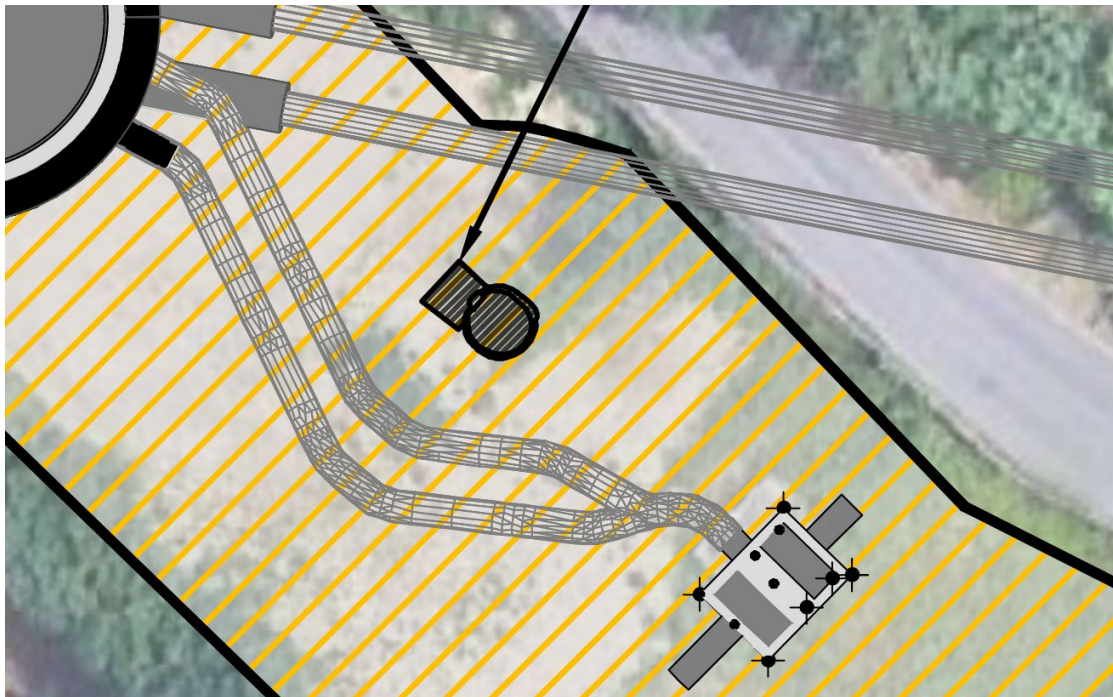


Figura 4 – Tratto T2 di collegamento del Pozzo PZ2 alla condotta esistente presso il manufatto M1. Il tracciato della condotta è stato deviato per evitare di interferire con una “calcara” rinvenuta durante i saggi archeologici nell’area del cantiere PZ2

Al fine di ottimizzare le attività di derivazione verso la nuova opera è prevista l’installazione di opportune apparecchiature di sezionamento sia sull’attuale DN1400 che costituisce l’VIII Sifone sia sulla nuova derivazione a Y di progetto.

Nello specifico di seguito è raffigurata la sezione di innesto della condotta DN1400 del tratto T2 all’VIII Sifone esistente.

Si può notare come la valvola a valle della connessione consente di alimentare le nuove opere da Casa Valeria anche interrompendo l’alimentazione dell’esistente ponte tubo. Allo stesso modo la valvola a monte della connessione consente anche l’eventuale alimentazione dell’esistente ponte tubo dalle nuove opere e non da Casa Valeria.

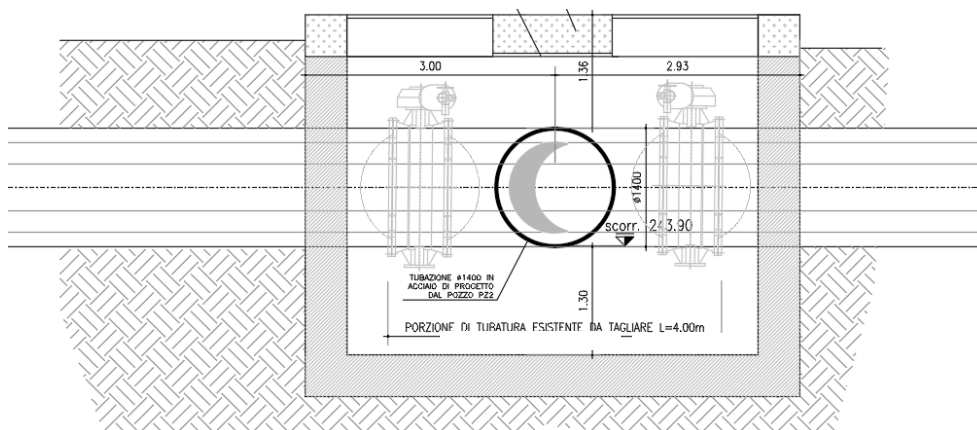


Figura 5 – Rappresentazione in sezione del manufatto M1

**Tratto T6: collegamento dal Pozzo di uscita PZ2 al Pozzo di spinta PZ4**

Il tratto T6, di lunghezza complessiva pari a 260 m, è costituito da due condotte DN1600 in acciaio rivestite con tubo camicia in c.a. DN2000 posate con tecnica microtunnelling.

Durante la fase di cantiere le tubazioni del tratto T6 verranno spinte dal pozzo PZ4 verso il Pozzo PZ2 e le condotte verranno posate alla stessa maniera, spingendo dal pozzo PZ4 al Pozzo PZ2.

All'interno del manufatto quadrato PZ4, completamente interrato e con una dimensione interna di 14 m x 14 m, viene anche realizzato il collegamento per lo scarico dell'intero sistema costituente il Nuovo VIII Sifone (Tratto TSC).

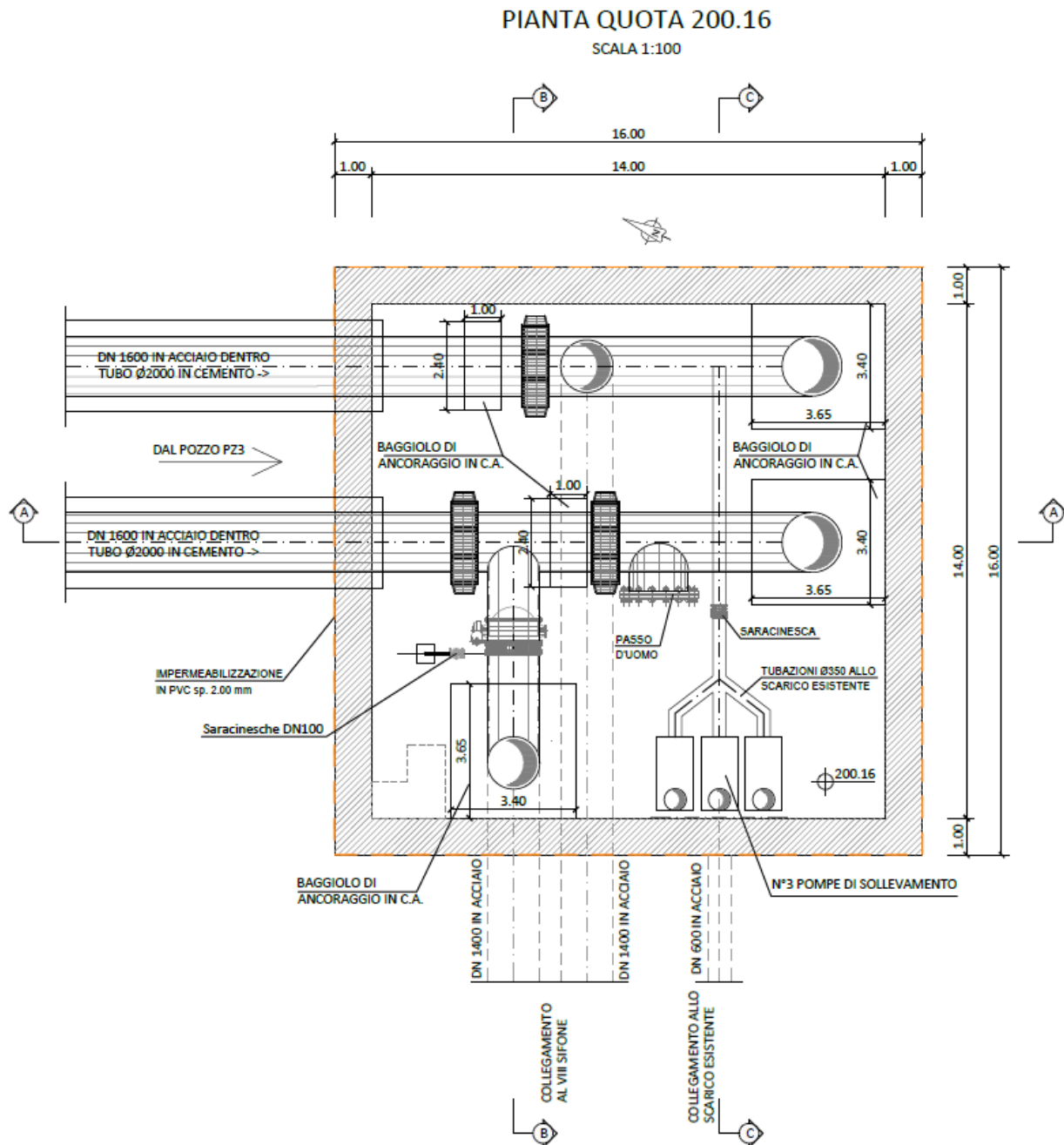


Figura 6 – Rappresentazione in pianta del manufatto PZ4 – Sezione alla quota di ripartenza delle tubazioni verso il pozzo PZ2

**Tratto T5: collegamento tra il pozzo PZ4 e l'VIII Sifone esistente**

Il tratto è costituito da due condotte DN1400 mm in acciaio che permettono di convogliare la risorsa idrica in uscita dal nuovo manufatto PZ4 all'esistente VIII Sifone. Il tratto di connessione T5 viene posato all'interno di uno scavo a cielo aperto, per una lunghezza complessiva di circa 55 m.

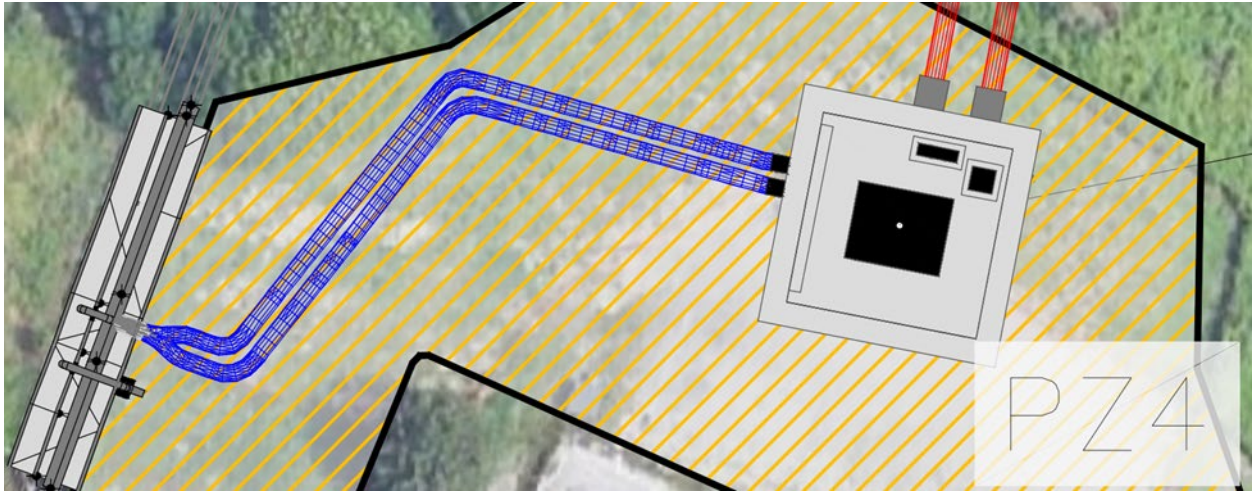


Figura 7 – Tratto T5 di collegamento tra il pozzo PZ4 e la condotta esistente (in blu)

Un'analogia flessibilità di esercizio è garantita dalle due valvole a farfalla installate sulla condotta DN1400 esistente nel manufatto M2, di connessione con le nuove opere in sponda sinistra dell'Aniene.

È possibile alimentare il PZ4 dal ponte canale esistente chiudendo la valvola a valle della connessione, soluzione di funzionamento che potrà essere attuata a valle del completamento delle opere della seconda fase funzionale.

Allo stesso modo, chiudendo la valvola a monte della connessione, è possibile alimentare le opere esistenti di valle anche escludendo la condotta dell'attraversamento in ponte canale.

### 3 GLI OBIETTIVI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

In termini generali, il monitoraggio ambientale è volto ad affrontare, in maniera approfondita e sistematica, la prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull'ambiente dall'esercizio di un'opera in progetto ed alla sua realizzazione.

Lo scopo principale è quindi quello di esaminare il grado di compatibilità dell'opera stessa, intercettando, sia gli eventuali impatti negativi e le cause per adottare opportune misure di riorientamento, sia gli effetti positivi segnalando azioni meritevoli di ulteriore impulso.

Gli obiettivi principali si possono riassumere quindi come segue:

- documentare la situazione attuale al fine di verificare la naturale dinamica dei fenomeni ambientali in atto;
- individuare le eventuali anomalie ambientali che si manifestano nell'esercizio dell'infrastruttura in modo da intervenire immediatamente ed evitare lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti la qualità ambientale;
- accertare la reale efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli
- impatti sull'ambiente e risolvere eventuali impatti residui;
- verificare le modifiche ambientali intervenute per effetto dell'esercizio degli interventi infrastrutturali, distinguendole dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio;
- fornire agli Enti di Controllo competenti gli elementi per la verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

In questa fase di lavoro, l'obiettivo principale è quindi quello di definire gli ambiti di monitoraggio, l'ubicazione dei punti di misura, le modalità operative e le tempistiche.

Si sottolinea che il presente Piano di monitoraggio ambientale riprende quanto indicato nell'analisi degli impatti del SIA aggiornato in conseguenza del recepimento delle varie prescrizioni/osservazioni pervenute e dello sviluppo della progettazione esecutiva, con lo scopo di controllare i parametri ambientali maggiormente significativi sia in fase di cantiere che di esercizio.

In particolare recepisce quanto indicato nel DM-2023- 0000175 del 05.04.2023 con il quale il Ministro dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), di concerto con il Ministero della Cultura (MiC), ha espresso giudizio positivo di compatibilità ambientale del progetto denominato "RADDOPPIO VIII SIFONE - TRATTO CASA VALERIA – USCITA GALLERIA RIPOLI – FASE 1" subordinatamente al rispetto delle condizioni ambientali di cui al parere della Commissione PNRR-PNIEC n.105 del 15.12.2022 e nota prot. N.0526650/23 del 16.08.2023, delle condizioni ambientali del Ministero della Cultura di cui alle note prot. 0002895-P del 01.03.2023 e 0014000-P del 10/07/2023 e delle condizioni ambientali di cui ai pareri della Direzione Generale Ambiente della Regione Lazio Determina G17733 del 14.12.2022 e G03799 del 21.03.2023.

Per ciò che riguarda espressamente il tema del monitoraggio ambientale, il presente Piano ottempera a quanto riportato nella "Condizione Ambientale n. 1 del Parere PNRR-PNIEC n° 105 del 15/12/2022 che, nello specifico, fa riferimento alle componenti "Paesaggio", "Acque

Sotterranee” e “Rumore e Vibrazioni” (per i dettagli si rimanda ai relativi paragrafi) e considera le proposte migliorative offerte in fase di gara.

## 4 I REQUISITI GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Al fine di rispondere agli obiettivi ed al ruolo attribuiti al Monitoraggio Ambientale, il PMA, ossia lo strumento tecnico-operativo di programmazione delle attività di monitoraggio, deve rispondere a quattro sostanziali requisiti, così identificabili:

- *Rispondenza rispetto alle finalità del MA*

Ancorché possa apparire superfluo, si evidenzia che il monitoraggio ambientale trova la sua ragione in quella che nel precedente paragrafo è stata identificata come sua finalità ultima, ossia nel dare concreta efficacia al progetto, mediante il costante controllo dei termini in cui nella realtà si configura il rapporto Opera-Ambiente e la tempestiva attivazione di misure correttive diversificate nel caso in cui questo differisca da quanto stimato e valutato sul piano previsionale.

La rispondenza a detta finalità ed obiettivi rende il monitoraggio ambientale delle opere sostanzialmente diverso da un più generale monitoraggio dello stato dell'ambiente, in quanto, a differenza di quest'ultimo, il monitoraggio deve trovare incardinazione nell'opera al controllo dei cui effetti è rivolto.

Tale profonda differenza di prospettiva del monitoraggio deve essere tenuta in conto nella definizione del PMA che, in buona sostanza, deve operare una programmazione delle attività che sia coerente con le anzidette finalità ed obiettivi.

- *Specificità rispetto all'opera in progetto ed al contesto di intervento*

Il secondo profilo rispetto al quale si sostanzia la coerenza tra monitoraggio e finalità ed obiettivi ad esso assegnati, risiede nella specificità del PMA rispetto all'opera in progetto ed al contesto di intervento.

Se, come detto, uno degli obiettivi primari del MA risiede nel verificare l'esistenza di una effettiva rispondenza tra il rapporto Opera-Ambiente e quello risultante dalla effettiva realizzazione ed esercizio di detta opera, il PMA non può risolversi in un canonico repertorio di attività e specifiche tecniche di monitoraggio; quanto invece deve trovare la propria logica e coerenza in primo luogo nelle risultanze delle analisi ambientali al cui controllo è finalizzato ed in particolare negli impatti significativi in detta sede identificati.

Il soddisfacimento di detto requisito porta necessariamente a concepire ciascun PMA come documento connotato di una propria identità concettuale e contenutistica, fatti ovviamente salvi quegli aspetti comuni che discendono dal recepimento di criteri generali riguardanti l'impostazione e l'individuazione delle tematiche oggetto di trattazione.

Tale carattere di specificità si sostanzia in primo luogo nella identificazione delle componenti e fattori ambientali oggetto di monitoraggio le quali, stante quanto affermato, devono essere connesse alle azioni di progetto relative all'opera progettata ed agli impatti da queste determinati.

- *Proporzionalità rispetto all'entità degli impatti attesi*

Il requisito della proporzionalità del PMA, ossia il suo essere commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti, si pone in stretta connessione con quello precedente della specificità e ne costituisce la sua coerente esplicitazione.



In buona sostanza, così come è necessario che ogni PMA trovi la propria specificità nella coerenza con l'opera progettata e con il contesto di sua localizzazione, analogamente il suo dettaglio, ossia le specifiche riguardanti l'estensione dell'area di indagine, i parametri e la frequenza dei rilevamenti debbono essere commisurati alla significatività degli impatti previsti.

- *Flessibilità rispetto alle esigenze*

Come premesso, il PMA costituisce uno strumento tecnico-operativo per la programmazione delle attività di monitoraggio che dovranno accompagnare, per un determinato lasso temporale, la realizzazione e l'esercizio di un'opera. Tale natura programmatica del PMA, unitamente alla variabilità delle condizioni che potranno determinarsi nel corso della realizzazione e dell'esercizio dell'opera al quale detto PMA è riferito, determinano la necessità di configurare il Piano come strumento flessibile.

Ne consegue che, se da un lato la struttura organizzativa ed il programma delle attività disegnato dal PMA debbono essere chiaramente definiti, dall'altro queste non debbono configurarsi come scelte rigide e difficilmente modificabili, restando con ciò aperte alle eventuali necessità che potranno rappresentarsi nel corso della sua attuazione.

Tale requisito si sostanzia precipuamente nella definizione del modello organizzativo che deve essere tale da contenere al suo interno le procedure atte a poter gestire i diversi imprevisti ed al contempo essere rigoroso.

## 5 I REQUISITI DEL PIANO E I FATTORI DI SPECIFICITÀ DEL CASO

Come illustrato al paragrafo precedente i Piani di monitoraggio ambientale debbono rispondere a quattro requisiti sostanziali, i quali nel loro insieme sono sintetizzabili nella coerenza intercorrente tra il Piano redatto e le specificità di caso al quale questo è riferito.

Muovendo da tale presupposto, è possibile distinguere i seguenti profili di coerenza intercorrenti tra i requisiti prima indicati ed i fattori di specificità di caso.

Requisiti Piano	Fattori di specificità di caso
Specificità	Elementi di peculiarità dell'opera progettata e del relativo contesto di intervento
Proporzionalità	Risultanze degli studi effettuati nell'ambito dell'analisi degli impatti dello SIA generati dall'opera in progetto, nella sua fase di realizzazione e di esercizio.

Tabella 5-1 Quadro di correlazione Requisiti Piano – Fattori di specificità

### Le fasi temporali oggetto di monitoraggio

Il piano di monitoraggio ambientale è articolato in tre fasi temporali, ciascuna delle quali contraddistinta da uno specifico obiettivo, così sintetizzabile:

FASE	DESCRIZIONE	OBIETTIVI
<b>ANTE OPERAM</b>	Periodo che precede l'avvio delle attività di cantiere.	Obiettivo del monitoraggio risiede nel conoscere lo stato ambientale dell'area territoriale che sarà interessata dalle azioni di progetto relative alla realizzazione dell'opera ed al suo esercizio, prima che queste siano poste in essere.
<b>CORSO D'OPERA</b>	Periodo che comprende le attività di cantiere per la realizzazione dell'opera quali l'allestimento del cantiere, le specifiche lavorazioni per la realizzazione dell'opera, lo smantellamento del cantiere, il ripristino dei luoghi.	Le attività sono rivolte a misurare gli effetti determinati dalla fase di cantierizzazione dell'opera in progetto, a partire dall'approntamento delle aree di cantiere sino al loro funzionamento a regime. L'entità di tali effetti è determinata mediante il confronto tra i dati acquisiti in detta fase ed in quella di Ante Operam.
<b>POST OPERAM</b>	Periodo che comprende le fasi di esercizio e quindi riferibile: al periodo che precede l'entrata in esercizio dell'opera nel suo assetto funzionale definitivo; all'esercizio dell'opera eventualmente articolato a sua volta in	Il monitoraggio è finalizzato a verificare l'entità degli impatti ambientali dovuti al funzionamento dell'opera in progetto, e ad evidenziare la eventuale necessità di porre in essere misure ed interventi di mitigazione integrative.

diversi orizzonti temporali  
(breve, medio, lungo  
periodo).

**Tabella 5-2 Fasi temporali del monitoraggio**

Appare evidente come lo schema logico sotteso a tale tripartizione dell'azione di monitoraggio, concepisca ognuna delle tre fasi come delle attività a sé stanti, che si susseguono una in serie all'altra: l'iniziale monitoraggio Ante Operam, una volta avviati i cantieri, è seguito da quello in Corso d'Opera sino al completamento della fase di realizzazione, terminata la quale ha avvio il monitoraggio Post Operam.

#### Le componenti ambientali oggetto di monitoraggio

Al fine di rispondere agli obiettivi propri del monitoraggio ambientale, il primo passaggio in tale direzione è quello di definire le componenti ambientali ed i temi che, sulla base dei risultati delle analisi condotte, si ritiene debbano essere oggetto del monitoraggio nel caso del progetto in esame.

Tale screening permette di individuare i soli temi con particolare rilevanza. Questo implica l'esclusione dal Piano di monitoraggio di una serie di temi che non ne presentano questione centrale in termini di impatto stimato.

In ragione di quanto detto, nel caso dell'opera in esame, le componenti ambientali oggetto di monitoraggio sono:

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

Nella redazione del presente Piano si è tenuto conto delle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi", di cui al D.Lgs. n.163 del 12/04/06, redatte dalla Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale.

Per gli aspetti specialistici si farà riferimento alle normative vigenti specifiche.

## 6 ATMOSFERA

### 6.1 Finalità e articolazione temporale del monitoraggio

#### 6.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio della componente Atmosfera è volto ad affrontare, in maniera approfondita e sistematica, la prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull'ambiente, e più specificatamente sulla qualità dell'aria nelle diverse fasi del progetto (Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam).

Lo scopo principale è quindi quello di esaminare il grado di compatibilità dell'opera stessa, focalizzando l'attenzione sulle concentrazioni di inquinanti prodotti in atmosfera durante la realizzazione/esercizio dell'opera in progetto, al fine di definire e adottare opportune misure di riorientamento.

Gli obiettivi principali si possono riassumere quindi come segue:

- documentare la situazione attuale al fine di verificare la naturale dinamica dei fenomeni ambientali in atto;
- individuare le eventuali anomalie ambientali che si manifestano nella realizzazione e nell'esercizio dell'opera in modo da intervenire immediatamente ed evitare lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti la qualità dell'aria;
- accertare la reale efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli
- impatti sull'ambiente e risolvere eventuali impatti residui;
- verificare le modifiche ambientali intervenute per effetto dell'esercizio dell'opera, distinguendole dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio;
- fornire agli Enti di Controllo competenti gli elementi per la verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

Per l'opera in esame, gli impatti sulla qualità dell'aria legati all'esercizio dell'opera (PO) non sono stati considerati in quanto non comporta l'emissione di inquinanti atmosferici.

Per quanto riguarda la fase di cantiere, invece, secondo le risultanze della modellazione atmosferica condotta nello SIA, gli impatti sulla qualità dell'aria sono riconducibili principalmente alla diffusione di inquinanti generati da movimentazione di terra, transito dei mezzi di cantiere su strade non asfaltate e scarichi dei motori dei mezzi d'opera. Ne consegue pertanto come per il monitoraggio della qualità dell'aria siano previste azioni di controllo relative alla realizzazione del progetto.

Le risultanze di tale monitoraggio permetteranno, quindi, di verificare, rispetto alla situazione attualmente presente nell'area, l'eventuale incremento dei livelli di concentrazione di polveri e di inquinanti durante la fase di cantierizzazione in funzione delle attività di cantiere più critiche per la componente atmosfera.

#### 6.1.2 Riferimenti normativi

Il riferimento normativo è il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155, recante "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Tale decreto sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, e istituisce un quadro unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Tra le finalità indicate dal decreto, che si configura come un testo unico, vi sono:

- l'individuazione degli obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- la valutazione della qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- la raccolta di informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine;
- il mantenimento della qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e il miglioramento negli altri casi;
- la garanzia di fornire al pubblico corrette informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- la realizzazione di una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

Il provvedimento si compone di 22 articoli, 16 allegati e 11 appendici destinate, queste ultime, a definire aspetti strettamente tecnici delle attività di valutazione e gestione della qualità dell'aria e a stabilire, in particolare:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, PM10 e PM2,5 (allegato XI punto 1);
- i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto (allegato XI punto 3);
- le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto (allegato XII parte 1);
- il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2,5 (allegato XIV);
- i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (allegato XIII)
- i valori obiettivo (allegato VII punto 2), gli obiettivi a lungo termine (allegato VII punto 3), le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono (allegato XII parte 2).

Nelle seguenti tabelle si riportano i limiti degli inquinanti individuati dalla normativa.

Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
<b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>			

<b>1 ora</b>	350 µg/m <sup>3</sup> , da non superare più di 24 volte per anno civile		- (1)
<b>1 giorno</b>	125 µg/m <sup>3</sup> , da non superare più di 3 volte per anno civile		- (1)
<b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) *</b>			
<b>1 ora</b>	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
<b>Anno civile</b>	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
<b>Benzene*</b>			
<b>Anno civile</b>	5,0 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup> (100 %) il 13 dicembre 2000, con una riduzione il 1° gennaio 2006 e successivamente ogni 12 mesi di 1 µg/m <sup>3</sup> fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
<b>Monossido di carbonio</b>			
<b>Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)</b>	10 mg/ m <sup>3</sup>		- (1)
<b>PM<sub>10</sub>**</b>			

<b>1 giorno</b>	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005	- (1)
<b>Anno civile</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	20 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005	- (1)
<b>PM<sub>2,5</sub> – fase 1</b>			
<b>Anno civile</b>	25 µg/m <sup>3</sup>	20 % il 11 giugno 2008, con una riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2015	1° gennaio 2015
<b>PM<sub>2,5</sub> – fase 2 (4)</b>			
<b>Anno civile</b>	(4)		1° gennaio 2010
<p><b>(1)</b> Già in vigore dal 1° gennaio 2005.</p> <p><b>(2)</b> La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.</p> <p><b>(3)</b> Tale valore limite deve essere raggiunto entro il 1° gennaio 2010 in caso di aree poste nelle immediate vicinanze delle fonti industriali localizzate presso siti contaminati da decenni di attività industriali. In tali casi il valore limite da rispettare fino al 1° gennaio 2010 è pari a 1,0 µg/m<sup>3</sup>. Le aree in cui si applica questo valore limite non devono comunque estendersi per una distanza superiore a 1.000 m rispetto a tali fonti industriali.</p> <p><b>(4)</b> Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m<sup>3</sup> e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.</p> <p>* Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro la data prevista dalla decisione di deroga, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.</p> <p>** Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro l'11 giugno 2011, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.</p>			

Tabella 6-1 Valori limite – Allegato XI del D.Lgs 155/2010

Finalità	Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data entro la deve essere raggiunto il valore obiettivo (1)
<b>Ozono</b>			
<b>Protezione della salute umana</b>	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni (3)	1° gennaio 2010
<p><b>(1)</b> Il raggiungimento del valore obiettivo è valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012, per la protezione della salute umana.</p> <p><b>(2)</b> La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore deve essere determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata è riferita al giorno nel quale la stessa si conclude. La prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.</p> <p><b>(3)</b> Se non è possibile determinare le medie su tre o cinque anni in base ad una serie intera e consecutiva di dati annui, la valutazione della conformità ai valori obiettivo si può riferire, come minimo, ai dati relativi a un anno per il valore-obiettivo ai fini della protezione della salute umana.</p>			

Tabella 6-2 Valori limite – Allegato VII del D.Lgs 155/2010

Periodo di mediazione	Livello critico annuale (anno civile)	Livello critico invernale (1° ottobre-31 marzo)	Margine di tolleranza
<b>Biossido di zolfo</b>			
	20 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	Nessuno
<b>Ossidi di azoto</b>			
	30 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>x</sub>		Nessuno

Tabella 6-3 Livelli critici per la protezione della vegetazione – Allegato XI del D.Lgs 155/2010

## 6.2 Monitoraggio della qualità dell'aria

### 6.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Al fine di stimare le concentrazioni degli inquinanti considerati nelle attività di monitoraggio e determinare i parametri meteorologici durante la realizzazione dei lavori dell'opera in progetto, sono state individuate complessivamente 6 stazioni, come indicato nella tabella seguente, corrispondenti ognuna ai recettori sensibili e a quelli più esposti considerati nelle simulazioni modellistiche effettuate nell'ambito dello SIA e a seguito della definizione dell'organizzazione di cantiere.

Punti	Ricettori e cantieri di riferimento	Latitudine (N)	Longitudine (E)
ATM_01	R1	41°57'25.05"	12°48'32.86"
ATM_02	R3	41°57'21.92"	12°48'40.60"



ATM_03	R8	41°57'12.58"	12°48'48.42"
ATM_04	vicino a R5	41°57'21.85"	12°48'23.43"
ATM_05	vicino a R1	41°57'24.97"	12°48'36.41"
AMT_06	vicino a R3	41°75'21.44"	12°48'44.69"

Tabella 6-4 Punti di monitoraggio della qualità dell'aria.



Figura 8 – Localizzazione dei punti di monitoraggio per atmosfera

Le stazioni di monitoraggio ATM\_01 e 03 sono localizzate presso i recettori sensibili considerati, posti in corrispondenza di due scuole. Gli altri punti sono in corrispondenza di ricettori civili potenzialmente interferiti durante le fasi di lavorazione.

## 6.2.2 Metodologia e strumentazione

### Tipologia di monitoraggio

Per il monitoraggio della qualità dell'aria si prevedono delle campagne mediante mezzo mobile sul territorio in prossimità dell'intervento, con particolare riferimento alle aree critiche più vicine all'opera, in accordo ai risultati ottenuti dallo studio modellistico. Saranno utilizzati inoltre campionatori sequenziali/gravimetrici delle polveri.

### Parametri da monitorare

Per quanto riguarda la qualità atmosferica nel suo complesso, non esiste alcun parametro che, preso singolarmente, possa essere considerato un indicatore esaustivo. Infatti, la stessa normativa in materia di inquinamento atmosferico, non prevede il calcolo di indici complessi ma stabilisce per ciascun indicatore, valori di riferimento.

Dovranno essere rilevati i seguenti parametri:

- Ossidi e biossidi di azoto (NOx, NO2);
- Biossido di zolfo (SO2);
- PM10;
- PM2,5;
- PTS;
- Metalli su PM10;
- Parametri meteorologici (direzione e velocità vento, temperatura atmosferica, umidità relativa, pressione atmosferica, radiazione solare globale e diffusa, precipitazioni atmosferiche).

#### Metodiche di monitoraggio

La metodica di monitoraggio si compone delle fasi di seguito descritte.

- Installazione: in tale fase vengono stabilite le posizioni dei punti di misura destinate al monitoraggio delle concentrazioni. Le posizioni dei punti di misura dovranno essere georeferenziate e fotografate;
- Svolgimento della campagna di misure: ogni campagna prevede lo scarico e l'analisi dei dati, la stampa dei grafici; la restituzione media oraria dei dati acquisiti. Tutti i parametri si intendono misurati in conformità alle normative attualmente in vigore. La rappresentazione grafica del trend dei dati rilevati; elaborazione file per caricamento dati output nel Sistema Informativo, condotti in situ e/o forniti dai laboratori di analisi;
- Compilazione di Rapporti di misura.

Nella realizzazione e collocazione delle stazioni di misura si dovrà tener conto degli aspetti indicati al punto 4 dell'allegato III del D.Lgs. 155/2010:

- assenza di fonti di interferenza;
- protezione rispetto all'esterno;
- possibilità di accesso;
- disponibilità di energia elettrica e di connessioni telefoniche;
- impatto visivo dell'ambiente esterno;
- sicurezza della popolazione e degli addetti;
- opportunità di effettuare il campionamento di altri inquinanti nello stesso sito fisso di campionamento;
- conformità agli strumenti di pianificazione territoriale.

La strumentazione utilizzata relativa ai mezzi mobili si compone di alcuni laboratori mobili dotati di adeguato sistema di condizionamento per garantire una continua ed ottimale distribuzione della temperatura al suo interno; questo permette agli analizzatori di lavorare sempre in condizioni controllate e standard.

Le stazioni di rilevamento sono organizzate in tre blocchi principali:

- analizzatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi;
- centralina per la valutazione dei parametri meteorologici;
- unità di acquisizione ed elaborazione dati.

In particolare, un analizzatore è tipicamente costituito da un sistema di aspirazione dell'aria (una pompa) che ne preleva una parte immettendola in una piccola camera, detta "cella di misura" e che contiene i dispositivi per la misura.

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici, mediante l'impiego di sensori:

- barometro,
- igrometro,
- gonio anemometro,
- pluviometro,
- radiometro,
- termometro.

Il sistema di misura è costituito da un laboratorio mobile dotato di strumentazione del tipo a funzionamento in continuo in grado di monitorare i parametri indicati nel paragrafo precedente in automatico. In particolare, i singoli sistemi automatizzati sono conformi alle prescrizioni del D.P.C.M. 28 marzo 1983, al D.P.R. 24 maggio 1988 n.203, così come riportato dal Rapporto ISTISAN 89/10, dal D.M. 20 maggio 1991, DM 60 del 2 aprile 2002 e dal D.Lgs. 155/2010.

Le apparecchiature mediante le quali sarà effettuato il monitoraggio della qualità dell'aria dovranno essere sottoposte a verifiche periodiche, ovvero a controlli della risposta strumentale su tutto il campo di misura. A seconda del tipo di analizzatore installato, consistono in controlli con cadenza almeno annuale o con periodicità più frequente secondo indicazioni fornite dal costruttore o in base alla criticità dell'impianto e comunque dopo interventi di manutenzione conseguenti a guasto degli analizzatori.

In apposito registro saranno riportati tutti gli interventi effettuati sul sistema, sia di verifica che di manutenzione, secondo le indicazioni richieste.

Le operazioni di taratura dovranno essere eseguite periodicamente (almeno con cadenza annuale o secondo indicazioni diverse del costruttore) e comunque dopo ogni intervento di manutenzione sulla strumentazione analitica a seguito di guasto o dopo una modifica impiantistica che comporti variazione all'emissione.

Per quanto concerne le verifiche in campo, esse consistono nelle attività destinate all'accertamento della corretta esecuzione delle misure nelle effettive condizioni operative di tutta la catena di misura. Esse sono condotte sotto la supervisione dal Responsabile di Settore e dovranno essere eseguite ogni anno con l'impianto nelle normali condizioni di funzionamento.

### **6.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio**

Le emissioni che possono causare alterazione dei livelli di qualità dell'aria nelle zone limitrofe ai cantieri per la realizzazione dell'opera sono quelle derivanti da qualsiasi fase lavorativa che può generare uno specifico inquinante perché utilizza o processa un materiale che lo contiene (o che contiene un suo precursore).

Ricordando che il progetto in esame non influenza la componente atmosfera nella fase Post Operam, il monitoraggio è previsto nelle seguenti fasi:

- Ante Operam (AO);
- Corso d'Opera (CO).

Il Piano di Monitoraggio Ante Operam prevede l'analisi di monitoraggi ad hoc in cui vengono rilevati gli inquinanti atmosferici ed i parametri meteorologici allo stato attuale nell'area di intervento. La determinazione del fondo ambientale delle concentrazioni dei diversi contaminanti sarà pertanto affiancata in questa fase, per quanto possibile, all'individuazione delle cause generatrici dei singoli inquinanti presenti nelle aree di indagine.

Il monitoraggio in Corso d'Opera viene predisposto in funzione della distribuzione spaziale e temporale delle diverse attività di cantiere individuando le aree di lavorazione maggiormente critiche per la componente atmosfera. Questo consente di disporre di segnali tempestivi per poter attivare eventuali azioni correttive rispetto a quelle preventive già predisposte e adottate sulla base degli esiti dello studio atmosferico (es.: emissioni da cumuli, movimenti terra e mezzi d'opera). Allo stesso modo del monitoraggio Ante Operam, per ogni punto di monitoraggio individuato vengono analizzate le concentrazioni di inquinanti ed i parametri meteorologici.

La frequenza e la durata delle misure, opportunamente definite, con attenzione alla singola fase di monitoraggio, consentiranno di valutare, attraverso la misura degli indicatori ritenuti significativi, lo stato di qualità dell'aria e l'entità degli effetti indotti dalla realizzazione delle opere e dall'esercizio delle stesse.

Di seguito vengono specificate le tempistiche dei monitoraggi Ante Operam e in Corso d'Opera, sia in relazione alla durata della specifica indagine sia alla ripetitività della stessa durante il periodo di monitoraggio.

La durata delle attività inerenti al monitoraggio Ante Operam sarà pari ad un anno solare in modo da considerare la qualità dell'aria e le dinamiche temporali per le varie stagioni (frequenza trimestrale), mentre per la fase di Corso d'Opera il monitoraggio avrà la durata delle attività di cantiere sempre con frequenza trimestrale. Ogni campagna misurerà i diversi parametri in continuo per 2 settimane.

#### Ante Operam

Al fine di analizzare la qualità dell'aria attuale nell'area di intervento, è previsto il monitoraggio Ante Operam nell'anno antecedente all'inizio dei lavori. Sono previste complessivamente 4 stazioni di monitoraggio: in particolare, 2 per monitorare la qualità dell'aria nei pressi dei recettori residenziali più esposti, come risultato dalle analisi effettuate per il Corso d'Opera, e 2 per monitorare la qualità dell'aria presso i recettori sensibili considerati, localizzati presso due scuole.

La frequenza è trimestrale ed ogni misurazione verrà fatta in continuo per 2 settimane.

#### Corso d'Opera

Sugli stessi punti di monitoraggio individuati per l'Ante-Operam si rileveranno gli stessi parametri. In questa fase il monitoraggio dovrà essere esteso per l'intera durata delle attività di cantiere, con frequenza trimestrale e durata di ogni campagna in continuo per 2 settimane.

### **Conclusioni**

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio dell'atmosfera queste sono finalizzate alla verifica della modifica della qualità dell'aria indotta dalle attività in corso d'opera.

Il monitoraggio è utile anche alla verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione ritenuti necessari per l'abbattimento delle polveri generate dalle lavorazioni.

Il monitoraggio si svolge attraverso centralina mobile e campionatore sequenziale/gravimetrico. Le metodiche di monitoraggio sono funzione della tipologia di indagine, come indicato nella successiva tabella.

Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri
ATM_01 ATM_02 ATM_03 ATM_04 ATM_05 ATM_06	<b>AO</b>	Per un anno antecedente all'inizio dei lavori con cadenza trimestrale (misure in continuo per 2 settimane)	PM10, PM2,5, PTS, NOx, NO2 e SO2 Metalli su PM10 (Pb, Cd, Ni, As) * Parametri meteorologici
	<b>CO</b>	Per la durata del cantiere con cadenza trimestrale (misure in continuo per 2 settimane)	PM10, PM2,5, PTS, NOx, NO2 e SO2 Metalli su PM10 (Pb, Cd, Ni, As) * Parametri meteorologici

\* i metalli saranno determinati con cadenza settimanale

Tabella 6-5 - Quadro sinottico PMA componente atmosfera

## 7 ACQUE SUPERFICIALI

### 7.1 Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio

#### 7.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio relativo alla componente “Ambiente idrico superficiale” è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all’esercizio dell’opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, che intervengono sui corpi idrici superficiali interferiti dall’opera o prossimi ad essa, ed a risalirne le cause, così da ricercare gli eventuali correttivi per ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l’ambiente idrico preesistente.

#### 7.1.2 Normativa di riferimento

Per quanto riguarda le norme a cui far riferimento per l’esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare e le grandezze da misurare, si citano i seguenti riferimenti:

##### Normativa Comunitaria

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

##### Normativa Nazionale

- Legge 28 dicembre 2015, n. 221 - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali;

- D.Lgs. 13 ottobre 2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque. Entrata in vigore del provvedimento: 11/11/2015;
- Legge 22 maggio 2015, n. 68 - Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente;
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 27 novembre 2013, n. 156 - Regolamento recante i criteri tecnici per l'identificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- D.Lgs. 10 dicembre 2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/Ce relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/Cee, 83/513/Cee, 84/156/Cee, 84/491/Cee, 86/280/Cee, nonché modifica della direttiva 2000/60/Ce e recepimento della direttiva 2009/90/Ce che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/Ce, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- D.M. 8 novembre 2010, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- Legge 25 febbraio 2010, n. 36 - Disciplina sanzionatoria dello scarico di acque reflue.
- D.M. 14 aprile 2009, n. 56 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo";
- Legge 27 febbraio 2009, n. 13 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
- D.L. 30 dicembre 2008, n. 208 e ss.mm.ii. - Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
- D.M. 16 giugno 2008, n. 131 - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto;
- D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.Lgs. 8 novembre 2006, n. 284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.M. 2 maggio 2006 - Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue, ai sensi dell'articolo 99, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;

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

## 7.2 Monitoraggio delle acque superficiali

### 7.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è stato redatto in conformità agli “Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Ambiente idrico”.

In base ai dettami del documento, le aree oggetto di monitoraggio dovranno essere individuate in base alla tipologia di opera e in relazione alla sensibilità e/o vulnerabilità dell’area potenzialmente interferita, pertanto l’individuazione dei punti dovrà essere strettamente connessa a:

- interferenze opera – ambiente idrico e alla valutazione dei relativi impatti;
- punti di monitoraggio considerati in fase di caratterizzazione ante operam;
- reti di monitoraggio (nazionale, regionale e locale) meteo idro–pluviometriche e quali quantitative esistenti, in base alla normativa di settore.

Nel PMA saranno indicati i siti di monitoraggio puntuali atti ad eseguire un’analisi a scala di sito, e quindi strettamente calati sulle emergenze idriche da monitorare, pertanto, in corrispondenza dei più significativi corpi idrici potenzialmente interferiti dovranno essere posizionati dei punti di monitoraggio.

In particolare, dunque, verranno posizionati due punti di monitoraggio in corrispondenza del Fiume Aniene, di cui uno a monte dell’attraversamento e l’altro a valle.

Di seguito si riporta la tabella relativa ai punti di monitoraggio previsti.

Punti	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Oggetto monitoraggio
IDR_SUP_01	41°57'16.30"	12°48'38.39"	F. Aniene (monte)
IDR_SUP_02	41°57'22.56"	12°48'27.26"	F. Aniene (valle)

Tabella 7-1 - Punti di monitoraggio per la componente acque superficiale





Figura 9 – Ubicazione dei punti di monitoraggio delle acque superficiali

## 7.2.2 Metodologia e strumentazione

### Parametri da monitorare

Secondo quanto indicato nelle citate linee guida ministeriali, la scelta degli indicatori deve essere fatta in funzione della tipologia del corpo idrico potenzialmente interferito, ponendo particolare attenzione alla valutazione dell'obiettivo di "non deterioramento" delle componenti ecosistemiche del corpo idrico, introdotto dalla Direttiva Quadro sulle Acque.

Dal momento che non si può escludere a priori che la realizzazione delle opere in progetto non comprometta il raggiungimento degli "obiettivi di qualità" e/o variazioni di "stato/classe di qualità" del corpo idrico, così come definiti dalla normativa di settore e contenuti negli strumenti settoriali di pianificazione/programmazione, verranno utilizzati gli indicatori/indici (con le relative metriche di valutazione) indicati dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i..

Le attività di monitoraggio prevedono controlli mirati all'accertamento dello stato qualitativo delle risorse idriche superficiali. Tali controlli consistono in indagini del seguente tipo:

- Indagini quantitative: misure di portata;
- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici.

### Indagini quantitative

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla contestualizzazione dei valori provenienti dalle analisi qualitative chimiche, fisiche e batteriologiche, pertanto verrà rilevato il seguente parametro:

- Portata (in situ)

È il parametro che quantifica l'entità dei deflussi, fornendo un dato che può essere messo in correlazione sia al quadro di riferimento idrologico del corso d'acqua, per identificare eventuali impatti dovuti alle

lavorazioni limitrofe impattanti il regime idrologico, sia ai parametri chimico-fisici di qualità dell'acqua per valutare l'entità dei carichi di inquinanti che defluiscono nella sezione di controllo (dato essenziale per la stima di bilanci di inquinanti nella rete idrografica).

Nelle campagne di misura la rilevazione della portata verrà eseguita effettuando misure correntometriche. Tali misure saranno eseguite utilizzando mulinelli, provvisti di un set di eliche, idonee per misure in qualsiasi condizione di velocità. Quando necessario le sezioni di misura verranno predisposte al rilievo eseguendo la pulizia del fondo e delle sponde o i manufatti esistenti per applicare i dispositivi di supporto e di calata. Sulla stessa sezione fluviale, nel caso di misure ripetute in periodi diversi, verranno, per quanto possibile, mantenute metodiche e condizioni di misura analoghe, per favorire la confrontabilità dei dati.

#### Indagini qualitative

- Parametri chimico-fisici

I parametri chimico-fisici potranno fornire un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque dei corsi d'acqua preliminare all'inizio dei lavori, ed in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in costruzione. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura acqua
- Temperatura aria
- pH
- Conducibilità elettrica
- Ossigeno disciolto
- Solidi disciolti totali (TDS)
- Solidi sospesi totali (TSS)

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza d'inquinanti. La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno è in funzione della temperatura e della pressione barometrica, pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. La presenza di organismi fotosintetici (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne. I solidi in sospensione totali sono indicativi, eventualmente in associazione con la torbidità rilevata strumentalmente e con la misura del trasporto solido in sospensione, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o ad interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosibilità del suolo (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, dicava o discarica; sistemazioni idrogeologiche, dissesti, ecc.). L'entità e la durata di concentrazioni acute di solidi in sospensione hanno ripercussioni sulla quantità degli habitat per macroinvertebrati e fauna ittica.

- Parametri chimici e microbiologici acqua

Le analisi chimiche e microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di “bianco” dei corsi d’acqua. Verranno analizzati parametri tipicamente legati alle attività di lavorazione e secondariamente all’esercizio del nuovo acquedotto. Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Calcio
- Sodio
- Potassio
- Magnesio
- Cloruri
- Cloro attivo
- Fluoruri
- Solfati
- Bicarbonati
- Nitrati
- Nitriti
- Ammonio
- Ferro
- Cromo VI
- Cromo totale
- Idrocarburi Btex
- Idrocarburi Totali
- Piombo
- Zinco
- Rame
- Nichel
- Cadmio

- Parametri biologici e fisiografico-ambientali

#### STAR.ICMI - Indice NISECI

Lo STAR-ICMI è un indice che viene calcolato attraverso la combinazione di sei metriche correlate alle caratteristiche di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità/ricchezza riscontrabili nei siti fluviali. L’indice è costruito per valutare la qualità generale dei siti fluviali, e viene espresso in Rapporto di Qualità ecologica (RQE), dato dal rapporto del parametro biologico “osservato” ed il valore dello stesso parametro corrispondente ad un “bianco” per la tipologia di corpo idrico considerato.

L’indice NISECI (Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche) utilizza come principali criteri per la valutazione dello stato ecologico di un determinato corso d’acqua la naturalità della comunità ittica (intesa come completezza della composizione in specie indigene attese in relazione al quadro zoogeografico ed ecologico), e la condizione biologica delle popolazioni presenti (quantificata positivamente per le specie indigene attese e negativamente per le aliene), in termini di abbondanza e

struttura di popolazione tali da garantire la capacità di autoriprodursi ed avere normali dinamiche ecologico-evolutive. Tale metodo di valutazione della fauna ittica per la classificazione dei corpi idrici fluviali, oltre alle metriche definite dalla WFD (composizione, abbondanza e struttura di età), prende in considerazione anche la presenza di specie endemiche e quella di specie aliene e di ibridi.

Per il monitoraggio delle acque superficiali sono stati selezionati dei parametri- indicatori tra quelli previsti nelle linee guida ministeriali, ritenuti significativi, in relazione alla tipologia ed alle caratteristiche dei corsi d'acqua interferiti.

Il set di parametri-indicatori oggetto del monitoraggio e le metodiche di analisi per le acque superficiali sono riassunte nella tabella di seguito e sarà utilizzato per le fasi: AO, CO e PO.

Parametro	Metodo	U.M.
Temperatura acqua	APAT2100-campo	°C
Temperatura aria	Strumentale-campo	°C
pH	APAT2060-campo	upH
Conducibilità elettrica	APAT2030-campo	µS/cm
Ossigeno disciolto	ASTM D888-campo	mgO2/l
Solidi disciolti Totali (TDS)	UNI 15216	mg/l
Solidi Sospesi Totali (TSS)	APAT2090 B	mg/l
Portata	Correntometro - strumentale	mc/s
Calcio	EPA 6010D	mg/l
Sodio	EPA 6010D	mg/l
Potassio	EPA 6010D	mg/l
Magnesio	EPA 6010D	mg/l
Cloro attivo	APAT4080	mg/l
Fluoruri	APAT4020	mg/l
solfati	APAT4020	mg/l
Bicarbonati	APAT2010B	mg/l
Nitrati	APAT4020	mg/l
Nitriti	APAT4020	mg/l
Ammonio	APAT 4030 B	mg/l
ferro	EPA6020	µg/l
CromoVI	EPA7199	µg/l
Cromo totale	EPA6020	µg/l
Btexs	EPA5030 + EPA8260	µg/l
Idrocarburi totali (con n-esano)	EPA5021 + EPA8015 + UNIENISO9377	mg/l
Piombo	EPA6020	mg/l
zinco	EPA6020	mg/l
rame	EPA6020	mg/l
nicel	EPA6020	µg/l
cadmio	EPA6020	mg/l
Indice NISECI	Protocollo Ispra	-

Tabella 7-2 Parametri da monitorare per la componente acque superficiali (fasi AO, CO e PO)

Nel corso delle campagne di monitoraggio, in caso di scostamento tra i valori rilevati nella sezione analizzata, occorrerà valutare l'opportunità di eseguire indagini di approfondimento su parametri da valutare di volta in volta.

Ad ogni modo, le tipologie di campionature e di analisi periodiche, nonché le normative di riferimento saranno preventivamente concordate con il servizio ARPA di competenza, così come le circostanze e casistiche in cui sarà eventualmente necessario rinfittire i campionamenti.

### Metodiche di monitoraggio

#### Misure di Portata

Il punto preciso di indagine sarà a discrezione dell'esperienza dell'operatore e delle condizioni del fiume, quando non è possibile per via delle condizioni idrologiche utilizzare il mulinello (metodo correntometrico), la portata sarà determinata con il metodo volumetrico o con il galleggiante. 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. La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore. Le verticali dovranno essere più frequenti laddove il fondo è irregolare.

Il numero di punti di misura per ogni verticale è determinato dal diametro dell'elica o dalle caratteristiche del peso (se utilizzato). Indicando con altezza la profondità della verticale e con profondità la profondità del punto di misura, per la determinazione delle profondità dei punti di misura si seguiranno i seguenti criteri:

- Micromulinello con elica da 5 cm
  - Da 5 a 8 cm di altezza della verticale: 1 misura a 2.5 cm di profondità;
  - Da 8 a 10 cm due misure a 2.5 di prof e a 2.5 dal fondo;
  - Da 10 a 15 si aggiunge una misura a profondità= $2.5+(altezza-5)/2$ ;
  - Da 15 a 35 alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a  $prof=2.5+(altezza-5)/3$ ,  $prof=2.5+(altezza-5)*2/3$ ;
  - Da 35 a 70 alle due misure di fondo e di superficie si aggiungono 3 punti a  $prof=2.5+(altezza-5)/4$ ,  $prof=2.5+(altezza-5)*2/4$ ,  $prof=2.5+(altezza-5)*3/4$ ;
  - Misure a guado con elica da 12 cm di diametro;
  - Da 12 a 13 cm di altezza della verticale una misura a 6 cm di prof.;
  - Da 13 a 25 cm si aggiunge una misura al 6 cm dal fondo;
  - Da 25 a 50 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge una terza a  $prof=6+(altezza-12)/2$ ;
  - Oltre 50 cm di altezza alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a  $prof=6+(altezza-12)/3$  e  $prof=6+(altezza-12)*2/3$ .
- Misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=12 cm
  - Da 18 a 24 cm di altezza della sezione una misura a 6 cm di profondità;
  - Da 25 a 30 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 12 cm dal fondo;

- Da 31 a 50 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)/2$ ;
- Da 51 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)/3$  e  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*2/3$ ;
- Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono
- 3 punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*2/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*3/4$ ;
- Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.
- Misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=20 cm
- Da 26 a 32 cm di altezza della sezione una misura a è cm di profondità;
- Da 33 a 49 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 20 cm dal fondo;
- Da 50 a 65 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)/2$ ;
- Da 66 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)/3$  e  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)*2/3$ ;
- Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono
- 3 punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)*2/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)*3/4$ ;
- Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.

#### Campionamento per Analisi di Laboratorio

Il campionamento sarà realizzato tramite sonda a trappola che sarà immersa 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.

Per la raccolta del campione si utilizzerà una scheda predisposta e sarà redatto un verbale di campionamento che sarà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

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

Tutte le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

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

- punto di prelievo (nome del corso d'acqua);
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo;
- data e ora del campionamento.

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.

### Indice STAR ICMI

L'indice STAR-ICMI è un indice multimetrico, per il cui calcolo vengono combinate sei metriche riconducibili alle categorie generali di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità ricchezza, ad ogni metrica viene attribuito un peso differente.

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Metrica	Descrizione e taxa considerati	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di Famiglia)	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10} (\text{Sel\_EPTD} + 1)$	$\text{Log}_{10}$ (somma delle abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = - \sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left( \frac{n_i}{A} \right)$ (sull'intera comunità)	0.083

Tabella 7-3 - Metriche compongono lo STAR-ICMI e peso attribuito nel calcolo

L'indice STAR-ICMI viene espressa in Rapporto di qualità ecologica (RQE) dato dal rapporto del parametro biologico "osservato" ed il valore dello stesso parametro corrispondente alle "condizioni di riferimento" per la tipologia di corpo idrico considerato, e assume valori tra 0 e 1.

Il calcolo dell'indice prevede i seguenti passaggi:

- Calcolo dei valori grezzi che compongono l'indice;
- Conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE;
- Calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche secondo ipesi forniti nella tabella 8;
- Normalizzazione del valore ottenuto dividendo il valore del campione in esame per il valore di STAR-ICMI nelle condizioni di riferimento.

Al valore di STAR-ICMI calcolato viene attribuito un giudizio di qualità, sulla base della suddivisione della variabilità dell'indice in 5 classi di qualità.

### Indice NISECI

Lo stato ecologico di un corpo idrico può essere considerato come la misura degli effetti dell'attività umana sugli ecosistemi acquatici ed è misurato mediante elementi di qualità biologici, supportato da elementi idromorfologici e fisico-chimici. Per la definizione dello stato ecologico di fiumi e laghi, la



Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive, WFD) prende in considerazione elementi biologici riferiti ai diversi livelli trofici: flora acquatica (fitoplancton, fitobenthos, macrofite), macroinvertebrati bentonici, fauna ittica, di quest'ultima valutandone, per i fiumi, composizione tassonomica, abbondanza e struttura della popolazione. La classificazione di ciascun corpo idrico viene effettuata mediante l'espressione di un singolo giudizio complessivo, definito "Stato ecologico", che viene calcolato mediante l'attribuzione del giudizio più basso tra gli elementi di qualità biologici considerati (principio "one out/all out").

Lo stato di qualità viene espresso come rapporto di qualità ecologica (RQE) calcolato rapportando "i valori dei parametri biologici riscontrati in un dato corpo idrico superficiale a quelli costatabili nelle condizioni di riferimento applicabili al medesimo corpo" (Direttiva 2000/60/CE, Allegato V, punto 1.4.1). L'RQE, varia da 0 (stato pessimo) a 1 (stato elevato) e viene suddiviso in 5 intervalli corrispondenti ad altrettante classi di stato ecologico.

Gli indici elaborati per l'implementazione della WFD, in Italia così come a livello europeo, sono in linea di massima di tipo multimetrico: si tratta quindi di indici che integrano tra loro differenti metriche, calcolate utilizzando elenchi floristici e faunistici redatti sulla base di campionamenti effettuati secondo modalità standardizzate (ISPRA, 2014).

La condizione di riferimento (corrispondente allo stato ecologico elevato), rispetto alla quale vengono confrontate le comunità ittiche osservate, è rappresentata da una comunità in cui siano presenti tutte le specie autoctone attese, con popolazioni in buona condizione biologica, e siano assenti specie aliene o ibridi.

#### Struttura dell'indice

La formulazione multimetrica dell'indice, il cui valore varia, così come quello di tutte le metriche e sub metriche costitutive, tra 0 e 1, è data da:

$$\text{NISECI} = 0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) - 0.1 (1 - x_3) \\ \times (0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2))$$

dove:

$x_1$  = metrica "presenza/assenza di specie indigene"

$x_2$  = metrica "condizione biologica delle popolazioni di specie autoctone"

$x_3$  = metrica "presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene"

Poiché i valori di stato ecologico, ai sensi della normativa europea, devono essere espressi sotto forma di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), ovvero il rapporto tra lo stato della comunità ittica osservata e quello della corrispondente comunità di riferimento, sono stati calcolati i valori soglia di NISECI in modo da definire intervalli RQE di uguale ampiezza per ciascuna delle 5 classi previste.

La relazione tra NISECI e  $RQE_{\text{NISECI}}$  è stata ottenuta tramite simulazione di 21000 casi, nel corso della quale le 3 metriche dell'indice sono state fatte variare da 0 a 1 per incrementi di 0.1:

$$RQE_{NISECI} = (\log NISECI + 1.1283) / 1.0603$$

Poiché la classificazione dello stato ecologico deve essere espressa in 5 classi, sono stati calcolati i valori soglia di NISECI in modo da definire intervalli RQE di uguale ampiezza per ciascuna classe, suddivisi tra area alpina e area mediterranea:

Stato ecologico	Area alpina	Area mediterranea
Elevato	$0.80 \leq RQE_{NISECI}$	$0.80 \leq RQE_{NISECI}$
Buono	$0.52 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$	$0.60 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$
Moderato	$0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.52$	$0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.60$
Scadente	$0.20 \leq RQE_{NISECI} < 0.40$	$0.20 \leq RQE_{NISECI} < 0.40$
Cattivo	$RQE_{NISECI} < 0.20$	$RQE_{NISECI} < 0.20$

La metrica presenza/assenza di specie indigene confronta la composizione specifica della comunità ittica autoctona osservata con quella attesa.

La condizione biologica delle popolazioni di specie autoctone attese presenti è data dall'integrazione tra struttura di popolazione e consistenza demografica o abbondanza. Il valore totale della metrica viene calcolato come la media dei valori calcolati per ciascuna specie.

Per la metrica Presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene, le specie aliene sono state suddivise in tre gruppi in funzione della loro nocività, definita sulla base del livello di impatto sulla fauna ittica autoctona. Gli elenchi delle specie appartenenti ai tre diversi gruppi sono riportati nell'Allegato 3 del Manuale e linee guida 159/2017 "Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI)" pubblicato da ISPRA, sulla base delle valutazioni effettuate da Zerunian et al. (2009).

Per quanto riguarda il metodo di calcolo delle metriche e submetriche, si farà riferimento al documento su citato dell'ISPRA (Manuale e linee guida 159/2017 "Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI)").

### 7.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio

Il monitoraggio verrà eseguito in 3 fasi:

- Ante – Operam (AO);
- Corso d'operam (CO);
- Post – Operam (PO).

Il Monitoraggio Ante Operam (AO) delle acque superficiali ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche del Fiume Aniene, in termini qualitativi, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dalle opere in progetto.

Il Monitoraggio AO ha infine lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO o PO, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche del fiume in esame tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico.

A tal fine saranno eseguite misure in situ e saranno prelevati campioni d'acqua da analizzare in laboratorio sotto il profilo fisico-chimico-batterologico e sotto il profilo biologico.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera (CO), ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non induca alterazioni dei caratteri idrologici e qualitativi del sistema delle acque superficiali.

Il Monitoraggio Post Operam (PO), ha lo scopo di evidenziare eventuali alterazioni subite dal corso d'acqua a seguito delle attività dei cantieri.

Il Monitoraggio su un corso d'acqua, in ognuna delle suddette fasi, si esegue attraverso una sezione, composta da due punti di monitoraggio, uno a monte ed uno a valle rispetto alle opere da realizzare, nonché rispetto alle aree di cantiere prossime al corso d'acqua in oggetto.

I due punti di monitoraggio a monte ed a valle saranno sempre gli stessi nelle tre fasi AO, CO e PO, previa verifica che nel tratto compreso tra esse non vi siano derivazioni, scarichi o immissioni d'acqua.

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti sopra individuati, con durata e frequenza come di seguito riportato:

#### Fase Ante Operam

- Durata: 6 mesi antecedente alla realizzazione dei lavori;
- Frequenza: (trimestrale) 2 volte nel semestre precedente l'inizio lavori per postazione.

#### Fase Corso d'opera

- Durata: per tutta la durata dei lavori;
- Frequenza: (trimestrale) quattro volte l'anno per tutta la durata dei lavori, con le misure svolte negli analoghi periodi, estivi e invernali, in cui sono state svolte le rilevazioni ante-operam;

#### Fase Post Operam

- Durata: sei mesi successivi alla fine delle lavorazioni;
- Frequenza: (trimestrale) 2 volte nel semestre successivo all'entrata in esercizio del nuovo acquedotto.

## 7.3 Conclusioni

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio delle acque superficiali queste sono finalizzate alla verifica della modifica della qualità delle acque del Fiume Aniene indotta dal progetto.

Misure	Corso d'acqua da monitorare	Fase	Frequenza e durata
IDR_SUP_01 IDR_SUP_02	Fiume Aniene	AO	Frequenza trimestrale per 1 semestre
		CO	Frequenza trimestrale durante l'intera durata dei lavori
		PO	Frequenza trimestrale per 1 semestre

Tabella 7-4 - Quadro sinottico PMA acque superficiali

Per la fase Ante Operam e Post Operam i campionamenti e le analisi chimico-fisiche speditive in situ e le analisi chimiche di laboratorio avranno frequenza semestrale per la durata di 6 mesi.

Nella fase Corso d’Opera i campionamenti e le analisi chimico-fisiche speditive in situ avranno frequenza trimestrale durante tutto il periodo di durata del cantiere. Appare evidente che la frequenza del monitoraggio della componente acque superficiali in fase CO e PO potrà essere variata in funzione delle caratteristiche torrentizie/stagionali del corso d’acqua in esame e sulla base degli esiti del monitoraggio eseguito in fase AO.

## 8 ACQUE SOTTERRANEE

### 8.1 Finalità e articolazione temporale del monitoraggio

#### 8.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto dell'opera sul sistema idrogeologico, al fine di prevenirne le alterazioni, ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

Il presente Piano ottempera a quanto riportato nella "Condizione Ambientale n. 1 del Parere PNRR-PNIEC n° 105 del 15/12/2022:

*"Il Proponente dovrà integrare il PMA prevedendo il monitoraggio delle acque sotterranee in corrispondenza dei piezometri individuati secondo la condizione ambientale n. 9."*

*"Condizione Ambientale n° 9: Il Proponente dovrà indicare piezometri di monitoraggio posti a monte e valle di ciascuna delle aree in cui è prevista la realizzazione dei pozzi PZ1, PZ2, PZ3. L'individuazione dei piezometri dovrà essere effettuata sulla base di una carta idrogeologica con andamento del flusso di falda, che dovrà essere trasmessa al MASE, unitamente alla nuova ubicazione dei piezometri, prima dell'avvio dei monitoraggi della fase AO".*

#### 8.1.2 Normativa di riferimento

Per quanto riguarda le norme a cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare e le grandezze da misurare, si citano i seguenti riferimenti:

##### Normativa Comunitaria

- Direttiva della Commissione 20 giugno 2014, n. 2014/80/UE - Direttiva che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- Direttiva del Parlamento europeo, 12 dicembre 2006, n. 2006/118/CE - Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

##### Normativa nazionale

- D.Lgs. 16 marzo 2009, n. 30 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- D. Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006, Norma in materia ambientale, e s.m.i. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale).

### **Monitoraggio delle acque sotterranee**

#### Localizzazione delle aree di monitoraggio

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Ambiente idrico" ed in linea generale il monitoraggio della componente acque sotterranee è rivolto ai seguenti ambiti:

- aree di captazione idrica, sorgenti e/o pozzi, per uso idropotabile, industriale e irriguo;

- zone interessate da rilevanti opere in sotterraneo quali gallerie e/o movimenti terra e scavi, aree di cantiere, siti di deposito soggette a potenziali contaminazioni, con possibili interferenze con la superficie freatica o con eventuali falde confinate o sospese, che possono determinare sia la variazione nel regime della circolazione idrica sotterranea che mettere in comunicazione acquiferi superficiali di scarsa qualità con acquiferi profondi di buona qualità, spesso sfruttati per uso idropotabile o causare variazione della posizione dell'interfaccia acqua dolci/acque salmastre (cuneo salino) nelle zone costiere;
- corsi d'acqua superficiali in interconnessione con la falda;
- aree di particolare sensibilità e rilevanza ambientale e/o socio-economica (es. sorgenti, aree umide protette, laghi alimentati in parte dalla falda, aree di risorgive carsiche);
- aree di cantiere, per effetto di sversamenti accidentali, perdite di carburanti, presenza di serbatoi con sostanze inquinanti etc;
- aree di captazione idrica;
- aree per le quali si prevedono rilevanti opere in sotterraneo, aree di cantiere e deposito soggette a potenziali contaminazioni, ponendo particolare attenzione per quelle che andranno ad interessare delle zone vulnerabili.

Integrando quanto già individuato nella precedente fase progettuale, si riportano di seguito i punti di monitoraggio scelti:

Misure	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Profondità Falda dal p.c. [m] SoggiacenzaMax.	Codice Sondaggio (in prossimità)
IDR_SOT_01	41°57'15.44"	12°48'34.32"		
IDR_SOT_02	41°57'12.33"	12°48'26.52"	22,0	S2 (2022)
IDR_SOT_03	41°57'24.15"	12°48'39.46"	42,5	S1 (2022)
IDR_SOT_04	41°57'23.62"	12°48'47.07"		
IDR_SOT_05	41°57'22.32"	12°48'46.68"		
IDR_SOT_06	41°57'23.78"	12°48'36.84"		

Tabella 8-1 Punti di monitoraggio per la componente acque sotterranee



Figura 10 – Ubicazione dei punti di monitoraggio delle acque sotterranee

I punti di monitoraggio sono stati selezionati tra i piezometri installati nella fase di progettazione in modo da risultare equamente spazati tra loro lungo il tracciato di progetto, al fine di poter valutare e individuare “tempestivamente” eventuali variazioni di un determinato parametro tra punti di misura ubicati a monte e valle, delle aree di cantiere e conseguentemente eventuali impatti legati alle pressioni riconducibili, o meno, alle azioni di progetto.

### 8.1.3 Metodologia e strumentazione

Parametri da monitorare

I parametri descrittivi che verranno indagati sono quelli ritenuti più significativi, perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione del nuovo acquedotto, alle attività previste, ad eventuali sversamenti accidentali.

Il monitoraggio sulla presente componente prevedrà indagini quantitative e indagini qualitative:

#### Indagini quantitative

- *livello piezometrico su pozzi:*

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla valutazione di massima degli andamenti stagionali della falda e delle modalità deflusso delle acque sotterranee, al fine di individuare eventuali interferenze che le opere in trincea e galleria possono operare sul deflusso di falda.

#### Indagini qualitative

- *Parametri chimico-fisici*

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura
- pH
- Conducibilità

La determinazione dei parametri chimico-fisici fornirà un'indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere in progetto. Significative variazioni di pH possono essere collegate a fenomeni di dilavamento di conglomerati cementizi e contatto con materiale di rivestimento di opere in sotterraneo. Variazioni della conducibilità elettrica possono essere ricondotti a fenomeni di dilavamento di pasta di cemento con conseguente aumento di ioni o sversamenti accidentali. Infine, variazioni significative di temperatura possono indicare modifiche o alterazioni nei meccanismi di alimentazione della falda (sversamenti, apporti di acque superficiali).

- *Parametri chimici e microbiologici acqua*

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Calcio
- Sodio
- Potassio
- Magnesio
- Cloruri
- Fluoruri
- Solfati
- Bicarbonati
- Nitrati
- Nitriti
- Ammonio
- Solidi disciolti totali (TDS)
- Solidi sospesi totali (TSS)
- Ferro
- Cromo totale
- Piombo
- Zinco
- Rame
- Nichel
- Cadmio
- Idrocarburi totali

Il set di parametri descrittivi della qualità della componente oggetto di studio, sono quelli ritenuti più significativi perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione del nuovo acquedotto.



In definitiva, per la definizione delle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite misure di campagna o di laboratorio, i parametri riportati nella Tabella 6-2.

I set parametrici proposti di seguito sono da intendersi come set standard che possono essere eventualmente implementati, nel caso di specifiche esigenze rilevabili in itinere legate alle caratteristiche territoriali in cui si colloca l'opera.

I parametri si riferiscono a tutte le fasi: Ante Operam (AO), Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO).

Per il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei presenti nel territorio in esame è stato scelto di valutare i parametri di base definiti dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e di indagare soprattutto i parametri che consentano di valutare i possibili effetti di inquinamento dovuti alle attività ed agli scarichi di cantiere ed eventuali sversamenti accidentali.

Preliminarmente, in fase ante operam, saranno inoltre eseguite tutte le operazioni finalizzate all'installazione dell'attrezzatura di perforazione per la realizzazione dei sondaggi, fatto salvo quanto anticipato sopra relativamente all'eventuale presenza di piezometri già esistenti e ritenuti idonei allo scopo del monitoraggio.

ATTIVITÀ DI CAMPO	METODICA	U.M.
Misura del livello statico/piezometrico	-	
Misure speditive dei parametri chimico-fisici	Multiparametrica	
Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche	-	
INDAGINI DI LABORATORIO		
Determinazione in laboratorio dei parametri fisici e chimici inorganici:		
<i>calcio</i>	<i>EPA6010</i>	mg/l
<i>sodio</i>	<i>EPA6010</i>	mg/l
<i>potassio</i>	<i>EPA6010</i>	mg/l
<i>magnesio</i>	<i>EPA6010</i>	mg/l
<i>cloruri</i>	<i>APAT4020</i>	mg/l
<i>fluoruri</i>	<i>APAT4020</i>	µg/l
<i>solfati</i>	<i>APAT4020</i>	mg/l
<i>bicarbonati</i>	<i>APAT CNR IRSA2010 B Man 29 2003</i>	meq/l HCO <sub>3</sub>
<i>nitrati</i>	<i>APAT4020</i>	mg/l
<i>nitriti</i>	<i>APAT4020</i>	µg/l
<i>ammonio</i>	<i>APAT CNR IRSA4030 B Man 29 2003</i>	mg/l
<i>solidi disciolti totali (TDS)</i>	<i>UNI EN 15216:2008</i>	mg/l
	<i>APAT CNR IRSA2090 B Man 29 2003</i>	mg/l

<i>Solidi sospesi totali (TSS)</i>		
<i>ferro</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>cromo totale</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>piombo</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>zinco</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>rame</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>nicel</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>cadmio</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>idrocarburi totali (cone n-esano)</i>	<i>EPA5021 8015</i> <i>UNI 9377</i>	<i>µg/l</i>

Tabella 8-2 Parametri monitorati per la componente acque sotterranee

### Metodiche di monitoraggio

- Misure in situ

Le misure del livello statico verranno effettuate mediante sonda elettrica il cui cavo sia marcato almeno ogni centimetro. La misura andrà effettuata dalla bocca del piezometro (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile; verrà quindi misurata l'altezza della bocca del piezometro o del punto di riferimento rispetto al suolo. L'indicazione del punto di riferimento dovrà essere riportata sulla scheda di misura. Il livello statico sarà indicato con l'approssimazione del centimetro.

La misura della temperatura dell'aria e dell'acqua potrà essere effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico ed andrà riportata con l'approssimazione del mezzo grado. L'ossigeno disciolto verrà determinato tramite apposita sonda, il pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinati con pH-metro e conducimetro elettronici che andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della taratura saranno annotati su apposite schede. In relazione agli strumenti da utilizzare per la determinazione di questi ultimi parametri, potranno essere impiegate, in alternativa, anche sonde multi-parametriche.

I rilievi ed i campionamenti dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

Prima dell'esecuzione del monitoraggio ante operam, il soggetto incaricato di tale attività dovrà provvedere a:

- determinare la quota assoluta dell'estremità superiore della tubazione (testa piezometro);
- rilievo della posizione del piezometro in termini di coordinate geografiche.

Il rilievo dei parametri fisico-chimici da valutare in campo su ciascun campione d'acqua dovrà essere eseguito subito dopo la misura del livello statico della falda e dopo un adeguato spurgo del pozzo/piezometro e la stabilizzazione delle condizioni idrochimiche.

Nello specifico, lo spurgo viene eseguito mediante la tecnica del basso flusso fino alla stabilizzazione dei parametri speditivi.

Per la verifica dei parametri in situ potrà essere utilizzata una sonda multiparametrica o altra strumentazione idonea. Al fine di consentire una definizione della variabilità stagionale dei parametri, si dovrà cercare di eseguire i rilievi o il prelievo di campioni nei momenti di minimo/massima condizioni idrologiche (periodo di magra e di ricarica della falda) per definire meglio il range della variabilità stagionale (es. a primavera, fine estate, autunno o dopo un periodo caratterizzato da precipitazioni eccezionali).

#### Prelievo campioni per analisi di laboratorio

Il campionamento da piezometri dovrà essere preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramenterepresentativa della falda. Con la stessa pompa si provvederà poi a riempire direttamente le bottiglie come di seguito indicate:

- bottiglia sterile da 0,5 litri per le analisi batteriologiche;
- bottiglia di due litri in vetro per le analisi chimico-fisiche;
- bottiglia di due litri in plastica per le analisi di metalli e di anioni.

Qualora il campionamento da pompa non fosse praticabile dovrà essere utilizzato un recipiente unico ben pulito per raccogliere le acque destinate alle analisi chimiche, riempiendo poi con questa acqua le bottiglie ed evitando di lasciare aria tra il pelo libero ed il tappo. Il campionamento per le analisi batteriologiche invece richiede la massima attenzione nell'evitare qualsiasi contatto tra l'acqua ed altri corpi estranei diversi dalla bottiglia sterile. La stessa bocca di acqua va sterilizzata con fiamma a gas del tipo portatile.

Per pozzi invece non serviti da pompa si dovrà, campionare per immersione della bottiglia sterile sotto il pelo libero dell'acqua.

Analoghe precauzioni, nei limiti delle possibilità, dovranno essere adottate per il campionamento da piezometri.

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;
- data e ora del campionamento.

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

Inoltre, per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4°C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate. Le analisi di laboratorio saranno effettuate in accordo agli standard in uso, presso laboratori certificati che seguiranno metodiche standard, quali ad esempio le procedure indicate da APAT, ISPRA, CNR, IRSA, ISO, EPA, UNI. Le misurazioni saranno accompagnate da idoneo certificato. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

#### **8.1.4 Tempi e frequenza del monitoraggio**

I punti di monitoraggio sono stati determinati individuando per ogni area critica unacoppia di punti di rilevazione che consentano di valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo.

La rete di monitoraggio sarà costituita da n. 1 coppia di punti, secondo i criteri sopra esplicitati, per un totale di 2 postazioni di rilievo.

Le coppie di punti saranno posizionate secondo la direzione di deflusso prima edopo quelle opere o aree di cantiere che possono provocare interferenza con la falda.

Qualora emergesse la necessità di installare ulteriori punti, l'esatta ubicazione dovrà essere decisa in situ tenendo conto di tutte le operazioni che verranno effettuate nel tempo in tale area.

Si prevede un'intensificazione del monitoraggio nel caso di eventi piovosi di particolare intensità, quando il livello della falda possa risalire fino a raggiungere il livello delle lavorazioni; tale accorgimento è di carattere puntuale, in base alle valutazioni in corso d'opera.

Ogni postazione dovrà infatti essere posizionata in una zona protetta ma accessibile e dovrà essere protetta in superficie da danni accidentali o atti di vandalismo.

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati in Figura 10 con durata e frequenza come di seguito riportato:

Fase Ante Operam:

- Durata: 6 mesi antecedente alla realizzazione dei lavori;
- frequenza: (trimestrali) 2 volte nel semestre precedente l'inizio lavori.

Fase Corso d'opera:

- durata: per tutta la durata dei lavori;
- frequenza: (trimestrale) quattro volte l'anno per tutta la durata dei lavori.

Fase Post Operam:

- durata: 6 mesi posteriori alla realizzazione dei lavori;
- frequenza: (trimestrali) 2 volte nel semestre dopo la fine delle lavorazioni.

## Conclusioni

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio delle acque sotterranee queste sono finalizzate alla verifica della modifica della qualità della falda indotta dal progetto.

Misure	Fase	Frequenza e durata
IDR_SOT_01 IDR_SOT_02	AO	Frequenza trimestrale per 6 mesi
IDR_SOT_03 IDR_SOT_04	CO	Frequenza trimestrale durante l'intera durata dei lavori
IDR_SOT_05 IDR_SOT_06	PO	Frequenza trimestrale per 6 mesi

Tabella 8-3 Quadro sinottico PMA acque sotterranee

Per la fase Ante Operam e Post Operam i campionamenti e le analisi chimico-fisichespeditive in-situ e le analisi chimiche di laboratorio avranno frequenza semestrale per la durata di 1 anno.

Nella fase Corso d’Opera i campionamenti e le analisi chimico-fisiche speditive in situ avranno frequenza trimestrale durante tutto il periodo di durata del cantiere.

## 9 SUOLO

### 9.1 Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio

#### 9.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Le operazioni di monitoraggio della componente suolo consentiranno di valutare principalmente le modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni dovute alle relative lavorazioni in corso d'opera. Le alterazioni della qualità dei suoliconseguenti alle lavorazioni di cantiere possono essere sintetizzate come segue:

- modifica delle caratteristiche fisiche dei terreni;
- variazione di fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, etc.).
- Si ritiene necessario prevedere le seguenti fasi di monitoraggio:
- Ante-operam (AO) al fine di costituire un database di informazioni sugli aspetti pedologici iniziali di confronto per la restituzione all'uso agricolo delle aree occupate temporaneamente dai cantieri;
- Post-operam (PO) al fine di evidenziare eventuali alterazioni subite dal terreno a seguito delle attività dei cantieri. Questo consentirà di determinare le eventuali aree in cui sarà necessario effettuare le operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva.

#### 9.1.2 Normativa di riferimento

La normativa di riferimento in accordo alla quale il presente progetto di monitoraggio è stato redatto fa riferimento ai criteri adottati dagli organismi nazionali ed internazionali per quel che concerne le descrizioni di campagna e la classificazione dei suoli.

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. "Norme in materia ambientale";
- Comunicazione della Commissione "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo" COM (2002) 179 del 16 aprile 2002;
- Legge 7 agosto 1990 n. 253 "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- Legge 18 maggio 1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (testo coordinato con le modifiche apportate a tutto il 6 maggio 1996)".

### 9.2 Monitoraggio del suolo

#### 9.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Il monitoraggio della componente suolo avrà la funzione di garantire:

- il controllo dell'evoluzione della qualità del suolo intesa sia come capacità agro-produttiva che come funzione protettiva;
- il rilevamento di eventuali alterazioni dei terreni al termine dei lavori al fine di garantire la restituzione delle aree temporaneamente occupate ed il corretto ripristino dei suoli;
- un adeguato ripristino ambientale (agricolo e forestale) delle aree di cantiere;

- il controllo delle possibili alterazioni e/o modifiche al regime di scorrimento delle acque superficiali e/o scalzamento al piede di aree affette da dissesto e di conseguenza la verifica dell'efficacia degli interventi di stabilizzazione.

Per le fasi di *ante* e *post operam* sarà previsto l'accertamento dei seguenti parametri:

- parametri pedologici;
- parametri chimico – fisici;
- parametri topografico-morfologici e piezometrici.

Più in dettaglio, nei punti di monitoraggio scelti e localizzati in base a criteri di rappresentatività, le caratteristiche dei suoli saranno investigate, descritte e dimensionate fino a profondità massima di 1.5 m, mediante l'esecuzione di scavi (dilatarghezza di almeno 2 m) che consentano accurate descrizioni di profili pedologici.

Per il punto di monitoraggio, oltre ai riferimenti geografici (comprese le coordinate) e temporali, saranno registrati i caratteri stazionali dell'area di appartenenza: quota, pendenza, esposizione, uso del suolo, vegetazione, substrato pedogenetico, rocciosità affiorante, pietrosità superficiale, altri aspetti superficiali, stato erosivo, permeabilità, profondità della falda. Nella descrizione del profilo del suolo saranno definiti i diversi orizzonti e, relativamente a ciascuno di questi, i seguenti parametri: profondità, tipo e andamento del limite inferiore; umidità; colore; screziature; tessitura; contenuto in scheletro; struttura; consistenza; presenza di pori e fenditure; presenza di attività biologica e di radici; presenza (e natura) di pellicole, concrezioni, noduli, efflorescenze saline; reazione (pH); effervescenza all'HCl.

Il contesto areale di ogni punto di monitoraggio e lo spaccato del profilo pedologico saranno documentati anche fotograficamente.

Punti	Latitudine (N)	Longitudine (E)
SUO_01	41°57'22.92"	12°48'51.61"
SUO_02	41°57'22.89"	12°48'40.14"
SUO_03	41°57'11.65"	12°48'49.55"

Tabella 9-1 Punti di monitoraggio per la componente suolo



Figura 11 – Ubicazione dei punti di monitoraggio della componente suolo

### 9.2.2 Metodologia e strumentazione

#### Parametri da monitorare

Come già anticipato, preliminarmente dovranno essere definiti i parametri stazionalidel punto di indagine e raccolte le informazioni relative all’uso attuale del suolo, la valutazione della capacità d’uso e la definizione delle pratiche culturali precedenti all’insediamento del cantiere; seguiranno la descrizione del profilo e la classificazione pedologica.

Dovranno essere determinati i seguenti parametri del sito durante le fasi Ante Operam (AO) e Post Operam (PO), ovvero rispettivamente: prima di eseguire lo scotico del terreno e, a fine lavori, dopo aver eseguito i ripristini, al fine di verificarele caratteristiche dei suoli riportati.

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO (FASI AO E PO)	
Parametri pedologici	Esposizione
	Pendenza
	Uso del suolo
	Microrilievo
	Pietrosità superficiale
	Rocciosità affiorante
	Fenditure superficiali
	Vegetazione



	Stato erosivo
	Permeabilità
	Classe di drenaggio
	Substrato pedogenetico
	Profondità falda
Parametri chimico – fisici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio)	Designazione orizzonte
	Limiti di passaggio
	Colore allo stato secco e umido
	Tessitura
	Struttura
	Consistenza
	Porosità
	Umidità
	Contenuto in scheletro
	Concrezioni e noduli
	Efflorescenze saline
	Fenditure o fessure
	Ph
	Parametri Chimici (Analisi di laboratorio)
Azoto totale	
Azoto assimilabile	
Fosforo assimilabile	
Carbonati totali	
Sostanza organica	
Capacità di ritenzione idrica	
Conducibilità elettrica	
Permeabilità	
Densità apparente	

Tabella 9-2 Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo (fasi ao e po).

### Metodiche di monitoraggio

#### Generalità

Un termine comunemente usato dai pedologi rilevatori per indicare un'osservazione pedologica nel suo insieme è "profilo" ["soil profile" in USDA-SCS, 1998 citato più in alto; HODGSON, J.M. (ed.) (1997) – Soil survey field handbook. SoilSurv. Tech. Monogr. No. 5, Silsoe], che viene esposto per mezzo di un taglio verticale attraverso il suolo realizzato a mano o tramite un escavatore. L'ampiezza di un profilo varia da pochi decimetri ad alcuni metri, o più; dovrebbe avere dimensioni tali da includere le unità strutturali più grandi.

L'altro modo per realizzare un'osservazione pedologica è la "trivellata" [Guaitoli F., Matranga M.G., Paladino A., Perciabosco M., Pumo A., Costantini E.A.C. (1998)-Manuale per l'esecuzione e la descrizione della trivellata. Regione Siciliana, Ass. Agricoltura e Foreste. Sez. operativa n. 8 - S. Agata Militello (ME)], consistente in una perforazione eseguita con trivella a mano.

A volte l'osservazione pedologica è realizzata in parte con un profilo (fossa), in parte con trivella, di solito per raggiungere profondità superiori a quelle direttamente visibili nella fossa (se i materiali sono penetrabili).

Per il presente lavoro, in ogni punto di monitoraggio le caratteristiche dei suoli saranno studiate mediante l'esecuzione di uno scavo, da effettuarsi con escavatore meccanico a benna rovescia, e la descrizione del profilo.

Preliminarmente allo scavo si registreranno, in corrispondenza del punto, oltre ai riferimenti geografici e temporali, anche i caratteri stazionali dell'area di appartenenza.

Il contesto areale del punto di monitoraggio ed il profilo del suolo andranno inoltre documentati fotograficamente.

Contemporaneamente, in corrispondenza di ogni punto di monitoraggio sarà prelevato un campione di terreno da destinare alle successive determinazioni di laboratorio, chimico-fisiche ed eco-tossicologiche.

Preliminarmente alle attività in campagna, si dovranno effettuare una serie di sopralluoghi preparatori nelle aree e nei punti da monitorare, con lo scopo di verificare l'idoneità del sito prescelto in relazione alle operazioni da eseguire (accessibilità con strumenti e mezzi per il rilevamento) ed agli obiettivi dell'indagine (rappresentatività delle caratteristiche pedo-ambientali dell'area).

Tutti i dati del monitoraggio, con le classificazioni pedologiche da questi derivate, saranno registrati in apposite schede e, associandoli spazialmente ai punti di monitoraggio, inseriti in forme numeriche e/o grafiche nell'ambito del sistema informativo di gestione del progetto.

### Profilo del suolo

Per la descrizione del suolo si considererà una profondità standard del profilo di 1.5 metri, mentre la larghezza sarà di almeno 2 metri. Nello scavo della fossa, realizzabile sia a mano che con pala meccanica (escavatore a braccio rovescio) si terrà separata la parte superficiale con il cotico erboso dal resto dei materiali scavati, in due mucchi ben distinti; nella fase di riempimento il cotico erboso verrà riposizionato per ultimo in modo da lasciare la superficie nelle condizioni migliori. I mucchi saranno appoggiati su fogli di plastica o teloni.

Per le posizioni in pendio, il piano di scavo della faccia a monte (normale alla linea di massima pendenza) sarà reso il più verticale possibile.

Se il suolo è molto ricco in materiali grossolani (suolo scheletrico) e lo scavo viene eseguito a mano, può essere utile tenere separati i materiali >5-7 cm di diametro dagli altri per facilitare le successive operazioni di riempimento della fossa con la pala, ma anche per migliorare la stima visiva del contenuto volumetrico in materiali grossolani, integrando l'esame sulle pareti della fossa.

Sia in piano sia in pendio è possibile che nel corso dello scavo si incontri una falda superficiale; l'esistenza di una falda può essere talvolta prevedibile ancora prima dell'inizio dello scavo individuando la presenza di specie igrofile (in ambienti naturali e seminaturali) od accertabile direttamente per mezzo di un controllo preliminare con trivella (sempre consigliabile, anche in assenza di falda). Se la portata della falda è molto elevata l'approfondimento della fossa si limiterà al piano della falda, con qualche pericolo di crollo delle pareti secondo il tipo e le dimensioni dei materiali nella zona di contatto; se la falda è di dimensioni molto ridotte e con portata molto bassa, può essere tenuta sotto controllo svuotando (o meglio drenando) la fossa con una pompa e, nelle situazioni in pendio, realizzando un vero e proprio drenaggio con un tubo di plastica che funzioni da sifone), ma le operazioni di descrizione saranno comunque rese più complicate dalla fanghiglia che si forma sul fondo. La massima profondità descrivibile sarà comunque condizionata dal piano superiore della falda stessa.

Ultimate le operazioni di scavo, le superfici scelte per la descrizione vanno ripulite accuratamente e se una parte fosse molto umida, in contrasto con una parte poco umida, sarebbe consigliabile attendere (se c'è tempo disponibile e le condizioni ambientali sono favorevoli) fino a che la superficie più umida sia in parte asciugata. Nel caso di suoli, od orizzonti, con forme strutturate rilevanti, la preparazione della superficie dovrebbe essere fatta "a coltello" (agendo cioè sulle fessure naturali tra aggregato ed aggregato) in modo da evidenziare queste strutture, sia per realizzare una ripresa fotografica più significativa, sia per facilitare l'individuazione di orizzontispecifici. I piani scelti per foto e descrizione possono essere lisciati grattando la superficie con un coltello od una cazzuola in modo uniforme, per rimuovere tutti i segni lasciati dagli strumenti di scavo. Le condizioni migliori per evidenziare le forme aggregate naturali sono legate al contenuto idrico, e così è anche per molti colori; perciò, le classi da umido a poco umido sono considerate le più favorevoli. Se il suolo è troppo secco le eventuali aggregazioni diventano prominenti, ma i contrasti di colore risultano molto attenuati. In queste condizioni sarà opportuno inumidire la faccia del profilo prima della ripresa fotografica con un nebulizzatore, in modo da esaltarne gli aspetti cromatici (meglio ancora, per sottolineare questi aspetti, inumidire solo una striscia ad es. tra un lato della faccia ed il nastro graduato delle profondità posto verso il centro del profilo, lasciando l'altra metà in condizioni secche). Il "make up" preparatorio per foto e descrizione comprende anche la rimozione di tutte le imbrattature dei materiali estranei agli orizzonti che si realizzano durante lo scavo, la verticalizzazione del piano (cercando però di lasciare in loco le pietre, anche se sporgenti, e gli spezzoni di radici in modo da rispettare l'architettura dei sistemi radicali), la rimozione di tutti i materiali caduti sul fondo durante queste operazioni.

Dopo lo scatto delle fotografie si passerà poi all'esame visivo dell'insieme del profilo, alla suddivisione dello stesso in orizzonti, alla descrizione degli orizzonti, alla determinazione dei parametri fisici in situ, e al prelievo dei campioni, per la determinazione dei parametri fisici e chimici in laboratorio.

#### Descrizione del profilo

La descrizione del profilo, nonché il rilievo dei parametri fisici e la analisi dei parametri chimici richiesti, saranno effettuati come di seguito descritto.

#### Parametri pedologici

La descrizione dei parametri pedologici si riferisce all'intorno dell'osservazione, cioè al sito che comprende al suo interno il punto di monitoraggio, per esso dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- Esposizione: immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire da nord in senso orario;
- Pendenza: inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza ed espressa in gradi sessagesimali;
- Uso del suolo: tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 mq attorno al punto di monitoraggio;
- Microrilievo: la descrizione di eventuali caratteri specifici del microrilievo del sito, secondo come di seguito specificato:

COD.	DESCRIZIONE
RA	Da ribaltamento di alberi
AG	Da argille dinamiche (ad es. Gilgai)
CE	Cuscinetti erbose (crionivali)
CP	"suoli" poligonali (crionivali)

CT	Terrazzette (crionivali)
CS	"suoli" striati (crionivali)
MM	Cunette e rilievi da movimenti di massa
AL	Altro tipo di microrilievo (specificare in nota per ampliare i codici)
Z	Assente

- Pietrosità superficiale: percentuale relativa di frammenti di roccia alterata (di dimensioni oltre 25 cm nelle definizioni U.S.D.A.) presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, rilevata utilizzando i codici numerici corrispondenti alle classi di pietrosità di seguito elencate:

COD	DESCRIZIONE
0	Nessuna pietrosità: pietre assenti o non in grado d'interferire con le coltivazioni con le moderne macchine agricole (<0,01% dell'area)
1	Scarsa pietrosità: pietre in quantità tali da ostacolare ma non impedire l'utilizzo di macchine agricole (0,01=0,1 % dell'area)
2	Comune pietrosità: pietre sufficienti a impedire l'utilizzo di moderne macchine agricole (0,1=3% dell'area). Suolo coltivabile a prato o con macchine leggere
3	Elevata pietrosità: pietre ricoprenti dal 3 al 15% dell'area. Uso di macchinari leggeri o strumenti manuali ancora possibile
4	Eccessiva pietrosità: pietre ricoprenti dal 15 al 90% della superficie, tali da rendere impossibile l'uso di qualsiasi tipo di macchina
5	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 15 e il 50% dell'area
6	Eccessiva pietrosità: pietrosità tra il 50 e il 90% dell'area
7	Pietraia: pietre oltre il 90% dell'area

- Rocciosità affiorante: percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 mq attorno al punto di monitoraggio;
- Fenditure superficiali: indicare per un'area di circa 100 mq il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità (valori più frequenti di circa 10 misurazioni) in cm delle fessure presenti in superficie;
- Vegetazione: descrizione, mediante utilizzo di unità sintetiche fisionomiche o floristiche, della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno areale del punto di monitoraggio;
- Stato erosivo: presenza di fenomeni di erosione o deposizione di parti di suolo;
- Permeabilità: velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuibile

allo stato a granulometria più fine presente nel suolo, utilizzando la seguente scala numerica:

SCALA NUMERICA	GRANULOMETRIA	PERMEABILITÀ
6	Ghiaie lavate	Molto alta
5	Ghiaie/sabbie grosse	Alta
4	Sabbie medie/sabbiegradate	Medio alta
3	Sabbie fini/sabbielimose	Media
2	Sabbie argillose	Medio bassa
1	Limi/limi argillosi	Bassa
0	Argille	Molto bassa

- Classe di drenaggio: a seconda di come l'acqua viene rimossa dal suolo, si individueranno le seguenti classi:

CLASSE	DESCRIZIONE
Rapido	L'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente
Moderatamente rapido	L'acqua è rimossa dal suolo rapidamente
Buono	L'acqua è rimossa dal suolo prontamente ma non rapidamente
Mediocre	In alcuni periodi dell'anno l'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Lento	L'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Molto lento	L'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati a poca profondità per lunghi periodi durante la stagione di crescita
Impedito	L'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono periodicamente bagnati in superficie o in prossimità di questa per lunghi periodi durante la stagione di crescita

#### Designazione orizzonti e parametri fisico-chimici

Si riferisce al suolo e al suo profilo, e comprende le caratteristiche degli orizzonti individuati ed ordinati in sequenza in rapporto alla profondità, seguita dalla descrizione dei parametri fisici degli orizzonti. Dovrà riportare le seguenti informazioni:

- Designazione orizzonte: designazione genetica mediante codici alfanumerici e secondo le convenzioni definite in IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999) e SOIL SURVEY STAFF (1998);

- Limiti di passaggio: confine tra un orizzonte e quello immediatamente sottostante, definito quanto a "profondità" (distanza media dal piano di campagna), "tipo" (ampiezza dell'intervallo di passaggio), "andamento" (geometria del limite);
- Colore allo stato secco e umido: colore della superficie interna di un aggregato di suolo in condizioni secche e umide, definito mediante confronto con le "Tavole Munsell" (Munsell Soil Color Charts) utilizzando i codici alfanumerici previsti dalla stessa notazione Munsell (hue, value, chroma);
- Tessitura: stima delle percentuali di sabbia, limo e argilla presenti nella terra fine, determinate rispetto al totale della terra fine, come definite nel triangolo tessiturale della "SoilTaxonomy - U.S.D.A.":

CLASSE TESSITURALE (CODICE)
Sabbiosa (S)
Sabbioso franca (SF)
Franco sabbiosa (FS)
Franca (F)
Franco limosa (FL)
Limosa (L)
Franco sabbioso argillosa (FSA)
Franco argillosa (FA)
Franco limoso argillosa (FLA)
Argillosa (A)
Argilloso sabbiosa (AS)
Argilloso limosa (AL)

- Struttura: entità e modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo in particelle composte separate da superfici di minor resistenza, a dare unità strutturali naturali relativamente permanenti (aggregati), o meno persistenti quali zolle e frammenti (tipici di orizzonti superficiali coltivati); definire "grado" di distinguibilità-stabilità, "dimensione" e "forma" degli aggregati;
- Consistenza: caratteristica del suolo determinata dal tipo di coesione e adesione, definita, in relazione al differente grado di umidità del suolo, quanto a "resistenza", "caratteristiche di rottura", "cementazione", "massima adesività" e "massima plasticità";
- Porosità: vuoti di diametro superiore a 60 micron, definiti quanto a "diametro" e "quantità";

- Umidità: condizioni di umidità dell'orizzonte al momento del rilevamento, definite mediante i codici numerici corrispondenti alle seguenti suddivisioni:

CODICE	DESCRIZIONE
1	Asciutto
2	Poco umido
3	Umido
4	Molto Umido
5	Bagnato

- Contenuto in scheletro: frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo, rilevato quanto ad "abbondanza" (percentuale riferita al totale del suolo), "dimensioni" (classe dimensionale prevalente), "forma" (predominante nella classe dimensionale prevalente), "litologia" (natura prevalente dei frammenti di roccia);
- Concrezioni e noduli: presenza di cristalli, noduli, concrezioni, concentrazioni, cioè figure d'origine pedogenetica definite quanto a "composizione", "tipo", "dimensioni" e "quantità";
- Efflorescenze saline: determinazione indiretta della presenza (e stima approssimata della quantità) di carbonato di calcio, tramite effervescenza all'HCl ottenuta facendo gocciolare poche gocce di HCl (in concentrazione del 10%) e osservando l'eventuale sviluppo di effervescenza, codificata come segue:

CODICE	DESCRIZIONE	STIMA QUANTITÀ CARBONATO DI CALCIO
0	Nessuna effervescenza	CaCO <sub>3</sub> ≤ 0,1%
1	Effervescenza molto debole	CaCO <sub>3</sub> ≈ 0,5%
2	Effervescenza debole	CaCO <sub>3</sub> 1÷2%
3	Effervescenza forte	CaCO <sub>3</sub> ≈ 5%
4	Effervescenza molto forte	CaCO <sub>3</sub> ≥ 10%

- Fenditure o Fessure: vuoti ad andamento planare, delimitanti aggregati, zolle, frammenti, definiti quanto alla "larghezza";
- pH: grado di acidità/alcalinità del suolo, rilevata direttamente sul terreno mediante apposito kit (vaschetta di ceramica; indicatore universale in boccetta contagocce; scala cromatica) e/o determinata in laboratorio.

I parametri sopra descritti saranno rilevati in situ o in laboratorio; quando possibile si determineranno in entrambi i contesti.

### Parametri chimici

In laboratorio si effettueranno le determinazioni dei seguenti parametri, utilizzando i metodi elencati, o altri metodi certificati nei riferimenti normativi (per i dettagli dei metodi si vedano i riferimenti normativi), se non diversamente specificato.

- Capacità di scambio cationico: valutata come di seguito, espressa in meq/100g di suolo, tramite il metodo Bascom modificato, che prevede l'estrazione di potassio, calcio, magnesio e sodio con una soluzione di bario cloruro etrietanolamina, e successivo dosaggio dei cationi estratti per spettrofotometria:

CAPACITÀ SCAMBIO CATIONICO (C.S.C.)	
Bassa	< 10 meq/100 g
Media	10÷20 meq/100 g
Elevata	20÷30 meq/100 g
Molto elevata	> 30 meq/100 g

- Azoto totale: espresso in %, determinato tramite il metodo Kjeldhal;
- Azoto assimilabile;
- Fosforo assimilabile: espresso in mg/kg, viene determinato secondo il metodo Olsen nei terreni con pH in acqua > di 6.5, secondo il metodo Bray e Krutz nei terreni con pH < di 6.5;
- Carbonati totali: determinazione gas-volumetrica del CO<sub>2</sub> che si sviluppa trattando il suolo con HCl. Il contenuto di carbonati totali (o calcare totale) viene espresso in % di CaCO<sub>3</sub> nel terreno;
- Sostanza organica: contenuto di carbonio organico, espresso in % e determinato secondo il metodo Walkley e Black;
- Capacità di ritenzione idrica;
- Conducibilità elettrica;
- Permeabilità;
- Densità apparente.

### **9.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio**

I punti di monitoraggio sono stati definiti nelle aree di cantiere non pavimentate ove si svolgono le lavorazioni principali e in tutti i siti interessati dai depositi temporanei e/o definitivi del materiale di scavo.



La fase di AO e PO avrà durata 1 anno.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei punti di misura e delle relative frequenze.

### 9.3 Conclusioni

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio del suolo queste sono finalizzate alla verifica della modifica della qualità del suolo indotta dalle attività di cantiere.

Misure	Fase	Frequenza e durata
SUO_01 SUO_02 SUO_03	AO	1 volta nell'anno prima dell'inizio dei lavori
	PO	1 volta nell'anno dopo la fine dei lavori

Tabella 9-3 Quadro sinottico PMA suolo

## 10 VEGETAZIONE

### 10.1 Finalità ed articolazione temporale del monitoraggio

#### 10.1.1 Obiettivi del monitoraggio

I monitoraggi sugli effetti determinati dall'opera che risultano rilevanti per la componente Vegetazione sono:

- monitoraggio delle comunità vegetazionale presenti nelle aree di maggiore valenza ambientale;
- monitoraggio sulla gestione delle misure atte alla diminuzione della propagazione delle specie alloctone presenti;
- monitoraggio dell'efficacia degli interventi di ripristino eseguiti.

Il monitoraggio riferito ha come scopo primo fondamentale quello di valutare lo stato quali-quantitativo della vegetazione e, di conseguenza, delle specie vegetazionali e floristiche che potrebbero essere potenzialmente interferite dal nuovo progetto.

Altro obiettivo del monitoraggio ambientale è la verifica della corretta realizzazione ed evoluzione degli interventi di ripristino delle aree e piste di cantiere previsti dal progetto.

Infatti, qualora a valle di specifiche indagini il livello di attecchimento raggiunto dagli impianti vegetazionali individuati non dovesse dare i risultati previsti, si potranno pianificare azioni per contenere gli effetti negativi o ripianificare gli interventi.

La verifica dell'efficienza degli interventi di ripristino ambientale ha lo scopo di valutare nel medio periodo il livello di attecchimento delle piantumazioni previste, sia in relazione all'affermazione dell'impianto (tasso di mortalità), sia allo sviluppo dell'apparato epigeo delle specie, offrendo indicazioni per eventuali interventi di reintegro delle fallanze.

#### 10.1.2 Riferimenti normativi

Il quadro normativo di riferimento è costituito da:

- Direttiva Habitat 92/43/CEE del Consiglio del 21/05/1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. GU-CE n.206 del 22/07/1992;
- D.P.R. 357 dell'8 settembre 1997 (con successive modifiche ed aggiornamenti, in particolare il D.P.R.120/2003) - "Regolamento recante l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche". Esso recepisce la Direttiva Habitat, compresi gli allegati I, II e IV della Direttiva, per cui gli habitat, le specie animali e vegetali sono oggetto delle medesime forme di tutela anche in Italia;
- Legge 503/1981 - "Ratifica ed esecuzione della convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, con allegati, adottata a Berna il 19 settembre 1979".
- Regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'Unione Europea del 22 ottobre 2014 recante "stabilisce le norme atte a prevenire, ridurre al minimo e mitigare gli effetti negativi sulla biodiversità causati dall'introduzione e dalla diffusione, sia deliberata che accidentale, delle specie esotiche invasive all'interno dell'Unione".

Nell'individuazione delle metodiche di monitoraggio si è fatto riferimento, oltre che ai suddetti atti normativi, anche alla seguente documentazione:

- Linee guida per la predisposizione del PMA delle opere soggette a procedure di VIA. Indirizzi metodologici specifici: Biodiversità (Vegetazione, Flora e Fauna) – Capitolo 6.4;
- Linee guida ISPRA su interventi di compensazione e mitigazione (Vari);
- Rapporto ISPRA 140/2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Dir. 92/43/CEE) in Italia: specie vegetali;
- ANPA, 2000. Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla biosfera, RTI CTN\_CON 1/2000;
- APAT, 2003. Metodi raccolta dati in campo per l'elaborazione di indicatori di biodiversità.
- DD MiTE 16/03/2022, n. 12; "Individuazione dei ruoli e dei compiti nell'ambito del Sistema di sorveglianza degli esemplari delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale e nazionale e definizione delle Linee guida per l'impostazione dei sistemi e dei programmi di monitoraggio regionali, ai sensi dell'art. 18 del decreto legislativo 15 dicembre 2017, n. 230"

## 10.2 Monitoraggio della vegetazione

### 10.2.1 Specie alloctone

Il 16 marzo 2022 è stato emanato il Decreto Direttoriale del Ministero della Transizione Ecologica (Direzione Generale Patrimonio Naturalistico e Mare) relativo alle Linee Guida per l'impostazione dei sistemi e dei programmi di monitoraggio regionali, previste ai sensi dell'art.18 del D. Lgs.230/17. In base a tale DD, ambiti prioritari per la realizzazione del monitoraggio delle specie esotiche invasive sono le aree prospicienti i siti di possibile ingresso (porti, aeroporti) o diffusione (vivai, allevamenti), le aree in connessione ecologica con aree di presenza extra regionali o extra nazionali, le aree vocate particolarmente sensibili o vulnerabili (aree protette, siti Natura 2000). Inoltre, tutti i siti di intervento finalizzato all'eradicazione rapida sono oggetto di monitoraggio degli effetti delle misure adottate.

Fino ad oggi sono state pubblicate sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea quattro liste di specie esotiche vegetali e animali di rilevanza unionale<sup>1</sup> (14 luglio 2016, 12 luglio 2017, 25 luglio 2019 e 12 luglio 2022), che complessivamente costituiscono un elenco di 88 specie, al terzo aggiornamento di tali specie alloctone di interesse unionale è presente l'ailanto (*Ailanthus altissima*) che, facendo riferimento all'elaborato A258-SIA-R-007-1, risulta presente in diverse aree in cui ricade il progetto.

Tutte le aree dove sono stati messi in atto interventi di controllo o di eradicazione di specie esotiche di rilevanza unionale, sono oggetto di monitoraggio finalizzato a valutare l'efficacia di tali attività gestionali in termini di variazioni delle popolazioni delle specie oggetto di interventi e/o di altre specie autoctone che possano beneficiare degli interventi di controllo o di eradicazione di specie esotiche di rilevanza unionale, come richiesto dai format di rendicontazione ai sensi dell'art. 24 del Reg. UE 1143/14. Gli interventi di controllo o eradicazione devono concentrarsi sul ridurre (fino a eliminare) la produzione di semi, l'espansione clonale e sottoporre a uno stress "continuo" l'apparato radicale della pianta, fino al suo esaurimento. Nella maggior parte dei casi per eradicare o controllare *A. altissima* è necessario ricorrere a una strategia integrata d'intervento, con l'integrazione del controllo meccanico e di quello

<sup>1</sup> Individuate ai sensi dell'articolo 4, paragrafo 3 del Regolamento (UE) n. 1143/2014. continuo e prolungato nel tempo, fino all'esaurimento della vitalità delle piante e della *soil seed bank*

chimico (utilizzo di fitofarmaci). Solo nel caso in cui si riscontrasse la presenza di *A. altissima* a uno stadio iniziale di colonizzazione (semenzali, plantule), è possibile intervenire efficacemente con la rimozione manuale. Promuovere la crescita di specie autoctone arboree e arbustive in modo da formare una copertura vegetale continua e progredire nella dinamica vegetazionale dei siti, inibisce la crescita di *A. altissima*, così come un'adeguata gestione selvicolturale. Il successo nell'eradicazione e nel controllo di *A. altissima* si può raggiungere, ma a fronte di un impegno gestionale sul campo.

È prioritario prevenire l'ulteriore diffusione di *Ailanthus altissima* e per far questo è necessario: 1) evitare di creare le condizioni idonee per la pianta (es. evitare di creare zone degradate, senza copertura vegetale); 2) monitorare attentamente le aree più facilmente soggette alla sua invasione e più vulnerabili; 3) agire prontamente quando si rinvergono i primi giovani esemplari, eliminandoli; 4) eliminare i nuclei di *A. altissima* dove è prioritario; 5) applicare una serie di buone pratiche per annullare i potenziali vettori di dispersione di matrice antropica.

### 10.2.2 Suolo vegetativo

Durante la fase precedente a quella di allestimento del cantiere e delle aree di stoccaggio, al fine di consentire un ripristino di tali superfici all'attuale stato dei luoghi, verrà effettuato uno scotico con mezzi meccanici del terreno vegetale attraverso il quale verranno asportati i primi 30 cm di terreno. Si specifica che dalle indagini di caratterizzazione ambientale effettuate su campioni di suolo e sottosuolo in corrispondenza dell'area di cantiere PZ1, i risultati dei parametri analitici superano i limiti previsti dalla Tabella A del D.Lgs. 152/2006, pertanto, i suoli derivanti dallo scotico non potranno essere riutilizzati all'interno dell'area stessa e di conseguenza saranno conferiti a smaltimento.

I movimenti terra (rimozione del suolo, deposito temporaneo e redistribuzione del suolo) devono essere effettuati solo quando il suolo è adeguatamente asciutto e in condizioni climatiche idonee. Al termine dei lavori, le aree di cantiere saranno tempestivamente smantellate, sarà effettuato lo sgombero e lo smaltimento del materiale di risulta derivante dalle opere di realizzazione, evitando la creazione di accumuli permanenti in loco. Si procederà a fare lavorazioni del terreno sgomberato dal cantiere sul quale verrà poi ripristinato il terreno ex novo. Di seguito si riportano nel dettaglio le attività da eseguirsi a fine lavorazione, individuate con lo scopo di salvaguardare e garantire il ripristino delle aree utilizzate in modo da poterle restituire al loro precedente uso.

- *Scotico del terreno vegetale prima delle fasi di cantiere:* prima che le fasi di cantierizzazione abbiano inizio si deve procedere con lo scotico del terreno delle aree interessate. Lo scotico potrà avvenire con mezzi meccanici ed interesserà i primi 30 cm di terreno vegetale. I movimenti terra (rimozione del suolo, deposito temporaneo) devono essere effettuati solo quando il suolo è adeguatamente asciutto e in condizioni climatiche idonee.
- *Lavorazione del terreno dopo le fasi di cantiere:* al termine dei lavori le superfici da recuperare vengono ripulite da qualsiasi rifiuto e/o materiale estraneo. Solo dopo la completa pulitura è possibile eseguire le lavorazioni necessarie per il ripristino. La lavorazione è finalizzata a rompere ed arieggiare i terreni compattati al fine di evitare la costituzione di una soletta compatta che impedisca o rallenti la penetrazione delle radici. Si eseguono le lavorazioni con il terreno in "tempera", ovvero evitando le lavorazioni con terreno troppo secco o troppo bagnato.
- *Stendimento del terreno:* dopo le lavorazioni del terreno si procede al ripristino del terreno sulle superfici. Il ripristino consisterà nello stendimento omogeneo del terreno mediante mezzi meccanici. I movimenti di terra per la redistribuzione del suolo devono

essere effettuati solo quando il suolo è adeguatamente asciutto e in condizioni climatiche idonee.

### 10.2.3 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Gli ambiti di indagine per la componente in esame sono stati individuati nelle aree a maggiore valenza ambientale. In considerazione del contesto in esame, le aree a maggiore sensibilità risultano essere quelle in prossimità del Fiume Aniene e in corrispondenza della Riserva Naturale di Monte Catillo.

Il monitoraggio sarà incentrato a valutare più approfonditamente la verifica della qualità e del grado di conservazione delle formazioni vegetali.

Punti	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Tipologico Rilievo
VEG_01	41°57'20.78"	12°48'51.60"	Rilievo fitosociologico

Tabella 10-1 Punti di monitoraggio della vegetazione

Il punto VEG\_01 ricade all'interno della Riserva Naturale di Monte Catillo.

Nella figura seguente è riportata la localizzazione dei punti di monitoraggio individuati.



Figura 12 – Localizzazione punti di monitoraggio per la vegetazione

#### 10.2.4 Metodologia e strumentazione

##### Tipologia di monitoraggio

Per ogni punto individuato come rappresentativo e da monitorare si effettuerà il rilievo seguente:

- Un'indagine mirata al censimento delle comunità vegetali attraverso rilievi fitosociologici con il metodo Braun-Blanquet.

Il rilievo fitosociologico (metodo di valutazione quali-quantitativa) si differenzia dal rilievo strettamente floristico (metodo qualitativo) perché, accanto ad ogni specie, si annotano i valori di "abbondanza-dominanza".

##### Parametri da monitorare

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

##### Rilievo Fitosociologico: fase analitica

Nell'ambito delle predefinite aree di indagine le stazioni di rilevamento saranno identificate sulla base dei caratteri fisionomici indicatori dell'unitarietà strutturale della vegetazione considerata. Nella superficie campione (stazione di rilevamento), circoscritta nel perimetro di un quadrato di almeno 10x10 m di lato, si effettua quindi il censimento delle entità floristiche presenti, che viene riportato sulla relativa scheda di rilevamento, unitamente alla percentuale di terreno coperta da ciascuna specie.

Per la stima del grado di copertura della singola specie si utilizza la scala di abbondanza dominanza di Braun-Blanquet (1928).

Individui rari o isolati	Ricoprenti meno dell'1%	Ricoprenti tra 1 e 5%	Ricoprenti tra 5 e 25%	Ricoprenti tra 25 e 50%	Ricoprenti tra 50 e 75%	Ricoprenti più del 75%
r	+	1	2	3	4	5

Tabella 10-2 Scala abbondanza dominanza Braun – Blanquet (1928)

La mosaicità del paesaggio in senso ecosistemico condiziona la collocazione delle stazioni di rilevamento rispetto al progetto.

Ulteriori parametri da monitorare dovranno essere: i parametri stazionali (altezza, esposizione, inclinazione), morfometrici (altezza degli alberi, diametro) con breve cenno sulle caratteristiche pedologiche; e informazioni che completano la caratterizzazione della stazione.

Per la misura della superficie rilevata si utilizzerà un doppio decametro e per le misure morfometriche (altezza degli arbusti e diametro degli alberi) una fettuccia metrica; l'altezza degli alberi sarà determinata facendo ricorso al metodo comunemente definito "albero metro".

Nel corso dell'indagine l'area in esame deve essere delimitata temporaneamente da una fettuccia metrica. Nel caso di vegetazione pluristratificata, le specie dei diversi strati vanno rilevate separatamente (strato arboreo, arbustivo ed erbaceo).

#### Rilievo Fitosociologico: fase sintetica

La tabella ricavata dall'insieme dei rilievi fitosociologici viene riordinata cercando di raggruppare i rilievi più omogenei e rappresentativi di particolari aspetti della vegetazione studiata per ottenere una tabella più strutturata organizzata classificando gli aggruppamenti vegetali sulla base di associazioni vegetali<sup>1</sup> di riferimento.

Le dimensioni e la forma dei rilievi devono descrivere una situazione omogenea per cui secondo i casi, i rilievi avranno forma lineare, puntuale o areale, e limiti probabilmente irregolari, che ricalcano i contorni spesso sinuosi della micro- eterogeneità stazionale. La superficie complessiva del rilievo non sarà stabilita a priori ma sarà determinata in funzione al minimo areale, ovvero l'area minima all'interno della quale il popolamento vegetale è sufficientemente rappresentato. Per determinare il minimo areale il metodo più comune è quello di aumentare progressivamente la superficie di rilevamento fino a quando il numero di specie non si stabilizza (ossia non si riesce a censire più alcuna specie nuova nell'ambito del popolamento elementare).

Tutte le verifiche effettuate saranno tradotte in elaborati utilizzabili anche al fine di eventuali azioni finalizzate alla tutela di fitocenosi di pregio. Tutti i dati dovranno essere riportati in apposite schede di rilevamento, preventivamente organizzate in una Banca Dati Generale del Monitoraggio.

#### Metodiche di monitoraggio

La metodica di monitoraggio si compone delle fasi di seguito descritte.

- sopralluogo: in tale fase vengono stabilite le posizioni dei punti di misura destinate al monitoraggio. Le posizioni dei punti di misura dovranno essere georeferenziate e fotografate;

- svolgimento del rilievo. Ogni rilievo prevede la restituzione, su apposita scheda di rilievo, delle informazioni ottenute e l'elaborazione file per caricamento dati output nel Sistema Informativo;
- compilazione di Rapporti di misura.

2

Per la restituzione dei dati e la compilazione delle schede di rilievo si indicheranno delle aree rappresentative all'interno delle quali saranno individuati dei transetti sui quali effettuare il monitoraggio. Le specifiche sono indicate nel precedente paragrafo assieme alla illustrazione dei parametri da monitorare.

### 10.2.5 Tempi e frequenza del monitoraggio

Le attività saranno svolte solo nella seguente fase:

- *Ante Operam* (AO).

Il monitoraggio *Ante Operam* (AO) è relativo all'anno precedente all'inizio dei lavori e viene previsto nel periodo primaverile e ha la finalità di determinare le comunità vegetazionale presenti prima dell'inizio dei lavori.

## 10.3 *Monitoraggio degli interventi di ripristino*

### 10.3.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Il monitoraggio sarà incentrato a valutare più approfonditamente l'efficacia degli interventi di ripristino previsti.

Punti	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Tipologico Rilievo
VEG_RIP_01	41°57'20.91"	12°48'54.98"	Efficacia Interventi diripristino
VEG_RIP_02	41°57'22.74"	12°48'39.02"	Efficacia Interventi diripristino
VEG_RIP_03	41°57'15.64"	12°48'32.73"	Efficacia Interventi diripristino

Tabella 10-3 Punti di monitoraggio per gli interventi di ripristino

A seguire, la localizzazione dei punti di monitoraggio individuati:

<sup>2</sup> associazione vegetale = raggruppamento più o meno stabile e in equilibrio con il mezzo ambiente, caratterizzato da una determinata composizione floristica, nella quale alcuni elementi esclusivi o quasi e specie caratteristiche, rivelano con la loro presenza una ecologia particolare e autonoma).





Figura 13 – Localizzazione dei punti di monitoraggio per gli interventi di ripristino

### 10.3.2 Metodologia e strumentazione

#### Tipologia di monitoraggio

Verranno effettuati dei sopralluoghi per il monitoraggio dell'attecchimento degli interventi di ripristino, nelle aree in cui essi sono previsti. Si tratta di un rilievo quali-quantitativo, finalizzato alla verifica dell'esecuzione a regola d'arte degli interventi.

#### Parametri da monitorare

L'attività comprende:

- n° di esemplari per specie;
- n° di esemplari per specie per unità di superficie;
- verifica dell'attecchimento delle piante;
- presenza di parti o branche secche o in sofferenza;
- individuazione e determinazione delle specie target esotiche e ruderali presenti secondo i codici di nomenclatura tassonomica, fino al livello di specie e, ove necessario, di subspecie e cultivar; rapporto % tra specie impiantate e specie esotiche/ruderali;

- indicazioni su modalità tecnico-operative per la risoluzione delle problematiche che compromettono la riuscita dell'intervento, come ad esempio la presenza di eccessive infestanti che compromettono lo sviluppo delle piantumazioni.

#### Metodiche di monitoraggio

La metodologia di monitoraggio consta di sopralluoghi per il rilievo quali-quantitativo, finalizzato alla verifica dell'esecuzione a regola d'arte degli interventi di ripristino previsti.

La metodica di monitoraggio si compone delle fasi di seguito descritte.

- Sopralluogo: in tale fase vengono stabilite le posizioni dei punti di misura destinate al monitoraggio. Le posizioni dei punti di misura dovranno essere georeferenziate e fotografate;
- Svolgimento del rilievo. Ogni rilievo prevede la restituzione, su apposita scheda di rilievo, delle informazioni ottenute e l'elaborazione file per caricamento dati output nel Sistema Informativo;
- Compilazione di Rapporti di misura.

Per la restituzione dei dati e la compilazione delle schede di rilievo si indicheranno delle aree rappresentative all'interno delle quali saranno individuati dei transetti sui quali effettuare il monitoraggio. Le specifiche sono indicate nel precedente paragrafo assieme alla illustrazione dei parametri da monitorare.

#### **10.3.3 Tempi e frequenza del monitoraggio**

Il monitoraggio degli interventi di ripristino viene eseguito solo in Post Operam per tre anni consecutivi, con frequenza semestrale, a partire dalla realizzazione degli stessi. In tale periodo è prevista l'esecuzione di 6 campagne di rilevamento: in corrispondenza dell'entrata in esercizio dell'opera e nei periodi vegetativi ricompresi nei due anni successivi.

### **10.4 Conclusioni**

Il monitoraggio della vegetazione è effettuato per verificare lo stato delle specie e degli habitat presenti oltre al buon esito degli interventi di mitigazione ambientale.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia
----------	-------	------	--------------------	-----------	-------------

<p><b>Flora</b></p>	<p>VEG_01</p>	<p>AO</p>	<p>Durante l'anno precedente l'inizio dei lavori, nel periodo primaverile e autunnale</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Località;</li> <li>• Quota;</li> <li>• Esposizione;</li> <li>• superficie rilevata;</li> <li>• coordinate GPS;</li> <li>• tipo substrato;</li> <li>• le specie totali rilevate suddivise per famiglie;</li> <li>• la forma biologica;</li> <li>• la corologia;</li> <li>• l'habitat;</li> <li>• lo status di conservazione delle specie endemiche, rare e minacciate;</li> <li>• strato arboreo, arbustivo, erbaceo;</li> <li>• copertura %;</li> <li>• abbondanza-dominanza;</li> <li>• fattori microambientali significativi;</li> <li>• indici quali-quantitativi</li> </ul>	<p>Rilievo diretto</p>
<p><b>Interventi di ripristino</b></p>	<p>VEG_RIP_01 VEG_RIP_02 VEG_RIP_03</p>	<p>PO</p>	<p>N° 3 rilievi nei 2 anni successivi al termine dei lavori: i primi due in corrispondenza dell'entrata in esercizio. I rimanenti nel Periodo vegetativo nei 2 anni successivi all'entrata in esercizio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• n° di esemplari per specie;</li> <li>• n° di esemplari per specie per unità di superficie;</li> <li>• verifica dell'attecchimento delle piante;</li> <li>• presenza di parti o branche secche o in sofferenza;</li> <li>• individuazione e determinazione delle specie target esotiche e ruderali presenti secondo i codici di nomenclatura tassonomica, fino al livello di specie e, ove necessario, di sottospecie e cultivar;</li> <li>• rapporto % tra specie impiantate e specie esotiche/ruderali;</li> <li>• indicazioni su modalità tecnico-operative per la risoluzione delle problematiche che compromettono la riuscita dell'intervento, come ad esempio la presenza di eccessive infestanti che compromettono lo sviluppo delle piantumazioni.</li> </ul>	<p>Rilievo diretto</p>

Tabella 10-4 Quadro sinottico PMA vegetazione

## 11 FAUNA

### 11.1 Finalità e articolazione temporale del monitoraggio

#### 11.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Le analisi effettuate hanno permesso di rilevare le potenziali interferenze che potrebbero essere determinate dalla realizzazione dell'opera e le caratteristiche della comunità faunistica dell'area di indagine ed in particolare hanno consentito di individuare le specie maggiormente suscettibili alle potenziali interferenze.

I risultati delle suddette analisi hanno condotto a determinare la necessità di un monitoraggio relativo alla fauna ornitica.

Gli uccelli costituiscono la componente dominante, in termini di numero di specie, della comunità di vertebrati dell'area. L'obiettivo del monitoraggio è di valutare eventuali variazioni nella comunità ornitica, in termini di specie o numero di individui, tra la situazione presente prima della realizzazione dell'opera e quella relativa alla fase successiva al termine dei lavori. Per questo obiettivo la comunità di uccelli è particolarmente indicata, in quanto la loro elevata mobilità, consente loro di rispondere con una certa rapidità ai cambiamenti ambientali. Per questo motivo il monitoraggio ornitologico sarà eseguito anche durante il corso d'opera, al fine di verificare eventuali variazioni nel tempo.

#### 11.1.2 Riferimenti normativi

Il quadro normativo di riferimento per il monitoraggio faunistico è costituito da:

- Direttiva Habitat 92/43/CEE del Consiglio del 21/05/1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. GU-CE n.206 del 22/07/1992;
- Direttiva Uccelli 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30/11/2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici.
- D.P.R. 357 dell'8 settembre 1997 (con successive modifiche ed aggiornamenti, in particolare il D.P.R.120/2003) - "Regolamento recante l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche". Esso recepisce la Direttiva Habitat, compresi gli allegati I, II e IV della Direttiva, per cui gli habitat, le specie animali e vegetali sono oggetto delle medesime forme di tutela anche in Italia.

Nell'individuazione delle metodiche di monitoraggio si è fatto riferimento, oltre che ai suddetti atti normativi, anche alla seguente documentazione:

- Linee guida per la predisposizione del PMA delle opere soggette a procedure di VIA. Indirizzi metodologici specifici: Biodiversità (Vegetazione, Flora e Fauna) – Capitolo 6.4, Rev. 1 del 13/03/2015 (MATTM);
- ANPA, 2000. Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla biosfera, RTI CTN\_CON 1/2000;
- APAT, 2003. Metodi raccolta dati in campo per l'elaborazione di indicatori di biodiversità.

## 11.2 Monitoraggio della fauna

### 11.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

Gli ambiti di indagine per la componente in esame sono stati individuati nelle aree generalmente caratterizzate da comunità faunistiche più ricche in specie ed in considerazione delle diverse tipologie ambientali presenti nell'area. Inoltre, sono state considerate le zone suscettibili delle potenziali interferenze prodotte dall'operain esame.

Il monitoraggio sarà incentrato a valutare la comunità ornitica presente nelle aree monitorate e a valutarne eventuali variazioni nel tempo. I punti sotto individuati sono gli stessi indicati per il monitoraggio della vegetazione.

Punti	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Tipologico Rilievo
FAU_01	41°57'21.27"	12°48'48.93"	Punto di ascolto

Tabella 11-1 Punti di monitoraggio della fauna

La localizzazione dei punti di monitoraggio individuati è riportata nella figura seguente.



Figura 14 – Localizzazione punti di monitoraggio per la fauna.

## 11.2.2 Metodologia e strumentazione

### Tipologia di monitoraggio

Per la **comunità ornitica** la tipologia di rilievo prevista è: Punti di ascolto.

La tecnica dei punti di ascolto è stata scelta in funzione delle caratteristiche ambientali di una delle due zone di monitoraggio, che è caratterizzata da vegetazione arborea ripariale; infatti, tale metodo è utilizzato soprattutto in ambiente boschivo, dove l'applicazione dei transetti lineari risulta più difficoltosa; esso, infatti, è un metodo qualitativo che consente di contattare le specie difficili da osservare. Esso è utile per l'individuazione delle specie nidificanti.

La tecnica dei punti di ascolto o *point counts* consiste nel sostare per un tempo determinato, pari a 10 - 15 minuti, nella stazione di ascolto e di individuare, tramite l'ascolto del canto, e annotare tutti gli individui, conteggiandoli una sola volta. In particolare, si applicherà la variante dei punti acustico-visivi, che prevede l'individuazione e conteggio anche delle specie contattate visivamente. La scelta dell'utilizzo della suddetta tecnica è stata effettuata considerando che uno dei due punti di monitoraggio (FAU\_01) è ubicato in un'area aperta, che consente una buona contattabilità visiva delle specie ornitiche.

Per ogni punto di ascolto sarà elaborata una scheda di monitoraggio specificatamente predisposta.

Nello specifico i dati da riportare, nelle schede apposite, sono i seguenti:

- Specie ascoltate o osservate;
- Numero di individui ascoltati o osservati;
- Data ed ora dello svolgimento del punto di ascolto;
- Coordinate del punto di ascolto;
- Dati localizzazione del punto di ascolto (provincia, comune, quota);
- Caratteristiche ambientali dell'area interessata dal punto di ascolto;
- Condizioni meteorologiche.

Nelle suddette schede di rilievo, sarà inserito uno stralcio cartografico con la localizzazione del punto di ascolto ed una foto dell'area nella quale è ubicato il suddetto punto.

Nella fase successiva alle attività sul campo, per ogni sessione di esecuzione di ciascuno dei punti di ascolto, dovranno essere elaborati alcuni indici e parametri ecologici, al fine di avere indicazioni sulla relativa comunità ornitica.

In particolare, gli indici/parametri che dovranno essere elaborati sono i seguenti: ricchezza di specie (S); indice di diversità (H); indice di equiripartizione di Lloyd & Gheraldi (1964) (J); percentuale di non passeriformi (% N-Pass); percentuale delle specie di interesse comunitario (% Sp-Prot); dominanza (D). I suddetti parametri ed indici ecologici saranno riportati nelle schede di rilievo.

La ricchezza di specie è rappresentata dal numero di specie totali contattate nel campionamento: è una importante componente della diversità biologica e può essere considerata un semplice ed immediato indice di qualità ambientale, anche se con alcuni limiti. Essa rappresenta il numero totale di specie presenti distribuite nel tempo e nello spazio.

L'indice di diversità restituisce la probabilità di incontrare individui diversi nel corso del campionamento. Il valore è 0 quando una determinata comunità è composta da una sola specie e cresce all'aumentare della complessità del popolamento.

L'indice di equiripartizione di Lloyd & Gheraldi misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità. Il valore dell'indice è massimo quando tutte le specie sono presenti con la stessa

abbondanza, mentre ha valori bassi nel caso ci sia una sola specie abbondante e numerose specie rare. L'indice varia da 0 (una sola specie presente) a 1 (tutte le specie presenti con lo stesso numero di individui).

La percentuale di non passeriformi è il rapporto tra il numero dei non passeriformi ed il numero di specie totali: pur trattandosi di un rapporto tra categorie sistematiche, l'incidenza dei non passeriformi può fornire una indicazione sulla rappresentatività di elementi più stenoeici (presenti in proporzione maggiore fra i non passeriformi). È stato osservato che negli stadi iniziali di una successione ecologica i non passeriformi possono essere assenti e aumentano in numero con il progredire della successione verso stadi più maturi.

La percentuale delle specie di interesse comunitario è data dal rapporto tra il numero delle specie citate nell'Allegato I della Direttiva 2009/147/CE ed il numero di specie totali. Questo dato ci fornisce indicazioni sulla presenza di specie di interesse comunitario.

La dominanza restituisce la misura delle specie dominanti con l'aumentare del grado di complessità e di maturità dei biotopi.

### Metodiche di monitoraggio

La metodica di monitoraggio si compone delle fasi di seguito descritte.

- sopralluogo: in tale fase vengono stabilite le posizioni dei punti di rilievo destinate al monitoraggio. Le posizioni dei punti di indagine dovranno essere georeferenziate e fotografate;
- svolgimento del rilievo. Ogni rilievo prevede la restituzione, su apposita scheda di rilievo, delle informazioni ottenute e successiva elaborazione dei dati ottenuti;
- svolgimento di osservazioni specifiche nelle aree di esecuzione dei rilievi e zone limitrofe, volte all'individuazione di eventuali habitat idonei quali siti di sosta, alimentazione e riproduzione.
- compilazione di Rapporti dei rilievi eseguiti.

Per i dati da rilevare e la compilazione delle schede di rilievo le specifiche sono indicate nel precedente paragrafo.

### **11.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio**

I rilievi per le specie ornitiche saranno eseguiti nel periodo primaverile, in condizioni meteorologiche buone, in quanto le perturbazioni atmosferiche riducono notevolmente la contattabilità delle specie.

Le indagini saranno svolte nelle prime ore del mattino, in orario compreso tra mezz'ora prima dell'alba e le ore 11:00 circa.

Le attività saranno distinte tra le fasi:

- Ante Operam (AO);
- Corso d'opera (CO)
- Post Operam (PO)

Il monitoraggio Ante Operam (AO) è relativo all'anno precedente all'inizio dei lavori. Nel corso d'opera (CO) le indagini saranno eseguite per tutta la durata dei lavori di realizzazione dell'opera.

Al termine dei lavori, comprensivi dei previsti interventi di ripristino, sarà svolto il monitoraggio Post Operam (PO), atto a verificare le caratteristiche della comunità ornitica rispetto a quanto rilevato nella fase precedente i lavori. Il suddetto monitoraggio sarà eseguito per i tre anni seguenti la fine dei lavori.

Tutte le indagini saranno ripetute tre volte l'anno, per ogni punto di rilievo, nella stagione primaverile, con un intervallo di almeno 15 giorni tra le tre sessioni.

### 11.3 Conclusioni

Il monitoraggio dell'ornitofauna è effettuato allo scopo di verificare le specie presenti nell'area di indagine ed eventuali variazioni nella comunità di uccelli tra la situazione preesistente all'opera, quella coincidente con le fasi di lavorazione e quella successiva al termine dei lavori.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia
Fauna (comunità ornitica)	FAU_01	AO	Durante l'anno precedente all'inizio dei lavori, tre ripetizioni nel periodo primaverile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• località;</li> <li>• comune</li> <li>• provincia;</li> <li>• quota;</li> <li>• coordinate GPS;</li> <li>• condizioni</li> </ul>	Rilievo diretto
		CO	Durante ogni anno di durata dei lavori, tre ripetizioni nel periodo primaverile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• metereologiche;</li> <li>• caratteristiche ambientali;</li> <li>• specie;</li> <li>• numero di</li> </ul>	Rilievo diretto
		PO	Durante ogni anno, per i tre anni successivi alla realizzazione del progetto, tre ripetizioni nel periodo primaverile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• individui per specie;</li> <li>• indici ecologici</li> </ul>	Rilievo diretto

Tabella 11-2 Quadro sinottico PMA fauna



## 12 PAESAGGIO

### 12.1 Obiettivi

Il monitoraggio ambientale, relativamente al sistema paesaggistico, è strutturato seguendo le scelte, le impostazioni metodologiche ed il modello operativo indicato nell'impianto metodologico generale riferito alle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale".

Il presente Piano ottempera a quanto riportato nella "Condizione Ambientale n. 1 del Parere PNRR-PNIEC n° 105 del 15/12/2022:

*"Il Progetto di Monitoraggio Ambientale dovrà essere integrato prevedendo il monitoraggio del Paesaggio nelle fasi AO, CO e PO. Dovranno essere oggetto di indagine, tenendo conto delle visuali possibili, le aree di lavorazione localizzate in zone a maggiore sensibilità, vulnerabilità e criticità paesaggistica dal punto di vista naturalistico, antropico, culturale, storico-architettonico ed archeologico. In tali aree, in corso d'opera dovrà essere controllata la corretta adozione delle misure di mitigazione, verificati sia la natura temporanea degli impatti che il rispetto delle indicazioni progettuali inerenti le attività di costruzione per il corretto inserimento dell'opera. Nel PO il monitoraggio avrà la finalità della corretta esecuzione degli interventi di ripristino."*

Il concetto di Paesaggio deve essere ricondotto alla definizione riportata nella Convenzione Europea del Paesaggio, secondo la quale il termine "designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni", e che impegna tra l'altro i paesi firmatari a "riconoscere giuridicamente il Paesaggio in quanto componente essenziale del contesto di vita delle popolazioni, espressione della diversità del loro comune patrimonio culturale e naturale e fondamento della loro identità".

Nella redazione del PMA si è tenuto conto anche delle indicazioni contenute nelle LLGG delle opere soggette a VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.), nella fattispecie agli indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Paesaggio e Beni culturali. In merito a tale componente/fattore, le linee guida considerano indispensabili per la definizione della qualità paesaggistica i parametri di lettura dettate dal DPCM 12 dicembre 2005, tra cui:

- **diversità:** riconoscimento di caratteri/elementi peculiari e distintivi, naturali e antropici, storici, culturali, simbolici, ecc.;
- **integrità:** permanenza dei caratteri distintivi di sistemi naturali e di sistemi antropici storici (relazioni funzionali, visive, spaziali, simboliche, ecc. tra gli elementi costitutivi);
- **qualità visiva:** presenza di particolari qualità sceniche, panoramiche, ecc.; • **rarietà:** presenza di elementi caratteristici, esistenti in numero ridotto e/o concentrati in alcuni siti o aree particolari;
- **sensibilità:** capacità dei luoghi di accogliere i cambiamenti, entro certi limiti, senza effetti di alterazione o diminuzione dei caratteri connotativi o degrado della qualità complessiva;
- **capacità di assorbimento visuale:** attitudine ad assorbire visivamente le modificazioni, senza diminuzione sostanziale della qualità.

Le stesse linee guida prevedono in sede di monitoraggio ambientale la verifica della rispondenza del progetto con gli obiettivi di qualità paesaggistica definiti dai piani paesaggistici per ogni ambito territoriale

da essi individuati come disposto dal D.Lgs. 42/2004 e s.m. Secondo tale Decreto, i Piani paesaggistici, con riferimento al territorio considerato, ne riconoscono gli aspetti e i caratteri peculiari, nonché le caratteristiche paesaggistiche, e ne delimitano i relativi ambiti. Per ogni ambito i Piani predispongono specifiche normative d'uso ed attribuiscono adeguati obiettivi di qualità da perseguire mediante apposite prescrizioni.

Attraverso l'interpretazione degli atti normativi inerenti al paesaggio si evince che il Sistema paesaggistico costituisce un fenomeno culturale di notevole complessità che rende particolarmente articolata l'indagine, la valutazione delle sue componenti e l'individuazione degli indicatori che lo descrivono. Muovendo da tali considerazioni il PMA per il sistema paesaggistico è finalizzato alla verifica degli effetti dovuti alla presenza dell'opera, in particolare nelle aree di maggior pregio e interesse paesaggistico. Lo scopo principale è quello di controllare, individuare e prevenire i possibili effetti negativi prodotti sul paesaggio allo stato Ante Operam (AO), in Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO).

### **12.1.1 Criteri di individuazione delle aree da monitorare**

I nuovi orientamenti introdotti dalla Convenzione Europea del Paesaggio coinvolgono inevitabilmente anche gli aspetti relativi alla valutazione della qualità paesaggistica e sulla definizione di indicatori atti a misurarla. Muovendo da quanto riportato nella succitata convenzione e nei riferimenti normativi e disciplinari riportati al precedente paragrafo, il presente PMA assume quali criteri ai fini dell'individuazione delle aree da monitorare:

- il paesaggio nei suoi dinamismi spontanei, mediante l'esame delle componenti naturali;
- il sistema delle attività agricole, residenziali, produttive, turistiche, ricreative, delle presenze infrastrutturali in esso riscontrabili;
- le condizioni naturali e umane che ne hanno generato l'evoluzione;
- lo studio strettamente visivo o culturale-semiologico del rapporto tra soggetto ed ambiente, nonché delle radici della trasformazione e creazione del paesaggio da parte dell'uomo;
- i piani paesistici e territoriali;
- i vincoli ambientali, archeologici, architettonici, artistici e storici.

### **Parametri oggetto del monitoraggio**

Come anticipato, il riferimento d'obbligo è costituito dalla Convenzione Europea del Paesaggio che richiama la complessità di tale concetto determinato dall'interazione di diversi fattori e che la individuazione della qualità paesistica sta nella composizione relazionale tra tali fattori. In tal senso il Paesaggio si configura come un insieme di aspetti eterogenei costituiti da:

- caratteri fisici e naturali;
- caratteri visuali e percettivi;
- caratteri sociali, culturali, storici, insediativi ed architettonici.

Il principale rischio legato alla realizzazione delle opere in progetto il cui sviluppo è prevalentemente in sotterraneo è dato dalla riuscita delle opere di inserimento paesaggistico e ambientale o di ripristino allo stato ex ante.

Pertanto, la presente indagine farà riferimento all'analisi dei caratteri visuali e percettivi riconducibili agli elementi di sensibilità paesaggistica rappresentati da:

- percorsi e punti panoramici;
- rete infrastrutturale e centralità ad alta frequentazione;
- elementi emergenti e qualificanti del territorio, costituiti da testimonianze storico-culturali e beni naturali.

L'indagine di monitoraggio dei caratteri visuali e percettivi da tali aree viene effettuato rapportando le caratteristiche salienti del contesto paesaggistico e contemporaneamente lo stato di frequentazione dei siti rispetto alla presenza dell'opera. Per far sì, sono stati individuati una serie di parametri di monitoraggio partendo dalla consultazione dell'Allegato al DPCM 12.12.2005 in merito alla analisi delle condizioni paesaggistiche allo stato attuale e alla valutazione degli effetti con riferimento alle principali tipologie di modificazione o alterazione.

I parametri così individuati sono:

- Intrusione fisica Inserimento di elementi estranei ed incongrui ai suoi peculiari compositivi (materiali, colori, ecc)
- Quinta visiva Modificazione dello skyline naturale o antropico
- Relazioni visive Alterazioni delle relazioni visive degli elementi significativi con il contesto paesaggistico e gli altri elementi del sistema.

Tali parametri saranno pertanto monitorati da tutti gli ambiti ed elementi individuati come sensibili dal punto di vista della percezione visiva, ovvero intesi quali elementi principali di connotazione del paesaggio, ossia:

- le emergenze naturali,
- le emergenze storico-culturali,
- i percorsi e i punti quotati con valenza panoramica,
- la viabilità e le aree ad alta frequentazione.

Facendo seguito alle specificità del caso in specie il monitoraggio per il fattore paesaggio è riferito alle aree di cantiere e parti d'opera come rappresentate nella successiva immagine rappresentativa dell'esito delle analisi dell'intervisibilità dei luoghi in corrispondenza delle parti d'opera maggiormente rappresentative in rapporto alle peculiarità paesaggistiche.



Figura 15 – Individuazione dei punti di monitoraggio per Paesaggio

### 12.1.2 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

L'indagine prevista dal presente PMA, con lo scopo di documentare la fase post-operam, si comporrà delle seguenti attività:

- Rilievo fotografico dagli elementi di sensibilità paesaggistica, avendo cura di rilevare le porzioni di territorio ove è prevedibile la massima visibilità dell'opera e dei suoi elementi di maggiore impatto percettivo, in modo da poter illustrare la percezione che si ha dell'opera dall'elemento significativo individuato.
- Redazione di una scheda di rilievo e di uno stralcio planimetrico con l'individuazione dei coni di visuali e dei principali elementi del progetto presenti nel campo visivo;
- Redazione di una relazione descrittiva che illustri per ogni elemento di sensibilità paesaggistica:
  - le principali caratteristiche in funzione della sua natura (bene storico-culturale, area naturale protetta, punto panoramico, ecc...),
  - livello di fruibilità e percettività,
  - i risultati ottenuti a seguito del rilievo fotografico in termini sensibilità percettiva rispetto all'infrastruttura ferroviaria.

Facendo riferimento a quanto espressamente previsto dal DPCM 12.12.2005, il presente PMA prevede l'esecuzione dell'indagine da "luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici". Ne consegue quindi che la prima operazione da condursi risulta essere quella della individuazione di quei punti di vista individuati come sensibili secondo i parametri precedentemente elencati.

Tutti i rilievi fotografici dovranno essere effettuati con apposita attrezzatura in modo da coprire 180° di visuale dai punti e nelle direzioni individuate.

La tecnica migliore per fotografare tutta la visuale di interesse è quella di posizionare il corpo macchina su un cavalletto e scattare in sequenza un numero sufficiente di immagini in modo che, una volta accostate, permettano di ricostruire l'intero orizzonte. Il cavalletto dovrà essere posizionato in modo tale che la fotocamera possa essere orientata con il lato lungo del fotogramma parallelo alla linea di orizzonte. Occorrerà avere cura che nelle immediate vicinanze non vi siano ostacoli di dimensioni rilevanti tali da oscurare il campo visivo da inquadrare. Per evitare deformazioni geometriche si utilizzerà un obiettivo di focale pari a 35 mm. Per la rappresentazione del paesaggio si consiglia l'utilizzo di tale focale, in quanto l'angolo di campo coperto dal 35 mm corrisponde ad un'immagine più vicina alla percezione generale dell'occhio umano nell'ambiente. Un paesaggio ripreso con un 35 mm è analogo alla percezione ricevuta mentre si osserva attivamente il panorama.

### 12.1.3 Tempi e frequenza del monitoraggio

Al fine di seguire nella loro evoluzione le attività di realizzazione dell'opera in progetto, l'attività di monitoraggio sarà condotta:

- Fase Ante operam (AO);
- Fase Corso d'opera (CO);
- Fase Post operam (PO).

I rilievi, in ragione del loro carattere visuale – percettivo e del loro essere basati su campagne fotografiche, dovranno essere realizzati nel periodo primaverile o autunnale, e comunque in condizioni meteorologiche favorevoli, in quanto la presenza di fenomeni meteorologici perturbativi può alterare la qualità e i risultati dell'indagine.

Punti	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Frequenza		
			AO	CO	PO
PAE_01	41°57'21.09"	12°48'57.06"	Una tantum	semestrale	Una tantum
PAE_02	41°57'24.62"	12°48'38.41"	una tantum	semestrale	una tantum

Tabella 12-1: Punti di monitoraggio e frequenza del paesaggio

## 13 RUMORE

### 13.1 Finalità e articolazione temporale del monitoraggio

#### 13.1.1 Obiettivi del monitoraggio

L'obiettivo del monitoraggio della componente Rumore è quello di verificare in maniera approfondita e sistematica la prevenzione, l'individuazione e il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull'ambiente e, più specificatamente, sul clima acustico caratterizzante l'ambito di studio dell'opera in progetto sia nella fase di esercizio che di realizzazione.

Lo scopo principale è quindi quello di monitorare il grado di compatibilità dell'opera stessa intercettando sia gli eventuali impatti acustici negativi e le relative cause al fine di adottare opportune misure di riorientamento, sia gli effetti positivi segnalando le azioni meritevoli di ulteriore impulso.

Nello specifico gli obiettivi del monitoraggio acustico possono essere così riassunti:

- documentare la situazione attuale al fine di verificare la naturale dinamica dei fenomeni ambientali in atto;
- individuare le eventuali anomalie ambientali che si manifestano in fase di esercizio del raddoppio dell'acquedotto, in modo da attivare tempestivamente le opportune misure di mitigazione;
- accertare la reale efficacia delle soluzioni individuate nell'ambito dello Studio acustico quali interventi di mitigazione acustica;
- verificare le modifiche sul clima acustico indotto dall'esercizio del raddoppio dell'acquedotto di progetto, distinguendole dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio;
- individuare e valutare gli effetti sul clima acustico indotti dalle attività di cantiere connesse alla realizzazione dell'opera in progetto attraverso il confronto dei risultati delle misure con i limiti normativi (valori limiti di emissione, valori limiti assoluti di immissione e valore limite differenziale di immissione);
- accertare la reale efficacia delle soluzioni mitigative individuate per la fase di Corso d'Opera al fine di contenere la rumorosità indotta dalle azioni di cantiere;
- fornire agli Enti di controllo competenti tutti gli elementi per la verifica sia della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio sia degli esiti delle indagini effettuate.
- Il presente Piano ottempera a quanto riportato nella "Condizione Ambientale n. 1 del Parere PNRR-PNIEC n° 105 del 15/12/2022:
- *"Il Progetto di Monitoraggio Ambientale deve essere integrato per quanto riguarda Rumore e Vibrazioni, inserendo:*
- *la cartografia in scala adeguata che riporti la localizzazione dei punti (siti) di misura, individuati tra i ricettori più critici presenti nell'area di influenza per vicinanza con le aree di cantiere;*

*per la fase ante-operam e per la fase corso d'opera, le seguenti informazioni:*

- *l'indicazione della durata e della frequenza del monitoraggio, considerando che dovranno essere monitorate le fasi più impattanti per i ricettori individuati;*

- *l'indicazione completa dei parametri di misura acustici e meteorologici (in particolare dovranno essere monitorati, oltre al livello di pressione sonora LAeq nel periodo diurno e ai livelli percentili, anche i livelli massimi e minimi e dovrà essere effettuata l'analisi in frequenza in bande di un terzo d'ottava) e dei parametri di monitoraggio dei livelli vibrazionali;*
- *l'indicazione della strumentazione utilizzata;*
- *per i cantieri dovranno essere utilizzate macchine operatrici conformi alla direttiva europea 2000/14/CE e dovrà essere richiesto ai comuni interessati il nullaosta per le attività temporanee di cantiere, eventualmente in deroga ai limiti normativi, come prescritto dalla legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447/95, articolo 6, comma 1, lettera h).*

*Il Piano di monitoraggio, per la fase di cantiere, dovrà prevedere, in caso di eventuali superamenti dei limiti normativi o delle eventuali prescrizioni comunali poste in fase di nullaosta, l'indicazione delle azioni da porre in essere per la loro mitigazione attraverso interventi su orari, sulla contemporaneità delle lavorazioni rumorose o predisponendo la posa di barriere acustiche provvisorie, ecc..*

*Per i criteri di misurazione, la strumentazione da utilizzare, l'elaborazione delle misure, il calcolo dei parametri del disturbo, la valutazione del disturbo e il rispetto dei limiti è necessario fare riferimento alla norma UNI 9614:2017, che sostituisce la precedente versione della norma (UNI 9614:1990).*

*Inoltre, laddove dovessero essere riscontrati superamenti dei livelli vibrazionali, in particolar modo al recettore denominato R52, distante circa 20 metri dalle aree di lavorazione, il Proponente dovrà prevedere l'utilizzo di basamenti antivibranti per limitarne la trasmissione delle vibrazioni da concordare con ARPA Lazio.*

*Il Sistema Informativo Territoriale previsto dal Proponente per la registrazione dei dati e informazioni derivanti dall'attuazione del PMA dovrà essere reso accessibile al pubblico e agli Enti interessati.*

*I rapporti periodici di attuazione del PMA dovranno essere trasmessi al MASE e all'Arpa Lazio con modalità semestrale.*

### **13.1.2 Riferimenti normativi**

Per quanto attiene il monitoraggio acustico, il quadro normativo di riferimento è costituito da:

- DM 16.03.1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico";
- DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- PCCA dei Comuni territorialmente competenti;
- L.R. 03 Agosto 2001, n. 18 "Disposizioni in materia di inquinamento acustico per la pianificazione ed il risanamento del territorio - modifiche alla legge regionale 6 agosto 1999, n. 14".

Per quanto concerne il DM 16.03.1998, questo individua le prescrizioni in merito alle metodiche da adottare per le fasi di rilevamento in termini di strumentazione, posizionamento del sistema fonometrico e tipologia della misurazione.

Il PCCA del comune di Tivoli altresì individua gli elementi prescrittivi relativi all'individuazione dei valori limite in Leq(A) nel periodo diurno e notturno per il territorio contermine le opere in progetto

Nella individuazione delle metodiche di monitoraggio per il rumore ambientale si è fatto riferimento, oltre che ai suddetti atti normativi, anche alla seguente documentazione di ISPRA:

- Linee guida per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere.

## 13.2 Monitoraggio del rumore indotto dal cantiere

### 13.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

I punti sono stati individuati sulla scorta degli obiettivi che il monitoraggio intende perseguire e delle attività oggetto di verifica.

La scelta dei punti è determinata anche in funzione della localizzazione dei ricettori potenzialmente coinvolti dal rumore di cantiere sulla base delle aree di lavoro. In particolare, sulla base delle considerazioni e conclusioni a cui si è pervenuti nella parte 5 dello SIA, sarà necessario svolgere attività di monitoraggio e mitigazione nei seguenti punti.

Punti	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Ricettore
RUM_01	41°57'21.88"	12°48'32.55"	R109(*)
RUM_02	41°57'23.78"	12°48'45.06"	Area naturale protetta EUAP(*)
RUM_03	41°57'21.38"	12°48'44.69"	R045
RUM_04	41°57'21.51"	12°48'23.61"	R294, R295, R296
Note: (*) confronto censimento ricettori dello Studio Acustico			

Tabella 13-1 Localizzazione dei punti di monitoraggio





Figura 16 – Localizzazione dei punti di monitoraggio acustico

### 13.2.2 Metodologia e strumentazione

#### Tipologia di monitoraggio

L'obiettivo del monitoraggio di cantiere è quello di verificare i livelli acustici durante la fase di Corso d'Opera indotti dalle attività di cantiere in prossimità dei ricettori più esposti. L'attività consiste pertanto in una serie di misure fonometriche programmate durante l'intero periodo di cantiere in modo da:

- rendere alta la probabilità che il monitoraggio individui le situazioni maggiormente impattante dal punto di vista acustico;
- consentire di valutare l'emissione sonora del solo cantiere, separandola da quella delle altre sorgenti presenti nella zona.

Ne consegue come le misure fonometriche siano finalizzate al rilevamento dei livelli acustici indotti dalle attività di cantiere rumorose generate dai mezzi di cantiere presenti.

#### Parametri da monitorare

Per quanto concerne i parametri da monitorare mediante strumentazione fonometrica questi sono:

- Time history del  $Leq(A)$ ;
- $Leq(A)$ ,  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  e livelli acustici percentili ( $L_{99}$ ,  $L_{95}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{10}$ ,  $L_1$ );
- $Leq(A)$  nel periodo diurno (6:00-22:00);
- $Leq(A)$  nel periodo notturno (22:00-6:00);

- Analisi spettrale in terzi di ottava;
- Parametri meteorologici.

#### Metodiche di monitoraggio Rilievo acustico

Il rilievo è effettuato mediante fonometro integratore di classe I dotato di certificato di taratura conforme alle normative vigenti, installato su apposito “box” ovvero postazioni mobili tipo “automezzi attrezzati”. Per quanto riguarda i filtri ed i microfoni, questi dovranno essere conformi alle Norme EN 61260 ed EN 61094-1, 61094-2, 61094-3 e 61094-4. Il tempo di osservazione è pari a 24 ore in continuo.

Preliminarmente all’attività di misura è opportuna la caratterizzazione della postazione di misura (coordinate geografiche, Comune, toponimo, indirizzo, tipologia e numero piani del ricettore, documentazione fotografica) e del territorio circostante (destinazione d’uso, presenza di ostacoli e/o di vegetazione, sorgente sonora principale ed eventuale presenza di altre sorgenti inquinanti, stradali e/o ferroviarie e/o puntuali).

Prima e dopo ogni ciclo di misurazioni, la strumentazione dovrà essere calibrata, con le modalità di cui al D.M. 16.03.1998, utilizzando a tale proposito idonea strumentazione (conforme alla Norme IEC 942 - Classe I), il cui grado di precisione non risulti inferiore a quello del fonometro/analizzatore stesso. La differenza massima tollerabile affinché la misura possa essere ritenuta valida a valle del processo di calibrazione è di 0,5 dB. Il posizionamento del fonometro deve essere conforme a quanto previsto dal DM 16.03.1998, ovvero ad una altezza di 4 metri rispetto al piano campagna e, se in corrispondenza di edifici, ad 1 metro dalla facciata. In accordo a quanto previsto dal DM 18.03.1998, le misure devono essere eseguite in assenza di pioggia, neve o nebbia e in condizioni anemometriche caratterizzate da una velocità inferiore ai 5 m/s.

Per quanto concerne la verifica del rispetto del limite differenziale, previa autorizzazione, verranno effettuati appositi rilievi all’interno degli ambienti abitativi così come disposto dal D.M. 16.03.1998.

#### Rilievi parametri meteo

Durante l’intero periodo di misura devono essere rilevati contemporaneamente i dati meteo mediante specifica stazione per il monitoraggio, l’archiviazione e la visualizzazione dei dati ambientali comprensivo di dispositivo per il monitoraggio.

I dati meteorologici oggetto di monitoraggio sono:

- velocità e la direzione del vento,
- temperatura dell'aria,
- l’umidità relativa,
- la pressione atmosferica,
- le precipitazioni.

Le principali caratteristiche prestazionali dei sensori sono:

- Velocità vento con precisione  $\pm 3\%$ ;
- Direzione vento con precisione  $\pm 3\%$ ;
- Precipitazioni: Altezza minima mm 0,01 con precisione  $\pm 5\%$ ;
- Temperatura: con precisione  $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$  a  $20^{\circ}\text{C}$ ;
- Pressione: con precisione 1 hPa fino a  $60^{\circ}\text{C}$ ;

- Umidità relativa: con precisione  $\pm 3\%$  per umidità relativa fino a 90% e  $\pm 5\%$  con umidità relativa da 90% a 100%.

L'installazione dei sensori di rilevamento è in corrispondenza delle postazioni di monitoraggio acustico. Questa deve essere posizionata ad almeno 5 m da elementi interferenti in grado di produrre turbolenze e in una posizione tale che possa ricevere vento da tutte le direzioni. L'altezza dal piano campagna deve essere superiore a 3 m.

Per ogni ciclo di misura verrà predisposto un report contenente i dati di inquadramento territoriale che permettono l'esatta localizzazione sul territorio dei punti di misura, i parametri acustici, meteo e di traffico rilevati, i valori limite propri secondo il quadro normativo di riferimento, i certificati di taratura della strumentazione e il nominativo del Tecnico Competente in Acustica Ambientale ai sensi della L.447/95 che ha effettuato i rilievi.

Nello specifico quindi ciascun report contiene:

- Coordinate geografiche;
- Stralcio planimetrico e ortofoto con localizzazione del punto di misura;
- Caratteristiche di posizionamento del microfono;
- Documentazione fotografica relativa al posizionamento della strumentazione;
- Caratteristiche della strumentazione fonometrica utilizzata
- Comune territorialmente competente;
- Valori limite dei livelli acustici secondo il quadro normativo;
- Data inizio e fine misura;
- Esito della calibrazione della strumentazione;
- Parametri acustici monitorati;
- Parametri meteo rilevati;
- Certificati di taratura della strumentazione
- Firma del Tecnico Competente.

### **13.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio**

Il monitoraggio del cantiere si esplica nelle fasi di Corso d'Opera, ovvero per tutto il periodo di realizzazione dell'opera e di *Ante Operam*.

In fase di Corso d'Opera, per ciascun punto di misura si prevedono misure di 24 ore con frequenza trimestrale e comunque in corrispondenza delle attività di cantiere più critiche.

Nella fase di Ante Operam si esegue una misura di 24 h per ciascun punto prima dell'inizio del cantiere.

## ***Conclusioni***

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio di rumore queste sono finalizzate alla verifica del rumore indotto dalle attività di realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio si svolge attraverso misure fonometriche con strumentazione di classe I secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento. Le metodiche di monitoraggio sono funzione della tipologia di indagine.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia
Caratterizzazione dello stato attuale	RUM.01 RUM.02 RUM.03 RUM.04	AO	1 misura di 24 h prima dell'inizio dei lavori per punto	Time history Leq(A), Lmax, Lmin e livelli acustici percentili	Misure fonometriche
Verifica del rumore indotto dal cantiere	RUM.01 RUM.02 RUM.03 RUM.04	CO	1 misura di 24 h ogni trimestre durante la costruzione	Leq(A) periodo diurno e notturno Analisi spettrale in terzi di ottava Parametri meteo	Rilevi parametri meteo mediante stazione

Tabella 13-2 Quadro sinottico PMA componente rumore

In generale durante la realizzazione degli interventi in progetto, al fine di ridurre al minimo l'inquinamento acustico, saranno garantite le seguenti misure di mitigazione:

- corretta scelta delle macchine e delle attrezzature;
- opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature;
- interventi quando possibile sulle modalità operative e sulle predisposizioni del cantiere;
- buona pratica nell'uso degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi; limitazione delle lavorazioni particolarmente rumorose in orari in cui l'utenza dei ricettori è meno sensibile;
- eventuale installazione di barriere mobili di cantiere.

#### Gestione delle emergenze

La necessaria collaborazione con la Direzione Lavori dovrà consentire di gestire le eventuali situazioni di emergenza che si dovessero presentare nel corso delle lavorazioni, minimizzando gli impatti e mitigando quelli residui.

Al verificarsi, nel corso delle attività di monitoraggio ambientale, di situazioni di carattere emergenziale, si procederà attuando quanto di seguito descritto.

Qualora si rilevassero dei superamenti dei limiti normativi, si provvederà a dare immediata comunicazione alla Direzione Lavori e al Committente dell'anomalia/superamento riscontrato, e si procederà a darne immediata comunicazione agli Enti di controllo (ASL/ARPAE) in modo che il cantiere possa intervenire immediatamente con le misure e/o azioni correttive. Si provvederà a

valutare se eventuali superamenti siano dovuti ad attività esterne o meno al cantiere e si procederà con la rimodulazione delle lavorazioni impattanti.

La descrizione dei fenomeni e degli eventi anomali e le indicazioni sugli interventi di minimizzazione o mitigazione messi in atto saranno riportate all'interno dei rapporti periodici previsti dal PMA.

## 14 VIBRAZIONI

### 14.1 Finalità e articolazione temporale del monitoraggio

#### 11.1.1. Obiettivi del monitoraggio

L'obiettivo del monitoraggio dell'agente fisico "Vibrazioni" intende verificare in maniera approfondita e sistematica la prevenzione, l'individuazione e il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sui ricettori contermini l'opera oggetto di studio indotti dalle attività di realizzazione dell'opera. Le lavorazioni e i macchinari necessari per la realizzazione delle opere costituenti il progetto oggetto di studio, determinano la generazione di vibrazioni durante le fasi di costruzione. In tal senso il monitoraggio intende quindi verificare i livelli vibrazionali indotti dalle attività di cantiere sui ricettori posti nelle vicinanze delle diverse aree di cantiere e quindi valutare l'eventuale disturbo e le connesse azioni per il contenimento degli impatti vibrazionali. Nello specifico sono stati considerati quali cantieri più critici quelli riferiti alla realizzazione della palificata prevista per lo scavo dei pozzi, certamente caratterizzati da maggiori emissioni vibrazionali.

#### 14.1.1 Riferimenti normativi

Nello svolgimento delle attività di monitoraggio, dovranno essere considerati i seguenti riferimenti normativi, laddove nello specifico applicabili:

- ISO 4866;
- ISO 2631;
- DIN 4150;
- IEC 184, IEC 222 e IEC 225
- UNI 9614.

Di seguito i valori di riferimento individuati dalla normativa tecnica di riferimento (UNI 9614:2017), essendo il monitoraggio finalizzato esclusivamente alla valutazione del disturbo sugli edifici e non al danno.

Ricettore – destinazione d'uso	Accelerazione $V_{sor}$ [ $mm/s^2$ ]
Ambienti ad uso abitativo (diurno)	7,2 $mm/s^2$
Ambienti ad uso abitativo (notturno)	3,6 $mm/s^2$
Ambienti ad uso abitativo (diurno - festivo)	5,4 $mm/s^2$
Luoghi lavorativi	14,0 $mm/s^2$
Ospedali, case di cura ed affini	2 $mm/s^2$
Scuole	3,6 $mm/s^2$
Note: $V_{sor}$ : accelerazione ponderata massima statistica della sorgente come definita al punto 8.6 della norma UNI 9614:2017	

Tabella 11-1 Valori di riferimento individuati dalla normativa tecnica UNI 9614 (versione 2017)

## 14.2 Monitoraggio delle vibrazioni

### 14.2.1 Localizzazione delle aree di monitoraggio

I punti sono individuati sulla scorta degli obiettivi che il monitoraggio intende perseguire e delle attività oggetto di verifica, ovvero quella di valutare il contributo vibrazionale indotto dai mezzi e lavorazioni sui ricettori posti nelle immediate vicinanze alle aree di cantiere. Nello specifico sono stati considerati quali cantieri più critici quelli riferiti alla realizzazione della palificata per la realizzazione dei pozzi, in quanto richiedono lavorazioni caratterizzate da maggiori emissioni vibrazionali.

Ne consegue pertanto come l'individuazione dei punti derivi da un'analisi territoriale rispetto alle opere di progetto. Per il punto individuato si riporta il ricettore all'interno del quale si prevedono le attività di monitoraggio.

Punti	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Ricettore (*)
VIB_01	41°57'24.71"	12°48'36.79"	R_52
VIB_02	41°57'23.50"	12°48'33.83"	R_109

Note:  
(\*) confronta censimento ricettori dello studio acustico dell'agente fisico "Rumore"

Tabella 14-1 Punti di monitoraggio PMA "Vibrazioni".



Figura 17 – Localizzazione punti di monitoraggio vibrazioni

## **14.2.2 Metodologia e strumentazione**

### Tipologia di monitoraggio

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica dei livelli vibrazionali indotti dalle attività di cantiere rispetto al tema del disturbo, ovvero alla valutazione delle vibrazioni in termini di accelerazione e il confronto con i valori di riferimento indicati dalla UNI 9614:2017.

Per quanto riguarda le attività di cantiere la suddetta norma individua specifiche metodiche nell'appendice A punto A.4 "Vibrazioni prodotte da attività di cantiere".

### Parametri da monitorare

I parametri da rilevare per ciascuna misura sono:

- Accelerazione complessiva (aw) in mm/s<sup>2</sup> lungo i tre assi di propagazione (x,y e z);
- Time history e spettri lungo i tre assi di propagazione nel range di frequenza 1-80 Hz.

### Metodiche di monitoraggio

Il monitoraggio delle attività di cantiere è finalizzato al controllo delle attività più impattanti, che nel caso specifico dell'opera in esame è dato dalla fase di esecuzione della palificata dei pozzi. Per entrambi i punti di misura (VIB.01 e VIB.02), si prevede una misura continuativa di 8 ore con una frequenza trimestrale e in corrispondenza dell'attività di cantiere più rilevante, coincidente con l'area di realizzazione del pozzo PZ2 e di scavo lungolinea in microtunneling. In virtù della durata per la realizzazione delle opere, sarà realizzato un numero complessivo di 1 misura di monitoraggio per punto di misura.

### Rilievo vibrazione in continuo

I rilievi dovranno essere effettuati con strumentazione rispondente alle Norme IEC184, IEC 222 e IEC 225, così come indicato nella Norma UNI 9614, che è tipicamente costituita da accelerometri triassiali (ovvero monoassiali, nel numero di 3), analizzatori di spettro in tempo reale, cavi schermati per la trasmissione del segnale, oltre che dal software per l'acquisizione dei dati; nel dettaglio, gli accelerometri dovranno essere ottemperanti alla Norme ISO 2631/1 e 2 ed UNI 9614:2017.

La catena complessiva di misura dovrà essere corredata da Certificato di Taratura, non anteriore a 2 anni dalla misura, rilasciato da laboratorio qualificato (laboratori accreditati S.I.T.), così come richiesto dalle Norme UNI ISO 5347; è inoltre ammessa la taratura indiretta della strumentazione, che consiste nel confronto tra le indicazioni del sensore da tarare/calibrare ed un sensore campione munito di certificato SIT. All'inizio ed alla fine di ogni rilievo, dovrà essere eseguita la calibrazione della catena di misura, utilizzando a tale proposito degli appositi calibratori tarati.

Nel corso delle misurazioni dei livelli di vibrazione, è inoltre compresa la caratterizzazione della postazione di misura (coordinate geografiche, Comune, toponimo, indirizzo, tipologia e numero piani del ricettore, presenza di eventuali lesioni nell'edificio, documentazione fotografica) e del territorio circostante (destinazione d'uso e tipologia dell'edificio). Nel corso della misura, in contemporanea lungo i 3 assi di propagazione x, y, z, dovranno essere rilevati l'accelerazione complessiva (aw) espressa in mm/s<sup>2</sup> per la successiva determinazione del valore di massima accelerazione ponderata. Inoltre, dovranno essere indicati sia i valori riferiti alla specifica sorgente che a quelle residue caratterizzanti il sito di indagine.

La postazione di misurazione deve essere scelta sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti in quanto la misura è finalizzata alla valutazione del disturbo alla persona. Il montaggio degli accelerometri deve garantire la trasmissione rigida del moto dal sistema vibrante all'accelerometro almeno nella banda 0-500 Hz mediante i diversi sistemi previsti in funzione del tipo di elemento di appoggio.



Per ogni ciclo di misura verrà predisposto un report contenente i dati di inquadramento territoriale che permettono l'esatta localizzazione sul territorio dei punti di misura, i parametri vibrazionali, meteo, i valori limite propri secondo il quadro normativo di riferimento e i certificati di taratura della strumentazione.

Nello specifico quindi ciascun report contiene:

- Coordinate geografiche;
- Stralcio planimetrico e ortofoto con localizzazione del punto di misura rispetto l'asse stradale;
- Caratteristiche di posizionamento dell'accelerometro;
- Documentazione fotografica relativa al posizionamento della strumentazione;
- Caratteristiche della strumentazione utilizzata
- Comune territorialmente competente;
- Valori limite dei livelli secondo la normativa di riferimento;
- Data inizio e fine misura;
- Parametri monitorati;
- Certificati di taratura della strumentazione.

#### **14.2.3 Tempi e frequenza del monitoraggio**

Stante nel caso specifico di una infrastruttura come quella in progetto la trascurabilità dell'impatto vibrazionale connessa alla fase di esercizio, le attività di monitoraggio si riferiscono esclusivamente alla fase di Corso d'Opera (CO).

Per entrambi i punti di misura (VIB.01 e VIB.02), si prevede una misura continuativa di 8 ore con una frequenza trimestrale e in corrispondenza dell'attività di cantiere più rilevante, coincidente con l'area di realizzazione del pozzo PZ2 e di scavo lungolinea in microtunelling. In virtù della durata per la realizzazione delle opere, sarà realizzato un numero complessivo di 1 misura di monitoraggio per punto di misura.

### **14.3 Conclusioni**

Il monitoraggio delle vibrazioni si riferisce esclusivamente alla fase di Corso d'Opera. L'obiettivo è quello di verificare i livelli vibrazionali indotti dalle attività di cantiere, limitatamente a quelle che prevedono la realizzazione della palificata prevista per il pozzo PZ02 e di scavo in microtunelling, sui ricettori residenziali potenzialmente più interferiti.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia
----------	-------	------	--------------------	-----------	-------------

Caratterizzazione e dello stato attuale	VIB_01 VIB_02	AO	1 misura di 8 h prima dell'inizio dei lavori	Accelerazione complessiva (x, y e z); Time history e spettri in 1/3 di ottava (x, y e z)	Rilievi vibrazionali secondo l'UNI 9614:2017.
Verifica delle emissioni vibrazionali di cantiere	VIB_01 VIB_02	CO	1 misura di 8 ore con frequenza trimestrale		

Tabella 14-2 Quadro sinottico PMA componente vibrazioni.

## 15 RESTITUZIONE DATI

### 15.1 Il sistema informativo del monitoraggio

#### 15.1.1 Contenuti e finalità

Le attività del Monitoraggio Ambientale producono generalmente un importante volume di dati ciascuno dei quali risulta corredato delle proprie connotazioni spazio-temporali; nel caso del Monitoraggio Ambientale dell'opera in esame, stante la sua rilevanza a livello provinciale, regionale, sussiste l'esigenza di gestione di tali dati in quantità quindi rilevanti, e con la necessità di fare partecipare alla gestione stessa numerosi attori ciascuno con le proprie specifiche autorità.

Si impone pertanto l'inserimento tra gli strumenti di gestione del Progetto dell'Opera/Intervento di un sistema complesso e con una articolata struttura di controllo che consenta la gestione avanzata del dato di Monitoraggio Ambientale: il Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.), con cui si intende l'insieme degli strumenti hardware e software e delle procedure di amministrazione ed utilizzo che consentono, per il tramite di una struttura di risorse specializzate, il complesso delle operazioni di caricamento (upload), registrazione, validazione, consultazione, elaborazione, scaricamento (download) e pubblicazione dei dati del Monitoraggio Ambientale e dei documenti ad essi correlati.

All'interno del Piano di Monitoraggio Ambientale, il Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.) sarà implementato come un vero e proprio strumento di lavoro a supporto della fase attuativa del Monitoraggio e pertanto dovrà supportare i principali processi di recovery, conoscenza e comunicazione del dato.

Nella definizione del progetto del S.I.T. saranno assunti tra i requisiti di base le indicazioni fornite dalle citate "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi", redatte dalla Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale in rev.2 del 23/07/07.

#### 15.1.2 Architettura del sistema

Il SIM è una banca dati avente due interfacce:

- Interfaccia alfanumerica costruita ad hoc;
- Interfaccia geografica.

La base informativa georeferenziata e costituita dagli elementi caratteristici del progetto e delle diverse componenti ambientali, dal database delle misure, degli indicatori e delle schede di rilevamento. L'entità fondamentale è il sito/strumento di misura, presente sul DB alfanumerico con scheda monografica e scheda dei rilievi, e presente sul GIS per l'analisi spaziale dei dati.

I dati alfanumerici non sono altro che la caratterizzazione dei punti di rilievo e di tutte le misurazioni effettuate e validate dalle ditte specializzate; questi dati vengono archiviati in un database strutturato. Il database alfanumerico è in pratica una collezione di dati già validati, verificati ed elaborati, suddivisi per temi ambientali ed indicatori sintetici di stato d'ambiente; nel diagramma sottostante viene mostrata la struttura che definisce il flusso dei dati alfanumerici.

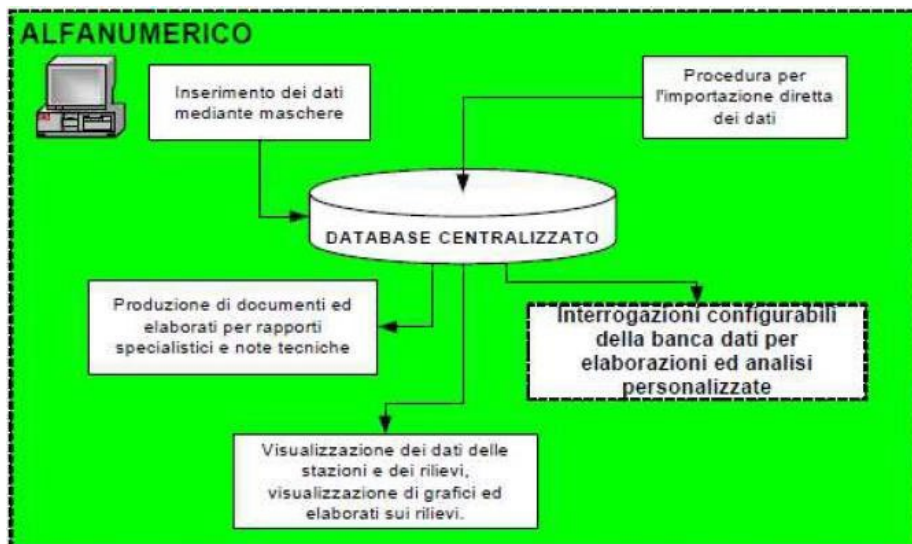


Figura 1 - SIM Interfaccia alfanumerica

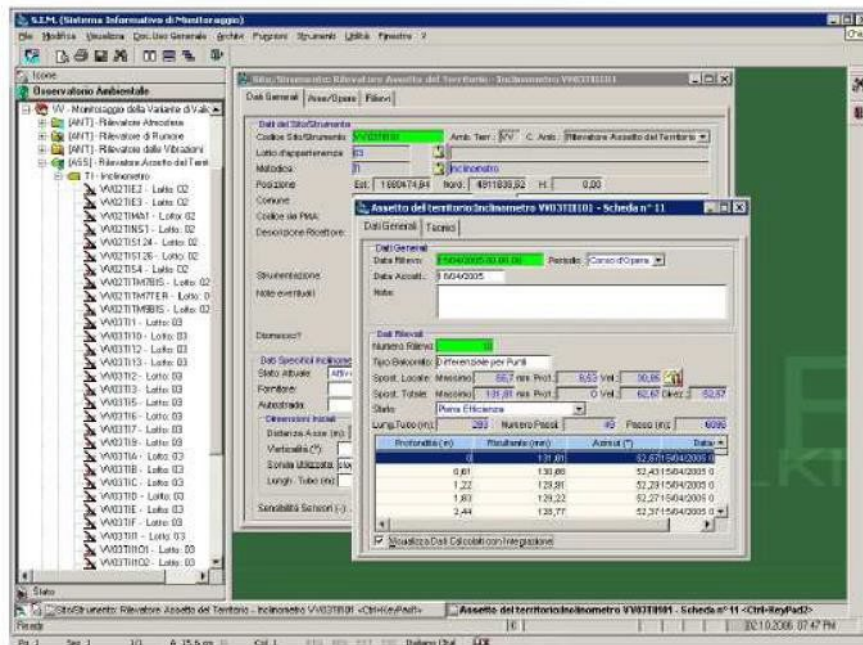


Figura 18 – SIM Interfaccia alfanumerica

Le tipologie di dati grafici e cartografici che interessano il sistema di monitoraggio sono le seguenti:

- tavole di progetto;
- cartografia geografica e tematica;
- dati territoriali, intesi come localizzazione dei punti di rilievo nel territorio.

Le tavole di progetto sono archiviate in file di tipo Autocad, mentre gli altri dati di tipo cartografico, quali cartografia geografica e tematica e dati territoriali, sono archiviati in un sistema GIS (Geographic Information System) che salva i propri dati in un database.

Con il GIS è possibile eseguire delle interrogazioni cartografiche e creare delle mappe tematiche; ad esempio, la visualizzazione di tutti i sensori di rumore che si trovano nell'intorno dell'opera progettata o del cantiere, e la stampa di tale carta geografica.

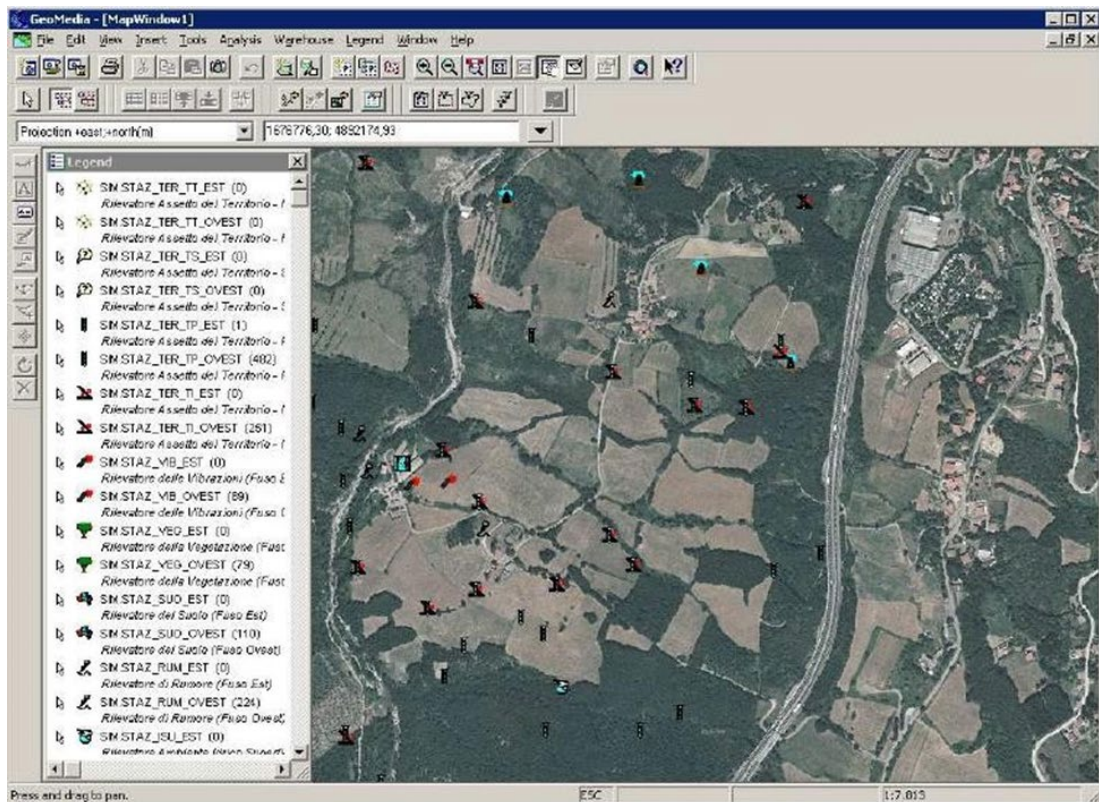


Figura 19 – SIM interfaccia geografica

I dati che confluiscono nel SIM possono essere raggruppati in due categorie principali:

- dati provenienti da strumentazione (formati Excel o XML);
- dati forniti da consulenti esterni (formati di interscambio Excel, Access o XML).

Il processo di importazione fa confluire questi dati in tabelle di appoggio, le quali permettono sia il controllo automatico che la validazione del dato da parte dei vari responsabili di componente; solo dati controllati e validati (con registro del processo di controllo e validazione) confluiscono nelle tabelle definitive del SIM.

## 15.2 Restituzione e memorizzazione dati

### 15.2.1 I rapporti di misura

I dati ottenuti attraverso il monitoraggio dovranno essere elaborati e caricati sulla piattaforma SIM. A tal fine saranno predisposte delle schede di rilievo contenenti la codifica (univoca) del rilievo oltre alle seguenti informazioni:

- codice rilievo,
- codice stazione,
- componente monitorata,
- data e ora di inizio e fine rilievo,
- metodo di rilevamento,
- nome/unità di misura/valore del parametro rilevato,
- dati stazionali significativi per il rilievo.

### 15.2.2 I rapporti di campagna

Al termine di ciascuna campagna di monitoraggio per ciascuna componente ambientale dovranno essere restituiti dei rapporti periodici.

Il rapporto descrive le attività svolte nel periodo di riferimento riportando i dati rilevati in corrispondenza delle singole stazioni e include le seguenti informazioni minime:

- premessa (componente, fase di monitoraggio, campagna di monitoraggio, ecc);
- riferimenti normativi e standard di qualità;
- protocollo di monitoraggio (obiettivi, stazioni, metodi, strumentazione, programma delle attività previste);
- attività eseguite (risultati, analisi ed interpretazione dati, confronto con attività già eseguite);
- attività da eseguire (quadro di sintesi);
- sintesi e conclusioni (considerazioni e valutazioni sullo stato della componente);
- previsione interazioni componente - progetto (considerazioni, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive);
- indirizzo per il monitoraggio ambientale (fasi ante opera, corso d'opera, post opera);
- aggiornamento SIM (stato avanzamento caricamento, verifica e validazione dati nel SIM);
- bibliografia;
- appendice 1 - Programma avanzamento attività;
- appendice 2 - Tabella riepilogativa componente-attività-rilievi;
- appendice 3 - Documentazione fotografica.

### 15.2.3 I rapporti annuali

Annualmente dovrà essere predisposto un report, che analizza e interpreta le singole componenti sulla base dei dati acquisiti nel periodo precedente all'emissione del rapporto stesso e ha carattere conclusivo per la fase di monitoraggio a cui si riferisce (ante, corso, post).

Prevede la caratterizzazione dello stato delle singole componenti tenendo conto dei dati acquisiti nelle fasi di monitoraggio precedenti.

Il rapporto, con riferimento a ciascuna componente, include le seguenti informazioni minime:

- introduzione (componente, fase di monitoraggio, periodo di riferimento, finalità);
- area di studio (descrizione);
- riferimenti normativi / standard di qualità;
- protocollo di monitoraggio (obiettivi, stazioni, metodi, strumentazione, programma delle attività eseguite);
- risultati e analisi (risultati, analisi ed interpretazione conclusive);
- analisi delle criticità (criticità in atto, superamenti soglie normate / standard di qualità);
- quadro interpretativo della componente (considerazioni e valutazioni conclusive sullo stato della componente per il periodo di riferimento);
- previsione interazioni componente - progetto (considerazioni conclusive per il periodo di riferimento, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive);
- indirizzo per le fasi/periodi di monitoraggio successivi;
- bibliografia;
- appendice 1 - programma avanzamento attività;
- appendice 2 - tabella riepilogativa componente-attività-rilievi;
- appendice 3 - grafici / tabelle dati;
- appendice 4 - documentazione fotografica".