



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

Nuova S.S.291 Lavori di costruzione del 1° lotto da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE

PROGETTISTI:

Dott. Ing. *ACHILLE DEVITOFRANCESCHI*
Ordine Ing. di Roma n. 19116

Dott. Ing. *ALESSANDRO MICHELI* Dott. Ing. *FULVIO MARIA SOCCODATO*
Ordine Ing. di Roma n. 19654 Ordine Ing. di Roma n. 18861

IL GEOLOGO

Dott. Geol. *STEFANO SERANGELI*
Ordine Geol. Lazio n. 659

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

Dott. Ing. *FULVIO MARIA SOCCODATO*
Ordine Ing. di Roma n. 18861

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. *FABIO QUONDAM*

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. *ANTONIO SCALAMANDRE'*

PROTOCOLLO

DATA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS

Dott. Ing. <i>Pier Giorgio D'Armini</i>	- Studio di traffico
Dott. Ing. <i>Elisa Luziatelli</i>	- Studio di traffico
Dott. Ing. <i>Gabriele Giovannini</i>	- Cartografia
Arch. <i>Barbara Banchini</i>	- Ambiente
Dott. Geol. <i>Giuseppe Cardillo</i>	- Ambiente
Dott. Geol. <i>Stefano Serangeli</i>	- Geologia
Dott. Ing. <i>Enrico Mittiga</i>	- Geotecnica
Dott. Ing. <i>Alessandro Mita</i>	- Idraulica
Dott. Ing. <i>Gianfranco Fusani</i>	- Strade
Dott. Ing. <i>Francesco Primieri</i>	- Strade
Dott. Ing. <i>Alessandro Piccarreta</i>	- Opere civili
Dott. Ing. <i>Francesca Bario</i>	- Opere civili
Geom. <i>Pietro Tomasiello</i>	- Opere civili
Geom. <i>Carmelo Zema</i>	- Espropri
Dott. Ing. <i>Pierluigi Fabbro</i>	- Interferenze
Dott. Ing. <i>Francesco Bezzi</i>	- Impianti
Geom. <i>Fabio Quondam</i>	- Comp., capitolati e sicurezza

RESPONSABILI DI SERVIZI INGEGNERIA

Dott. Ing. <i>Fulvio Maria Soccodato</i>	- Territorio
Dott. Ing. <i>Alessandro Micheli</i>	- Geotecnica e Impianti
Dott. Ing. <i>Achille Devitofranceschi</i>	- Opere Civili
Geom. <i>Fabio Quondam</i>	- Computi e capitolati
Dott. Geol. <i>Serena Majetta</i>	- Caratterizzazione ambientale

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Relazione

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	TOOM000MOARE01_C			
L O P L S C	D	1 4 0 1	T O O M O O O M O A R E 0 1	C	-
D					
C	INTEGRAZIONE PER PROCEDURE AUTORIZZATIVE	OTT. 2015	Arc.Banchini	Arch.letto	Ing.Soccodato
B	EMISSIONE PER PROCEDURE AUTORIZZATIVE	APR. 2015	Arc.Banchini	Arch.letto	Ing.Soccodato
A	-	-	-	-	-
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	4
2	L'OPERA DI PROGETTO	6
3	IL QUADRO INFORMATIVO ESISTENTE	7
4	ASPETTI METODOLOGICI DEL MONITORAGGIO	8
4.1	OBIETTIVI E FINALITÀ.....	8
4.2	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DI ESPLETAMENTO DELLE ATTIVITÀ.....	9
4.3	MODALITÀ DI ATTUAZIONE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	10
4.4	IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI	11
4.5	DESCRIZIONE DEL MONITORAGGIO.....	11
4.6	STRUTTURA ORGANIZZATIVA	11
5	MODALITÀ DI RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO	13
5.1	SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE.....	13
5.1.1	<i>Obiettivi generali del SIT</i>	13
5.1.2	<i>Requisiti del Sistema Informativo Territoriale</i>	14
5.1.3	<i>Architettura generale del Sistema Informativo Territoriale</i>	15
5.2	MODALITÀ DI ACQUISIZIONE ED ARCHIVIAZIONE DATI	18
5.2.1	<i>Acquisizione dati</i>	18
5.2.2	<i>Elaborazione dati in forma cartacea</i>	19
5.2.3	<i>Elaborazione dati in forma digitale</i>	19
5.3	MODALITÀ DI DIFFUSIONE E RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	21
5.3.1	<i>Diffusione dei dati del monitoraggio</i>	21
5.3.2	<i>Rapporti periodici</i>	21
6	PIANO DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	23
6.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	24
6.2	TIPOLOGIE DI MISURA.....	25
6.3	MONITORAGGIO STATO ANTE-OPERAM (AO).....	26
6.4	MONITORAGGIO IN FASE DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA (CO).....	27
6.5	MONITORAGGIO IN FASE DI ESERCIZIO DELL'OPERA (POST OPERAM-PO).....	27
6.6	PARAMETRI DA RILEVARE	28
6.7	INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	29
7	PIANO DI MONITORAGGIO ACQUE SUPERFICIALI	34
7.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	34
7.2	LOCALIZZAZIONE PUNTI DI MISURA.....	34

7.3	METODOLOGIA E PARAMETRI DI MISURA	36
7.4	MISURE DI PORTATA CORRENTOMETRICHE	36
7.5	PRELIEVO CAMPIONI PER ANALISI CHIMICO-FISICHE E BATTERIOLOGICHE DI LABORATORIO	37
7.6	ANALISI CHIMICO FISICHE	38
7.7	ANALISI BATTERIOLOGICHE.....	40
7.8	ANALISI BIOLOGICHE	40
7.9	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	40
7.10	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA.....	41
7.11	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO POST OPERAM.....	43
1.1.	RIEPILOGO DELLE INDAGINI PREVISTE	44
8	PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE RUMORE.....	46
8.1	PREMESSA	46
8.2	QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO	47
8.3	DEFINIZIONE DEGLI INDICATORI E DEI PARAMETRI DEL MONITORAGGIO	48
8.4	MODALITÀ DEL MONITORAGGIO ACUSTICO	50
8.5	PROGRAMMA DI MONITORAGGIO	51
9	PIANO DI MONITORAGGIO DELLE COMPONENTE VEGETAZIONE	54
9.1	NORMATIVA E LINEE GUIDA DI RIFERIMENTO	54
9.2	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO.....	54
9.3	CRITERI METODOLOGICI	54
9.3.1	<i>Identificazione dei fattori ambientali da monitorare</i>	<i>54</i>
9.3.2	<i>Identificazione delle aree di indagine in cui programmare il monitoraggio</i>	<i>56</i>
9.4	LE AREE DI ANALISI SONO ILLUSTRATE NEL SEGUENTE PROSPETTO:.....	56
9.4.1	<i>Modalità e tempistiche per l'esecuzione dei monitoraggi.....</i>	<i>57</i>
9.5	METODOLOGIA E PARAMETRI DI MISURA	57
9.5.1	<i>Attività di ante operam.....</i>	<i>57</i>
9.5.2	<i>Attività di post operam.....</i>	<i>59</i>
9.6	TEMPISTICA DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO.....	60
10	PIANO DI MONITORAGGIO DELLE COMPONENTE FAUNA	61
10.1	PREMESSA.....	61
10.2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	61
10.3	MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	62
10.3.1	<i>Finalità del monitoraggio in A.O.</i>	<i>62</i>
10.3.2	<i>Parametri da determinare in A.O.....</i>	<i>62</i>
10.3.3	<i>Frequenza delle operazioni di monitoraggio A.O.</i>	<i>62</i>

10.4	MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA.....	63
10.4.1	<i>Finalità del monitoraggio in CO</i>	63
10.4.2	<i>Frequenza delle operazioni di monitoraggio CO</i>	63
10.5	MONITORAGGIO POST OPERAM.....	64
10.5.1	<i>Finalità del monitoraggio PO</i>	64
10.5.2	<i>Parametri da determinare PO</i>	64
10.5.3	<i>Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO</i>	64
10.6	METODOLOGIE PER LE INDAGINI IN CAMPO	65
10.6.1	<i>Criteri di individuazione dei siti e dei punti da monitorare</i>	65
10.6.2	<i>Rilievi della componente faunistica</i>	66
10.6.3	<i>Analisi del popolamento avifaunistico</i>	67
10.6.4	<i>Analisi del popolamento dell'erpeto fauna</i>	67
10.7	PROGRAMMA DI MONITORAGGIO PER LA COMPONENTE FAUNA.....	68
10.7.1	<i>Definizione dei punti di monitoraggio</i>	68
10.8	ESTENSIONE E ARTICOLAZIONE DEL MONITORAGGIO	68
10.8.1	<i>Monitoraggio Ante Operam</i>	68
10.8.2	<i>Monitoraggio in Corso d'Opera</i>	69
10.8.3	<i>Monitoraggio in Post Operam</i>	69
10.8.4	<i>Frequenza delle operazioni di monitoraggio in Post Operam</i>	69
10.9	RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO	69
11	PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE SUOLO	70
11.1	PREMESSA	70
11.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	70
11.3	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE OGGETTO DI MONITORAGGIO	71
11.4	TIPOLOGIA DI INDAGINI	71
11.5	PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO.....	72
11.5.1	<i>Parametri pedologici</i>	73
11.5.2	<i>Parametri fisico-chimici</i>	74
11.5.3	<i>Parametri chimici</i>	75
11.6	ARTICOLAZIONE TEMPORALE E FREQUENZA DEGLI ACCERTAMENTI	76

1 PREMESSA

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), relativo al Progetto Definitivo della Nuova S.S.291 Lavori di costruzione del 1° lotto da Alghero ad Olmedo in località bivio cantoniera di Rudas, è stato sviluppato tenendo conto delle indicazioni contenute nelle "Linee guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D.Lgs. 12/04/06 n.163" (Rev. 2 del 23/07/07) e nelle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera (Capitolo 6.1)- Rev.1 del 16/06/2014, predisposte dalla Commissione Speciale di VIA del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (CSVIA).

A tale proposito, il PMA descritto nel presente documento definisce l'insieme dei controlli - attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo - di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere in progetto.

In particolare, la presente relazione riporta inizialmente la descrizione dell'opera stradale di progetto, per poi tracciare il quadro informativo esistente riguardo il contesto territoriale ed ambientale interessato dall'opera.

Successivamente, sono descritti gli obiettivi e l'articolazione temporale del PMA nelle tre distinte fasi di ante-operam, corso d'opera e post-operam, per poi individuare le componenti ambientali oggetto di indagine e definire la struttura organizzativa dedicata allo svolgimento ed alla gestione delle attività di monitoraggio.

Vengono quindi esplicitate le modalità di restituzione dei dati del monitoraggio, che saranno inseriti nell'ambito di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) appositamente creato, per quindi poter essere controllati, validati e divulgati agli Enti competenti.

Il presente documento prosegue quindi con la definizione delle diverse tipologie di indagine previste per ciascuna delle componenti ambientali considerate, con l'individuazione e l'ubicazione delle postazioni di misura in corrispondenza delle quali effettuare le rilevazioni, con la relativa frequenza.

La localizzazione delle postazioni di misura previste nell'ambito del piano di monitoraggio è riportata negli elaborato grafici Piano di Monitoraggio Ambientale: Planimetria con ubicazione dei punti di misura (T00MO00MOACT01_C).

2 L'OPERA DI PROGETTO

Il progetto oggetto del presente studio, si compone di un tratto strada che fa parte di un intervento più ampio costituito dal collegamento veloce "Sassari-Alghero-Aeroporto di Fertilia" e costituisce il completamento del tratto già realizzato tra Sassari e l'intersezione con la vecchia S.S. 291 della Nurra.

L'intervento in oggetto ha una estensione complessiva di circa 7+100 km ed è costituito dalle due seguenti tratte:

1. Tratto di circa 3,3 km di strada urbana di quartiere, tipologia E, compresa tra la S.S. 127 bis e la S.P.42. Tale asse stradale fa parte dell'itinerario più vasto afferente la CIRCONVALLAZIONE DI ALGHERO che si svilupperà tra l'innesto con la S.P.42 fino alla S.P.105 in direzione Villanova Monteleone. Di tale itinerario, il Comune di Alghero ha recentemente sviluppato il Progetto Definitivo del tratto compreso tra la S.S. 292 e la S.S. 127 bis assolvendo i relativi adempimenti approvativi, a cui il tratto oggetto del presente studio si correla.

In particolare il tratto oggetto del presente progetto si snoda attorno alla periferia dell'area urbana della città di Alghero, con andamento nord-sud, ed ha funzione di collettamento e smistamento veloce del traffico che gravita sull'intera area costiera. Tale tratta si attesta, a Nord, sulla rotatoria prevista in corrispondenza della S.P.42 facente parte del Progetto Esecutivo della Provincia di Sassari ("rotatoria sulla S.P.42 e variante di Calich in località Ungias Galantè"); procedendo verso Sud, la stessa tratta prevede un'uscita con una rotatoria sulla strada vicinale Ungias, in prossimità dell'abitato di Alghero, per terminare successivamente con una seconda rotatoria sulla S.S. 127 bis facente parte del Progetto Esecutivo della Circonvallazione di Alghero a cura del Comune.

2. Tratto del Lotto 1 della NUOVA S.S. 291 DELLA NURRA COLLEGAMENTO VELOCE TRA SASSARI-ALGHERO-AEROPORTO FERITILIA, lunghezza di circa 3.8 km, di categoria tipo B – strada extraurbana principale. Il Lotto si sviluppa dallo svincolo di Mamuntanas, già realizzato sulla "S.S. 291 della Nurra" fino all'intersezione con il tratto di circonvallazione di Alghero sopra richiamato.

3 IL QUADRO INFORMATIVO ESISTENTE

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale è stato redatto tenendo in considerazione il quadro informativo esistente; a tale proposito, si è provveduto all'acquisizione di tutti i dati disponibili, relativamente sia al contesto territoriale ed ambientale di intervento, sia al progetto dell'opera stradale.

A tale proposito, è stata considerata ed analizzata la seguente documentazione:

- Progetto della "Nuova s.s.291 - lavori di costruzione del 1° lotto da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas", del quale il presente PMA costituisce parte integrante;
- Studio di Impatto Ambientale della "Nuova s.s.291 - lavori di costruzione del 1° lotto da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas".

Nel dettaglio, per quanto riguarda il Progetto Definitivo in oggetto, si è fatto particolare riferimento agli elaborati relativi alle seguenti tematiche:

- ⇒ Cantierizzazione e gestione materie
- ⇒ Valutazione di Incidenza
- ⇒ Interventi di mitigazione ed inserimento ambientale e paesaggistico
- ⇒ Relazione Paesaggistica
- ⇒ Studio Acustico e Atmosferico

Relativamente allo Studio di Impatto Ambientale, sono stati soprattutto considerati i risultati della caratterizzazione dello stato attuale delle componenti ambientali, effettuata sulla base di rilievi diretti (come nel caso delle misurazioni fonometriche appositamente svolte per la componente "Rumore"), dei sopralluoghi nell'area di intervento eseguiti dai diversi specialisti che, ad esempio, hanno consentito di poter inquadrare l'area di intervento dal punto di vista "naturalistico" (fauna, flora, vegetazione ed ecosistemi), ecc.

4 ASPETTI METODOLOGICI DEL MONITORAGGIO

Nel presente capitolo vengono descritti gli obiettivi, le finalità, l'articolazione temporale, le componenti ambientali considerate e la struttura organizzativa previsti nell'ambito del presente Piano di Monitoraggio Ambientale.

4.1 Obiettivi e finalità

Vengono di seguito elencati gli obiettivi generali che intende perseguire il PMA di cui al presente progetto, così come indicati nelle Linee Guida della CSVIA precedentemente citate:

- Verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nell'ambito del presente progetto, per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'opera stradale in oggetto
- Correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale
- Garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali, nonché di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive
- Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione realizzate
- Fornire, alla Commissione Speciale VIA, gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio
- Effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti, oltre che delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nell'ambito del provvedimento di compatibilità ambientale

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

Una conoscenza approfondita del territorio attraversato dall'infrastruttura e l'identificazione dei ricettori ambientali più sensibili alle varie fasi di lavoro sono stati la base per l'impostazione

metodologica del Piano e, conseguentemente, per l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio e la definizione della frequenza e delle quantità delle campagne di misura.

Sulla base di quanto sopra riportato, la planimetria redatta a complemento della presente relazione consente di restituire in formato grafico i ricettori ambientali individuati.

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

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

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

Si ritiene infine opportuno evidenziare, come l'elenco sopra riportato non esaurisca le casistiche di motivazioni che possono indurre variazioni nel contenuto del Piano, ma sono solamente indicative della volontà di predisporre un documento di lavoro flessibile ed operativo.

4.2 Articolazione temporale di espletamento delle attività

Il Piano di Monitoraggio Ambientale si articola in tre fasi temporali di seguito illustrate.

□ **Monitoraggio Ante Operam**, da eseguire prima dell'avvio dei cantieri, i cui obiettivi sono quelli di seguito riportati:

- fornire una descrizione dello stato dell'ambiente prima dell'inizio delle attività di realizzazione dell'opera stradale di progetto;
- fungere da base per la previsione delle variazioni che potranno intervenire durante le fasi di costruzione, proponendo le eventuali contromisure;

- costituire il punto iniziale di riferimento al quale rapportare gli esiti delle campagne di misure in corso d'opera
- ❑ **Monitoraggio in Corso d'Opera**, da effettuare nella fase di realizzazione delle opere, i cui obiettivi sono quelli di seguito riportati:
 - documentare l'evolversi della situazione ambientale ante-operam, al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni ambientali sia coerente rispetto alle previsioni dello "Studio di Impatto Ambientale" di cui al presente progetto;
 - segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze ambientali, affinché sia possibile intervenire nei modi e nelle forme più opportune per evitare che si producano eventi irreversibili e gravemente compromissivi della qualità dell'ambiente;
 - garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali
- ❑ **Monitoraggio Post Operam**, da effettuare dopo l'entrata in esercizio delle opere, i cui obiettivi sono quelli di seguito riportati:
 - verificare gli obiettivi prefissi dalle opere di mitigazione ambientale e delle metodiche applicate;
 - stabilire i nuovi livelli dei parametri ambientali;
 - verificare le ricadute ambientali positive

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

4.3 Modalità di attuazione del monitoraggio ambientale

Vengono di seguito riportate le modalità di attuazione seguite nell'ambito della stesura del presente Piano di Monitoraggio Ambientale:

- ✓ esecuzione delle operazioni propedeutiche alle misure, attraverso lo svolgimento di sopralluoghi nei punti in corrispondenza dei quali installare le apparecchiature;

- ✓ scelta delle metodiche di rilievo, analisi ed elaborazione dati, che è stata differenziata in funzione delle diverse tipologie di rilievo, delle fasi di monitoraggio e dei siti interessati;
- ✓ individuazione della strumentazione di misura adeguata alla tipologia di indagini previste e conforme alle indicazioni normative;
- ✓ articolazione temporale delle attività e della frequenza, distinta per ciascun tipo di misura.

4.4 Identificazione delle componenti

Le componenti ambientali oggetto del presente PMA, che sono state individuate in considerazione delle caratteristiche dell'ambito territoriale di intervento e della tipologia dell'opera stradale di progetto, così come desunto dallo Studio di Impatto Ambientale e meglio dettagliato nei successivi, sono quelle che vengono di seguito elencate:

- ✓ COMPONENTE ATMOSFERA
- ✓ COMPONENTE RUMORE
- ✓ COMPONENTI NATURALISTICHE (vegetazione e fauna)
- ✓ COMPONENTE SUOLO
- ✓ ACQUE SUPERFICIALI

4.5 Descrizione del monitoraggio

Il monitoraggio, strutturato ed organizzato sulla base delle indicazioni progettuali dell'opera, in linea generale si compone di due tipologie distinte di attività:

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

Nel caso specifico il "Piano di Monitoraggio Ambientale" è caratterizzato da un monitoraggio di tipo "puntuale".

4.6 Struttura organizzativa

Nella seguente Tabella 4.6.1 è riportato (a titolo indicativo e non esaustivo) l'elenco delle figure professionali che dovranno essere impiegate per la corretta esecuzione delle attività di

monitoraggio ed il necessario coordinamento delle diverse fasi operative previste nell'ambito del presente PMA.

RUOLO	PROFESSIONALITA'
Responsabile del Gruppo di Lavoro	Laurea tecnica con esperienza in Project Management
Responsabile Ambientale	Laurea tecnica con esperienza in S.I.A. e gestione e coordinamento di lavori complessi
Responsabile Ambiente suolo	Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio - Agraria
Responsabile Atmosfera	Laurea tecnica - Abilitazione ed esperienza professionale in materia di impatto atmosferico
Responsabile Rumore	Laurea tecnica - Abilitazione ed esperienza professionale in materia di impatto acustico
Responsabile Vegetazione e Fauna	Laurea in Scienze naturali o biologiche - Agraria - Scienze Forestali e Ambientali, ecc.
Responsabile Ambiente Idrico	Laurea tecnica - Abilitazione ed esperienza professionale in materia ingegneria idraulica o ambientale
Consulente specialistico 1	Chimico
Consulente specialistico 3	Esperto in cartografia e georeferenziazione
Consulente specialistico 4	Esperto in Data Base e sistemi informativi
Supporto operativo (staff)	Varie
Segreteria	Varie

Tabella 1 – Composizione del Gruppo di Lavoro

5 MODALITÀ DI RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO

Le attività del monitoraggio ambientale producono una notevole quantità di dati – ciascuno dei quali è corredato dalle rispettive connotazioni spazio-temporali – che devono essere gestiti per il tempo significativamente esteso, pari a 40 mesi, che comprende la durata complessiva delle tre distinte fasi di ante-operam, corso d’opera e post-operam nelle quali è articolato il presente Piano di Monitoraggio Ambientale.

Pertanto, in considerazione della quantità dei dati da archiviare e dell’esigenza che gli stessi dovranno essere consultati ed eventualmente gestiti dagli Enti e dai soggetti competenti, nell’ambito del presente piano di monitoraggio si è reso necessario prevedere un Sistema Informativo Territoriale (SIT), che rappresenta lo strumento tecnologico ed informatico in grado di consentire la gestione e la restituzione dei dati rilevati nel corso delle attività di monitoraggio ambientale.

Nei successivi paragrafi vengono descritte le principali caratteristiche del Sistema Informativo Territoriale, nonché le modalità previste per l’acquisizione, l’archiviazione, la diffusione e la restituzione dei dati provenienti dalle diverse componenti ambientali monitorate nel tempo.

5.1 Sistema Informativo Territoriale

Il Sistema Informativo Territoriale (SIT) è inteso come l’insieme degli strumenti hardware e software, oltre che delle procedure di amministrazione ed utilizzo, che consentono di effettuare – tramite 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 esso correlati.

5.1.1 Obiettivi generali del SIT

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

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

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

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

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

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

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

5.1.2 Requisiti del Sistema Informativo Territoriale

II Sistema Informativo Territoriale è previsto allo scopo di soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- facilità di utilizzo anche da parte di utenti non esperti;
- modularità e trasportabilità;
- manutenibilità ed espandibilità;

- compatibilità con i principali pacchetti software in uso presso MATTM ed ISPRA;
- gestione integrata di dati cartografici e alfanumerici;
- possibilità di analisi spaziale e temporale dei dati

5.1.3 Architettura generale del Sistema Informativo Territoriale

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

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

La struttura della banca dati che sarà a tal fine realizzata e che di volta in volta verrà implementata in seguito all'avanzamento del monitoraggio stesso, risponde alle seguenti necessità:

- Facilità di archiviazione delle informazioni;
- possibilità di trovare facilmente determinate informazioni;
- possibilità di differenziare le informazioni sulla base della fase di monitoraggio (AO - CO - PO) e del periodo a cui si riferiscono;
- possibilità di visualizzare in breve tempo gli elaborati che descrivono l'andamento dei diversi parametri di monitoraggio nello spazio e nel tempo;
- la possibilità di trasmettere i dati.

I dati di partenza del sistema informativo realizzato sono costituiti dai valori registrati dalle apparecchiature di misura nelle diverse fasi del monitoraggio. Tali dati una volta elaborati ed opportunamente analizzati vengono di volta in volta presentati in specifici elaborati sia cartografici che di report in cui sono descritti e sintetizzati i risultati del monitoraggio.

Per mettere in relazione gli elaborati finali del monitoraggio con i singoli punti di monitoraggio cui si riferiscono il sistema consentirà di :

- centralizzare il luogo di archiviazione delle informazioni;
- assicurare la protezione e la salvaguardia delle informazioni;

- rendere disponibili e fruibili in tempo reale le informazioni, durante tutto il periodo del monitoraggio;
- rendere le informazioni disponibili di facile fruizione;
- garantire la ufficialità delle informazioni disponibili.

La banca dati realizzata risponderà a tali requisiti e permetterà di effettuare diverse selezioni o interrogazioni, sia sui dati pregressi che sulle ultime informazioni inserite, rendendo possibile, all'occorrenza il prelievo parziale o totale dei dati per ogni tematica ambientale.

Le informazioni sono state articolate in base a:

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

I dati saranno organizzati in modo da risultare completamente compatibili con la struttura logica e fisica del DataBase standard ANAS; in particolare, i dati verranno trasmessi ad ANAS, oltre che nell'usuale reportistica, anche in un file MS Access Strutturato secondo lo standard fornito da ANAS.

Il sistema informativo prodotto permetterà di interrogare una mappa georeferenziata con l'ubicazione dei punti di monitoraggio per ciascuna componente ambientale, che sarà elaborata mediante software con funzionalità GIS.

L'intera area di progetto sarà rappresentata mediante layout in cui il tracciato stradale, le aree di cantiere ed i punti di monitoraggio sono evidenziati su base tipo ortofoto.

Per ogni punti di monitoraggio evidenziato sul layout con un particolare simbolo associato alla componente ambientale sarà creata una relazione con la banca dati in cui saranno organizzati tutti i risultati del monitoraggio sia per la fase Ante-Operam che per la fase di Costruzione.

Da ciascun punto visualizzato sul layout sarà possibile effettuare l'interrogazione dello stesso che sostanzialmente, avviene mediante l'apertura di una scheda collegata al punto e che funziona da menù, perché permette direttamente di aprire e consultare i risultati del monitoraggio che si vogliono visualizzare (Schede – Relazioni di report – Cartografie – Documentazione Fotografica – Rapporti di misura ed altri output di sistemi di analisi).

I punti di monitoraggio saranno forniti anche tre file Shape georeferenziati, suddivisi per tipologia (puntuali, lineari, areali) e datati degli attributi descrittivi necessari alla loro univoca riconoscibilità ed alla relazione con la struttura del database mdb ANAS).

La definizione delle diverse componenti del progetto, architettura dell'infrastruttura, dati, metadati, ecc., è conforme agli standard definiti nell'ambito del Sistema Cartografico di Riferimento e della rete SINAnet, garantendo una piena interoperabilità e la pubblicazione dei risultati nell'ambito del Portale Cartografico Nazionale.

Il suddetto Sistema garantisce la perfetta compatibilità sia con gli standard attualmente in uso presso il Portale Cartografico Nazionale, sia con la Suite di prodotti Software che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha realizzato per l'utilizzo e l'installazione nei Centri Federati e che, pertanto, potranno essere forniti dal medesimo Ministero per l'implementazione del Sistema Informativo del MATTM. La compatibilità di Sistema dovrà essere garantita sia a livello hardware che a livello software, nonché nelle metodologie di accesso e gestione, rispetto al Portale Cartografico Nazionale.

A questo riguardo, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha infatti predisposto una suite di prodotti per la archiviazione degli strati informativi e dei relativi dati associati, finalizzati alla pubblicazione su web, che potranno essere richiesti allo stesso per l'integrazione con il Sistema Informativo Territoriale in sviluppo.

La base informativa georeferenziata è costituita dagli elementi caratteristici del progetto e delle diverse componenti ambientali, oltre che dal database delle misure e degli indicatori, delle schede di rilevamento, delle analisi e dei riferimenti normativi e progettuali.

Tutti i dati georeferenziati dovranno essere associati ad opportuni file di strato vettoriale per la localizzazione geografica, con suddivisione a livello di limiti amministrativi fino almeno a livello comunale.

La georeferenziazione dei dati deve essere effettuata in sistema WGS-84 (World Geodetic System 1984), avendo altresì provveduto alla implementazione di algoritmi di conversione, al fine di tener conto dei diversi Sistemi di Coordinate utilizzati storicamente in cartografia.

Per quanto riguarda il tipo di proiezione, deve essere adottata la proiezione cilindrica traversa di Gauss, nella versione UTM (Universal Transverse Mercator). Anche tutte le cartografie prodotte, sia in formato vettoriale sia in formato raster, dovranno essere rappresentate secondo il sistema

WGS84/UTM che, grazie alla corrispondenza delle relative reti, è perfettamente relazionato col sistema nazionale, in vigore nel passato ed ancora in uso.

Al fine di operare la conversione di file vettoriali da un sistema di riferimento all'altro (datum ROMA40|ED50|WGS84 - fuso 32|33|O|E - coordinate piane/geografiche), è possibile richiedere al MATTM la consegna di apposito software.

L'Italia è interessata da due fusi, vale a dire il 32 ed il 33; in particolare, la Sardegna ove è localizzato l'intervento in progetto, ricade nel fuso 32.

Il sistema deve aderire agli standard definiti nell'ambito della rete SINAnet e del Portale Cartografico Nazionale, nonché delle specifiche in corso di elaborazione a livello di Commissione Europea nell'ambito del progetto INSPIRE.

Si evidenzia, inoltre, che il progetto del Sistema Informativo Territoriale dovrà contenere i dettagli relativi sia alle specifiche dei metadati che di tutto il SIT stesso, con i suoi moduli dedicati alla gestione, visualizzazione ed analisi dei dati della base informativa, di gestione, di accesso e di elaborazione dei dati della base informativa, compresi eventuali modelli previsionali specifici per le varie problematiche ambientali, rese disponibili all'utente in un unico ambiente di accesso ai dati ed alle funzioni del sistema, attraverso un'apposita interfaccia grafica con strumenti comuni di interrogazione, presentazione e visualizzazione interattiva della banca dati sia in forma alfanumerica che grafica, conformi a quanto sopra indicato.

I dati saranno condivisi via Web con le varie reti ambientali presenti sul territorio, con la rete SINAnet e con il MATTM, attraverso criteri di interoperabilità con il Portale Cartografico Nazionale; inoltre, sempre via Web, delle opportune elaborazioni dei dati rilevati dovranno essere rese disponibili al pubblico per informazione.

5.2 Modalità di acquisizione ed archiviazione dati

Nei successivi paragrafi vengono descritte le modalità di acquisizione ed archiviazione dei dati che verranno rilevati nel corso delle attività di monitoraggio ambientale.

5.2.1 Acquisizione dati

I dati relativi alle diverse componenti ambientali saranno rilevati attraverso la compilazione di schede di rilievo appositamente redatte.

Tali schede, che sono in formato check-list per semplificare il compito del tecnico di rilievo, si interfacciano direttamente con i più comuni format di maschere data-base dei sistemi di acquisizione informatizzati.

Nelle schede compilate verranno riportati sia tutti i parametri necessari per la componente d'interesse, sia la restituzione fotografica e cartografica della campagna di misura per una corretta documentazione espositiva.

I dati rilevati saranno disponibili sia su documenti cartacei (schede archiviate in minuta ed originale), da trasmettere su richiesta agli enti interessati, sia su archivi informatici. Attraverso questi ultimi, sarà possibile seguire nel dettaglio l'evoluzione del quadro ambientale e, quindi, poter realizzare un sistema per la distribuzione dell'informazione ai vari enti pubblici.

5.2.2 Elaborazione dati in forma cartacea

Per l'acquisizione e la restituzione delle informazioni, saranno predisposte specifiche schede di rilevamento, contenenti elementi relativi al contesto territoriale (caratteristiche morfologiche, distribuzione dell'edificato, sua tipologia, ecc.), alle condizioni al contorno (situazione meteorologica, infrastrutture di trasporto e relative caratteristiche di traffico, impianti industriali, attività artigianali, ecc.), all'esatta localizzazione del punto di rilevamento, oltre al dettaglio dei valori numerici delle grandezze oggetto di misurazione ed alle annotazioni di fenomeni singolari che si ritengono non sufficientemente rappresentativi di una condizione media o tipica dell'ambiente in indagine.

Nelle diverse fasi del monitoraggio, per ciascuna delle componenti ambientali considerate, saranno redatte delle planimetrie, nelle quali verranno indicate le opere, le infrastrutture, la viabilità ed i punti di monitoraggio. Tali planimetrie dovranno essere integrate e modificate sulla base degli eventuali cambiamenti che il PMA dovesse subire nel corso della costruzione dell'opera.

5.2.3 Elaborazione dati in forma digitale

Tutti i dati saranno organizzati e predisposti per un loro immediato inserimento in un Sistema Informativo (banca dati), tenendo in considerazione le seguenti necessità:

- ✓ la facilità di archiviazione delle informazioni;
- ✓ la possibilità di ricercare determinate informazioni;
- ✓ la possibilità di costruire grafici per visualizzare l'andamento dei diversi parametri nello spazio e nel tempo;
- ✓ la possibilità di trasmettere i dati

Le informazioni consisteranno essenzialmente in dati e valori registrati dalle apparecchiature di misura e, quindi, nelle successive elaborazioni ed analisi.

In particolare, l'organizzazione di dette informazioni prevede le seguenti esigenze:

- centralizzare il luogo di archiviazione delle informazioni;
- assicurare la protezione e la salvaguardia delle informazioni;
- rendere disponibili e fruibili in tempo reale le informazioni, durante tutto il periodo del monitoraggio;
- garantire l'ufficialità delle informazioni disponibili

La soluzione prevista consiste nella realizzazione di un database che consentirà di effettuare diverse selezioni o interrogazioni, sia sui dati pregressi che sulle ultime informazioni inserite nella banca-dati. Sarà possibile prelevare tutto o parte dei dati in formato tabellare, che potranno poi essere manipolati tramite strumenti standard di tipo foglio elettronico o di tipo data-base. Per ogni tematica ambientale, sarà disponibile l'elenco dei siti e punti di monitoraggio, man mano che verranno definiti durante le fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam.

I dati gestiti comprenderanno, oltre ai risultati delle elaborazioni delle misure, tutte le informazioni raccolte nelle aree d'indagine o sui singoli punti del monitoraggio, integrate, quando opportuno, da allegati riportanti gli elaborati grafici, la documentazione fotografica, stralci planimetrici, output di sistemi di analisi (rapporti di misura, grafici, ecc.)

Le informazioni saranno articolate in base a:

- ai punti di monitoraggio;
- alla fase di monitoraggio (ante-operam, corso d'opera e post-operam);
- alla componente oggetto di monitoraggio

I dati verranno strutturati mediante un'organizzazione di archivi, distinti in funzione:

- della fase di monitoraggio;
- delle aree territoriali oggetto d'indagine;
- delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio

5.3 Modalità di diffusione e restituzione dei dati del monitoraggio ambientale

Le modalità previste per la diffusione e l'impiego dei dati che verranno rilevati nell'ambito delle attività di monitoraggio ambientale sono descritte nei successivi paragrafi.

5.3.1 Diffusione dei dati del monitoraggio

Lo scopo dell'attività di monitoraggio è quello di fornire efficaci indicazioni non solo al gestore del cantiere ma anche alle istituzioni competenti. A questo fine, tutti i dati derivanti dal monitoraggio saranno resi disponibili e trasferiti all'ARPAL Regione Liguria, alla Provincia (Savona) ed ai Comuni (Savona e Albissola Marina) competenti per territorio, ai fini della loro eventuale integrazione nei sistemi informativi ambientali da essi gestiti.

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

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

5.3.2 Rapporti periodici

Nelle diverse fasi del monitoraggio, per ogni componente ambientale monitorata, verranno prodotti rapporti periodici per i vari punti di misura dopo ogni campagna di monitoraggio. Tali rapporti, oltre ai valori numerici dei diversi parametri misurati, conterranno una descrizione sintetica dello stato della componente monitorata, delle sorgenti di inquinamento eventualmente presenti nella fase di attività in esame, nonché la descrizione delle attività di cantiere svolte e/o in corso.

Nell'ambito dei suddetti rapporti, sarà inoltre riportato il confronto tra le misure rilevate ed i valori di norma e, di conseguenza, verranno evidenziati gli eventuali superamenti dei limiti normativi dei parametri rilevati e le misure correttive che si fosse reso necessario porre in essere.

In particolare, per ciascuna delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio verrà redatta la seguente documentazione:

- Schede di misura, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati in tutte le fasi del monitoraggio ambientale
- Relazione di fase per l'ante-operam, nell'ambito della quale saranno illustrati i risultati delle rilevazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato iniziale delle diverse componenti ambientali prima dell'avvio delle attività di cantiere
- Relazioni annuali per il corso d'opera, in ciascuna delle quali verrà riportata una sintesi dei risultati dei rilievi eseguiti per ciascuno dei due anni solari nei quali si prevede di eseguire l'opera stradale di cui al presente progetto; inoltre, saranno descritte le attività svolte per la realizzazione delle opere ed evidenziate le variazioni indotte dalle attività di cantiere sull'ambiente circostante e le eventuali opere di mitigazione predisposte
- Relazione di fase per il post-operam, nella quale sarà descritto lo stato ambientale indotto a seguito della realizzazione dell'opera di progetto per ciascuna delle componenti considerate; inoltre, verrà verificata l'efficacia degli interventi di mitigazione realizzati e, ove presenti, saranno individuate le eventuali situazioni critiche "residue", per ciascuna delle quali si provvederà a valutare la necessità di prevedere interventi integrativi per risolvere le suddette criticità
- Schede di misura, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati in tutte le fasi del monitoraggio ambientale

6 PIANO DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Lo studio della componente Atmosfera, sviluppato nel SIA, non ha evidenziato impatti particolarmente significativi nella fase di esercizio dell'opera, mentre gli impatti in fase di cantiere, comunque limitati nel tempo, qualora significativi possono essere mitigati mediante le soluzioni riportate nello studio stesso. Ciononostante, anche alla luce delle semplificazioni insite nella schematizzazione previsionale, a titolo cautelativo si è previsto un piano di Monitoraggio Atmosferico.

Le attività di monitoraggio relative alla componente atmosfera sono finalizzate a determinare, in conseguenza della costruzione dell'infrastruttura, le eventuali variazioni dello stato di qualità dell'aria per il sito in esame. Pertanto l'estensione temporale del piano di monitoraggio riguarda il controllo e la verifica delle fasi ante operam e di corso d'opera.

L'obiettivo del monitoraggio atmosferico è quello di valutare la qualità dell'aria, verificando gli eventuali incrementi nel livello di concentrazione degli inquinanti e le eventuali conseguenze sull'ambiente.

Il rilievo dei dati di monitoraggio è previsto prioritariamente mediante campagne di misura appositamente predisposte, integrando i dati eventualmente disponibili presso gli enti che gestiscono reti di monitoraggio esistenti.

I potenziali impatti sulla componente atmosfera durante la fase di costruzione sono sostanzialmente riconducibili a:

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

Il monitoraggio in fase di costruzione è finalizzato a determinare la riduzione della qualità dell'aria per effetto delle suddette attività. Esso si basa sulla metodologia classica della campagna di monitoraggio e consiste nella raccolta di dati relativi alla concentrazione delle polveri sospese o aerodisperse, con particolare attenzione alla frazione respirabile PM10 ed al PM2,5. Solo nel caso in cui si abbia un rilevante numero di viaggi giorno e per prolungati periodi di tempo può essere necessario misurare anche la concentrazione dei principali inquinanti emessi dai mezzi di trasporto dei materiali sulle piste di cantiere e sulla viabilità ordinaria (NOx, CO, Benzene).

Il monitoraggio della qualità dell'aria dunque di norma comprende i seguenti elementi:

- ✓ raccolta dei dati meteorologici locali;
- ✓ monitoraggio dei livelli di concentrazione degli inquinanti emessi durante la fase di costruzione (in particolare PM10 e PM2,5), in prossimità di ricettori critici posti lungo l'infrastruttura in costruzione, presso i cantieri operativi o in prossimità della viabilità utilizzata per il trasporto dei materiali necessari alla costruzione dell'infrastruttura;
- ✓ monitoraggio dei livelli di concentrazione degli inquinanti prodotti dai motori dei veicoli in transito sulla strada (NOx, PM10, PM2,5, CO, Benzene).

6.1 Riferimenti normativi

I principali riferimenti legislativi da considerare per il monitoraggio della componente atmosfera sono i seguenti:

- ✓ DLgs 21 maggio 2004, n. 183 Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria
- ✓ DM 1 ottobre 2002, n. 261 "Direttive tecniche per la valutazione della qualità dell'aria ambiente - elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del DLgs 351/1999"
- ✓ DM 60/2002 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio"
- ✓ DM 25 agosto 2000 "Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1998, n. 203"
- ✓ DLgs 351/99 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente"
- ✓ DPR 203/1988 (parzialmente abrogato dal DL 351 del 4-08-1999) "Emissioni in atmosfera"
- ✓ D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.;
- ✓ D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.

I campionamenti devono essere eseguiti secondo i metodi di riferimento indicati nel Dlgs 155/2010 per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Per la stesura del Piano di Monitoraggio si è infine fatto riferimento alle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione

di Impatto Ambientale” redatte da ISPRA e Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

6.2 Tipologie di misura

Misure Tipo A

Le misure Tipo A (ATM_A) saranno eseguite con laboratori mobili strumentati in grado di rilevare in automatico i parametri richiesti.

I parametri che verranno monitorati attraverso la strumentazione installata sul laboratorio mobile sono riportati nella seguente tabella, nella quale, per ogni inquinante, viene indicato il tempo di campionamento, l’unità di misura e le eventuali elaborazioni statistiche particolari da effettuare sui dati.

Tabella 1: Parametri di monitoraggio per misure di tipo ATMO

Parametro	Campion.	Unità di misura	Elaborazioni statistiche	Campionamento e determinazione
CO	1h	mg/m ³	Media su 8 ore / Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
NO _x	1h	µg/m ³	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
PTS	24 h	µg/m ³	Media su 24 h	Gravimetrico (skypost o sim.)
PM ₁₀	24 h	µg/m ³	Media su 24 h	Gravimetrico (skypost o sim.)
PM _{2,5}	1 h	µg/m ³	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
SO ₂	1 h	µg/m ³	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
O ₃	1 h	µg/m ³	Media su 1 h	Automatico (mezzo mobile)
Benzene	1 h	µg/m ³	Media su 1 h ovvero media settimanale	Automatico (mezzo mobile)

Da quanto sopra si evince che i parametri CO, PM_{2,5}, NO_x, NO, NO₂, SO₂ e Benzene verranno rilevati in continuo con apposito laboratorio e restituiti come valore medio orario (o come media su 8 ore laddove richiesto dalla normativa); il parametro PTS e il PM₁₀ verrà acquisito mediante campionamento gravimetrico su filtro e restituito come valore medio giornaliero.

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

Tabella 2: parametri meteorologici di monitoraggio

Parametro	Unità di misura
Direzione del vento	gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s
Temperatura aria	°C
Radiazione solare	W/m ²
Umidità relativa	%
Pressione aria	KPa

Misure tipo B (polveri)

La misurazione di tipo ATM_B si riferisce al monitoraggio del solo materiale particellare e prevede il rilevamento contemporaneo dei seguenti parametri: PTS e PM₁₀.

Per l'esecuzione dei campionamenti delle PTS e delle PM₁₀ si farà uso di campionatori sequenziali semiautomatici gravimetrici.

6.3 Monitoraggio stato ante-operam (AO)

Il monitoraggio della fase ante-operam ha inizio e si conclude prima dell'avvio delle attività interferenti con il territorio e con l'ambiente, ossia prima dell'insediamento dei cantieri e dell'inizio dei lavori.

Questa parte del Monitoraggio è tesa a definire lo stato fisico dei luoghi, le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico, esistenti prima dell'avvio delle azioni finalizzate alla realizzazione dell'opera.

La base dati così costituita descrive lo scenario cosiddetto "di bianco", rispetto alla quale effettuare la valutazione comparata con i controlli effettuati nelle successive fasi del Monitoraggio, atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera ed a verificarne la sostenibilità ambientale.

Il Piano di Monitoraggio, in relazione alle caratteristiche dell'opera in oggetto e del sito interessato, ritiene sufficiente per la fase ante-operam un campagna di misure di Tipo A della durata di 2 settimane ed una di misure di Tipo B della durata di 7 gg a seconda dei punti di misura.

6.4 Monitoraggio in fase di realizzazione dell'opera (CO)

Il monitoraggio in corso d'opera comprende il periodo di realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti.

Questa fase è quella che presenta la maggiore variabilità, poiché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori e perché può venire influenzata dalle eventuali modifiche nella localizzazione ed organizzazione dei cantieri apportate dalle imprese aggiudicatarie dei lavori.

Il monitoraggio in Corso d'Opera, ha lo scopo di consentire il controllo dell'evoluzione degli indicatori di qualità dell'aria e degli indicatori meteorologici influenzati dalle attività di cantiere e dalla movimentazione dei materiali. La durata della fase di CO è pari a 30 mesi, corrispondenti alla durata al momento prevista per la cantierizzazione dell'intervento.

Nel caso specifico, si propone di effettuare campagne di durata 7 gg con frequenza trimestrale (Misure Tipo B).

In questa fase i dati raccolti hanno lo scopo di verificare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte direttamente o indirettamente dalla realizzazione dell'opera, identificando le eventuali criticità ambientali che richiedono di adeguare la conduzione dei lavori o che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio.

Inoltre con tali modalità diventa possibile verificare l'efficacia degli eventuali interventi di mitigazione e gli accorgimenti previsti dallo Studio Atmosferico.

6.5 Monitoraggio in fase di esercizio dell'opera (Post Operam-PO)

Il monitoraggio post-operam riguarda la fase di avvio in esercizio dell'opera.

Alla luce delle analisi effettuate, non emerge in fase di esercizio dell'opera alcun potenziale impatto in termini di inquinamento atmosferico. Tuttavia, dato il contesto prettamente periurbano in cui si snoda parte del tracciato, si prevede a scopo cautelativo una campagna di monitoraggio.

In tale fase il monitoraggio dell'atmosfera, previsto con riferimento agli standard di qualità e ai valori limite previsti dalla normativa in vigore, assicura il controllo dei livelli di concentrazione nelle aree e nei punti ricettori soggetti a maggiore impatto, individuati dal SIA e dal modello di

dispersione. Il piano di monitoraggio deve assicurare il controllo degli indicatori per i tempi di media previsti dalla normativa per i diversi inquinanti. Deve, inoltre essere approfondito il controllo dei suddetti indicatori nelle aree e sui punti ricettori per i quali, in base al SIA, sono previsti valori critici.

Il Piano di Monitoraggio, in relazione alle caratteristiche dell'opera in oggetto e del sito interessato, ritiene sufficiente per la fase post-operam una unica campagna di misure di Tipo A della durata di 2 settimane.

6.6 Parametri da rilevare

I parametri da rilevare durante il piano di monitoraggio sono riferibili a:

A) polveri aerodisperse:

- PTS
- PM10
- PM2,5

B) emissioni da traffico veicolare:

- NOx
- CO
- Benzene
- NO2
- SO2
- O3
- Metalli pesanti

C) parametri meteorologici:

- T temperatura media dell'aria °C
- DV direzione del vento in °
- VV velocità media vento in m/s
- UR umidità relativa aria in %
- PP entità precipitazioni in mm
- PA pressione atmosferica in Pascal

In particolare si propone il seguente schema di Monitoraggio.

Tabella 3 – Parametri monitorati nelle diverse fasi

Tipo	Parametri da monitorare	Numero di campagne		
		AO	CO	PO
ATM_A	PTS, PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO, NO _x , NO ₂ , CO, SO ₂ , O ₃ , Metalli pesanti, Benzene, Meteo	1 campagna da 14 giorni		1 campagna da 14 giorni
		AO	CO	PO
ATM_B	PTS, PM ₁₀	1 campagna da 7 giorni	Campagne da 7 giorni a cadenza trimestrale	

6.7 Individuazione degli ambiti e dei punti di monitoraggio

Un limite comune ai monitoraggi della qualità dell'aria è dovuto alla necessità di estendere su ampie porzioni di territorio le informazioni ottenute da singole postazioni o da specifiche campagne di monitoraggio. Per superare questo limite, occorre scegliere con cura i siti in cui collocare le stazioni di misura.

Nella *fase ante operam* devono essere rilevati i dati da utilizzare per la caratterizzazione dell'ambiente, che devono costituire il termine di confronto con i valori rilevati nelle campagne effettuate durante la fase di costruzione e di esercizio, in modo da poterne valutare gli impatti.

I dati ante operam devono essere acquisiti in aree rappresentative, prima dell'avvio dei lavori di costruzione; le successive verifiche, nelle stesse aree e nei momenti ritenuti di maggior criticità, dovrebbero consentire di quantificare gli impatti dovuti alle attività di costruzione e dai flussi di traffico nella fase di esercizio delle infrastrutture stradali.

Le sorgenti di inquinamento atmosferico dovute alla *fase di costruzione* sono riconducibili in via prioritaria alle seguenti tipologie:

- ✓ cantieri operativi;
- ✓ fronte di avanzamento dei lavori;
- ✓ piste e viabilità di cantiere.

Le sorgenti di inquinamento atmosferico dovute alla fase di esercizio delle infrastrutture stradali sono rappresentate dalle emissioni dei veicoli in transito sull'infrastruttura stessa.

In base ai risultati dello studio di impatto ambientale e del progetto, sono stati individuati 4 punti di monitoraggio della qualità dell'aria di tipo A con l'uso di mezzo mobile, nei pressi dei gruppi di ricettori residenziali ritenuti principali marcatori del cambiamento della qualità dell'aria che si potrà avere conseguentemente all'apertura dell'infrastruttura viaria. Per questo si effettuerà rilievi ATM di tipo A in AO e PO, affinché si abbia un confronto diretto utile ad una valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria. Per il monitoraggio della qualità in prossimità delle attività di cantiere è stato previsto un monitoraggio di tipo B al fine di valutare gli effetti dell'inquinamento atmosferico.

Per ogni ambito, la stazione di monitoraggio sarà posizionata in corrispondenza del ricettore più prossimo alle aree di intervento e/o ai cantieri operativi.

Le centraline mobili dovranno essere in grado di raccogliere i dati in modo continuativo per tutta la durata dei vari periodi di rilievo.

Di seguito si riporta una tabella con indicati i punti di misura, l'ubicazione, durata e strumentazione del monitoraggio nelle varie fasi AO-CO-PO.

La localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nella planimetria T00MO00MOAPL01_C.

Ante operam

Codice punto	Ubicazione	Frequenza	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE
ATM_A01	Compl.Resid. Il Carmine Via Simon Mossa	1 volta	14 giorni	Prima inizio lavori	LABORATORIO MOBILE
ATM_B04	Compl.Resid. Il Carmine Via Simon Mossa	1 volta	7 giorni	Prima inizio lavori	CAMPIONATORI GRAVIMETRICI
ATM_A02	Prossimità Rotatoria n°2	1 volta	14 giorni	Prima inizio lavori	LABORATORIO MOBILE
ATM_B01	Prossimità Rotatoria n°2	1 volta	7 giorni	Prima inizio lavori	CAMPIONATORI GRAVIMETRICI
ATM_A03	Abitato sparso sotto Monte S.Agnese	1 volta	14 giorni	Prima inizio lavori	LABORATORIO MOBILE
ATM_A04	Svincolo	1 volta	14 giorni	Prima inizio lavori	LABORATORIO MOBILE
ATM_B02	Svincolo	1 volta	7 giorni	Prima inizio lavori	CAMPIONATORI GRAVIMETRICI
ATM_A05	Ramo di Innesto su SP42	1 volta	14 giorni	Prima inizio lavori	LABORATORIO MOBILE
ATM_A06	Presso Viadotto Riu Calvia 1	1 volta	14 giorni	Prima inizio lavori	LABORATORIO MOBILE
ATM_B03	Abitato sparso Loc.Punta Moro	1 volta	7 giorni	Prima inizio lavori	CAMPIONATORI GRAVIMETRICI

In totale, per l'ante-operam, si eseguiranno 6 campagne da 14 gg (tipo A) e 4 campagne da 7 gg (Tipo B)

Corso operam

Codice punto	Ubicazione	Frequenza	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE
ATM_B04	Compl.Resid. Il Carmine Via Simon Mossa	trimestrale	7 giorni	30 mesi	CAMPIONATORI GRAVIMETRICI
ATM_B01	Prossimità Rotatoria n°2	trimestrale	7 giorni	30 mesi	CAMPIONATORI GRAVIMETRICI
ATM_B02	Svincolo	trimestrale	7 giorni	30 mesi	CAMPIONATORI GRAVIMETRICI
ATM_B03	Abitato sparso Loc.Punta Moro	trimestrale	7 giorni	30 mesi	CAMPIONATORI GRAVIMETRICI

In totale, nel corso operam si eseguiranno 10 campagne da 7 gg (tipo B)

Post operam

Codice punto	Ubicazione	Frequenza	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE
ATM_A01	Compl.Resid. Il Carmine Via Simon Mossa	1 volta	14 giorni	Prima inizio lavori	LABORATORIO MOBILE
ATM_A02	Prossimità Rotatoria n°2	1 volta	14 giorni	Prima inizio lavori	LABORATORIO MOBILE
ATM_A03	Abitato sparso sotto Monte S.Agnese	1 volta	14 giorni	Prima inizio lavori	LABORATORIO MOBILE
ATM_A04	Svincolo	1 volta	14 giorni	Prima inizio lavori	LABORATORIO MOBILE
ATM_A05	Ramo di Innesto su SP42	1 volta	14 giorni	Prima inizio lavori	LABORATORIO MOBILE
ATM_A06	Presso Viadotto Riu Calvia 1	1 volta	14 giorni	Prima inizio lavori	LABORATORIO MOBILE

In totale, per il post operam, si eseguiranno 6 campagne da 14 gg (tipo A).

7 PIANO DI MONITORAGGIO ACQUE SUPERFICIALI

Nel presente capitolo vengono descritti gli obiettivi, i parametri oggetto di rilevamento, la localizzazione dei punti di misura e l'articolazione temporale degli accertamenti previsti nell'ambito del presente PMA per la componente "Ambiente idrico superficiale".

7.1 obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio delle acque superficiali ha lo scopo di testimoniare le eventuali variazioni quantitative e qualitative indotte, a seguito dalla realizzazione dell'intervento, sulle caratteristiche delle acque superficiali presenti nel territorio attraversato, ovvero di verificare che non siano alterate le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche e non sia turbato il naturale deflusso delle acque né durante l'esecuzione dei lavori né ad ultimazione degli stessi. Ciò per determinare se tali variazioni sono imputabili alla realizzazione dell'opera ed eventualmente, per ricercare i correttivi che meglio possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l'ambiente idrico pre-esistente.

A tale proposito, infatti, i possibili impatti dell'opera sull'ambiente idrico superficiale sono prevalentemente riconducibili alle attività di cantierizzazione; tuttavia sarà monitorata anche la fase di esercizio, per un periodo complessivo di almeno sei mesi, per verificare il ristabilirsi delle condizioni ante-operam

Gli accertamenti che si effettuano nei riguardi del sistema idrico di superficie consentono di valutare le modifiche indotte dalla costruzione dell'opera, soprattutto con riferimento alla qualità delle acque a valle delle attività di cantiere che possono indurre il rischio di inquinamenti localizzati.

Nello specifico, le attività che possono determinare impatti su tale componente sono le seguenti:

- lavorazioni in alveo o aree destinate alla cantierizzazione che, provocando la movimentazione di terra, possono indurre un intorbidamento delle acque o sversamenti accidentali di sostanze inquinanti lungo le aree interessate dalle lavorazioni e, di conseguenza, alterazioni di tipo chimico-fisico.

Allo stato attuale, le uniche zone da attenzionare sono le aree di lavorazione, in corrispondenza degli attraversamenti in viadotto dei due corsi d'acqua Riu Serra e Riu De Calvia, quest'ultimo attraversato due volte.

7.2 localizzazione punti di misura

La scelta dell'area di indagine e delle relative postazioni di misura in corrispondenza dei quali effettuare le rilevazioni per la componente "Ambiente idrico superficiale" è stata effettuata in considerazione dei seguenti fattori:

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

Come già evidenziato al riguardo, i corsi d'acqua che verranno sottoposti a monitoraggio presentano una certa sensibilità dal punto di vista naturalistico ed ecologico in considerazione delle connessioni ecologiche che tali corpi idrici hanno con lo Stagno di Calich, ricade all'interno dell'area ZPS ITB013044 e del Parco Naturale Regionale di Porto Conte.

Nel dettaglio, si evidenzia che le potenziali interferenze tra l'infrastruttura stradale di progetto e la suddetta componente ambientale si verificano principalmente nella fase di cantiere, riguardando in particolare le aree dei lavori relative alla realizzazione dei nuovi attraversamenti.

Per quanto riguarda gli impatti indotti dalle lavorazioni sullo stato della componente acque superficiali ed ecosistemica, si rimanda al paragrafo *"Individuazione delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio"*.

Nella fase di esercizio invece si ritiene che il nuovo tracciato stradale non comporti particolari interferenze sulle caratteristiche chimico-fisiche-batteriologiche delle acque superficiali, rispetto all'attuale sede stradale, considerando anche la presenza del sistema chiuso di smaltimento delle acque di piattaforma che prevede l'impiego di opere di presidio idraulico (vasche di prima pioggia).

Pertanto, in considerazione di quanto fin qui esposto, nel presente piano si è previsto di localizzare due postazioni di misura (una a monte ed una a valle dell'area di lavorazione di ciascun viadotto di attraversamento fluviale), in modo da permettere l'isolamento dei possibili effetti dovuti alle criticità individuate rispetto ad eventuali variazioni dei parametri imputabili ad eventi verificatisi a monte dell'infrastruttura.

Nella seguente è riportata l'individuazione e la localizzazione delle due postazioni di misura previste nell'ambito del presente progetto per il monitoraggio della componente "Ambiente idrico superficiale".

Punto di misura	Ubicazione/Progressiva	Fasi	Criticità del punto di misura
ASPM_ 01	A monte R.Serra	AO, CO, PO	Rischio di immissione di sostanze inquinanti nelle acque e conseguente alterazione della qualità dell'ecosistema acquatico
ASPV_ 01	A valle R.Serra	CO, PO	Rischio di immissione di sostanze inquinanti nelle acque e conseguente alterazione della qualità dell'ecosistema acquatico
ASPM_ 02	A monte R.Calvia 1	AO, CO, PO	Rischio di immissione di sostanze inquinanti nelle acque e conseguente alterazione della qualità dell'ecosistema acquatico
ASPV_ 02	A valle R.Calvia 1	CO, PO	Rischio di immissione di sostanze inquinanti nelle acque e conseguente alterazione della qualità dell'ecosistema acquatico
ASPM_ 03	A monte R.Calvia 2	AO, CO, PO	Rischio di immissione di sostanze inquinanti nelle acque e conseguente alterazione della qualità dell'ecosistema acquatico
ASPV_ 03	A valle R.Calvia 2	CO, PO	Rischio di immissione di sostanze inquinanti nelle acque e conseguente alterazione della qualità dell'ecosistema acquatico

Ambiente idrico superficiale: Individuazione e localizzazione dei punti di misura

Propedeutica all'attività di monitoraggio è la verifica di eventuali scarichi posti a monte della costruenda infrastruttura. La presenza di questi dovrà essere segnalata su apposita planimetria in fase di caratterizzazione ante-operam.

7.3 Metodologia e parametri di misura

Lo scopo del campionamento è quello di controllare periodicamente l'eventuale presenza di inquinanti nelle acque superficiali che possano derivare dalle attività svolte nelle aree di cantiere e dalla costruzione delle opere previste dal progetto. Al riguardo si precisa che la selezione dei parametri è stata indirizzata su alcuni elementi inquinanti che si ritiene possano essere accidentalmente rilasciati durante le attività di cantiere. Tali parametri potranno essere eventualmente modificati oppure integrati per analizzare particolari situazioni locali.

Nello specifico è previsto l'utilizzo dei seguenti parametri di monitoraggio che potranno dare indicazioni tempestive in caso di alterazioni o criticità direttamente connesse alle attività di cantiere:

Parametri idrologici (portata). Sono necessari per una corretta correlazione dei dati delle misure chimico-fisiche con il fattore di diluizione o concentrazione dovuto all'entità del corpo idrico anche in funzione dei regimi stagionali.

Parametri chimico-fisici in situ. Sono i principali parametri fisici, misurabili istantaneamente mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori).

Parametri chimico-batteriologici di laboratorio. Sono stati scelti parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione.

Parametri biologici – STAR

Le attività di monitoraggio consisteranno dunque in:

Attività	Parametri
Misura parametri idrologici	Portata
Misure chimico-fisiche in situ	Temperatura aria/acqua, conducibilità elettrica, potenziale redox, pH, ossigeno disciolto.
Determinazioni analitiche chimico-batteriologiche	COD, BOD5, solidi sospesi totali, ammoniaca, nitriti, nitrati, fosforo totale, idrocarburi totali, durezza totale, cloruri, alcalinità, solfati, ferro, rame, cromo, alluminio, cadmio, nichel, zinco, piombo, manganese, tensioattivi anionici, tensioattivi non ionici, fenoli, coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, salmonelle.
Determinazioni biologiche	STAR

Misure e parametri oggetto di monitoraggio

7.4 Misure di portata correntometriche

Le misure di portata potranno essere effettuate con metodo correntometrico, operando da passerella, da ponte o al guado, mediante mulinelli intestati su aste o su pesce idrodinamico. Il numero complessivo delle verticali e dei punti di misura, il loro posizionamento reciproco e i tempi di esposizione del mulinello dovranno essere scelti in modo da definire correttamente il campo di

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

I dati rilevati dovranno essere trascritti in schede di rilevamento che andranno compilate per tutte le voci previste. In linea di massima, in tali schede dovrà essere riportato: codifica della stazione di misura, data e ora del rilievo, rilevatore, comune, provincia, località del punto di rilevamento della portata liquida, bacino idrografico di appartenenza, eventuale riferimento cartografico (IGM, CTR), coordinate geografiche riferite al sistema U.T.M. (fuso 33), quota (m s.l.m.) del punto di rilievo, area della sezione di misura, larghezza e profondità media della sezione di misura, portata rilevata (m³/s o l/s), eventuali informazioni sulla granulometria prevalente dell'alveo, eventuali note del rilevatore. Si evidenzia inoltre che, per meglio caratterizzare il regime dei corsi d'acqua, è consigliabile riportare nella scheda anche i dati pluvio-termometrici dell'area, registrati alla data in cui si esegue la misura di portata.

Nella scheda, come si dirà in seguito, possono essere riportati anche i dati delle misure chimico-fisico eseguite in campagna.

La sezione di misura della portata dovrà essere chiaramente identificabile sul terreno (ad esempio mediante picchetti fissati sulle sponde) al fine di poter eseguire i successivi rilievi sempre nello stesso punto.

I punti di monitoraggio individuati nel PMA potranno essere eventualmente spostati più a valle qualora la postazione di campionamento risulti poco idonea ad eseguire le misure di portata o sia di difficile accesso. Qualsiasi spostamento del punto di monitoraggio dovrà essere motivato e annotato nella scheda; in tal caso si dovrà riportare in planimetria la nuova ubicazione e nella scheda di rilevamento si dovranno fornire tutte le indicazioni inerenti alla nuova stazione di misura. Per l'esatta localizzazione della stazione di monitoraggio ci si potrà eventualmente avvalere della metodologia GPS (Global Position System).

7.5 Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio

Il monitoraggio del corso d'acqua prevede campionamenti periodici nei punti prescelti di un quantitativo d'acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio.

Viene utilizzato il campionamento manuale poiché possono essere presenti elevate concentrazioni delle diverse specie di diversi tipi di microinquinanti nella componente solida sospesa e/o in quella disciolta, e poiché non è necessario disporre di elevati volumi di acqua. Il campionamento manuale permette di raccogliere diverse aliquote di campioni in uno o più contenitori per poter essere successivamente filtrati ed analizzati in laboratorio.

Il prelievo dei campioni di acqua può essere effettuato con sistemi di campionamento costituiti da bottiglie verticali o orizzontali, così come previsto dai Metodi analitici per le acque – ISPRA, IRSA-CNR, immerse nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero. Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere. I campioni saranno eseguiti procedendo per campionamenti puntuali lungo verticali di misura della sezione. Il campionamento sarà quindi di tipo medio-continuo raccogliendo in successione continua aliquote parziali, permettendo di avere un campione rappresentativo della sezione indagata.

I contenitori utilizzati dovranno essere di materiale inerte tale da non adsorbire inquinanti, non desorbire i suoi componenti, non alterare conducibilità elettrica e pH. In occasione del campionamento saranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la conducibilità elettrica, il

pH, il potenziale redox e l'ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive.

Tali dati dovranno essere riportati su una scheda di rilevamento dei parametri chimico-fisici delle acque misurati direttamente in campagna, che potrà essere la stessa utilizzata per le misure di portata. Si precisa, infatti, che le portate ed i prelievi di campioni d'acqua avverranno nello stesso punto di campionamento.

I campioni d'acqua, raccolti in idonei contenitori (secondo i metodi IRSA), andranno etichettati indicando il codice della stazione di monitoraggio, la data e l'ora del prelievo, e dovranno essere recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo, prevedendone il trasporto mediante contenitore refrigerato alla temperatura di 4°C.

7.6 Analisi chimico fisiche

Nella tabella che segue sono riportate indicazioni riguardo le possibili metodologie di analisi per le determinazioni di ciascun parametro chimico-fisico. Non si esclude l'utilizzo di metodologie equivalenti in termini di limiti di rilevabilità.

Parametro	Metodo	Principio del metodo
COD	APAT IRSA-CNR n°5130	Determinazione per retrotitolazione delle sostanze ossidabili in una soluzione bollente di dicromato di potassio e acido solforico
BOD5	APAT CNR IRSA 5120 Man 29 2003	Determinazione dell'ossigeno disciolto nel campione da analizzare prima e dopo incubazione di 5 giorni
Solidi sospesi totali	APAT IRSA-CNR n°2090	Determinazione gravimetrica del residuo da filtrazione su membrana di porosità 0,45 µm
Ammoniaca	APAT IRSA-CNR n°4030	Determinazione spettrofotometrica mediante reattivo di Nessler
Nitriti	APAT IRSA-CNR n°4020	Separazione degli analiti mediante colonna di scambio anionico e determinazione per cromatografia ionica
Nitrati	APAT IRSA-CNR n°4020	Separazione degli analiti mediante colonna di scambio anionico e determinazione per cromatografia ionica
Fosforo totale	APAT IRSA-CNR n°4110	Determinazione spettrofotometrica degli ortofosfati ottenuti dalla trasformazione per mineralizzazione acida di tutti i composti del fosforo
Idrocarburi totali	APAT IRSA-CNR n°5160	Determinazione per spettrofotometria all'infrarosso delle sostanze estratte con triclorotrifluoroetano e non trattenute da gel di silice
Durezza totale	APAT IRSA-CNR n°2040	Titolazione complessometrica con acido etilendiammino tetracetico
Cloruri	APAT IRSA-CNR n°4090	Titolazione dello ione cloruro con soluzione di nitrato mercurico

Alcalinità	APAT IRSA- CNR 2010b Man 29 2003	Metodo titrimetrico
Solfati	APAT IRSA- CNR n°4140	Determinazione spettrofotometrica della torbidità della sospensione generatasi dalla reazione con solfato di bario
Ferro	APAT IRSA- CNR n°3160	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Rame	APAT IRSA- CNR n°3250	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fiamma
Cromo	APAT IRSA- CNR n°3150	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Alluminio	APAT IRSA- CNR n°3050	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fiamma
Cadmio	APAT IRSA- CNR n°3120	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Nichel	APAT IRSA- CNR n°3220	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Zinco	APAT IRSA- CNR n°3320	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fiamma
Piombo	APAT IRSA- CNR n°3230	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Manganese	APAT IRSA- CNR n°3190	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Tensioattivi anionici	APAT IRSA- CNR n°5170	Determinazione per spettrometria del sale di colore blu formato per reazione con blu di metilene ed estratto in cloroformio
Tensioattivi non ionici	APAT IRSA- CNR n°5180	Formazione con il reattivo di Dragendorff di un precipitato nel quale il rapporto di combinazione Bi-tensioattivo è circa 1:1. Il precipitato viene disciolto e il bismuto presente viene titolato per via potenziometrica con NaPDC che lo complessa nel rapporto 3:1
Fenoli	APAT IRSA- CNR n°5070	Determinazione mediante cromatografia liquida ad alta prestazione con rivelazione spettrofotometrica nell'ultravioletto

Metodologie per le determinazioni analitiche

7.7 Analisi batteriologiche

Il presente PMA, prevede anche l'analisi dei parametri batteriologici. Si evidenzia che tale scelta è prettamente cautelativa in quanto il cantiere base è comunque ubicato ad una certa distanza dal corso d'acqua (circa 500 m), tuttavia si ritiene preventivo controllare il carico organico di origine civile che potrebbe essere scaricato sul corso d'acqua principale attraverso la rete di canali circostanti che affluiscono ad esso.

In analogia si elencano per le analisi batteriologiche le metodologie da adottare e i relativi limiti di rilevabilità.

Parametro	Metodo	Principio del metodo
Coliformi totali	APAT IRSA-CNR n°7010	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Coliformi fecali	APAT IRSA-CNR n°7020	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Streptococchi fecali	APAT IRSA-CNR n°7040	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Salmonelle	APAT IRSA-CNR n°7080	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e valutazione qualitativa

Metodologie per le analisi batteriologiche

7.8 Analisi biologiche

Relativamente alla determinazione dei parametri biologici si prevede di fare riferimento al calcolo dell'Indice STAR in linea, oltre che con la direttiva europea.

I risultati che si ottengono applicando il metodo STAR possono servire per avere informazioni sullo stato di salute del corso d'acqua, per individuare e quantificare gli effetti di scarichi saltuari o accidentali e per mettere in atto una politica di recupero e risanamento nel tempo delle classi di qualità.

7.9 Attività di monitoraggio ante operam

La fase di monitoraggio ante operam è caratterizzata da una un'unica campagna di misure fisico-chimiche e chimico-batteriologiche da realizzarsi prima dell'inizio dei lavori. Nella tabella seguente sono riepilogate le attività di monitoraggio ante operam.

Codice punto	Ubicazione	Frequenza	DURATA	PERIODO	TIPO DI MISURA
ASPM_ 01	A monte R.Serra	Unica campagna	-	Prima inizio lavori	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimico-batteriologici e

					STAR
ASPM_02	A monte R.Calvia (1° attraversamento)	Unica campagna	-	Prima inizio lavori	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimico- batterologici e STAR
ASPM_03	A monte R.Calvia (2° attraversamento)	Unica campagna	-	Prima inizio lavori	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimico- batterologici e STAR

7.10 Attività di monitoraggio in corso d'opera

Le finalità del monitoraggio ambientale in corso d'opera sono la verifica ed il controllo nel tempo delle specifiche pressioni ed impatti prodotti dalle attività di cantiere. La durata di questo è influenzata dalla durata della fase di cantiere che, come indicato nell'elaborato "cronoprogramma", risulta pari a circa 30 mesi.

Le attività di monitoraggio in corso d'opera, avranno in via cautelativa una durata pari a quella delle attività di cantiere, ed una cadenza semestrale per ciascuna postazione in riferimento alle misure di portata, fisico-chimiche, biologiche e alle analisi chimico-batterologiche come riepilogato nella tabella seguente; quindi per ciascun punto di misura saranno effettuate 5 campagne di indagine.

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

Nella tabella seguente sono riepilogate le attività di monitoraggio corso operam.

Codice punto	Ubicazione	Frequenza	DURATA	PERIODO	TIPO DI MISURA
ASPV_01	A valle R.Serra	semestrale	-	Durante lavori (30 mesi)	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimico-

PROGETTO DEFINITIVO

					batteriologici e STAR
ASPM_01	A monte R.Serra	semestrale	-	Durante lavori (30 mesi)	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimico-batteriologici e STAR
ASPV_02	A valle R.Calvia (1° attraversamento)	semestrale	-	Durante lavori (30 mesi)	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimico-batteriologici e STAR
ASPM_02	A monte R.Calvia (1° attraversamento)	semestrale	-	Durante lavori (30 mesi)	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimico-batteriologici e STAR
ASPV_03	A valle R.Calvia (2° attraversamento)	semestrale	-	Durante lavori (30 mesi)	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimico-batteriologici e STAR
ASPM_03	A monte R.Calvia (2°)	semestrale	-	Durante lavori (30)	Misure di portata, fisico-chimiche in situ.

	attraversamento)			mesi)	Determinazione in laboratorio dei parametri chimico-batteriologici e STAR
--	------------------	--	--	-------	---

7.11 Attività di monitoraggio post operam

Lo scopo è quello di documentare la situazione ambientale che si determinerà durante l'esercizio dell'opera in modo da controllare che le interferenze riscontrate rientrino tra quelle previste e se risultino efficaci gli interventi realizzati per garantire la mitigazione degli impatti. In tal caso si provvederà a realizzare dei rilievi post operam in corrispondenza dei punti indicati nella sottostante tabella, la cui durata effettiva e cadenza potranno essere definiti con esattezza successivamente sulla base dei risultati del monitoraggio in corso d'opera ed in accordo con gli enti di controllo di competenza. Si ipotizza comunque in questa sede un monitoraggio post operam di durata complessiva 3 mesi dopo la chiusura dei lavori, caratterizzato un'unica campagna di misure per tutti i parametri come riepilogato nella tabella seguente.

Nella tabella seguente sono riepilogate le attività di monitoraggio post operam.

Codice punto	Ubicazione	Frequenza	DURATA	PERIODO	TIPO DI MISURA
ASPV_ 01	A valle R.Serra	Unica campagna	-	3 mesi successivi fine lavori	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimico-batteriologici e STAR
ASPM_ 01	A monte R.Serra	Unica campagna	-	3 mesi successivi fine lavori	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimico-batteriologici e STAR
ASPV_ 02	A valle R.Calvia (1°	Unica campagna	-	3 mesi successivi	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in

	attraversamento)			fine lavori	laboratorio dei parametri chimico-batteriologici e STAR
ASPM_02	A monte R.Calvia (1° attraversamento)	Unica campagna	-	3 mesi successivi fine lavori	Misure di portata, fisico-chimiche in situ. Determinazione in laboratorio dei parametri chimico-batteriologici e STAR
ASPV_03	A valle R.Calvia (2° attraversamento)	Unica campagna	-	3 mesi successivi fine lavori	Misure di portata,
ASPM_03	A monte R.Calvia (2° attraversamento)	Unica campagna	-	3 mesi successivi fine lavori	fisico-chimiche in situ.

1.1. RIEPILOGO DELLE INDAGINI PREVISTE

Nella seguente tabella sono riportati l'articolazione temporale ed il numero complessivo delle indagini previste per il monitoraggio della componente "Ambiente idrico superficiale".

Codice punto	Ubicazione	AO	CO	PO
ASPV_01	A valle R.Serra	0	5	1
ASPM_01	A monte R.Serra	1	5	1
ASPV_02	A valle R.Calvia (1° attraversamento)	0	5	1
ASPM_02	A monte R.Calvia (1° attraversamento)	1	5	1

PROGETTO DEFINITIVO

ASPV_03	A valle R.Calvia (2° attraversamento)	0	5	1
ASPM_03	A monte R.Calvia (2° attraversamento)	1	5	1
totale		3	30	6

8 PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE RUMORE

8.1 Premessa

Il Piano di Monitoraggio Ambientale della componente rumore è redatto allo scopo di caratterizzare, dal punto di vista acustico, l'ambito territoriale interessato dall'opera progettata.

Il monitoraggio della componente rumore si articola nelle seguenti fasi:

- ✓ ante-operam;
- ✓ corso d'opera;
- ✓ post-operam.

Tale monitoraggio ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera. Il monitoraggio eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- ✓ verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- ✓ garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura stradale;
- ✓ rilevare eventuali emergenze ambientali per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Nell'ambito di tali fasi operative si procederà, rispettivamente, alla rilevazione dei livelli sonori attuali (assunti come "punto zero" di riferimento), alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione dell'opera e delle attività di cantiere e alla rilevazione dei livelli sonori nella fase post-operam.

In particolare, il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- ✓ testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri ed all'esercizio dell'infrastruttura stradale di progetto;
- ✓ quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, la "situazione di zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera;

- ✓ consentire un'agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli interventi di mitigazione previsti nel progetto acustico.

Le finalità del monitoraggio della fase di corso d'opera sono le seguenti:

- ✓ documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati nello stato ante-operam dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione dell'infrastruttura di progetto (cantierizzazione);
- ✓ individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività di cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

Il monitoraggio della fase post-operam è finalizzato ai seguenti aspetti:

- ✓ monitorare il rumore nella fase di esercizio per verificare l'eventuale necessità di interventi di mitigazione.

L'individuazione dei punti di misura è stata effettuata in conformità a criteri legati alle caratteristiche territoriali dell'ambito di studio, alle tipologie costruttive previste per l'opera di cui si tratta e alle caratteristiche dei ricettori individuati nelle attività di censimento.

8.2 Quadro di riferimento normativo

I principali riferimenti legislativi da considerare per il monitoraggio della componente rumore sono i seguenti:

- ✓ D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- ✓ Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
- ✓ D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".
- ✓ D.M. Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell' inquinamento acustico".
- ✓ D.M. Ambiente 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore "(Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000)".

- ✓ D.Lgs. 4 settembre 2002, n. 262 "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto".
- ✓ D.P.R. 30 Marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.(GU n. 127 del 1-6-2004) testo in vigore dal: 16-6-2004".
- ✓ Regione autonoma della Sardegna, D.G.R. n.30/9 del 8.7.2005 "Criteri e Linee guida sull'inquinamento acustico (art.4 della Legge quadro 26 ottobre 1995, n.447)".
- ✓ D.lgs. 3 Aprile 2006, n.152 "Norme in materia ambientale".
- ✓ LINEE GUIDA ISPRA/ARPA, rapporti 101/2013 "Linee guida per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere", Delibera del Consiglio Federale Seduta del 20 Ottobre 2012 – DOC. n.26/12".

8.3 Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio

Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle 3 fasi temporali (ante-operam, in corso d'opera e post-operam) devono essere rilevate le seguenti categorie di parametri:

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

Tali dati vanno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona acustica di indagine con le modalità che verranno di seguito indicate.

Parametri acustici

Per quanto riguarda i descrittori Acustici, si deve rilevare il livello equivalente (L_{eq}) ponderato "A" espresso in decibel. Oltre il L_{eq} è opportuno acquisire i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99 che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 95 e il 99% del tempo di rilevamento.

Essi rappresentano la rumorosità di picco (L1), di cresta (L10), media (L50) e di fondo (L90 e, maggiormente, L99).

Parametri meteorologici

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

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

Le misurazioni di tali parametri saranno effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche e di verificare il rispetto delle prescrizioni che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- ✓ velocità del vento > 5 m/s;
- ✓ temperatura dell'aria < 5 °C;
- ✓ presenza di pioggia e di neve.

Parametri di inquadramento territoriale

Nell'ambito del monitoraggio è prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentono di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio e dei relativi punti di misura.

In corrispondenza di ciascun punto di misura saranno riportate le seguenti indicazioni:

- ✓ Toponimo;
- ✓ Comune con relativo codice ISTAT;
- ✓ Stralcio planimetrico in scala 1:5000;
- ✓ Ubicazione precisa dei ricettori;
- ✓ Presenza di altre sorgenti inquinanti;
- ✓ Riferimenti della documentazione fotografica aerea;
- ✓ Riferimenti della documentazione fotografica a terra;
- ✓ Descrizione delle principali caratteristiche del territorio: copertura vegetale, tipologia dell'edificato.

Allo scopo di consentire il riconoscimento ed il riallestimento dei punti di misura nelle diverse fasi temporali in cui si articola il programma di monitoraggio, durante la realizzazione delle misurazioni

fonometriche saranno effettuate delle riprese fotografiche, che permetteranno una immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

8.4 Modalità del monitoraggio acustico

Il monitoraggio della componente rumore mira a verificare il rispetto dei valori limite definiti dalle leggi (nazionali e comunitarie). A tale scopo vengono utilizzate diverse tipologie di rilievi sonori:

- ✓ Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere fisso (Tipologia RUM_B)
- ✓ Misure di 7 giorni in continuo, da effettuare in corrispondenza di postazioni fisse non assistite dall'operatore, finalizzate ai rilievi dei livelli sonori indotti dal traffico stradale e da eseguire nelle due distinte fasi di ante e post-operam. (Tipologia RUM_A)

I punti di monitoraggio individuati sono suddivisi nelle 3 seguenti tipologie:

- ✓ punti di monitoraggio della situazione ante-operam (stato attuale);
- ✓ punti di monitoraggio della situazione post-operam (fase di esercizio);
- ✓ punti di monitoraggio della fase di corso d'opera (cantierizzazione);

Complessivamente sono stati previsti n°4 punti di monitoraggio per la fase di cantierizzazione e n°8 punti di monitoraggio per la fase attuale (ante-operam) e di esercizio (post-operam).

Per quanto riguarda la tempistica di monitoraggio si prevede:

- ✓ una sola campagna settimanale, per i punti di monitoraggio ante-operam, in corrispondenza dei punti che saranno oggetto anche di monitoraggio post operam;
- ✓ una sola campagna da 7 gg, per i punti di monitoraggio corso d'opera in cui è previsto l'utilizzo da parte dei mezzi di cantiere della strada vicinale Ungias. La durata complessiva stimata dei transiti ammonta a 6 mesi;
- ✓ n.5 campagne con frequenza semestrale della durata di 24 ore, per i punti di monitoraggio in corso d'opera. La durata complessiva stimata dei lavori ammonta a 30 mesi;
- ✓ una sola campagna settimanale, per le postazioni oggetto di post operam.

8.5 Programma di monitoraggio

Nelle seguenti tabelle vengono riepilogati i punti di monitoraggio individuati nel presente piano. La loro posizione è indicata planimetricamente nell'elaborato "*Piano di monitoraggio ambientale: Planimetria di ubicazione dei punti di monitoraggio*".

Sono state individuate n. 6 postazioni, ove verrà eseguito monitoraggio ante-operam e post-operam, e n. 7 postazioni, ove verrà eseguito monitoraggio ante-operam e in corso d'opera.

Tabella 4 - Punti di monitoraggio della situazione attuale (ANTE OPERAM)

Punto di monitoraggio	Codifica	Localizzazione del punto di misura
	RUM_A_01	Ricettore sensibile R2 presso via il carmine
Punti di monitoraggio del rumore ambientale (situazione attuale ANTE OPERAM)	RUM_A_02	Gruppo di Ricettor R203-R203 ubicati su Viale A. S.Mossalo svincolo 1 "Paulilatino". Altezza S.S.127 bis
	RUM_A_03	Gruppo di Ricettor R181-R182 ubicati presso Rotatoria 2
	RUM_A_04	Ricettore R92-R84_R85 presso Svincolo Alghero
	RUM_A_05	Ricettore R77-R72 presso Rotatoria 1
	RUM_A_06	Ricettore R162 presso Strada Vicinale Ungias
	RUM_A_07	Ricettore R147 Presso Vicinale Poneddiu Ponet
	RUM_A_09	Ricettore R123 Presso Vicinale Ungias
	RUM_A_10	Gruppo di Ricettori R99-R100

Tabella 5 - Punti di monitoraggio della fase di cantierizzazione (CORSO OPERAM)

Punto di monitoraggio	Codifica	Localizzazione del punto di misura
Punti di monitoraggio del rumore ambientale (fase di cantierizzazione)	RUM_B_03	Gruppo di Ricettor R181-R182 ubicati presso Rotatoria 2
	RUM_B_04	Ricettore R92-R84_R85 presso Svincolo Alghero
	RUM_B_05	Ricettore R77-R72 presso Rotatoria 1
	RUM_A_06	Ricettore R162 presso Strada Vicinale Ungias

Tabella 6 - Punti di monitoraggio della fase di esercizio (POST OPERAM)

Punto di monitoraggio	Codifica	Localizzazione del punto di misura
	RUM_A_01	Ricettore sensibile R2 presso via il carmine
Punti di monitoraggio del rumore ambientale (situazione attuale ANTE OPERAM)	RUM_A_02	Gruppo di Ricettor R203-R203 ubicati su Viale A. S.Mossalo svincolo 1 "Paulilatino". Altezza S.S.127 bis
	RUM_A_03	Gruppo di Ricettor R181-R182 ubicati presso Rotatoria 2
	RUM_A_04	Ricettore R92-R84_R85 presso Svincolo Alghero
	RUM_A_05	Ricettore R77-R72 presso Rotatoria 1
	RUM_A_06	Ricettore R162 presso Strada Vicinale Ungias
	RUM_A_07	Ricettore R147 Presso Vicinale Poneddiu Ponet
	RUM_A_09	Ricettore R123 Presso Vicinale Ungias
	RUM_A_10	Gruppo di Ricettori R99-R100

Si riporta di seguito, per ciascun punto di monitoraggio, numero, tipologia durata e frequenza di ciascun rilievo.

Tabella 7 - Punti di monitoraggio: numero, tipologia durata, frequenza

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA) COMPONENTE RUMORE – RUM						
PUNTO DI MONITORAGGIO	FASE			FREQUENZA	DURATA	PARAMETRI MONITORATI
	AO	CO	PO			
RUM_A_01	X		X	1 VOLTA	SETTIMANALE	$L_{Aeq, TR}$ medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_A_02	X		X	1 VOLTA	SETTIMANALE	$L_{Aeq, TR}$ medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_A_03	X		X	1 VOLTA	SETTIMANALE	$L_{Aeq, TR}$ medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA) COMPONENTE RUMORE – RUM						
PUNTO DI MONITORAGGIO	FASE			FREQUENZA	DURATA	PARAMETRI MONITORATI
	AO	CO	PO			
RUM_B_03		X		SEMESTRALE	24 h	$L_{Aeq, TR}$ (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_A_04	X		X	1 VOLTA	SETTIMANALE	$L_{Aeq, TR}$ medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_B_04		X		SEMESTRALE	24 h	$L_{Aeq, TR}$ (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_A_05	X		X	1 VOLTA	SETTIMANALE	$L_{Aeq, TR}$ medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_B_05		X		SEMESTRALE	24 h	$L_{Aeq, TR}$ (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_A_06	X	X	X	SEMESTRALE (CO) 1 VOLTA (AO-PO)	24 h	$L_{Aeq, TR}$ (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_A_07	X		X	1 VOLTA	SETTIMANALE	$L_{Aeq, TR}$ medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_A_09	X		X	1 VOLTA	SETTIMANALE	$L_{Aeq, TR}$ medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_A_10	X		X	1 VOLTA	SETTIMANALE	$L_{Aeq, TR}$ medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)

9 PIANO DI MONITORAGGIO DELLE COMPONENTE VEGETAZIONE

Il presente capitolo costituisce Piano di Monitoraggio Ambientale della componente naturalistica ed è finalizzato alla definizione di attività in grado di restituire dati ed indicazioni sui trend evolutivi degli ecosistemi, della vegetazione, della flora e della fauna presenti nei luoghi di intervento previsti.

9.1 Normativa e linee guida di riferimento

L'elaborazione del piano di monitoraggio delle componenti in oggetto ha tenuto conto dei seguenti riferimenti normativi:

- Direttiva Comunitaria 2011/42/CE concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente;
- D.Lgs. 152/2006 "Testo Unico Ambientale" e s.m.i.;
- "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale" rev. 03 del 18/12/2013;

9.2 Obiettivi del monitoraggio

Coerentemente con le Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale citate in premessa ed emanate dall'ISPRA, al presente PMA si affidano i seguenti scopi:

- osservare l'evoluzione del contesto ambientale di riferimento, anche al fine di individuare effetti ambientali imprevisti non direttamente riconducibili alla realizzazione degli interventi;
- verificare l'adozione delle misure di mitigazione previste nella realizzazione dei singoli interventi;
- consentire di definire ed adottare le opportune misure correttive che si rendono eventualmente necessarie in caso di effetti ambientali negativi significativi.

9.3 Criteri metodologici

9.3.1 Identificazione dei fattori ambientali da monitorare

In riferimento agli impatti individuati nello SIA, si è ritenuto sufficiente concentrare il monitoraggio su vegetazione (interventi di mitigazione) e comunità ornitiche al fine di desumere informazioni utili alla verifica di:

- ✓ alterazione di popolamenti vegetali in fase di realizzazione dell'opera;

- ✓ interruzione o alterazione di corridoi biologici;
- ✓ sottrazione o alterazione di habitat faunistici.

9.3.2 Identificazione delle aree di indagine in cui programmare il monitoraggio

Per l'individuazione delle aree oggetto di monitoraggio (il monitoraggio delle componenti Vegetazione interessa, infatti, aerali territoriali e non singoli punti quali, ad esempio, i ricettori comunemente individuabili in singoli fabbricati) sono state seguite le indicazioni inserite nelle Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale:

- Aree di particolare interesse o pregio, così come indicate dal SIA;
- Aree interessate direttamente o indirettamente dai cantieri;
- Aree interessate da interventi di ripristino o mitigazione.

In accordo con le indicazioni del SIA non sono, tuttavia, state individuate alcune aree di maggior pregio rispetto ai campi ad uso agricolo e piantumati con uliveti. In relazione a queste caratteristiche ambientali, le indagini in campo riguarderanno alcuni siti campione situati in aree adiacenti al tracciato stradale in particolare quelle interessate direttamente dalla presenza o vicinanza dei cantieri o situati in aree interessate da interventi di ripristino o mitigazione. Nello specifico sono state individuate le zone interessate dagli interventi di mitigazione a verde in corrispondenza delle aree di attraversamento dei due corsi d'acqua Riu Serra e Riu de Calvia, oltre ad una ulteriore area che interessa parte del versante del Monte Agnese, presso una delle due spalle del Viadotto ferroviario, caratterizzata da vegetazione tipica della macchia mediterranea.

Il monitoraggio della componente vegetazione si realizza negli ambiti identificati nell'elaborato "Planimetria punti di monitoraggio" con codice identificativo VEG. In particolare si ritiene significativo

9.4 Le aree di analisi sono illustrate nel seguente prospetto:

Codice Punto di Monitoraggi o	Descrizione
VEG01	Nel tratto stradale Tipo B, in corrispondenza della spalla in sinistra idraulica del viadotto Riu Calvia 1, in cui sono previsti ripristini con vegetazione arbustiva a macchia mediterranea.
VEG02	Nel tratto stradale Tipo B, in corrispondenza della spalla lato Monte

	Agnese del viadotto ferroviario, in cui sono previsti ripristini con vegetazione arbustiva a macchia mediterranea.
VEG03	Nel tratto stradale della circonvallazione, in corrispondenza di aree ripariali sottostanti il Viadotto Calvia.
VEG04	Nel tratto stradale della circonvallazione, in corrispondenza di aree ripariali sottostanti il Viadotto Serra

9.4.1 Modalità e tempistiche per l'esecuzione dei monitoraggi

Le attività di monitoraggio saranno programmate ed eseguite da naturalisti professionisti, in grado di elaborare schede di osservazione, report e interpretazione dei risultati in maniera sistematica e direttamente confrontabile nelle diverse fasi di seguito distinte:

- ✓ Ante-operam;
- ✓ Post-operam.

In particolare si prevedono, in ciascuna delle 4 aree individuate:

- ante operam: una campagna di rilievo nei sei mesi precedenti l'avvio dei lavori, per un totale di 4 misurazioni;
- ante operam: una campagna di rilievo da realizzare entro 2 anni successivi alla chiusura dei lavori, per un totale di 8 misurazioni.

9.5 Metodologia e parametri di misura

9.5.1 Attività di ante operam

Le attività riferite agli ambiti sensibili procederanno secondo il seguente schema di lavoro che prevede lo svolgimento di un numero adeguato di rilievi fitosociologici con metodo Braun-Blanquet, o di tipo forestale con aree di saggio, stabiliti in relazione alla complessità ecologica dell'area.

Pertanto l'attività verrà condotta attraverso un inquadramento preliminare delle caratteristiche vegetazionali dell'area basato sugli studi specialistici esistenti. Dalle attività in campo deriverà, invece, l'identificazione del numero di rilievi fitosociologici da effettuare per le analisi di dettaglio.

Le attività condotte nella fase di campo consistono in analisi fitosociologiche e valutazioni specifiche tese a definire lo stato qualitativo dell'ambiente e le dinamiche in atto nelle cenosi presenti.

Le informazioni acquisite consistono in:

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

Dai risultati ottenuti con l'analisi complessiva delle informazioni bibliografiche e dei dati fitosociologici, riferiti a ciascun rilievo effettuato, si otterranno le informazioni utili per procedere alla redazione della "Carta delle unità vegetazionali secondo Eunis" (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici APAT, rapporti 39/2004) in scala 1:1.000 dei sopraccitati ambiti sensibili. Nella "Carta delle Unità Vegetazionali secondo Eunis" saranno riportati i punti di rilievo, la classificazione degli habitat al maggior livello gerarchico possibile e le tipologie forestali riconosciute.

Il criterio utilizzato per individuare le superfici di rilievo deriverà da una stima soggettiva dell'omogeneità floristico - ecologica del luogo. Per rilievo vegetazionale si deve intendere il procedimento di raccolta dei dati fitosociologici, tramite una serie di rilievi floristici (elenco delle specie vegetali presenti) in alcuni ambienti rappresentativi della superficie d'indagine, scelti in base ai fattori naturali ed antropici che ne hanno determinato la formazione.

Per la determinazione della superficie minima di rilievo si propongono derivano da valutazioni di tipo empirico applicate a vari ambiti sottoposti a rilievo. I valori di estensione delle superfici sono indicativi e possono aumentare in funzione della ricchezza floristica e la forma dell'area di rilievo può essere quadrata o circolare sebbene sovente risulti irregolare, in relazione alla natura stessa del contesto territoriale (sponde fluviali, margini di bosco, paludi etc.).

Superficie di rilievo a rettangolo o quadrato	Superficie di rilievo (m²)	Contesto vegetazionale
	1	formazioni di muschi e di licheni, copertura di lenticchie d'acqua;
	5	fontanili, vegetazione di sponda con piccoli giunchi, vegetazione soggetta a calpestamento, vegetazione di roccia e delle fessure dei muri;

	10	palude sovracquatica, paludi a carici, terreni alluvionali salmastri, pascoli intensivi, prati pionieri poveri di generi, vallette nivali;
	10 – 25	dune costiere, prati, pascoli magri, pascoli montani, bassa vegetazione arbustiva di brughiera, vegetazione d'acqua, canneti, regioni palustri a grossi carici, zone con piante perenni alte;
	25 – 100	vegetazione erbacea dei campi e ruderali, campi di rocciosi, vegetazione in tagli boschivi, cespuglieti;
	100 – 200	strato erbaceo di boschi;
	100 - >1000	strato arbustivo di boschi, ambiti di funghi.
Transetti	Lunghezza transetti (m)	Contesto vegetazionale
	10 – 20	vegetazione di margine, di margine, di acquitrini;
	10 – 50	vegetazione di sponda;
	30 – 50	arbusteti e siepi;
	30 – 100	vegetazione d'acque correnti

9.5.2 Attività di post operam

Le attività di monitoraggio PO sono mirate prioritariamente sulla verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione previsti dal progetto delle opere a verde. Congiuntamente si procederà anche all'accertamento delle ristabilite condizioni ambientali nelle aree sensibili, ciò solo in un'unica fase (PO ad un anno). Per poter tenere sotto controllo gli accrescimenti e l'evoluzione della struttura delle fitocenosi di neoformazione è necessario prevedere anche un monitoraggio post operam di medio periodo. Infatti sulla base del confronto tra i dati dimensionali nel breve e nel medio periodo sarà possibile eseguire ulteriori stime previsionali sulla efficacia funzionale delle opere a verde. È per questo motivo che sono state previste due diverse fasi di monitoraggio post operam:

- prima fase di post operam: ad un anno, dopo la prima stagione vegetativa;
- seconda fase di post operam: al secondo anno, dopo la prima stagione vegetativa.

Con l'esecuzione delle due fasi si potranno verificare, nel primo, gli attecchimenti e le dimensioni della vegetazione (grado di affermazione degli interventi all'anno zero delle opere di mitigazione a verde), nel secondo, gli incrementi di accrescimento conseguiti negli impianti, nonché eseguire una stima dell'efficacia ecologica delle strutture vegetali. In relazione alle due differenti fasi di monitoraggio PO, le tecniche saranno calibrate in

funzione della natura dei rilievi e delle caratteristiche d'impianto delle aree stesse. Per i controlli sugli interventi di mitigazione si potrà intervenire come segue:

- campionamento di almeno il 10% delle superfici degli interventi di mitigazione con specie arboree/arbustive lungo il tracciato;
- campionamento di almeno il 10% degli interventi di riforestazione con impianti arboreo arbustivi.

9.6 Tempistica del programma di monitoraggio

<i>Attività vegetazione</i>	<i>Ambiti</i>	<i>N. campagne</i>	<i>Periodo delle misure</i>
Analisi fitosociologica e descrittiva degli habitat	4 ambiti sensibili (VEG)	1	Prima degli scotichi in stagione propizia

Attività di monitoraggio AO per la componente vegetazione

<i>Cod. punti</i>	<i>Attività vegetazione</i>	<i>N° punti</i>	<i>N. campagne</i>	<i>Periodo delle misure</i>
VEG	Rilievo vegetazione ripristini	10%	2	Prima e seconda fase PO Primaverile - estiva

Attività PO vegetazione

10 PIANO DI MONITORAGGIO DELLE COMPONENTE FAUNA

10.1 Premessa

Lo studio della componente fauna è finalizzato ai seguenti principali obiettivi:

- Caratterizzare la situazione ante operam in relazione alla fauna delle aree interessate dai lavori e le aree sensibili o di particolare pregio ambientale;
- Monitorare l'evoluzione della fauna durante le fasi progettuali in corso d'opera e in fase post operam;
- Mettere in atto misure di mitigazione e salvaguardia della fauna qualora si verificassero danni imputabili ai lavori.

Per il raggiungimento di tali obiettivi, la metodologia adottata sarà l'indagine in campo, abbinata ad una approfondita ricerca bibliografica.

Lo sviluppo del monitoraggio della fauna nell'area di riferimento si articola quindi in tre fasi temporali:

- ante operam;
- corso d'opera;
- post operam.

A valle delle analisi effettuate nell'ambito del SIA

10.2 Riferimenti normativi

I riferimenti legislativi a cui il Piano di Monitoraggio per la componente fauna fa riferimento sono elencati di seguito:

Comunitaria

- Direttiva (CEE) 92/43 del Consiglio, 21/05/1992: G.U.C.E. 22 luglio 1992, n. L 206 (e successive modifiche ed integrazioni) "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche";
- Direttiva (CEE) 79/409 del Consiglio, 02/04/1979: G.U.C.E. 25 aprile 1979, n. L 103 (e successive modifiche ed integrazioni) "Conservazione degli uccelli selvatici".

Nazionale

- D.P.R. 08/09/1997, n. 357: "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche" (G.U. N. 284 DEL 23-10-1997, S.O. n.219/L). Testo coordinato al D.P.R. n. 120 del 2003.(G.U. n.124 del 30.05.2003).

10.3 Monitoraggio ante operam

10.3.1 Finalità del monitoraggio in A.O.

Il Monitoraggio AO della componente fauna ha lo scopo di fornire una precisa caratterizzazione del territorio in analisi dal punto di vista faunistico. In particolare viene effettuata la caratterizzazione dei popolamenti faunistici dell'area interessata dai lavori attraverso monitoraggio in campo e ricerca bibliografica.

10.3.2 Parametri da determinare in A.O.

La realizzazione dei rilievi della componente fauna prevede l'analisi di:

- Analisi dei popolamenti di avifauna;
- Analisi dei popolamenti di "erpetofauna".

10.3.3 Frequenza delle operazioni di monitoraggio A.O.

Il monitoraggio ante operam della avifauna consiste nella realizzazione di una campagna annuale con tre sessioni di rilievo ciascuna, da effettuare prima dell'inizio dei lavori preferibilmente nel periodo primavera-estate-autunno. Per quanto riguarda l'erpetofauna (anfibi e rettili) è prevista una campagna annuale con cinque sessioni di rilievo ciascuna, da effettuare prima dell'inizio dei lavori preferibilmente nel periodo primavera-estate-autunno.

Nella tabella seguente vengono riepilogate le attività di monitoraggio ante operam.

Attività	Ambiti sensibili	Cadenza	Periodo d'indagine
Rilievo avifauna	FAU01 (Cantiere CO3) FAU02 (Viadotto Calvia 2), FAU03 (Viadotto Calvia 1), FAU04 (Svincolo Alghero)	1 VOLTA	3 sessioni preferibilmente nelle stagioni primavera-estate-autunno, precedente all'inizio del cantiere
Rilievo "Erpetofauna" (rettili e anfibi)	FAU02 (Viadotto Calvia 2), FAU03 (Viadotto Calvia 1)	1 VOLTA	5 sessioni preferibilmente nelle stagioni primavera-estate-autunno, precedente all'inizio del cantiere

10.4 Monitoraggio in Corso d'Opera

10.4.1 Finalità del monitoraggio in CO

Il monitoraggio in CO verrà effettuato al fine di monitorare gli effetti sui popolamenti faunistici durante le fasi d'esecuzione dei lavori. In particolare si monitorerà eventuali cambiamenti delle migrazioni stagionali dell'avifauna, e la presenza di erpetofauna insieme alla mammalofauna.

10.4.2 Frequenza delle operazioni di monitoraggio CO

Il monitoraggio in corso d'opera della componente fauna consiste nella realizzazione di un rilievo per ogni sito individuato (aree di cantiere e/o attraversamenti di corpo idrico), da effettuare durante la fase di costruzione in corrispondenza di lavorazioni più impattanti preferibilmente nel periodo primaverile.

Nella tabella seguente vengono riepilogate le attività di monitoraggio in corso d'opera.

Attività	Ambiti sensibili	Cadenza	Periodo d'indagine
Rilievo avifauna	FAU01 (Cantiere CO3) FAU02 (Viadotto Calvia 2), FAU03 (Viadotto Calvia 1),	2 VOLTE / anno	Durante l'intera fase di cantiere, preferibilmente la prima campagna nei mesi di aprile –

	FAU04 (Svincolo Alghero)		maggio, la seconda nei mesi di settembre–ottobre.
Stima del livello di permeabilità faunistica del tracciato	Lungo il tracciato	2 VOLTE / anno	
Rilievo Erpetofauna e Mammalofauna	FAU02 (Viadotto Calvia 2), FAU03 (Viadotto Calvia 1)	2 VOLTE / anno	

10.5 Monitoraggio Post Operam

10.5.1 Finalità del monitoraggio PO

Il monitoraggio in PO ha la finalità di monitorare gli effetti sulle popolamenti faunistici durante la fase di esercizio dell'opera con specifico riferimento alla quantificazione delle trasformazioni dei popolamenti ornitici, della erpetofauna e della mammalofauna, nelle aree adiacenti all'opera, al fine di mettere in atto misure di mitigazione e salvaguardia della fauna e dell'ambiente qualora si verificassero danni imputabili ai lavori, con particolare riferimento alle specie di cui agli allegati delle Direttive citate.

10.5.2 Parametri da determinare PO

La realizzazione dei rilievi della componente fauna prevede l'analisi di:

- Analisi dei popolamenti di avifauna;
- Analisi dei popolamenti di mammalofauna;
- Stima del livello di permeabilità faunistica del tracciato.

10.5.3 Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO

Il monitoraggio post operam della fauna ha una durata pari a sei mesi dall'entrata in esercizio della nuova infrastruttura.

Nella tabella seguente vengono riepilogate le attività di monitoraggio post operam.

Attività	Ambiti sensibili	Cadenza	Periodo delle misure
Rilievo avifauna	FAU01 (Cantiere CO3) FAU02 (Viadotto Calvia 2), FAU03 (Viadotto Calvia 1), FAU04 (Svincolo Alghero)	1 VOLTA	Durante il primo anno di esercizio della nuova infrastruttura, preferibilmente periodo primaverile
Stima del livello di permeabilità faunistica del tracciato	Lungo il tracciato	1 VOLTA	
Rilievo Erpetofauna e Mammalofauna	FAU02 (Viadotto Calvia 2), FAU03 (Viadotto Calvia 1)	1 VOLTA	

10.6 Metodologie per le indagini in campo

10.6.1 Criteri di individuazione dei siti e dei punti da monitorare

La scelta delle aree da monitorare ricade in corrispondenza di aree interferite dalla nuova infrastruttura.

Le indagini in campo riguarderanno alcuni siti campione situati in aree adiacenti il tracciato stradale. La scelta di tali siti è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- Rappresentatività dei punti di monitoraggio in modo da poter estendere i dati rilevati ad altri siti con caratteristiche simili.
- Sensibilità: dovranno essere oggetto di controllo diretto in campo tutti quei siti che risultano avere particolari caratteristiche di sensibilità in relazione alla fragilità degli equilibri in atto.
- Presenza di attività di cantiere particolarmente critiche per la componente faunistica poiché causa di interruzione di corridoi ecologici preesistenti.
- Facile accessibilità.

10.6.2 Rilievi della componente faunistica

Considerando le analisi condotte nell'ambito dello SIA, i rilievi della componente faunistica saranno orientati al monitoraggio della comunità ornitica.

Come evidenziato nel suddetto studio, il tracciato di progetto e il cantiere operativo CO3 sono posti ad una distanza di circa 300 dalla ZPS Capo Caccia, situata in corrispondenza dello stagno di Calich. Considerando la relazione fra il sito Natura 2000 e gli elementi di progetto si sono escluse occupazioni e sottrazioni di habitat di interesse comunitario, che nella zona dello Stagno di Calich, possono interessare le zone spondali.

Il tracciato viario, nel tratto più vicino al confine della ZPS, ossia nel tratto della Circonvallazione di Alghero compreso tra la rotatoria n.1, che si attesta sulla SP n. 42 e l'interconnessione con la nuova SS 291 della Nurra, si snoda in un ambito essenzialmente agricolo, con estese coltivazioni di olivo.

Gli esiti degli studi ambientali non hanno evidenziato criticità elevate nei confronti della componente faunistica, tuttavia, a scopo cautelativo, si ritiene opportuno proporre un punto di monitoraggio nei pressi delle seguenti aree:

1. cantiere operativo CO3 nei confronti della specie faunistica più caratterizzante la ZPS, ovvero l'avifauna;
2. area di svincolo della specie faunistica più caratterizzante la ZPS, ovvero l'avifauna;
3. area Viadotto Riu Calvia 2 nei confronti sia di avifauna che di erpetofauna;
4. area Viadotto Riu Calvia 1 nei confronti sia di avifauna che di erpetofauna.



Localizzazione della ZPS Capo Caccia rispetto al tracciato di progetto

10.6.3 Analisi del popolamento avifaunistico

Per il rilevamento dell'avifauna ci si avvarrà della tecnica del conteggio da punti fissi. Tale tecnica consiste nello stilare un elenco delle specie di uccelli contattati nel corso di 10 minuti, sia osservati che ascoltati al canto.

La raccolta dati verrà effettuata in punti di monitoraggio in corrispondenza di viadotti; per ciascun punto di monitoraggio si prevede un rilievo accoppiato, un punto adiacente all'infrastruttura ed un punto distante, al fine di confrontare gli effetti nelle fasi di cantiere e di esercizio.

Verranno effettuati rilievi della durata ciascuno di 10 minuti e localizzati in stazioni di rilevamento distanti tra loro non meno di 200 m. Le distanze lineari saranno calcolate utilizzando un GPS palmare mentre i tempi sono stati scanditi da un cronometro digitale. I dati raccolti saranno stati registrati su scheda cartacea prestampata e poi trasferiti su supporto digitale per le analisi (Microsoft Access).

Per quel che concerne le procedure relative alle analisi statistiche, tutti i dati saranno sottoposti preliminarmente ad analisi esplorativa al fine di verificarne la distribuzione. La verifica statistica sui dati che non presentino distribuzione normale verrà effettuata avvalendosi di procedure non parametriche (Sokal e Rohlf 1995; Fowler & Cohen 1993). Per la misurazione della diversità di specie verrà utilizzato l'indice di Shannon (sensu Hayek & Buzas 1997) mentre per l'equitabilità si farà riferimento all'indice di Pielou (Hayek & Buzas 1997). Per l'analisi della similarità verrà utilizzato l'indice di Sorensen (Chao et al. 2005; Magurran 2004; Krebs 1999). Ciascun set di dati verrà confrontato con la lista delle specie contenute nell'allegato I della direttiva comunitaria 74/509/CEE per verificare la frequenza delle specie di maggior interesse conservazionistico.

10.6.4 Analisi del popolamento dell'erpetofauna

La maggior parte delle specie appartenenti all'erpetofauna divengono rilevabili durante le attività legate alla riproduzione. Per le specie che depongono le uova in acqua stagnante (rane, rospi, tritoni e salamandre) il rilevamento viene condotto presso i siti ecologicamente adatti alla deposizione delle uova (stagni, fontanili ed altre raccolte d'acqua ferma o lentamente corrente). In tali siti è possibile effettuare rilevamenti anche sulle uova e sulle larve, che sono talvolta osservabili in numeri enormemente maggiori rispetto agli adulti. Diversamente, per le specie che non depongono le uova in acqua, non vi è la possibilità di focalizzare i rilevamenti sui siti di riproduzione.

10.7 Programma di monitoraggio per la componente fauna

10.7.1 Definizione dei punti di monitoraggio

In base ai criteri descritti nei paragrafi precedenti, il monitoraggio dell'avifauna si realizzerà nei pressi dei seguenti punti:

FAU01: area di cantiere operativo CO3;

FAU02: area viadotto Calvia 2;

FAU03: area viadotto Calvia 1;

FAU04: area di svincolo;

La localizzazione dei siti è indicata nell'elaborato "Planimetria ubicazione punti di monitoraggio" e ha codice FAU_0X.

10.8 ESTENSIONE E ARTICOLAZIONE DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio della componente fauna, in accordo con quanto indicato nelle Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale, si articolerà in tre fasi temporali: ante operam, corso d'opera e post-operam.

10.8.1 Monitoraggio Ante Operam

Il Monitoraggio AO della componente Fauna ha lo scopo di fornire una precisa caratterizzazione del territorio in analisi dal punto di vista faunistico: viene effettuata la caratterizzazione dei popolamenti faunistici dell'area interessata dai lavori attraverso monitoraggio di campo e ricerca bibliografica.

In tale contesto le indagini condotte in fase ante operam avranno un elevato livello di dettaglio. Hanno lo scopo di definire compiutamente la caratterizzazione dello stato dell'ambiente nelle aree d'indagine prima dell'inizio dei lavori. Più in particolare le indagini saranno finalizzate a raccogliere le informazioni inerenti lo stato di salute degli ecosistemi delle aree selezionate per il monitoraggio, saranno svolte e si concluderanno prima dell'insediamento dei cantieri.

10.8.1.1 Frequenza delle operazioni di monitoraggio AO

Il monitoraggio ante operam della componente fauna consiste nella realizzazione di rilievi in corrispondenza del sito da monitorare che sarà individuato a seguito dell'esecuzione di specifici sopralluoghi diffusi lungo tutto il futuro tracciato viario. Il monitoraggio sarà effettuato una volta prima dell'inizio dei lavori.

10.8.2 Monitoraggio in Corso d'Opera

Il monitoraggio in CO verrà effettuato al fine di monitorare gli effetti delle attività di cantiere e della realizzazione dell'infrastruttura sui popolamenti faunistici durante le fasi realizzative dell'opera. Eventuali variazioni della consistenza e della tipologia faunistica dell'area in esame saranno rilevate con le stesse modalità e cadenze descritte per il Monitoraggio AO.

Il monitoraggio in CO avrà durata pari a 30 mesi.

10.8.2.1 Frequenza delle operazioni di monitoraggio CO

Il monitoraggio in corso d'opera della componente fauna consiste nella realizzazione di rilievi per ogni sito individuato da effettuarsi con una campagna all'anno durante la fase di costruzione ed in corrispondenza di lavorazioni più impattanti.

10.8.3 Monitoraggio in Post Operam

Il monitoraggio in PO ha l'obiettivo di verificare l'andamento temporale dell'assetto faunistico dell'area. Per questo si monitorerà i punti considerati in sede di AO e CO.

10.8.4 Frequenza delle operazioni di monitoraggio in Post Operam

Per il monitoraggio in PO verrà eseguita una campagna nei successivi 6 mesi alla chiusura dei cantieri, con lo scopo di analizzare gli eventi migratori e dovuti alle stagionalità.

Restituzione dei dati del monitoraggio

I risultati dell'attività di monitoraggio saranno riportati su una serie di documenti a carattere periodico e saranno disponibili, insieme ai risultati del monitoraggio delle altre componenti ambientali, nel Sistema Informativo che fa parte integrante del sistema di monitoraggio in oggetto. Per la componente fauna sono previsti rapporti a cadenza annuale riportanti i risultati delle analisi effettuate. La restituzione dei dati consisterà inoltre l'individuazione di situazioni critiche in evoluzione allo scopo di determinare immediatamente le necessarie misure correttive.

11 PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE SUOLO

11.1 Premessa

Il monitoraggio ambientale relativo alla componente suolo, che sarà effettuato in corrispondenza delle aree di cantiere, è redatto allo scopo di:

- valutare le modifiche alle caratteristiche pedologiche dei terreni indotte dalle attività di realizzazione dell'infrastruttura stradale di progetto;
- controllare che le modalità operative e le attività di cantiere siano conformi a quanto previsto nell'ambito del progetto;
- garantire, a fine lavori, il corretto ripristino dei suoli.

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

- ✓ modifiche delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni;
- ✓ riduzione della fertilità dei terreni dovuta alla rimozione degli strati organici superficiali per operazioni di scotico, alle modifiche delle caratteristiche di drenaggio, al rimescolamento degli strati costitutivi, alla infiltrazione di sostanze chimiche, ecc.;
- ✓ inquinamento chimico determinato da sversamenti di sostanze contaminanti nella fase di esercizio dei cantieri.

11.2 Normativa di riferimento

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

- D.M. 01/08/1997 – Approvazione dei metodi ufficiali di analisi fisica dei suoli;
- D.M. 13/09/1999 – Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (G.U. n. SD.O. 185 del 21/10/1999);
- D.M. 25/03/2002 – Rettifiche al Decreto 13/09/1999 (G.U. n. 84 del 10/04/2002).
- D.Lgs. n.152/06 "Norme in materia ambientale" e s.m.i
- D.M. n.161/12

Per quanto concerne le indagini di campagna e la classificazione dei suoli, non esistono norme cui riferirsi, pertanto sono stati considerati i riferimenti scientifici internazionali.

In particolare sono state seguite le indicazioni FAO, ISRIC (1990): Guidelines for soil description.

11.3 Individuazione delle aree oggetto di monitoraggio

Vengono di seguito elencati i criteri che sono stati adottati per la determinazione delle aree e delle postazioni di misura previste nel presente piano di monitoraggio per la componente "Suolo":

- ⇒ rappresentatività del sito in relazione alle caratteristiche pedologiche e di utilizzo dell'area;
- ⇒ significatività del sito, in termini di superficie interessata;
- ⇒ caratteristiche degli interventi di ripristino delle destinazioni d'uso ante-operam previsti in corrispondenza delle aree di cantiere;
- ⇒ facile accessibilità

Sono state individuate n.3 aree di monitoraggio, in corrispondenza dei seguenti cantieri:

CANTIERE	IDENTIFICATIVO	UBICAZIONE KM
CAMPO BASE	SUO-02	120+500
CANTIERE OPERATIVO CO-2	SUO-01	133+300
CANTIERE OPERATIVO CO-3	SUO-03	138+000

11.4 Tipologia di indagini

Il piano prevede l'esecuzione delle diverse tipologie di indagine che vengono di seguito riportate:

- Esecuzione di scavi e/o trivellate
- Analisi di laboratorio dei parametri fisici e chimici dei suoli
- Rilievo dei parametri pedologici

L'individuazione della suddetta tipologia di parametri è stato effettuata allo scopo di poter descrivere la capacità del suolo ad interagire con gli elementi che in esso sono contenuti, ovvero con quelli che in esso vengono aggiunti o che vengono distribuiti sul suolo stesso.

A solo titolo esemplificativo, si evidenzia come alcuni parametri fisico-chimici (quali il pH, la tessitura, la sostanza organica e la capacità di scambio cationico) rappresentano i caratteri base la cui variazione può condizionare fortemente il suolo e, quindi, far modificare in maniera significativa

la capacità protettiva, filtrante o adsorbente del suolo nei confronti di sostanze potenzialmente inquinanti.

Per quanto concerne i parametri chimici, è possibile rilevare come alcuni di questi (come l'azoto, il fosforo, il potassio, ecc.) definisce il livello di concentrazione e, quindi, l'eventuale grado di contaminazione indotto sul suolo a seguito, per esempio, delle pratiche di concimazione o difesa antiparassitaria normalmente eseguite in agricoltura; inoltre, sempre in materia della suddetta tipologia di parametri, si sottolinea come il rilievo dei metalli pesanti (rame, arsenico, cadmio, cromo, ecc.) consenta di verificare l'eventuale presenza sul territorio di fitofarmaci, concimi minerali e/o organici, liquami zootecnici, fanghi di depurazione, ecc.

Le indagini si svolgeranno con due metodiche, analoghe nella tre fasi: profilo e trivellata. Le analisi chimiche saranno realizzate:

- per la trivellata: sull'unico campione che sarà prelevato nei primi 40 cm della carota (campione superficiale);
- per il profilo: per ogni orizzonte individuato sarà prelevato un campione; sarà inoltre acquisito un campione ad una profondità superiore ai 2 m per valutare le condizioni chimiche del sottosuolo. Nella fase di PO il campionamento dovrà essere realizzato sempre di 2 m iniziando lo scavo dal piano corrispondente al piano originale della fase AO.

In tutte fasi previste di monitoraggio, saranno rilevati e determinati parametri chimici e fisici ai fini della classificazione dei suoli e come indicatori della funzionalità del suolo sotto il profilo ecologico e produttivo; saranno descritti gli orizzonti e i campioni saranno soggetti ad analisi per stabilire la tessitura del suolo, la capacità di scambio cationico, il pH, la presenza di sostanza organica, la concentrazione di metalli e la capacità del suolo di trattenere inquinanti o di far penetrare le radici delle piante.

11.5 Parametri oggetto di rilevamento

Nel seguito vengono descritte le diverse tipologie di parametri che saranno rilevati nel corso delle campagne di monitoraggio previste nell'ambito del presente PMA per la componente "Suolo":

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

- parametri di inquadramento territoriale

L'individuazione della suddetta tipologia di parametri è stato effettuata allo scopo di poter descrivere la capacità del suolo ad interagire con gli elementi che in esso sono contenuti, ovvero con quelli che in esso vengono aggiunti o che vengono distribuiti sul suolo stesso.

A solo titolo esemplificativo, si evidenzia come alcuni parametri fisico-chimici (quali il pH, la tessitura, la sostanza organica e la capacità di scambio cationico) rappresentano i caratteri base la cui variazione può condizionare fortemente il suolo e, quindi, far modificare in maniera significativa la capacità protettiva, filtrante o adsorbente del suolo nei confronti di sostanze potenzialmente inquinanti.

Per quanto concerne i parametri chimici, è possibile rilevare come alcuni di questi (come l'azoto, il fosforo, il potassio, ecc.) definisce il livello di concentrazione e, quindi, l'eventuale grado di contaminazione indotto sul suolo a seguito, per esempio, delle pratiche di concimazione o difesa antiparassitaria normalmente eseguite in agricoltura; inoltre, sempre in materia della suddetta tipologia di parametri, si sottolinea come il rilievo dei metalli pesanti (rame, arsenico, cadmio, cromo, ecc.) consenta di verificare l'eventuale presenza sul territorio di fitofarmaci, concimi minerali e/o organici, liquami zootecnici, fanghi di depurazione, ecc.

11.5.1 Parametri pedologici

I parametri pedologici che saranno rilevati per la caratterizzazione delle peculiarità territoriali del sito di indagine sono quelli di seguito indicati:

- Classi di drenaggio, che saranno individuate in funzione delle modalità di rimozione dell'acqua del suolo e distinte in 7 diverse classi (da rapida ad impedita)
- Esposizione, intesa come l'immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire dal Nord in senso orario
- Fenditure superficiali, relative ad un'area campione di circa 100m², in corrispondenza della quale saranno rilevati il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità delle fessure presenti in superficie (esprese in cm)
- Microrilievo, nell'ambito del quale saranno individuati gli elementi caratteristici eventualmente presenti nel sito di indagine, quali ad esempio cunette e rilievi da movimenti di terra, terrazzette, cuscinetti erbosi, ribaltamento di alberi, ecc.

- Pendenza, espressa in gradi sessagesimali ed intesa come l'inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza
- Permeabilità, intesa come la velocità di trasmissione dell'acqua attraverso il suolo in direzione verticale e classificata in una scala compresa tra il valore 0 (permeabilità molto bassa, tipica dei terreni argillosi) ed il valore 6 (corrispondente ad un valore di permeabilità molto alta, tipica delle ghiaie lavate)
- Pietrosità superficiale, intesa come percentuale relativa di frammenti di roccia alterata presenti nell'areale del punto di monitoraggio e classificata con 8 diversi livelli di pietrosità
- Rocciosità affiorante, espressa come percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di circa 1.000m² nell'intorno del punto di misura
- Substrato pedogenetico, definito come il materiale localizzato immediatamente al di sotto del "suolo", che sarà differenziato su base granulometrica
- Uso del suolo, riferito al tipo di utilizzo del suolo di un'area di circa 100m² all'intorno del punto di monitoraggio
- Vegetazione, consistente nella descrizione della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno areale del punto di misura ed espressa in termini di unità fisionomiche o floristiche

11.5.2 Parametri fisico-chimici

Vengono di seguito elencati e brevemente caratterizzati i parametri fisico-chimici di cui il presente piano di monitoraggio ambientale prevede il rilievo:

- Colore allo stato secco ed umido, espresso come la colorazione della superficie interna di un aggregato di suolo in condizioni secche ed umide, che viene definito mediante il confronto con le "Tavole Munsell", utilizzando a tale proposito i tre codici alfanumerici previsti dalla notazione "Munsell (colore, valore, cromatismo)"
- Consistenza, intesa come la caratteristica del suolo determinata dal tipo di coesione ed adesione, che viene espressa intermini di "resistenza", "caratteristiche di rottura", "cementazione", "massima adesività" e "massima plasticità"
- Fenditure, consistenti nei vuoti ad andamento planare che delimitano gli aggregati, le zolle ed i frammenti, misurati in termini di "larghezza"
- Ph, parametro rappresentativo dello stato di acidità/alcalinità del suolo, che condiziona i fenomeni di scambio, ritenzione ed accumulo che avvengono nel suolo stesso

- Porosità, espressa come vuoti di diametro superiore a 60 micron, che sono misurati in termini di "diametro" e "quantità"
- Struttura, consistente nella entità e nella modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo in particelle composte, separate da superfici di minore resistenza, che danno unità strutturali naturali relativamente permanenti (aggregati), ovvero meno persistenti (come zolle e frammenti)
- Tessitura, intesa come la stima delle percentuali di sabbia, limo ed argilla presenti nella terra fine, che viene misurata rispetto al valore totale della terra fine
- Umidità, consistente nelle condizioni di umidità dell'orizzonte, che sono classificate su 5 livelli, che vanno dal valore 1 (terreno asciutto) al valore 5 (terreno bagnato)

11.5.3 Parametri chimici

I parametri chimici che verranno rilevati nell'ambito del presente piano di monitoraggio ambientale della componente "Suolo " sono quelli di seguito indicati e brevemente descritti:

- Idrocarburi, per la valutazione dell'interferenza dovuta principalmente agli sversamenti accidentali degli olii; in particolare, saranno misurati:
 - Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
 - Idrocarburi leggeri, con C < 12
 - Idrocarburi pesanti, con C > 12
 - Benzene
 - Etilbenzene
 - Stirene
 - Toluene
 - Xilene
- Metalli pesanti, la cui presenza sul suolo deriva principalmente dall'utilizzo di sostanze utilizzate nell'agricoltura come antiparassitari o fertilizzanti, oltre che da processi di fallout atmosferico (relativamente al piombo):
 - Cadmio
 - Cromo
 - Nichel
 - Piombo
 - Rame

- Zinco
- Sostanza organica, intesa come composti del carbonio che derivano da processi di trasformazione di componenti di organismi viventi e la cui presenza determina la struttura e la porosità del suolo, influenzando di conseguenza i fenomeni di ritenzione, accumulo, permeabilità, drenaggio e ruscellamento dell'acqua che arriva al suolo ed i relativi fenomeni di erosione; in particolare, per la caratterizzazione della sostanza organica si provvederà alla determinazione di:
 - Contenuto di Carbonio organico, espresso in percentuale e determinato secondo il metodo Walkley e Black, che consiste nell'ossidazione con bicromato di potassio del carbonio organico stesso

11.6 Articolazione temporale e frequenza degli accertamenti

Il monitoraggio ambientale della componente "Suolo" sarà effettuato nelle 4 aree di misura individuate, solo nelle fasi ante operam e post operam, considerando che nel corso operam i suoli risultano interessati dalle pavimentazioni dei cantieri. Ciascuna delle suddette fasi ha le seguenti finalità:

- monitoraggio ante-operam, finalizzato alla caratterizzazione dello stato del suolo prima dell'inizio dei lavori, sia in termini qualitativi che quantitativi, con particolare riferimento alla fertilità, alla presenza di inquinanti ed alle caratteristiche fisiche; lo svolgimento di tale attività consentirà di determinare il quadro di riferimento iniziale delle caratteristiche dei terreni, al quale confrontare i risultati ottenuti nella successiva fase del monitoraggio e poter quindi verificare l'eventuale insorgere di situazioni di criticità indotte dalla realizzazione dell'infrastruttura stradale di progetto. Nella fase di ante-operam è prevista un'unica campagna di rilievo, da effettuare prima dell'inizio delle attività di realizzazione dell'infrastruttura stradale di progetto.
- monitoraggio post-operam, finalizzato a verificare le eventuali alterazioni delle caratteristiche originarie del terreno in corrispondenza delle aree di indagine, con particolare riferimento ai siti interessati dalle attività di cantiere, in modo da poter prevedere gli opportuni interventi di bonifica superficiale dei terreni superficiali prima della loro risistemazione definitiva. Nel dettaglio, il monitoraggio post-operam avrà inizio dopo che verranno concluse le attività di sgombero del cantiere e di rinaturalizzazione del sito, che prevedono in particolare la rimozione di tutti i materiali dalle aree di cantiere dismesse,

lo scotico dello strato superficiale del terreno (per una altezza variabile in funzione del grado di compattazione e di qualità acquisito nel corso delle lavorazioni) e, infine, la posa in opera ed il rimodellamento del terreno vegetale, con caratteristiche chimico-fisiche simili a quelle dei terreni circostanti, nei siti coinvolti dalla cantierizzazione. Nella fase di post-operam è prevista un'unica campagna di rilievo, da realizzare entro 3 mesi dall'entrata in esercizio dell'opera stradale di progetto.