

S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131

Risoluzione dei nodi critici - 2° stralcio dal km 108+300 al km 158+000

Lotto di completamento

PROGETTO ESECUTIVO

CA284

R.T.I. di PROGETTAZIONE:

Mandataria

Mandante



**PRO
ITER**
Progetto
Infrastrutture
Territorio s.r.l.

Via G.B. Sammartini n°5
20125 - Milano
Tel. 02 6787911
email: mail@proiter.it



Via Artemide n°3
92100 Agrigento
Tel. 0922 421007
email: deltaingegneria@pec.it

PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Formichi - Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Nicola D'Alessandro - Delta Ingegneria srl
Ordine Ing. di Agrigento n. A995

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Massimo Mezzanatica - Pro Iter srl
Albo Geol. Lombardia n. A762

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Diego Ceccherelli
Ordine Ing. di Milano n. 15813

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. Francesca Martina Tedde



PROTOCOLLO

DATA

MONITORAGGIO AMBIENTALE

Relazione del piano di monitoraggio ambientale

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	TOOMOOOARE01A		
L O P L S Q	E	1901	CODICE ELAB. T O O M O O O M O A R E O 1	A	--
D					
C					
B					
A	Verifica di Attuazione Lotto di Completamento	Febbraio 2023	Ing. D'ALESSANDRO	Ing. M. CARLINO	Ing. N. D'ALESSANDRO
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	4
2	L'OPERA DI PROGETTO	6
3	IL QUADRO INFORMATIVO ESISTENTE.....	8
4	ASPETTI METODOLOGICI DEL MONITORAGGIO.....	9
4.1	OBIETTIVI E FINALITÀ.....	9
4.2	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DI ESPLETAMENTO DELLE ATTIVITÀ	10
4.3	MODALITÀ DI ATTUAZIONE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	11
4.4	IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI	11
4.5	COMPONENTE ATMOSFERA	12
4.6	COMPONENTE RUMORE	12
4.7	COMPONENTI NATURALISTICHE (VEGETAZIONE FLORA E FAUNA)	12
4.8	COMPONENTE SUOLO	12
4.9	COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI	12
4.10	DESCRIZIONE DEL MONITORAGGIO	12
4.11	STRUTTURA ORGANIZZATIVA	12
5	MODALITÀ DI RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO	13
5.1	SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE	13
5.1.1	<i>Obiettivi generali del SIT.....</i>	<i>13</i>
5.1.2	<i>Requisiti del Sistema Informativo Territoriale</i>	<i>14</i>
5.1.3	<i>Architettura generale del Sistema Informativo Territoriale</i>	<i>14</i>
5.2	MODALITÀ DI ACQUISIZIONE ED ARCHIVIAZIONE DATI	17
5.2.1	<i>Acquisizione dati</i>	<i>17</i>
5.2.2	<i>Elaborazione dati in forma cartacea</i>	<i>18</i>
5.2.3	<i>Elaborazione dati in forma digitale.....</i>	<i>18</i>
5.3	MODALITÀ DI DIFFUSIONE E RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	19
5.3.1	<i>Diffusione dei dati del monitoraggio.....</i>	<i>19</i>
5.3.2	<i>Rapporti periodici</i>	<i>19</i>
6	PIANO DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	21
6.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	22
6.2	TIPOLOGIE DI MISURA	22
6.3	MONITORAGGIO STATO ANTE-OPERAM (AO)	23
6.4	MONITORAGGIO IN FASE DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA (CO)	23
6.5	MONITORAGGIO IN FASE DI ESERCIZIO DELL'OPERA (POST OPERAM-PO)	23
6.6	PARAMETRI DA RILEVARE.....	23

Progetto Esecutivo

6.7	INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI E DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	25
7	PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE RUMORE	26
7.1	PREMESSA	26
7.2	QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO.....	27
7.3	DEFINIZIONE DEGLI INDICATORI E DEI PARAMETRI DEL MONITORAGGIO	28
7.4	MODALITÀ DEL MONITORAGGIO ACUSTICO	30
7.5	PROGRAMMA DI MONITORAGGIO	31
7.6	CONCLUSIONI.....	32
8	PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE SUOLO.....	33
8.1	PREMESSA	33
8.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	33
8.3	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE OGGETTO DI MONITORAGGIO	34
8.4	TIPOLOGIA DI INDAGINI.....	34
8.5	CAMPIONAMENTO	35
8.6	METODI ANALITICI DI LABORATORIO	37
8.7	PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO	38
8.8	ARTICOLAZIONE TEMPORALE E FREQUENZA DEGLI ACCERTAMENTI	40
8.9	DEFINIZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	41
8.10	CONCLUSIONI	42
9	PIANO DI MONITORAGGIO DELLA BIODIVERSITÀ.....	44
9.1	PREMESSA	44
9.1.1	<i>Obiettivi e finalità.....</i>	<i>44</i>
9.1.2	<i>Individuazione delle stazioni di monitoraggio</i>	<i>45</i>
9.1.3	<i>Modalità di restituzione dei dati.....</i>	<i>46</i>
9.2	FLORA, VEGETAZIONE E HABITAT	46
9.2.1	<i>Obiettivi</i>	<i>46</i>
9.2.2	<i>Riferimenti scientifici e normativi</i>	<i>46</i>
9.2.3	<i>Metodologia di campionamento.....</i>	<i>47</i>
9.2.4	<i>Programmazione delle attività.....</i>	<i>48</i>
9.2.5	<i>Parametri e indicatori</i>	<i>50</i>
9.3	FAUNA	50
9.3.1	<i>Obiettivi</i>	<i>50</i>
9.3.2	<i>Riferimenti scientifici e normativi</i>	<i>51</i>
9.3.3	<i>Metodologia di campionamento.....</i>	<i>52</i>
9.3.4	<i>Programmazione delle attività.....</i>	<i>54</i>

9.3.5	<i>Parametri e indicatori</i>	57
10	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE ACQUE SUPERFICIALI	59
10.1	PREMESSA	59
10.2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	60
10.3	RISCHI DI DEGRADAZIONE CHIMICO-FISICA DELLE ACQUE SUPERFICIALI	61
10.4	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI MISURAZIONE	62
10.5	DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE DI MISURAZIONE.....	65
10.5.1	<i>Misure di portata correntometriche</i>	65
10.5.2	<i>Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio</i>	65
10.5.3	<i>Analisi Chimico Fisiche</i>	66
10.5.4	<i>Analisi Batteriologiche</i>	68
10.5.5	<i>Indici di tipo biologico</i>	68
10.6	DEFINIZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	69
10.7	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI	69
10.7.1	<i>Monitoraggio ante operam (MAO)</i>	69
10.7.2	<i>Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO)</i>	70
10.7.3	<i>Monitoraggio Post Operam (MPO)</i>	72

1 PREMESSA

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), relativo al Progetto Esecutivo **"Adeguamento e messa in sicurezza della S.S. 131 'Carlo Felice' Risoluzione dei nodi critici -2° stralcio dal km 108+300 al km 158+000 – lotto di completamento"**, 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)".

Il presente PMA è stato condiviso più volte con ARPAS e sono state apportate le necessarie modifiche per ottemperare alla richiesta ARPAS N. 8576/2019 del 07/03/2019 nonché alle prescrizioni CIPE inerenti le componenti Fauna ed atmosfera e successivamente approvato da ARPAS con nota prot. 34428 del 22/10/2020.

Per lo stralcio esecutivo del lotto di completamento il presente PMA è desunto dal PMA del 2° stralcio limitatamente alle componenti ambientali e alle relative stazioni di misura interessate dall'esecuzione delle opere.

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.

Progetto Esecutivo

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 elaborati grafici Piano di Monitoraggio Ambientale: Planimetria con ubicazione dei punti di misura (T00M000MOAPL01-02_A), allegati alla presente relazione.

2 L'OPERA DI PROGETTO

Il progetto di adeguamento e messa in sicurezza del tratto di Strada Statale 131 "Carlo Felice", dal Km 108+300 al Km 209+500, è l'insieme di un sistema complesso di interventi distribuiti su un territorio molto ampio, di estensione superiore ai 100 km.

Il progetto prevede sostanzialmente l'eliminazione delle intersezioni a raso presenti, mediante la sostituzione delle stesse con la costruzione di n.6 nuove infrastrutture di svincolo (intersezioni a livelli sfalsati), in località Paulilatino, Macomer - Mulargia, Bonorva Sud e Nord, Cossoine e Campu Laras al km 190+350 a cavallo dei comuni di Florinas e Codrongianos.

In recepimento degli studi effettuati, e sulla scorta delle verifiche delle dimensioni delle corsie di entrata e di uscita effettuate in fase progettuale, è stato effettuato l'adeguamento di tutte le corsie specializzate dei 20 svincoli esistenti compresi tra i km 108+300 e 209+500.

Ulteriore intervento diffuso previsto in progetto è l'eliminazione e/o l'adeguamento di tutti gli accessi presenti lungo l'asse della S.S. 131, consentiti negli anni o sorti abusivamente, e non più regolarizzati, che sono stati risolti con la riqualificazione e l'adeguamento di strade locali esistenti e la realizzazione di nuovi tratti di viabilità di ricucitura con il reticolo stradale esistente.

L'intero intervento si è suddiviso in n. 3 stralci come di seguito riportato:

- Stralcio 1: dal Km 158+000 al Km 162+700
- Stralcio 2: dal Km 108+300 al Km 158+000
- Stralcio 3: dal Km 162+700 al Km 209+500

Stante quanto suddetto nel secondo Stralcio dell'intero intervento sono compresi n. 2 svincoli di nuova realizzazione, lo svincolo di Paulilatino al km 120+000 e lo svincolo di Macomer al km 148+000; è inoltre previsto l'adeguamento dello svincolo di Paulilatino Sud al km 119+000, lo svincolo di Tossilo al km 138+000, lo svincolo di Campeda al km 152+000 e lo svincolo di Badde Selighes km 155+000, nonché l'adeguamento della viabilità secondaria e la risoluzione di accessi.

Il presente PMA si riferisce al lotto di completamento del secondo Stralcio dal quale sono stralciate le opere ricomprese nel lotto c.d "intervento nuovo svincolo di Paulilatino al km 120+000" che ricomprendeva le seguenti opere funzionali:

- Il potenziamento e la messa in sicurezza dello svincolo Paulilatino in prossimità dell'area industriale di Paulilatino posta al km 120+300 della S.S.131, ove attualmente è localizzato lo svincolo a raso oggetto del presente intervento. Per l'eliminazione della intersezione a raso presente al km 120+300 si prevede la realizzazione di quattro rampe di ingresso e/o di uscita parallele all'attuale infrastruttura. Il collegamento tra le parti poste a est e a ovest è già garantito da un cavalcavia in corrispondenza della zona industriale di Paulilatino. Completano lo svincolo due rotatorie poste nei tratti terminali dell'attraversamento, per il

Progetto Esecutivo

collegamento con i rami della viabilità locale, e la sistemazione dei tratti di viabilità locale interferita, ricadenti nell'immediato intorno dello svincolo. La rotatoria posta sul lato est si collega con il tratto di viabilità oggetto dell'intervento S03 di 575 m di estensione circa, che rappresenta la circonvallazione est dell'abitato di Paulilatino.

- la pavimentazione di un tratto di viabilità comunale (S03) su sedime già esistente, con larghezza di 6 m, per un'estensione di 575 m circa, che rappresenta la circonvallazione est dell'abitato di Paulilatino, e consente un collegamento diretto e più rapido della zona industriale di Paulilatino con la Strada Provinciale n. 11, evitando che il traffico pesante attraversi il centro abitato di Paulilatino.

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.

In particolare, è stata considerata ed analizzata la seguente documentazione:

- Progetto Definitivo dell'Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131 dal km 108+300 al km 209+500 - **Risoluzione dei nodi critici - 2° stralcio**, del quale il presente PMA costituisce parte integrante;
- Studio di Impatto Ambientale dell'Adeguamento e messa in sicurezza della SS 131 dal km 108+300 al km 209+500 - Risoluzione dei nodi critici - 1° stralcio e 2° stralcio

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

- ⇒ Cantierizzazione e gestione materie
- ⇒ Studio geologico e geotecnico (corredato dai relativi sondaggi)
- ⇒ Valutazione di Incidenza
- ⇒ Relazione Paesaggistica
- ⇒ Studio acustico e Atmosferico
- ⇒ Interventi di mitigazione ed inserimento ambientale e paesaggistico

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

Progetto Esecutivo

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;
- rappresentare la 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 (stato 'di bianco').

Per il monitoraggio Ante Operam sono previsti dai 6 ai 12 mesi di monitoraggio, a seconda della componente.

☐ **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;

Progetto Esecutivo

- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali.

Il Monitoraggio in corso d'opera si svolgerà durante tutta la durata della fase di costruzione, come da Cronoprogramma.

La struttura con la quale si sono modulate le proposte d'attuazione dei rilevamenti per le singole componenti ambientali è stata comunque 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. In particolare ciò implica che la frequenza e la localizzazione effettiva dei punti di rilevamento potranno essere rimodulate in funzione delle esigenze riscontrate in fase di cantiere.

☐ **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.

Per il MPO sono previsti dai 6 ai 12 mesi di monitoraggio, a seconda della componente, ad eccezione della componente Fauna per la quale sono previsti 2 anni di monitoraggio.

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 successivamente, sono quelle che vengono di Piano di Monitoraggio Ambientale

Progetto Esecutivo

seguito elencate:

- 4.5 COMPONENTE ATMOSFERA
- 4.6 COMPONENTE RUMORE
- 4.7 COMPONENTI NATURALISTICHE (vegetazione flora e fauna)
- 4.8 COMPONENTE SUOLO
- 4.9 COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI

4.10 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".

4.11 Struttura organizzativa

Nella seguente Tabella 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.
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

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 monitorare 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:

Progetto Esecutivo

- ⇒ "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

Il 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.

Progetto Esecutivo

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.

Progetto Esecutivo

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 punto 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.

Progetto Esecutivo

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.

Progetto Esecutivo

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 meteo-climatica, 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:

- ✓ facilità di archiviazione delle informazioni;
- ✓ possibilità di ricercare determinate informazioni;
- ✓ 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

Progetto Esecutivo

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, documentazione fotografica, stralci planimetrici, output di sistemi di analisi.

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 di Savona ed ai Comuni di Savona e Albissola Marina, 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

Progetto Esecutivo

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 riguarderà il controllo e la verifica delle fasi ante operam, corso d'opera e post operam.

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 rilevamento 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 da 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.

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, etc).

6.1 Riferimenti normativi

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

- ✓ D.lgs. 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 D.lgs. 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"
- ✓ D.lgs. 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. 50/2016 e s.m.i.

I campionamenti devono essere eseguiti secondo i metodi di riferimento indicati nel D.lgs. 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

Le misure saranno eseguite con laboratori mobili strumentati in grado di rilevare in automatico i parametri richiesti. I parametri verranno monitorati attraverso idonea strumentazione installata sul laboratorio mobile. In particolare, 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, PM_{2,5} e il PM₁₀ verrà acquisito mediante campionatore sequenziale/gravimetrico su filtro e restituito come valore medio giornaliero. Ai suddetti inquinanti vanno aggiunti gli inquinanti appartenenti alla categoria dei metalli (Pb, Ni, Cd, As) e il benzo(a)pirene da effettuarsi sui campioni derivanti dal rilevamento delle polveri e restituito come valore medio giornaliero. Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici.

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.

Nel Piano di Monitoraggio, in relazione alle caratteristiche dell'opera in oggetto e del sito interessato, si prevede per la fase ante-operam una unica campagna della durata di 1 settimana per punto 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 dei vari tratti funzionali e perché può venire influenzata dalle eventuali modifiche nella localizzazione ed organizzazione dei cantieri apportate dalle imprese aggiudicatarie dei lavori. Nel caso specifico, si prevede di effettuare, per ogni postazione, 9 campagne, di durata pari a 7gg, ovvero un rilievo ogni 6 settimane per tutta la durata dei lavori, pari a 410 giorni come da cronoprogramma.

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 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. Considerando l'importanza di valutare l'effettivo ripristino dei luoghi, si ritiene opportuno effettuare il monitoraggio degli inquinanti atmosferici anche in tale fase. Nel caso specifico, considerando la durata del monitoraggio post operam pari a un anno, si propone di effettuare otto campagne di durata pari a 7gg, ovvero un rilievo ogni 6.5 settimane.

6.6 Parametri da rilevare

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

A) polveri aerodisperse:

- PM10
- PM2,5

Progetto Esecutivo

- PTS

B) emissioni da traffico veicolare:

- ossidi di azoto (NOX e NO2);
- monossido di carbonio (CO);
- benzene (C6H6);
- biossido di zolfo (SO2);
- ozono (O3);
- benzo(a)pirene, quale marker degli IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici);
- Piombo (Pb);
- Nichel (Ni);
- Cadmio (Cd);
- Arsenico (As).

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
- radiazione solare

I metodi analitici e i limiti di rilevabilità dovranno essere tali da consentire di quantificare gli analiti ricercati ai livelli di concentrazione stabiliti dal D.lgs. 155/2010. In particolare si propone il seguente schema di Monitoraggio.

Tabella 1 – Parametri monitorati nelle diverse fasi

Parametro	Fasi Monitoraggio		
	AO	CO	PO
PM10	●	●	●
PM2,5	●	●	●
PTS		●	
NOx	●	●	●
CO	●	●	●
SO2	●	●	●
O3	●	●	●
Benzo(a)pirene	●	●	●
Pb	●	●	●
Ni	●	●	●
Cd	●	●	●
As	●	●	●
Benzene	●	●	●
Parametri meteorologici	●	●	●
Durata	1 settimana	1 settimana	1 settimana
Frequenza	1 volta	un rilievo ogni 6 settimane	un rilievo ogni 6.5 settimane
Periodo		14 mesi	1 anno

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 d'Impatto Ambientale e a quanto prescritto nella delibera CIPE, sono stati individuati 5 punti di monitoraggio della qualità dell'aria, così come mostrato nell'elaborato T00MO00MOA00PL01 allegato alla presente relazione.

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

La tabella seguente riassume i monitoraggi previsti per la componente atmosfera:

Punti di Monitoraggio e Frequenza

Postazione	POSIZIONE	Fase di Monitoraggio
ATM_03	(Sv. Macomer - Ricettore n. 4)	AO + CO + PO
ATM_04	(Sv. Macomer - cantiere)	AO + CO + PO
ATM_05	(Sv. Macomer – Ricettore 7)	AO + CO + PO

Fase	Frequenza	Durata	Periodo	N° Monitoraggi per punto	N° Monitoraggi totali
------	-----------	--------	---------	--------------------------	-----------------------

Progetto Esecutivo

AO	1 volta	1 settimana	In un arco temporale 6 mesi prima inizio lavori	1	3
CO	Un rilievo ogni 6.5settimane	1 settimana	28 mesi	17	51
PO	Un rilievo ogni 6,5 settimane	1 settimana	1 anno	8	24

7 PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE RUMORE

7.1 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;
- ✓ nel caso in cui si dovessero evidenziare superamenti i dei limiti normativi, adozione di eventuali barriere acustiche atte a garantire il rispetto dei limiti di cui alla normativa vigente;
- ✓ 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:

Progetto Esecutivo

- ✓ 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.

7.2 Quadro di riferimento normativo

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

- ✓ 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".

Progetto Esecutivo

- ✓ 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- 10- 2012 – DOC. n.26/12".

7.3 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:

Progetto Esecutivo

- ✓ 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.

7.4 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 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)
- ✓ Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere. (Tipologia RUM_B)

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

- ✓ punti di monitoraggio della situazione ante-operam;
- ✓ punti di monitoraggio della situazione post-operam;
- ✓ punti di monitoraggio della fase di corso d'opera;

Complessivamente sono stati previsti n° 4 punti di monitoraggio per la fase attuale (ante-operam), n°1 punti di monitoraggio per la fase di cantierizzazione (in prossimità delle aree di cantiere) e n°3 punti di monitoraggio per la fase di esercizio (post-operam).

Per quanto riguarda i punti individuati in corrispondenza dell'infrastruttura, è stata fatta la scelta di prevedere misurazioni fonometriche. In particolare la scelta dei punti è stata fatta sulla base dei risultati delle simulazioni acustiche della configurazione post-operam eseguite nello SIA: la postazione è stata prevista in corrispondenza del ricettore avente il più alto livello acustico simulato in facciata. La scelta di far coincidere i punti ante operam con quelli post operam è giustificata dal fatto di poter disporre, in questo modo, di una situazione direttamente confrontabile. Nello specifico uno solo dei punti scelti (quello più prossimo all'area di cantiere) risulta rappresentativo sia della fase di realizzazione delle opere in progetto (corso d'opera) sia del livello sonoro dell'infrastruttura e risulta per tanto monitorato nell'ante e in corso d'opera.

In particolare, per quanto riguarda il piano di monitoraggio si prevede:

- ✓ una sola campagna settimanale, per le postazioni di monitoraggio ante-operam, in corrispondenza dei punti che saranno oggetto anche di monitoraggio post operam;
- ✓ una sola campagna settimanale, per le postazioni oggetto di post operam.

Progetto Esecutivo

- ✓ n. 5 campagne con frequenza trimestrale della durata di 24 ore, per il punto di monitoraggio in corso d'opera. La durata complessiva stimata dei lavori ammonta a 410 giorni;
- ✓ una sola campagna da 24 ore, per il punto di monitoraggio ante-operam, in corrispondenza del punto che sarà oggetto di monitoraggio in corso d'opera (prossimità aree di cantiere);

7.5 Programma di monitoraggio

Nelle seguenti tabelle vengono riepilogati i punti di monitoraggio individuati nel presente piano. La loro posizione è indicata planimetricamente nell'elaborato "Monitoraggio Ambientale - *Planimetria di ubicazione dei punti – Atmosfera e Rumore*" _T00M000MOA00PL01.

Sono state individuate n. 4 postazioni, ove verrà eseguito monitoraggio ante-operam, n. 1 postazioni, ove verrà eseguito il monitoraggio ante e corso d'opera e n. 2

postazioni, ove verrà eseguito monitoraggio ante-operam e in corso d'opera.

Tabella 2 - Punti di monitoraggio della situazione attuale (ANTE OPERAM)

Punto di monitoraggio	Codifica	Localizzazione del punto di misura
Punti di monitoraggio del rumore ambientale (ANTE OPERAM)	RUM_05_A	Ricettore R04 ubicato all'inizio dello svincolo "Macomer"
	RUM_06_A	Ricettore R07 ubicato presso svincolo di "Macomer"
	RUM_07_A	Ubicato presso l' ospedale di Macomer (sud dello svincolo di Macomer)
	RUM_08_A	Ricettore R02 ubicato presso svincolo di "Macomer"
	RUM_09_A	Ricettore R09 ubicato presso il centro abitato di Macomer in corrispondenza del cantiere al km 145

Tabella 3 - Punti di monitoraggio della fase di esercizio (POST OPERAM)

Punto di monitoraggio	Codifica	Localizzazione del punto di misura
Punti di monitoraggio del rumore ambientale (fase di esercizio)	RUM_05_A	Ricettore R04 ubicato all'inizio dello svincolo "Macomer": edificio presso cui è stato simulato un livello in facciata pari a 46.8 dB(A) nel TR notturno a fronte di un limite di fascia posto a 55 dB(A).
	RUM_06_A	Ricettore R07 ubicato presso svincolo di "Macomer"
	RUM_07_A	Ubicato presso l' ospedale di Macomer (sud dello svincolo di Macomer)
	RUM_08_A	Ricettore R02 ubicato presso svincolo di "Macomer"

Tabella 4 - Punti di monitoraggio delle fasi di cantierizzazione

Punto di monitoraggio	Codifica	Localizzazione del punto di misura	Criterio di scelta del punto (*)
Punti di monitoraggio del rumore ambientale	RUM_06_B	Cantiere operativo "Svincolo Macomer": ricettore R07 .	Punto scelto in corrispondenza del ricettore abitativo maggiormente impattato.

Progetto Esecutivo

(fase di cantierizzazione)	RUM_09_A	Cantiere operativo al km 145 - "centro abitato di Macomer"	Punto scelto in corrispondenza del ricettore abitativo maggiormente impattato.
-----------------------------------	----------	--	--

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

Tabella 5 - 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_05_A	X		X	1 VOLTA	SETTIMANALE	L _{Aeq, TR} medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_06_A	X		X	1 VOLTA	SETTIMANALE	L _{Aeq, TR} medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_06_B		X		TRIMESTRALE (*)	24 h	L _{Aeq, TR}
RUM_07_A	X		X	1 VOLTA	SETTIMANALE	L _{Aeq, TR} medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_08_A	X		X	1 VOLTA	SETTIMANALE	L _{Aeq, TR} medio settimanale (DIURNO, NOTTURNO)
RUM_09_A	X	X		TRIMESTRALE (*)	24 h	L _{Aeq, TR}

(*): durata dei lavori pari a 840 giorni per un totale di 9 misurazioni per punto di misura.

7.6 Conclusioni

- ante operam: nei sei mesi precedenti l'avvio dei lavori, una campagna di rilievo settimanale per postazione di misura → tot. 4 misure settimanali;
- ante operam: nei sei mesi precedenti l'avvio dei lavori, una campagna di rilievo H24 in corrispondenza delle postazioni di misura prossime all'area di cantiere → tot. 1 misure H24;
- corso d'opera: per tutta la durata dei lavori (pari a 840 gg) è prevista una 1 misura H24 trimestrale per postazione → tot. di 18 misure H24;
- post operam: nell'arco di un anno dall'entra in esercizio dell'infrastruttura, una campagna di rilievo settimanale per postazione di misura → tot. 4 misure settimanali;

8 PIANO DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE SUOLO

8.1 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

8.2 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.

Progetto Esecutivo

Per quanto riguarda l'individuazione di tutti gli analiti si farà riferimento a quanto stabilito dalla Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della parte quanta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., oltre che dal D.M. 161/2012.

8.3 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.7 aree di monitoraggio, in corrispondenza dei seguenti cantieri:

OPERA DI RIFERIMENTO	IDENTIFICATIVO	UBICAZIONE KM
Cantiere Logistico	SUO_01	120+000
Cantiere Operativo	SUO_02	120+000
Cantiere Operativo – viabilità secondaria AL KM 133+000	SUO_03	133+000
Cantiere Operativo - Svincolo di Tossillo	SUO_04	138+000
Cantiere Operativo – Svincolo di Macomer Sud/viabilità secondaria	SUO_05	145+000
Cantiere Operativo - Svincolo di Macomer Nord	SUO_06	148+000
Cantiere Operativo - Svincolo di Campeda	SUO_07	152+000

8.4 Tipologia di indagini

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

- Esecuzione di scavi e trivellate
- Analisi di laboratorio dei parametri fisici e chimici dei suoli

Trivellata:

il campionamento verrà realizzato mediante trivellata. Le analisi verranno realizzate sull'unico campione che verrà prelevato nei primi 40 cm della carota (campione superficiale).

Profilo: il campionamento verrà realizzato mediante profilo. Le analisi verranno realizzate per ogni orizzonte individuato prelevandone un campione. Sarà inoltre acquisito un campione ad una profondità superiore ai 2m per valutare le condizioni chimiche del sottosuolo. Profili differenti relativi allo stesso punto

Progetto Esecutivo

di monitoraggio (quello da effettuarsi prima dell'esecuzione dell'opera e quello che verrà fatto a lavori terminati) dovranno prevedere campionamenti alle medesime profondità.

8.5 Campionamento

Per campione di suolo si intende una determinata quantità di materiale terroso che si preleva per scopi analitici da un orizzonte del profilo pedologico di una data unità tassonomica o cartografica, oppure da un suolo coltivato.

La qualità dei risultati delle analisi può essere fortemente compromessa da una esecuzione non corretta delle fasi di campionamento, immagazzinamento, trasporto e conservazione dei campioni, occorre quindi che ognuna di queste fasi sia sottoposta ad un controllo di qualità mirato a garantire:

- l'assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento e prelievo;
- l'assenza di perdite di sostanze inquinanti sulle pareti dei campionatori o dei contenitori;
- la protezione del campione da contaminazione derivante da cessione dei contenitori;
- un'adeguata temperatura al momento del prelievo per evitare la dispersione delle sostanze volatili;
- un'adeguata temperatura di conservazione dei campioni;
- l'assenza di alterazioni biologiche nel corso dell' immagazzinamento e conservazione;
- l'assenza in qualunque fase di modificazioni chimico-fisiche delle sostanze;
- la pulizia degli strumenti e attrezzi usati per il campionamento, il prelievo, il trasporto e la conservazione.

I contenitori devono essere riempiti completamente, sigillati ed etichettati.

I campioni prelevati devono essere etichettati tramite apposizione di cartellini con diciture annotate con penna ad inchiostro indelebile, da riportare sul verbale di campionamento. Le informazioni minime da riportare sulle etichette sono:

- sigla del campione,
- intervallo di profondità di campionamento,
- matrice campionata,
- data campionamento,
- ora campionamento,
- tecnico campionatore.

Progetto Esecutivo

Occorre trasferire ciascun campione finale in un contenitore asciutto, pulito, che non interagisca con il materiale terroso e sia impermeabile all'acqua ed alla polvere.

Occorre chiudere il contenitore e predisporre l'etichetta nella quale sia chiaramente identificato il campione. Il tempo intercorrente tra il prelievo e l'analisi deve essere il più breve possibile onde evitare alterazioni del campione. Se non si possono effettuare immediatamente le determinazioni analitiche è necessario conservare il campione alla temperatura di 4°C. I criteri di campionamento e i protocolli relativi alla formazione dei campioni prelevati e alla conservazione, al trasporto e alla preparazione per l'analisi, seguiranno quanto riportato nell'allegato 2 del Titolo V della parte quarta del D.Lgs. 152/06.

Contenitori: ai fini analitici, dalla normativa italiana emerge il principale criterio di scelta dei contenitori in cui riporre il campione: si deve garantire la minore interazione tra l'analita e le pareti dei contenitori. Le interazioni possibili sono di due tipi: assorbimento sulle pareti dei contenitori oppure rilascio di sostanze da parte delle pareti stesse.

Un altro requisito dei contenitori, particolarmente importante nel caso di analiti volatili, è la chiusura a tenuta.

I materiali di cui devono essere composti i recipienti sono:

- vetro o teflon per la determinazione di sostanze organiche;
- vetro, teflon o polietilene per la determinazione di metalli.

Su campioni prelevati dagli orizzonti superficiali del terreno, opportunamente miscelati e vagliati nel caso delle aree d'indagine interessate dalla maglia di campionamento 15x15 m, sono effettuate analisi di laboratorio volte a definire le caratteristiche dei suoli (ante operam) e valutarne la modificazione in corso d'opera e post operam a seguito degli interventi effettuati in connessione alla realizzazione dell'opera.

Le modalità di analisi sono dettate dal D.M. 13/09/1999 e successivo D.Lgs 152/06, che definiscono i metodi per le analisi di laboratorio.

L'individuazione della suddetta tipologia di parametri è stata 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.

Progetto Esecutivo

Per quanto riguarda gli indicatori di contaminazione risulta necessario ricercare i composti derivanti da fenomeni di dilavamento della strada o dalle attività di cantiere e quindi: metalli, idrocarburi (C>12, C<12), composti alifatici clorurati, IPA e BTEX.

Per le aree di cantiere, in ottemperanza alle richieste presenti nelle linee guida ARPAS, si provvederà a prelevare un campione di analisi per ogni area omogenea all'interno dei cantieri. La formazione del suddetto campione dovrà avvenire attraverso incrementi prelevati dall'applicazione di una griglia di 15x15 metri. Ciascun incremento dovrà essere prelevato al centro delle maglie risultanti.

In tutte le fasi previste di monitoraggio, saranno rilevati e determinati parametri chimici e fisici ai fini della classificazione dei suoli e 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.

8.6 Metodi analitici di laboratorio

Per la caratterizzazione del suolo e dei profili del terreno si applicano le nomenclature e le norme nazionali ed internazionali. La determinazione in laboratorio dei parametri fisici, fisico-chimici e chimici sarà effettuata con metodi usuali di laboratorio e in conformità alle direttive vigenti.

I laboratori che effettueranno le analisi descritte dovranno essere accreditati in conformità alla UNI ISO 17025

8.7 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 fisico-chimici

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

- pH, parametro rappresentativo dello stato di acidità/alcalinità del suolo, che condiziona i fenomeni di scambio, ritenzione ed accumulo che avvengono nel suolo stesso
- Scheletro, frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo.
- Granulometria, 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)

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)
 - Benzo(a)pirene
 - Benzo(b)fluorantene
 - Benzo(k)fluorantene
 - Benzo(g, h, i)perilene
 - Dibenzo(a,h)antracene
 - Indeno(1, 2, 3-cd)pirene
 - Fluorantene
 - Idrocarburi leggeri, con C < 12
 - Idrocarburi pesanti, con C > 12
- BTEX

benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni

Progetto Esecutivo

○ Composti alifatici clorurati:

Clorometano
Diclorometano
Triclorometano
Cloruro di vinile
1,2 diclorometano
1,1 dicloroetilene
Tricloroetilene
Tetracloroetilene (PCE)

○ Composti alifatici clorurati non cancerogeni:

1,1 dicloroetano
1,2 dicloroetilene
1,1 tricloroetano
1,2 dicloropropano
1,1,2 tricloroetano
1,2,3 tricloropropano
1,1,2,2 tetracloroetano

○ Composti inorganici:

- Antimonio
- Arsenico
- Berillio
- Cadmio
- Cobalto
- Cromo totale
- Cromo VI
- Mercurio
- Nichel
- Piombo
- Rame

Progetto Esecutivo

- Selenio
 - Stagno
 - Tallio
 - Vanadio
 - Zinco
 - Cianuri liberi
 - Fluoruri
- 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

L'individuazione di tali analiti verrà effettuata secondo quanto stabilito dalla tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della parte quarta del D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii. e DM 161/2012.

8.8 Articolazione temporale e frequenza degli accertamenti

Il monitoraggio ambientale della componente "Suolo" sarà effettuato nelle 7 aree di misura individuate, nelle tre distinte fasi di ante-operam, corso d'opera e post-operam, ciascuna delle quali con le finalità che vengono di seguito riportate:

- monitoraggio ante-operam, finalizzato alla caratterizzazione dello stato del suolo prima dell'inizio dei lavori, sia in termini qualitativi che quantitativi, con particolare riferimento alla fertilità, alla presenza di inquinanti ed alle caratteristiche fisiche; lo svolgimento di tale attività consentirà di determinare il quadro di riferimento iniziale delle caratteristiche dei terreni, al quale confrontare i risultati ottenuti nella successiva fase del monitoraggio e poter quindi verificare l'eventuale insorgere di situazioni di criticità indotte dalla realizzazione dell'infrastruttura stradale di progetto. Nella fase di ante-operam è prevista un'unica campagna di rilievo, da effettuare nei 6 mesi prima dell'inizio delle attività di realizzazione dell'infrastruttura stradale di progetto.

Progetto Esecutivo

- monitoraggio in corso d'opera, finalizzato a verificare che le modalità operative e le attività di cantiere non inneschino fenomeni di inquinamento dei terreni superficiali. Nel dettaglio, il monitoraggio in corso d'opera prevede una campagna di misura ogni 12 mesi circa in ciascuna delle aree individuate (per un totale di tre campagne su 28 mesi di lavori).
- 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 6 mesi dall'entrata in esercizio dell'opera stradale di progetto, in ottemperanza alle prescrizioni ARPAS.

8.9 Definizione e individuazione dei punti di monitoraggio

La selezione delle aree d'indagine è stata impostata per caratterizzare la situazione e l'evoluzione della qualità dei suoli, scegliendo in particolare le aree caratterizzate dalla massima significatività, quali risultano essere i cantieri.

I monitoraggi verranno pertanto effettuati in corrispondenza di tutte le aree di cantiere principali e secondari.

I cantieri principali costituiscono veri e propri villaggi, concepiti in modo tale da essere quasi indipendenti dalle strutture socio- economiche locali e al loro interno è prevista l'installazione di strutture e impianti.

I sottocantieri, invece, sono delle aree operative localizzate lungo il tracciato.

La morfologia è sempre pianeggiante e per tutti quanti è previsto il ripristino finale del sito nelle condizioni attuali o in alternativa, come per i cantieri di Paulilatino, Macomer, Tossillo e Campeda, con intervento di inserimento paesaggistico ambientale.

I punti di monitoraggio sono quindi stati localizzati all'interno delle aree di cantiere, suddivisi per aree omogenee a seconda del loro utilizzo, realizzando per ognuna di esse una maglia di campionamento 15x15

Progetto Esecutivo

m dai cui centroidi (per ogni singola maglia) si provvederà a prelevare un campione che verrà poi posto su un telo plastico sterile dove procedere con la miscelazione incrementale con i successivi campioni presi in corrispondenza degli altri centroidi della maglia di campionamento, ottenendo un cumulo omogeneo rappresentativo delle condizioni medie per l'intera area di cantiere dal quale, mediante il metodo della quartatura procedere con la selezione del quantitativo di terra da sigillare per le successive analisi di laboratorio.

Qualora durante la fase di cantiere una delle maglie fosse occupata (parzialmente o totalmente) si provvederà a prelevare gli incrementi nel punto più libero al prossimo centroide.

Per ogni area d'indagine ubicata in corrispondenza delle aree di cantiere verranno eseguiti due campioni di rilievo secondo la metodologia suddetta.

8.10 Conclusioni

Le indagini ante operam verranno realizzate una sola volta, essendo finalizzate alla caratterizzazione dello stato naturale del suolo. I risultati saranno considerati come lo "stato zero" di partenza. Il numero totale di misure sarà quindi pari ad una campagna per punto, considerando due punti per ogni area di monitoraggio (identificata con la sigla SUO_XX), il numero complessivo di misurazioni per l'ante operam è pari a 14.

Per il corso d'opera sono previsti monitoraggi annuali, che in base al cronoprogramma lavori, saranno pari a tre campagne per punto di misura; considerando due punti di misura ad area di monitoraggio (SUO_XX), ovvero ad area di cantiere, il totale è delle misure per la fase di corso d'opera è pari a 42.

Il monitoraggio post operam sarà realizzato presso le aree di cantiere, una sola volta entro 6 mesi dall'entra in esercizio dell'infrastruttura. Il numero totale di misure sarà quindi pari ad una campagna per punto, considerando due punti per ogni area di monitoraggio (identificata con la sigla SUO_XX), il numero complessivo di misurazioni per il post operam è pari a 14.

Nella tabella seguente sono indicati i punti di campionamento rappresentati nell'allegata cartografia T00MO00MOAPLO2- "Monitoraggio Ambientale – Planimetria ubicazione punti di misura – suolo - acqua":

Cantiere	Id Area	Posizione	ante operam	corso d'opera	post operam	Frequenza	N° di campioni
Cantiere Logistico	SUO_01	km 120 +000	X		X	1 VOLTA	4 (2 per ante, 2 per post)
	SUO_01			X	ANNUALE*	6	
Cantiere Operativo	SUO_02	km 120 +000	X		X	1 VOLTA	4 (2 per ante, 2 per post)
	SUO_02			X	ANNUALE*	6	

Progetto Esecutivo

Cantiere	Id Area	Posizione	ante operam	corso d'opera	post operam	Frequenza	N° di campioni
Cantiere Operativo Viabilità secondaria al km 133	SUO_03	Km 133+000	X		X	1 VOLTA	4 (2 per ante, 2 per post)
	SUO_03			X		ANNUALE*	6
Cantiere Operativo Svincolo di Tossillo	SUO_04	Km 138+000	X		X	1 VOLTA	4 (2 per ante, 2 per post)
	SUO_04			X		ANNUALE*	6
Cantiere Operativo Viabilità secondaria al km 145	SUO_05	Km 145+000	X		X	1 VOLTA	4 (2 per ante, 2 per post)
	SUO_05			X		ANNUALE*	6
Cantiere Operativo Svincolo Macomer	SUO_06	Km 148+000	X		X	1 VOLTA	4 (2 per ante, 2 per post)
	SUO_06			X		ANNUALE*	6
Cantiere Operativo Svincolo Campeda	SUO_07	Km 152+000	X		X	1 VOLTA	4 (2 per ante, 2 per post)
	SUO_07			X		ANNUALE*	6

Indicazione dei punti di campionamento Stralcio I

*Pari a due campagne di misura (sulla base del cronoprogramma lavori pari a 840 giorni) per punto di misura.

Tutte le misure di mitigazione previste per la tutela dei suoli durante la fase di cantierizzazione sono dettagliatamente descritte nella relazione di Cantierizzazione (Cod. T00CA00CANRE01A); per la fase di esercizio dell'opera è previsto un sistema di trattamento chiuso delle acque, pertanto, qualora dovesse verificarsi uno sversamento accidentale, questo sarà prontamente captato e convogliato nelle apposite vasche.

Prima dell'avvio della fase di monitoraggio ante operam si provvederà a inviare un aggiornamento del presente piano di monitoraggio in cui verranno indicate le tecniche di prelievo del materiale per i singoli cantieri, le aliquote e le tipologie di contenitori necessari per le differenti analisi chimiche da effettuare su ogni campione prelevato, nonché le modalità di conservazione e trasporto al laboratorio di riferimento di tali campioni.

9 PIANO DI MONITORAGGIO DELLA BIODIVERSITÀ

9.1 Premessa

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

9.1.1 Obiettivi e finalità

Gli obiettivi dell'attività di monitoraggio della componente biodiversità sono così riassumibili:

- analisi della struttura e della composizione delle biocenosi;
- valutazione dello stato di salute delle popolazioni di specie target;
- studio delle popolazioni animali e vegetali e identificazione dei principali trend evolutivi;
- correlazione delle dinamiche e dei trend evolutivi in atto con i fattori di progetto, di cantiere e di esercizio, per il rilevamento di variazioni nello stato qualitativo delle biocenosi.

Per perseguire tali obiettivi è necessaria la preliminare individuazione di taxon floristici e faunistici e di associazioni vegetazionali da individuare quali target nell'area di indagine. I target sono da identificati in relazione alle caratteristiche ambientali dell'area di indagine e in relazione all'appartenenza a liste protette internazionali, comunitarie (92/43/CEE e 2009/147/CE), nazionali (Liste rosse) e regionali. Oggetto del monitoraggio sono quindi gli elementi di interesse conservazionistico e biogeografico, tra cui, in particolare, quelli che forniscono informazioni chiave sulle funzioni e le proprietà dell'ecosistema.

In particolare, l'intervento in progetto attraversa la ZPS ITB023050 'Piana di Semestene, Bonorva, Macomer e Bortigali', per cui il monitoraggio deve tenere conto delle specie e degli habitat per cui il sito è stato istituito e la cui sensibilità in rapporto alla realizzazione dell'opera è messa in evidenza dagli studi di progetto. Il monitoraggio per la componente biodiversità si sviluppa nelle fasi ante, in e post opera, prevedendo rispettivamente:

- in *ante opera*, la caratterizzazione dello stato qualitativo delle comunità biologiche prima della costruzione dell'opera, con individuazione delle sensibilità e dei detrattori in atto,
- in *corso d'opera*, l'individuazione della natura temporale e spaziale delle eventuali variazioni indotte dall'opera per una tempestiva risoluzione di eventuali criticità mediante la messa in atto di interventi correttivi,
- in *post opera*, la caratterizzazione dello stato qualitativo delle comunità biologiche in presenza dell'opera per verificare l'efficacia delle misure mitigative e compensative realizzate e consentire la messa in atto di ulteriori interventi mitigativi.

Progetto Esecutivo

Considerando le fasi fenologiche del ciclo vitale della componente oggetto di indagine e i tempi medio lunghi con cui, in generale, si manifestano negli organismi le variazioni dei trend evolutivi, si è ritenuto opportuno programmare il monitoraggio con le seguenti tempistiche:

- ante opera, per *almeno 1 anno*,
- corso d'opera, per *tutta la durata dei lavori*,
- post opera, per *almeno 2 anni*.

9.1.2 Individuazione delle stazioni di monitoraggio

Per la corretta ubicazione delle stazioni di monitoraggio della componente biodiversità si dovrà provvedere ad uno screening iniziale del territorio mediante sopralluoghi preliminari, analisi di immagini aerofotografiche o satellitari e consultazione di dati bibliografici. In generale, le stazioni dovranno:

- essere rappresentative delle tipologie ambientali presenti,
- presentare elevata idoneità potenziale per specie/associazioni/habitat target,
- coprire le principali aree di progetto passibili di variazioni,
- essere accessibili in auto o a piedi.

Relativamente al progetto in esame, considerando gli interventi associabili agli impatti più significativi (di modesta entità ma comunque prevedibili su habitat e specie), si ritiene importante monitorare gli ambiti sensibili presenti, in particolare, le aree interessate dallo svincolo di Macomer e di Campeda a causa della prevedibile sottrazione di habitat potenzialmente adatti alla gallina prataiola, al discoglossio sardo, a specie floristiche a priorità di conservazione, nonché le aree interessate dei relativi cantieri

L'area di indagine si estende in rapporto alle interferenze dirette e indirette che la realizzazione del tracciato può generare sulla componente biodiversità con una diversa estensione per le biocenosi animali e vegetali:

- per flora, vegetazione - l'area di indagine corrisponde all'area di diretta interferenza del tracciato e dei relativi cantieri e tiene conto delle superfici interessate dai successivi interventi di ripristino vegetazionale;
- per fauna - l'area di indagine tiene conto della mobilità degli individui e degli effetti indiretti che possono verificarsi su specie e habitat di specie limitrofi alle aree direttamente interessata dalle lavorazioni e dal tracciato; si è quindi ritenuto di estendere l'area di indagine oltre le aree di occupazione diretta, considerando un corridoio di 300 m a cavallo del tracciato.

Le stazioni di monitoraggio, nel rispetto dei criteri precedentemente esposti, sono da ubicare all'interno dell'area di indagine selezionando le aree da campionare in modo casuale.

9.1.3 Modalità di restituzione dei dati

Per tutte le fasi di monitoraggio dovrà essere restituito:

- *report di monitoraggio* - contenente tutte le informazioni relative all'attività svolta (metodologia di indagine, criteri applicati per la selezione delle stazioni, risultati dei rilevamenti effettuati, analisi e interpretazione dei dati, calcolo degli indicatori) e comprensivo di tabelle e grafici;
- *schede di rilevamento*;
- *Schede monografiche delle stazioni* (puntuali/areali);
- *Planimetria con ubicazione delle stazioni di monitoraggio*;
- *Carta delle emergenze floristiche e faunistiche* (con segnalazione dei siti di presenza accertata e potenziale, nidi, etc).

9.2 FLORA, VEGETAZIONE E HABITAT

9.2.1 Obiettivi

Il monitoraggio di vegetazione, flora e habitat ha come obiettivi specifici:

- la caratterizzazione delle principali tipologie vegetazionali interferite dall'intervento in progetto,
- la rilevazione della comparsa/aumento di specie sinantropiche e ruderali,
- la verifica delle eventuali variazioni indotte dalle attività di cantiere e dall'esercizio del nuovo tracciato sull'estensione e sulla qualità della composizione tipo di habitat chiave dal punto di vista ecologico e funzionale.

In particolare, considerati gli interventi di mitigazione previsti nel progetto a seguito delle interferenze riscontrate con la realizzazione dell'opera, un obiettivo specifico del monitoraggio della componente è:

- la verifica dell'efficacia del ripristino dell'habitat 6220* attraverso l'applicazione di specifici indicatori che consentano di monitorare nel tempo il valore ecologico dell'habitat.

9.2.2 Riferimenti scientifici e normativi

Dal punto di vista normativo, il monitoraggio della flora e della vegetazione può essere ricondotto prevalentemente all'ambito di applicazione della direttiva Habitat 92/43/CEE, che ha lo scopo di "contribuire alla salvaguardia della biodiversità attraverso la conservazione degli habitat naturali e seminaturali nonché della flora e della fauna selvatiche".

Dal punto di vista metodologico, per la formulazione delle attività di monitoraggio, si è tenuto conto delle indicazioni contenute 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

Progetto Esecutivo

s.m.i.)” – indirizzi metodologici specifici per la componente Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) (Capitolo 6.4), Rev.1 del 13/03/2015 – predisposte dalla CSVIA.

Le metodologie proposte sono tutte di comprovato rigore tecnico-scientifico.

Per quanto riguarda la nomenclatura scientifica utilizzata e la verifica della corretta determinazione delle specie nelle indagini floristiche e vegetazionali il testo di riferimento è ‘S.Pignatti, 1982, *Flora d'Italia*, Edagricole’.

9.2.3 Metodologia di campionamento

Per il monitoraggio della flora, della vegetazione e degli habitat sono previsti:

- *censimento mediante rilievi speditivi della flora,*
- *rilievi vegetazionali da eseguirsi mediante il metodo fitosociologico di Braun-Blanquet (Braun-Blanquet J. 1964; Pignatti S. 1959; Pirola A., 1970; Westhoff V. E Van Der Maarel E. 1978; Giacomini V., Fenaroli L. 1958),*

Tutti i rilievi andranno effettuati in corrispondenza di *plot permanenti*, ovvero di popolamenti omogenei e statisticamente significativi per ogni tipologia ambientale preventivamente individuata nell’area di indagine.

Come affermato in premessa, l’area di indagine corrisponde alle aree interferite dal tracciato e dai relativi cantieri e tiene conto delle aree interessate dai successivi interventi di ripristino vegetazionale. Nell’ambito di tale area, i rilievi andranno effettuati tenendo conto della presenza delle principali unità ambientali (praterie, arbusteti e boschi), con particolare riguardo alla presenza di habitat di interesse comunitario presenti nell’area di progetto: 5330, 6220*, 6420, 9330, 9340.

In particolare, sulla base dei sopralluoghi effettuati, sono state individuate e localizzate 4 stazioni di campionamento, come riportato nella Tavola T00M000MOAPL02.

Componente	Denominazione stazione	Habitat target
FLORA, VEGETAZIONE, HABITAT	HAB 01	6220* "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea"
	HAB 02	Pascolo Arborato
	HAB 03	6220* "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea"
	HAB 04	6220* "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea"

9.2.4 Programmazione delle attività

Le attività di monitoraggio sono previste nella stagione primaverile ed autunnale al fine di coprire il periodo vegetativo della maggior parte delle specie.

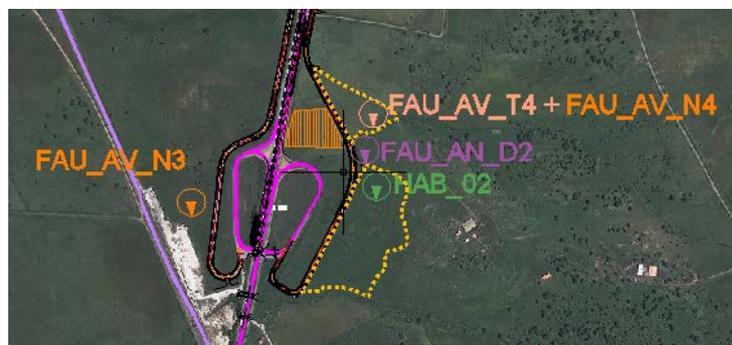
I dati dovranno essere rilevati durante le tre fasi con riferimento al medesimo periodo stagionale, al fine di renderli confrontabili.

I punti di monitoraggio della Vegetazione per lo Stralcio in esame sono:

- HAB_01 – In corrispondenza dello Svincolo di Macomer, nell'area nord est ricadente al confine dello ZPS.



- HAB_02 – in corrispondenza dello Svincolo di Campeda, in prossimità della nuova viabilità di destra, all'interno di un'area individuata per la compensazione ambientale.

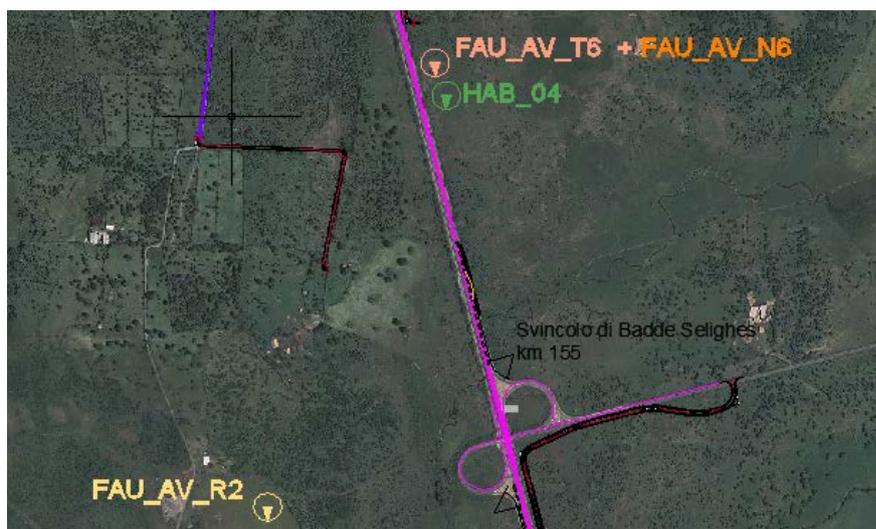


- HAB_03 – in corrispondenza dell'attraversamento idraulico del Riu Temo, a sud dello svincolo di Badde Selighes.



Progetto Esecutivo

- HAB_04 – a nord dello svincolo di Badde Selighes, a fine intervento.



La programmazione delle attività per le tre fasi è riportata nella successiva tabella di sintesi.

	ANTE	IN	POST
n. stazioni n° plot permanenti	4	4	4
durata n° anni	1	2,3	2
n. campagne	2 1: PRI metà mar-metà lug 2: AUT sett-ott-nov	2 1: PRI metà mar-metà lug 2: AUT sett-ott-nov	2 1: PRI metà mar-metà lug 2: AUT sett-ott-nov
n. sessioni/ripetizioni	4	4	4
frequenza rilievi	1 ogni 60 giorni	1 ogni 60 giorni	1 ogni 60 giorni
n. rilievi per sessione	1	1	1
n. rilievi per stazione	4	10	8
n. tot rilievi per fase	16	40	32

In ottemperanza alla prescrizione CIPE 1.7.16.c *"Le attività di monitoraggio, valutazione della efficacia degli interventi di mitigazione proposti, e delle eventuali misure correttive, in questo ambito d'intervento dovranno durare per almeno cinque anni dopo la realizzazione dell'opera"*, si specifica che dopo i due anni previsti in contratto nell'ambito dell'attività di Monitoraggio Ambientale, nel successivo triennio le attività verranno eseguite direttamente da ANAS sia come monitoraggi che come interventi di manutenzione straordinaria.

Tali interventi di manutenzione tenderanno a venir meno dopo i primi 5 anni dall'impianto, dal momento che, dopo una prima fase di avvio in cui è importante favorire ed accelerare l'affermazione delle piante,

le formazioni potranno essere assimilate a popolamenti spontanei, limitandosi ad effettuare gli interventi che di volta in volta si renderanno necessari. In tal senso, sono state studiate le densità di impianto mettendo in conto anche la morte di una certa percentuale di esemplari legata alla concorrenza intra e interspecifica.

9.2.5 Parametri e indicatori

Considerati gli obiettivi delle attività da svolgere, i parametri da rilevare sono:

- presenza/assenza di specie target,
- n. individui di ciascuna specie target,
- indice di abbondanza-dominanza di Braun-Blanquet (come da rilievo fitosociologico)
- stima della ricchezza specifica,
- indice di naturalità (rapporto percentuali dei corotipi multizonali o sinantropici e quelli eurimediterranei - Pignatti, 1982), ovvero rapporto specie sinantropiche / totale specie censite (Menichetti, Petrella e Pignatti nel 1989),
- indice del valore ecologico dell'habitat.

9.3 FAUNA

9.3.1 Obiettivi

Il monitoraggio della fauna ha come obiettivi:

- la localizzazione e la distribuzione delle specie di interesse conservazionistico potenzialmente interferite dal progetto e la mappatura dei relativi siti di presenza,
- il controllo delle variazioni indotte dalle attività di cantiere e dall'esercizio del nuovo tracciato sulle dimensioni delle popolazioni presenti a causa della modifica/sottrazione di habitat di specie.

Progetto Esecutivo

In particolare, sulla scorta degli studi ambientali preliminarmente svolti nell'ambito del "Progetto Definitivo di adeguamento e messa in sicurezza del tratto di S.S. 131 Carlo Felice - dal Km 108+300 al Km 209+500" e nel relativo SI, i gruppi tassonomici da monitorare sono:

- Gli uccelli nidificanti
- I rapaci
- Gli anfibi

Sulla base delle medesime valutazioni, nella tabella seguente si riportano le specie target da tenere sotto controllo nelle tre fasi di monitoraggio:

TAXA	ORDINE	FAMIGLIA	SPECIE	NOME COMUNE
Uccelli	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter gentilis arrigonii</i>	Astore sardo
	Falconiformes	Accipitridae	<i>Circus pygargus</i>	Albanella minore
	Falconiformes	Accipitridae	<i>Milvus milvus</i>	Nibbio reale
	Falconiformes	Accipitridae	<i>Gyps fulvus</i>	Grifone
	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco naumanni</i>	Grillaio
	Gruiformes	Otididae	<i>Tetrax tetrax</i>	Gallina prataiola
	Charadriiformes	Burhinidae	<i>Burhinus oedicnemus</i>	Occhione
	Coraciiformes	Coraciidae	<i>Coracias garrulus</i>	Ghiandaia marina
Anfibi	Anura	Alytidae	<i>Discoglossus sardus</i>	Discoglosso sardo

In particolare,

→ le specie *Accipiter gentilis arrigonii* Astore sardo, *Circus pygargus* Albanella minore, *Falco naumanni* Grillaio, *Milvus milvus* Nibbio reale, segnalate come presenti o nidificanti nella ZPS "Piana di Semestene, Bonorva, Macomer e Bortigali" e indicate a priorità alta/molto alta di monitoraggio nella Regione Sardegna (RAS, 2010), sono vulnerabili rispetto all'opera a causa del possibile disturbo antropico ai siti di nidificazione e alle aree di caccia. Inoltre, è opportuno raccogliere dati anche sul *Gyps fulvus* Grifone, specie a priorità molto alta di monitoraggio, che, sebbene non nidifichi nella ZPS, frequenta l'area per le attività trofiche;

→ la *Tetrax tetrax* Gallina prataiola è nidificante in Sardegna, vulnerabile rispetto all'opera a causa della sottrazione di habitat di nidificazione, identificato con l'habitat 6220* anche frammisto ad habitat di tipo arbustivo/arboreo 5330 e 9340. Tali habitat sono stati riscontrati in quasi tutto il tracciato;

→ il *Discoglossus sardus* Discoglosso sardo, endemismo sardo-corso, è segnalato nell'area di indagine e vulnerabile rispetto all'opera a causa della sottrazione di habitat di riproduzione/alimentazione, individuabile in corrispondenza delle aree di ristagno idrico, anche a carattere temporaneo, e delle aree poste al margine dei corsi d'acqua.

9.3.2 Riferimenti scientifici e normativi

Progetto Esecutivo

Dal punto di vista normativo, per il monitoraggio dell'avifauna e degli anfibi attualmente non è disponibile un riferimento di specifico, salvo la validità dell'applicazione delle direttive Habitat 92/43/CEE e Uccelli 147/2009/CE.

Dal punto di vista metodologico, si è sempre fatto riferimento a metodologie di comprovato rigore scientifico, privilegiando le attività di rilevamento non invasive e più sostenibili, tenendo conto, per la formulazione delle attività, delle indicazioni contenute 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 la componente Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) (Capitolo 6.4), Rev.1 del 13/03/2015 – predisposte dalla CSVIA.

9.3.3 Metodologia di campionamento

Le attività previste, distinte in funzione del taxon indagato, sono le seguenti:

avifauna nidificante, inclusa *Tetrax tetrax*

- *punti di ascolto o Point Counts secondo il metodo IPA* (Blondel et al., 1970; Bibby et al., 2000; Sorace et al., 2000) - consiste in 10 min di ascolto/avvistamento in ogni stazione, in condizioni meteorologiche non sfavorevoli (non piovose, senza vento o con vento leggero), da effettuare 30 minuti dopo l'alba fino alle ore 11.00; vengono annotati gli uccelli visti e sentiti entro ed oltre un raggio di 100 m nonché la presenza di eventuali nidi;
- *punti di ascolto con play-back* - adatto sia per specie con abitudini crepuscolari e notturne sia per contattare specie elusive o difficilmente rilevabili con altri metodi (es. *Tetrax tetrax*, *Burhinus oedidicnemus*). Consiste nell'emissione di una sequenza di stimolazioni acustiche monospecifiche della durata di 60 secondi per minimo 15 minuti di ascolto, con almeno 1 min di ascolto passivo tra una stimolazione e l'altra in ogni stazione; vengono annotate le vocalizzazioni spontanee dei maschi prima dell'emissione dei richiami e le vocalizzazioni dei maschi in risposta alle stimolazioni acustiche. L'attività potrà essere effettuata da un'ora prima dell'alba a un'ora dopo il tramonto;
- *osservazioni prolungate da punti panoramici o Visual Counts* (Bibby et al., 2000) - consiste nell'effettuare, da punti panoramici, osservazioni prolungate per un tempo standard, avendo cura di operare in condizioni di luce favorevole, per facilitare l'identificazione delle specie. Il rilevatore registra tutti gli uccelli visti o uditi entro un raggio di 1 km dal punto di osservazione, per circa un'ora. Tale metodo è utilizzabile soprattutto per rilevare specie di rapaci (Accipitridi e Falconidi), o altre specie localizzabili attraverso gli spostamenti trofici degli adulti da e verso il nido (es. *Coracias garrulus*). Qualora, nel corso delle osservazioni, vi fossero evidenze di aree di nidificazione, saranno avviate attività integrative di ricerca e localizzazione dei siti riproduttivi.

Progetto Esecutivo

Si specifica che nel corso degli spostamenti tra i diversi punti di monitoraggio individuati, saranno condotti dei rilievi opportunistici (*Opportunistic sampling*), volti a raccogliere ulteriori dati sulla componente ornitica, nidificante, stanziale o di passo, presente nell'area.

anfibi, incluso *Discoglossus sardus*

- *osservazione/ascolto e campionamento larve in patch di indagine* - in corrispondenza di microhabitat specifici o patch, osservazione diretta di individui adulti, larve e ovature e localizzazione attraverso il canto; cattura con retini a maglie strette di esemplari neometamorfosati e larve; il periodo più idoneo per l'ascolto è tra le 18:00 e le 24:00;
- *fotoidentificazione mediante cattura-ricattura in patch di indagine* - in corrispondenza di microhabitat specifici o patch, cattura di individui adulti / marcatura 'non invasiva' durante la quale si provvede alla raccolta di dati biometrici (foto digitale delle parti dorsali e/o ventrali degli individui / rilascio / ricattura dopo circa 12 ore durante la quale si provvede alla fotoidentificazione degli individui);
- campionamento occasionale o "*Opportunistic sampling*" – consiste in osservazioni non programmate ed opportunistiche, volte ad individuare nuove aree umide o raccolte d'acqua a carattere temporaneo, potenzialmente idonee alla presenza della specie.

Per lo svolgimento delle attività di monitoraggio, in particolare dove previste catture temporanee, si deve provvedere alla richiesta di eventuali permessi/autorizzazioni in accordo alla vigente normativa regionale di settore.

Tutti i rilievi vanno effettuati in corrispondenza di habitat di specie, ritenuti significativi per la presenza delle specie target in quanto siti di nidificazione, alimentazione e/o riproduzione, ubicando quindi le stazioni in funzione delle caratteristiche ambientali dell'area.

Come affermato in premessa, l'area di indagine corrisponde alle aree di interferenza diretta e indiretta del tracciato in progetto ed è individuata come fascia di 300 m a cavallo del tracciato e dei relativi cantieri. In particolare, sulla base dei sopralluoghi effettuati, per il monitoraggio della fauna sono state individuate e localizzate 17 stazioni di campionamento, come riportato nella Tavola T00MO00MOAPL03.

Componente	Denominazione stazione	Specie target	Posizionamento
ANFIBI	FAU AN D1	<i>Discoglossus sardus</i>	A nord dello svincolo di Macomer, al km 149+200 circa, in un'area ad est in cui si nota la presenza di un punto di raccolta acque
	FAU AN D2		In prossimità dell'interferenza della nuova viabilità dello svincolo di Campeda con il Riu Campeda
	FAU AN D3		A sud dello svincolo di Badde Selighes in prossimità dell'interferenza della nuova viabilità con il Riu Temo
UCCELLI NIDIFICANTI	FAU AV N1	<i>Tetrax tetrax, Burhinus oedidicnemus, Coracias garrulus</i>	Immediatamente a Sud dello svincolo di Macomer, in corrispondenza di un'area indicata con habitat 6220*

Progetto Esecutivo

Componente	Denominazione stazione	Specie target	Posizionamento
	FAU AV N2	e passeriformi di interesse conservazionistico.	A Nord est dello svincolo di Macomer, in corrispondenza di un'area indicata con habitat 6220*
	FAU AV N3		in corrispondenza dello Svincolo di Campeda, in prossimità della nuova viabilità di sinistra
	FAU AV N4		in destra allo Svincolo di Campeda, all'interno di un'area individuata per la compensazione ambientale.
	FAU AV N5		Circa 50m a sud dello svincolo di Badde Selighes in prossimità dell'interferenza della nuova viabilità con il Riu Temo
	FAU AV N6		Al km 155+750 della S.S.131, in corrispondenza di un'area indicata con habitat 6220*
	FAU AV T1		<i>Tetrax tetrax, Burhinus oedidicnemus</i>
	FAU AV T2	A Nord est dello svincolo di Macomer, in corrispondenza di un'area indicata con habitat 6220*	
	FAU AV T3	Al km 149+800 della S.S.131, in corrispondenza di un'area indicata con habitat 6220*	
	FAU AV T4	in destra allo Svincolo di Campeda, all'interno di un'area individuata per la compensazione ambientale.	
	FAU AV T5	Immediatamente a Sud dello svincolo di Badde Selighes, in corrispondenza di un'area indicata con habitat 6220* in cui la S.S.131 è in interferenza con il Riu Temo	
	FAU AV T6	Al km 155+750 della S.S.131, in corrispondenza di un'area indicata con habitat 6220*	
RAPACI	FAU AV R1	<i>Accipiter gentilis arrigonii, Circus pygargus, Milvus milvus, Gyps fulvus, Falco naumanni</i>	Su un promontorio a sud ovest dello svincolo di Macomer
	FAU AV R2		Su un promontorio ad ovest dello svincolo di Badde Selighes

9.3.4 Programmazione delle attività

Le attività di monitoraggio sono previste nella stagione primaverile ed autunnale al fine di coprire l'intero periodo riproduttivo delle specie. La programmazione delle attività per le tre fasi ante, in e post opera è riportata nelle successive tabelle di sintesi. Si specifica che la programmazione delle attività previste nelle fasi in e post-operam potranno subire modifiche alla luce dei risultati scaturiti dalla fase ante operam.

Per il monitoraggio dell'avifauna nidificante, in considerazione della vicinanza con la Zona di Protezione Speciale, designata per la conservazione di habitat idonei alla conservazione e tutela delle popolazioni di uccelli presenti allo stato selvatico e della possibile presenza di specie di passeriformi di interesse comunitario, è prevista l'individuazione di 6 stazioni, localizzate in differenti habitat di specie. Ciascuna stazione, sarà indagata una volta al mese, nel principale periodo riproduttivo delle specie, tale da comprendere sia i nidificanti precoci che tardivi, ovvero dal mese di marzo al mese di giugno. Tale periodo si ritiene sufficiente a rilevare la presenza delle specie e a stimare ricchezza e abbondanza delle popolazioni.

Progetto Esecutivo

Per la specie *Tetrax tetrax*, nidificante in Sardegna, è prevista l'individuazione di specifiche stazioni di rilevamento, secondo un protocollo di monitoraggio comune al resto dell'avifauna nidificante. La scelta è apparsa la più appropriata in relazione alle previsioni di impatto dell'intervento in progetto sugli habitat di specie, di cui è infatti previsto il recupero in aree dedicate. È prevista l'individuazione di 6 stazioni, indagate una volta al mese, nel principale periodo riproduttivo (marzo-giugno). Data la possibile presenza nell'area della specie *Burhinus oedicnemus* Occhione, indicata come nidificante nella ZPS, si effettueranno, rilievi mirati a contattare anche questa specie. Per rilevare la presenza delle due specie verrà applicata la tecnica del play-back. Le stimolazioni acustiche specie-specifiche saranno temporalmente distanziate, nell'arco della giornata, per evitare la possibile sovrapposizione delle risposte e per incrementare la probabilità di risposta in relazione al differente ritmo di attività giornaliera delle due specie.

Per quanto riguarda la specie *Discoglossus sardus*, sono stati individuati, attualmente, tre siti, idonei ad ospitare la specie. Tale numero di stazioni appare attualmente sufficiente a documentare la presenza del Discoglossino sardo, considerato il livello di antropizzazione e frammentazione ambientale dell'area, l'assenza di corpi d'acqua permanenti e il prosciugamento delle aree umide a carattere temporaneo. Quest'ultimo fattore è legato alla forte siccità che tende ad interessare l'area, fin dai primi mesi primaverili, intensificata ed anticipata dai cambiamenti climatici in atto, che interessano tutta l'area mediterranea.

In considerazione delle esigenze ecologiche e riproduttive della specie, il monitoraggio delle popolazioni sarà suddiviso in una campagna autunnale, nel mese di ottobre, e in una campagna tardo invernale - primaverile (Gen-Mag). L'inizio di quest'ultima campagna sarà avviato fin dal mese di gennaio, in considerazione di un'eventuale anticipazione del periodo riproduttivo delle popolazioni, e terminato nel mese di maggio, quando l'innalzarsi delle temperature e la prolungata assenza di precipitazioni può compromettere la presenza degli habitat della specie.

Inoltre, le attività di monitoraggio saranno integrate con dei survey opportunistici, non standardizzati ed occasionali, che si svolgeranno in due giornate, nel periodo tardo invernale - primaverile, per verificare la presenza di ulteriori aree umide temporanee, di nuova formazione, ritenute potenzialmente idonee ad ospitare la specie, lungo il tracciato di progetto. Infatti, il Discoglossino sardo tende a frequentare diversi tipi di habitat acquatici, tra cui torrenti, stagni, pozze e raccolte d'acqua, anche a carattere temporaneo e di superficie estremamente limitata, la cui formazione può variare nel corso dell'anno in base alle condizioni climatiche. Si specifica che, alla luce dei risultati emersi dall'attività di campionamento opportunistico, sarà possibile incrementare il numero di stazioni in corso d'opera, qualora venissero individuate nuove aree idonee alla presenza e riproduzione della specie.

Avifauna nidificante

ANTE

IN

POST

Progetto Esecutivo

n. stazioni (n° Point Counts)	6	6	6
Durata (n° anni)	1	2,3	2
n. campagne	1 PRI metà mar-metà lug	4 1: PRI mar-giu 2: EST lug-ago 3: AUT sett-ott 4: INV nov-feb	3 1: gen-metà mar 3: apr-giu 4: metà sett-ott
n. sessioni/ripetizioni	4	12	4
frequenza rilievi	1 al mese	1 al mese	1 ogni 2 mesi
n. rilievi per sessione	1	1	1
n. rilievi per stazione	4	28	8
n. tot rilievi per fase	24	168	48

Tetrax tetrax

	ANTE	IN	POST
n. stazioni (n° Point Counts e Playback)	6	6	6
Durata (n° anni)	1	2,3	2
n. campagne	1 PRI: mar-giu	4 1: PRI mar-giu 2: EST lug-ago 3: AUT sett-ott 4: INV nov-feb	3 1: PRI mar-giu 3: AUT sett-ott 4: INV gen-feb
n. sessioni/ripetizioni	4	12	3
frequenza rilievi	1 al mese	1 al mese	1 ogni campagna
n. rilievi per sessione	1	1	1
n. rilievi per stazione	4	28	6
n. tot rilievi per fase	24	168	36

Burhinus oedicnemus

	ANTE	IN	POST
n. stazioni n° Point Counts e Playback	6	6	6
durata n° anni	1	2,3	2
n. campagne	1 PRI apr-mag	2 1: PRI mar-giu 2: EST lug-ago	2 1: PRI mar-giu 2: EST lug-ago
n. sessioni/ripetizioni	2	6	3
frequenza rilievi	1 al mese	1 al mese	1 ogni 2 mesi
n. rilievi per sessione	1	1	1
n. rilievi per stazione	2	14	6
n. tot rilievi per fase	12	84	36

Rapaci

	ANTE	IN	POST
n. stazioni n° Point Counts e Playback	2	2	2

Progetto Esecutivo

durata n° anni	1	2,3	2
n. campagne	1 PRI mar – giu	1 PRI mar – giu	1 PRI mar – giu
n. sessioni/ripetizioni	4	4	4
frequenza rilievi	1 al mese	1 al mese	1 al mese
n. rilievi per sessione	1	1	1
n. rilievi per stazione	4	9	8
n. tot rilievi per fase	8	18	16

Anfibi, incluso Discoglossus sardus

	ANTE	IN	POST
n. stazioni n° patch	3	3	3
durata n° anni	1	2,5	2
n. campagne	2 1: gennaio – maggio 2: ottobre	2 1: gennaio – maggio 2: ottobre	2 1: gennaio – maggio 2: ottobre
n. sessioni/ripetizioni	6	6	6
frequenza rilievi	1 al mese	1 al mese	1 al mese
n. rilievi per sessione	1	1	1
n. rilievi per stazione	6	14	12
n. tot rilievi per fase	18	42	36

Opportunistic sampling

	ANTE	IN	POST
n. stazioni n° patch	-	-	-
durata n° anni	1 anno	2,3 anni	2 anni
n. campagne	1 gennaio – maggio	1 gennaio – maggio	1 gennaio – maggio
n. sessioni/ripetizioni	2	3	2
frequenza rilievi	-	-	-
n. rilievi per sessione	-	-	-
n. rilievi per stazione	-	-	-
n. tot rilievi per fase	2	3	4

9.3.5 Parametri e indicatori

Considerati gli obiettivi delle attività da svolgere, i parametri da rilevare sono:

- presenza/assenza e frequenza di specie target, con indicazione delle dominanti (frequenza relativa > 0,05),
- n. individui di ciascuna specie target,

Progetto Esecutivo

- n. di nidi,
- stima della ricchezza specifica totale,
- stima dell'abbondanza relativa delle popolazioni

L'analisi dei popolamenti dovrà essere effettuata elaborando gli indicatori più idonei. A titolo esemplificativo si ricordano indice di Shannon-Wiener, indice di equidripartizione, indice di dominanza di Simpson, indice di Margalef.

I dati andranno sempre relazionati ai parametri ambientali.

In particolare, per *Tetrax tetrax*, i dati rilevati sulla specie andranno correlati con i dati rilevati nell'ambito del monitoraggio dell'habitat 6220*, al fine di accertare gli effetti sull'habitat di specie.

N.B.: le attività di cantiere saranno gestite nel massimo rispetto dei periodi di nidificazione delle specie protette, anche attraverso l'utilizzo di eventuali barriere antirumore e antipolvere mobili. Inoltre, a tutela ulteriore, tenuto conto che le attività vitali di molti animali si svolgono prevalentemente durante le ore crepuscolari e notturne, le lavorazioni più rumorose dovranno essere sospese da un'ora prima del tramonto a un'ora dopo l'alba con un orario, di sospensione approssimativamente compreso tra le 17:30/20:00 (un'ora prima del tramonto) e le 06:00/07:00 (un'ora dopo l'alba).

10 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE ACQUE SUPERFICIALI

10.1 Premessa

Il progetto di monitoraggio ambientale ha come obiettivo quello di individuare le eventuali variazioni che la realizzazione delle opere in progetto potrebbero apportare alle caratteristiche delle acque superficiali presenti nel territorio interessato dall'opera.

È necessario precisare che la finalità principale del monitoraggio delle acque superficiali non è quella di caratterizzare i corsi d'acqua presenti nella regione, ma quella di individuare le eventuali variazioni che le lavorazioni possono indurre sullo stato della risorsa idrica.

Gli impatti possibili sull'ambiente idrico superficiale dovuti alla realizzazione dell'opera possono essere schematicamente riassunti nei seguenti 3 punti:

1. modifica del regime idrologico;
2. inquinamento della risorsa idrica con particolare riferimento ai punti di scarico delle vasche di prima pioggia;
3. consumo delle risorse idriche.

Tutte le azioni previste dal Piano di Monitoraggio Ambientale seguono le indicazioni e le informazioni riportate in sede di Studio di Impatto Ambientale (SIA), delle indicazioni contenute nella Del. CIPE 108/2015 e di quelle che sono le prescrizioni indicate dalle istituzioni competenti riguardo alla Valutazione di Impatto Ambientale (VIA).

Il monitoraggio si articola in tre fasi:

1. Monitoraggio Ante Operam (MAO); ha lo scopo di fornire una descrizione dello stato della risorsa prima dell'intervento;
2. Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO); il cui obiettivo è la verifica che le eventuali modificazioni allo stato dell'ambiente idrico siano temporanee e non superino determinate soglie;
3. Monitoraggio Post Operam (MPO); ha il fine di documentare la situazione ambientale che si verifica dopo entrata in esercizio delle nuove opere.

In base alle considerazioni fatte e attraverso l'analisi del percorso e delle aree interessate scaturisce la scelta dei punti da monitorare.

In particolare il monitoraggio del sistema idrico superficiale si occuperà di valutare le potenziali modifiche indotte dalle attività di costruzione delle opere in progetto.

Progetto Esecutivo

Le operazioni di monitoraggio prevedranno quindi una parte di misure in situ e una parte di analisi di laboratorio mirate a identificare le caratteristiche chimico-fisico-batteriologiche dell'acqua prelevata.

Le indagini lungo i corsi d'acqua prevedono due punti di misura, uno a monte e uno a valle dell'attraversamento dell'opera da realizzare, in modo da identificare più facilmente l'eventuale alterazione dovuta alle lavorazioni.

Il monitoraggio consentirà, così, di:

1. definire lo stato di salute della risorsa prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'opera;
2. proporre opportune misure di salvaguardia o di mitigazione degli effetti del complesso delle attività sulla componente ambientale e testimoniare l'efficacia o meno;
3. fornire le informazioni necessarie alla costruzione di una banca dati utile ai fini dello svolgimento delle attività di monitoraggio degli Enti preposti in quella porzione di territorio.

10.2 Riferimenti normativi

La Direttiva quadro 2000/60/CE in materia di acque è stata recepita in Italia con l'emanazione del **Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.**, recante "Norme in materia ambientale".

Al DLgs 152/2006 sono seguiti i relativi decreti attuativi per le acque superficiali e sotterranee:

- **Decreto Tipizzazione DM 131/2008** - Regolamento recante "i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione corpi idrici, analisi delle pressioni)";
- **Decreto Monitoraggio DM 56/2009** - Regolamento recante "i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo";
- **Decreto Classificazione DM 260/2010** - Regolamento recante "i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo".
- **D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49** - Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.
- **Decreto Monitoraggio sostanze chimiche DLgs 219/2010** - "Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE

Progetto Esecutivo

che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque".

- **Legge 18 Maggio 1989 n° 183** – “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”.
- Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI), Regione Autonoma della Sardegna (Aggiornato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.35 del 21 marzo 2008).
- Piano di Tutela delle Acque – Piano stralcio di settore del Piano di Bacino Regionale della Sardegna, ai sensi dell'art. 17, c. 6-ter della legge n. 183 del 1989 e s.m.i. approvato con delibera del 4 aprile 2006 n.14/16.

Standard per gli accertamenti:

- UNI EN 25667-1:1996 Guida alla definizione di programmi di campionamento;
- UNI EN 25667-2:1996 Guida alle tecniche di campionamento;
- ISO 5667-3:2003 Guidance on the preservation and handling of samples;
- ISO 5667-14:1998 Guidance on quality assurance of environmental water sampling and handling;
- ISO 4363:1993 Measurement of liquid flow in open channels - Method for measurement of suspended sediments;
- ISO/DIS 5667-17:2000 Guidance on sampling of suspended sediments;
- ISO/TR 13530:1997 Guide to analytical quality control for water analysis;
- ISO 9001 “Sistemi di gestione per la qualità –Requisiti”
- UNI EN ISO 10005:1996 “ Linee guida per fornitori e committenti per la preparazione, il riesame, l’accettazione, e la revisione di piani di qualità”;
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025 “ Requisiti generali per la competenza di laboratori di prova e taratura”.

10.3 Rischi di degradazione chimico-fisica delle acque superficiali

Le principali problematiche a carico della componente ambiente idrico superficiale, in fase di costruzione, derivano dalla realizzazione delle nuove opere di attraversamento per le quali è prevedibile un’interferenza diretta con il corpo idrico.

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

Piano di Monitoraggio Ambientale

ANAS S.p.A. Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

Progetto Esecutivo

Le interferenze sul sistema delle acque superficiali indotte dalla realizzazione dell'opera possono essere discriminate dai seguenti criteri:

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

La definizione dei punti di monitoraggio tra i corsi d'acqua interferenti con il tracciato, e tra quelli prossimi rispetto agli impianti di cantiere, che potrebbero essere quindi interessati da fenomeni di inquinamento derivante da stoccaggio di materiali, lavorazioni pericolose, etc., tiene anche conto dell'importanza del corpo idrico la quale si può tradurre in un rilevante livello di fruizione antropica oppure in interesse naturalistico.

Nel caso specifico si è scelto di monitorare il corso d'acqua prossimo all'area di cantiere ubicata nello svincolo di Bonorva Sud e ricadente all'interno del sito ZPS "Piana di Semestene, Bonorva, Macomer e Bortigali".

10.4 Definizione dei parametri di misurazione

Il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale si baserà, in accordo con la normativa vigente:

- sull'analisi di parametri chimico-fisici in situ, rilevati direttamente in campo mediante l'utilizzo di apposite sonde multiparametriche;
- sul prelievo di campioni per le analisi in laboratorio di parametri chimicobatterologici.

I parametri di monitoraggio, che potranno dare indicazioni tempestive in caso di alterazioni o criticità direttamente connesse alle attività di cantiere (movimentazione terra e attività di mezzi a motore), sono i seguenti:

- 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-batterologici di laboratorio - sono stati scelti parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione.
- Indice di tipo biologico - I macroinvertebrati bentonici sono considerati buoni indicatori dello stato di qualità delle acque per numerosi motivi. I diversi gruppi presentano differenti sensibilità

Progetto Esecutivo

all'inquinamento, oltre che diversi ruoli trofici. Essendo difficilmente movibili indicano con immediatezza le eventuali alterazioni dell'ambiente; hanno un ciclo vitale lungo che permette di rilevare impatti minimi protratti nel tempo e sono facilmente determinabili e campionabili.

Le attività di monitoraggio consisteranno dunque in:

ATTIVITÀ	PARAMETRI
Misura parametri idrologici	Portata
Misure chimico-fisiche in situ	Temperatura aria, Temperatura acqua, conducibilità elettrica specifica, potenziale redox, pH, Ossigeno disciolto
Determinazioni analitiche chimico-fisiche e batteriologiche	Solidi sospesi Alcalinità titolata Azoto ammoniacale Nitriti Nitrati Fosforo totale Cloruri Fluoruri Solfati Cadmio Piombo Mercurio Nichel Rame Zinco Cromo totale Cromo esavalente Stagno Ferro Manganese Sodio Calcio Potassio Magnesio COD BOD5 Idrocarburi Totali Solventi organici aromatici: BTEX (benzene, toluene, etilbenzene, xileni) Naftalene Fluorantene Benzo(a)pirene Benzo(b)fluorantene Benzo(k)fluorantene Benzo(g,h,i)perilene Indeno(1,2,3-cd)pirene Tetracloroetilene

Progetto Esecutivo

ATTIVITÀ	PARAMETRI
	Tricloroetano Tricloroetilene Triclorometano Xilene (orto-xilene/para-xilene/meta-xilene) 1,2 Dicloroetano Diclorometano Tetracloruro di carbonio Escherichia coli
Determinazione indice biologico	STAR- ICMi

Misure e parametri oggetto di monitoraggio

per il monitoraggio degli scarichi da vasca di trattamento acque (Rif. Tab 3, Allegato V, parte 3, D.lgs 152/2006 e ss.mm.ii):

ATTIVITA'	PARAMETRI
Misure chimico-fisiche in situ	pH Temperatura Colore Odore Materiali grossolani
Determinazioni analitiche chimico-fisiche e batteriologiche	Solidi speciali totali Alluminio Arsenico Bario Boro Cadmio Cromo Totale Cromo Esavalente Ferro Manganese Mercurio Nichel Piombo Rame Selenio Stagno Zinco Cianuri Totali Cloro attivo libero Solfuri Solfiti Solfati Cloruri Fluoruri Fosforo Totale Azoto Azoto nitroso Azoto Nitrico Grassi e olii vegetali Idrocarburi Totali Fenoli

Progetto Esecutivo

ATTIVITA'	PARAMETRI
	Aldeidi Solventi organici aromatici Solventi organici azotati Tensioattivi totali Pesticidi Forsofrati Pesticidi Totali Solventi clorurati Escherichia coli Saggio di tossicità acuta

Misure e parametri oggetto di monitoraggio

10.5 Definizione delle procedure di misurazione**10.5.1 Misure di portata correntometriche**

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

10.5.2 Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio**Campionamento**

Le metodiche di campionamento sono coerenti con la vigente normativa.

Il monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali prevede campionamenti periodici nei punti prescelti di un quantitativo d'acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi 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.

Progetto Esecutivo

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 – APAT, 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 suoi componenti, non alterare conducibilità elettrica e pH.

Per la raccolta del campione si utilizzerà una scheda predisposta.

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. Le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

Etichettatura dei contenitori

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

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

Conservazione e spedizione

I campioni vengono raccolti in opportuni contenitori e conservati alla temperatura di 4°C fino alla consegna al laboratorio analisi, la quale dovrà avvenire entro 24 ore dal prelievo. Dovranno inoltre essere conservati in frigorifero fino al momento dell'analisi in laboratorio, in modo da conservare il più possibile inalterate le caratteristiche dei costituenti. Le analisi saranno comunque effettuate nei tempi tecnici minimi possibili.

10.5.3 Analisi Chimico Fisiche

Progetto Esecutivo

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	Limite di rilevabilità	Principio del metodo
Ph	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003 - sezione 2060	0,1	Potenziometria
Conducibilità elettrica specifica	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003 - sezione 2030	1	Misura della resistenza elettrica specifica di un campione acquoso mediante un ponte di Kohlraush
Ossidabilità al permanganato – potenziale redox	APHA Standard Methods ed 22nd 2012,2580	- mV	-
Idrocarburi policiclici aromatici	EPA3510C 1996 +EPA8270D 2007	8 ng/l	GC/MS
alcalinità	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003 – sezione 2010	-	Potenziometria e Titrimetria
Solidi Sospesi totali	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003– sezione 2090	1 mg/l	Determinazione gravimetrica del residuo da filtrazione su membrana di porosità 0,45 µm
COD	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003 – sezione 5130	5 mg/l	Determinazione per retrotitolazione delle sostanze ossidabili in una soluzione bollente di dicromato di potassio e acido solforico
BOD5	APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, ed 23nd 2017, 5210 D	1 mg/l	Determinazione tramite respirometro dell'ossigeno consumato
Azoto Totale	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003 – sezione 4060	0,1 mg/l	Determinazione tramite ossidazione
Azoto Ammoniacale	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003 – sezione 4030	0,2 mg/l	Determinazione colorimetrica del complesso che si forma per reazione con il reattivo di Nessler
Azoto Nitrico	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003 – sezione 4040	0,1 mg/l	Spettrofotometria mediante salicilato di sodio /spettrofotometria con NEDA
Fosforo totale	EPA 200.7 2001	0,01 mg/l	ICP/MS
Idrocarburi totali	EPA 5021A 2003 + EPA 3510C 1996 + EPA 8015C 2007	0,02mg/l	GC/FID
Cloruri	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003 – sezione 4020	0,1 mg/l	Cromatografia
Fluoruri	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003 – sezione 4020	0,1 µg/l	Cromatografia
Solfati	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003 – sezione 4020	0,1 mg/l	Cromatografia
Ferro	EPA 6020A 2007	2 µg/l	ICP/MS
Rame	EPA 6020A 2007	3 µg/l	ICP/MS
Cromo	EPA 6020A 2007	0,2 µg/l	ICP/MS
Cromo VI	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003 – sezione 3150	-	Spettrometria con difenilcarbide
Cadmio	EPA 6020A 2007	0,1 µg/l	ICP/MS
Piombo	EPA 6020A 2007	0,2 µg/l	ICP/MS
Mercurio	EPA 6020A 2007	0,05 µg/l	ICP/MS
Manganese	EPA 6020A 2007	0,2 µg/l	ICP/MS

Progetto Esecutivo

Parametro	Metodo	Limite di rilevabilità	Principio del metodo
Nichel	EPA 6020A 2007	0,5 µg/l	ICP/MS
Stagno	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003 – sezione 3280	-	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fiamma
Zinco	EPA 6020B 2014	5 µg/l	ICP/MS
Solventi organici aromatici BTEX (benzene, toluene, etilbenzene, xileni)	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	1 µg/l	GC/MS
Tetracloroetilene	EPA 5021 2014 + EPA 8260C 2006	1 µg/l	GC/MS
Tricloroetano	EPA 5021 2014 + EPA 8260C 2006	1 µg/l	GC/MS
Tricloroetilene	EPA 5021 2014 + EPA 8260C 2006	1 µg/l	GC/MS
1,2 Dicloroetano	EPA 5021 2014 + EPA 8260C 2006	1 µg/l	GC/MS
Diclorometano	EPA 5021 2014 + EPA 8260C 2006	1 µg/l	GC/MS
Tetracloruro di Carbonio	EPA 5021 2014 + EPA 8260C 2006	1 µg/l	GC/MS
p+m - Xilene	EPA 5021 2014 + EPA 8260C 2006	2 µg/l	GC/MS
O - xilene	EPA 5021 2014 + EPA 8260C 2006	1 µg/l	GC/MS
Cloroformio	EPA 5021 2014 + EPA 8260C 2006	1 µg/l	GC/MS
Sodio	EPA 6020B 2014	0,5 mg/l	ICP/MS
Calcio	EPA 6020B 2014	0,5 mg/l	ICP/MS
Potassio	EPA 6020B 2014	0,5 mg/l	ICP/MS
Magnesio	EPA 6020B 2014	0,5 mg/l	ICP/MS

Metodologia di esecuzione delle rilevazioni e delle analisi

10.5.4 Analisi Batteriologiche

Per le analisi batteriologiche si deve invece fare riferimento a quanto di seguito indicato:

Parametro	Metodo	Limite di rilevabilità	Principio del metodo
Escherichia coli	APAT CNR IRSA – MAN 29 2003 – sezione 7030	0	Rilevamento dell'attività enzimatica della β-glucuronidasi, con rilascio di composti clorati o fluorescenti

Metodologia di esecuzione delle analisi batteriologiche

10.5.5 Indici di tipo biologico

Per le analisi di tipo biologico si indica come opportuno la valutazione dell'indice biologico STAR ICMi basato sulla comunità di macroinvertebrati bentonici al fine di stabilire una misura sintetica indiretta della qualità delle acque. Si precisa che tale parametro dovrà essere rilevato in corrispondenza dei punti di monitoraggio a valle dell'infrastruttura.

Progetto Esecutivo

Parametro	Metodo	Limite di rilevabilità	Principio del metodo
Indice biologico STAR - ICMi	Campionamento diretto con retino, identificazione e conta diretta	Non applicabile	D.Lgs. 152/06 come integrato dal Decreto MATTM 8/11/2010 n.260

Metodologia di esecuzione dei macroindicatori sintetici di qualità

10.6 Definizione e individuazione dei punti di monitoraggio

I criteri adottati per l'individuazione dei siti da sottoporre a monitoraggio sono basati sulla considerazione dei seguenti fattori:

- dimensioni e tipologia delle opere che interessano sia il corso d'acqua che le zone limitrofe scolanti nel medesimo;
- importanza del corpo idrico interessato, sono state considerate le dimensioni della sezione, le caratteristiche idrologico-idrauliche e la presenza di vincoli ambientali;
- localizzazione delle aree logistiche fisse (cantieri) in prossimità di corpi idrici ricettori.
 - area di cantiere ubicata in corrispondenza dello svincolo di BonorvaSud in prossimità del corso d'acqua
- localizzazione degli scarichi delle vasche di prima pioggia su corpi idrici ricettori o direttamente su suolo

I punti che si è deciso di monitorare sono riferibili ai seguenti corsi d'acqua:

CORSO IDRICO DA MONITORARE	Km S.S.131	PUNTI DA MONITORARE	
		MONTE	VALLE
Riu Pizziu	122+025	IDR_01	IDR_02
Riu Mannu	122+340	IDR_03	IDR_04
Riu Bonorchis	127+895	IDR_05	IDR_06
Riu Tossilo/ Murtazzolu/Figuruggia	138+600	IDR_07	IDR_08
Riu Chercucchi	145+900	IDR_09	IDR_10
Riu Temu	154+495	IDR_11	IDR_12
Rio Piludi	152+000	IDR_13	IDR_14
Rio Columbus	148+000	IDR_15	IDR_16
Rio Ponte Merchis	131+450	IDR_19	IDR_20

Inoltre è stato inserito un punto di monitoraggio degli scarichi a rispettivamente a monte e a valle della vasca di prima pioggia presente nello svincolo di Macomer

Vasca Pioggia	Sez. 8 della viabilità interpodereale Nord Ovest dello Svincolo di Macomer	IDR_17	IDR_18
---------------	---	--------	--------

10.7 Articolazione temporale degli accertamenti**10.7.1 Monitoraggio ante operam (MAO)**

Progetto Esecutivo

Il Monitoraggio *Ante Operam* (MAO) dell'Ambiente Idrico Superficiale ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche dei corsi d'acqua in condizioni esenti da disturbi, ovvero in assenza dei disturbi provocati dall'opera in progetto. Il MAO ha anche lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in *Corso d'Opera*, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle particolarità del fiume tale da evitare soluzioni non compatibili con l'ambiente idrico.

Le operazioni *Ante Operam* serviranno anche a verificare la corretta scelta dei punti di monitoraggio.

Per quanto riguarda la frequenza delle operazioni, per ciascun punto di monitoraggio è previsto:

- Misure di portata: *una volta*;
- Determinazioni speditive chimico-fisiche: *una volta*;
- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche: *una volta*;
- Determinazione Indice STAR ICMi: *una volta*;

Attività di monitoraggio Ante operam

Sezione monitoraggio	Attività AO e cadenza				Tot misure
IDR_01					1
IDR_02					1
IDR_03					1
IDR_04					1
IDR_05					1
IDR_06					1
IDR_07					1
IDR_08					1
IDR_09	<u>Misure di portata</u> da eseguire prima dell'inizio attività	<u>Misure chimico fisiche in situ</u> da eseguire prima dell'inizio attività	<u>Determinazione in laboratorio dei parametri chimico- fisici e batteriologici</u> da eseguire prima dell'inizio attività	<u>Determinazione dell'indice biologico</u> da eseguire prima dell'inizio attività	1
IDR_10					1
IDR_11					1
IDR_12					1
IDR_13					1
IDR_14					1
IDR_15					1
IDR_16					1
IDR_19					1
IDR_20					1

10.7.2 Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO)

Progetto Esecutivo

Il Monitoraggio in *Corso d'Opera* (MCO) ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non alteri i caratteri qualitativi del sistema delle acque superficiali.

A differenza del Monitoraggio Ante Operam (MAO), che deve fornire una fotografia dello stato esistente, senza alcun giudizio in merito alla sua qualità, il MCO dovrà confrontare quanto via via rilevato con lo stato *Ante Operam* e segnalare le eventuali divergenze da questo; a tal fine è prevista la predisposizione di punti di monitoraggio sia a monte che a valle dell'attraversamento del corso d'acqua interferente con l'opera in progetto e con l'area di cantiere.

A valle del rilevamento e della segnalazione di scostamenti rispetto ai caratteri preesistenti, il MCO dovrà avviare le procedure di verifica, per confermare e valutare lo scostamento, e di indagine per individuarne le cause.

Una volta stabilite queste dovrà dare corso alle contromisure predisposte o elaborate al momento nel caso di eventi assolutamente imprevisti.

Il Monitoraggio in *Corso d'Opera* avrà una durata pari al tempo di realizzazione delle opere o di permanenza delle aree di cantiere.

Per quanto riguarda la frequenza delle operazioni, per ciascun punto di monitoraggio è previsto:

- Misure di portata: da eseguire trimestralmente per tutta la durata del cantiere;
- Determinazioni speditive chimico-fisiche: da eseguire con cadenza trimestrale per tutta la durata del cantiere;
- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche: da eseguire con cadenza trimestrale per tutta la durata del cantiere;
- Determinazione Indice STAR ICMi: da eseguire con cadenza trimestrale per tutta la durata del cantiere.

In funzione della durata della fase di cantierizzazione, pari a 28 mesi, come da cronoprogramma, il totale delle misure sarà pari a 9 per postazione (monte e valle).

Sezione monitoraggio	Attività CO e cadenza				Tot misure
IDR_01	Misure di portata da eseguire con cadenza trimestrale per tutta la durata dei lavori di costruzione	Misure chimico fisiche <u>in situ</u> da eseguire con cadenza trimestrale per tutta la durata dei lavori di costruzione	<u>Determinazione in laboratorio dei parametri chimico-fisici e batteriologici</u> da eseguire con cadenza trimestrale per tutta la durata dei lavori di costruzione	<u>Determinazione dell'indice biologico</u> da eseguire con cadenza trimestrale per tutta la durata dei lavori di costruzione	9
IDR_02					9
IDR_03					9
IDR_04					9
IDR_05					9
IDR_06					9

Progetto Esecutivo

IDR_07					9
IDR_08					9
IDR_09					9
IDR_10					9
IDR_11					9
IDR_12					9
IDR_13					9
IDR_14					9
IDR_15					9
IDR_16					9
IDR_19					9
IDR_20					9

Attività di monitoraggio corso d'opera

10.7.3 Monitoraggio Post Operam (MPO)

Il Monitoraggio *Post Operam* ha il fine di documentare la situazione ambientale dopo l'entra in esercizio delle nuove opere al fine di verificare che gli impatti ambientali siano coerenti rispetto alle previsioni dello studio d'impatto ambientale e/o delle previsioni progettuali.

Le misure saranno effettuate dall'entrata in esercizio delle nuove opere ed avranno frequenza trimestrale per la durata di un anno.

Le sezioni sottoposte a monitoraggio coincidono con quelle relative al monitoraggio in *Corso d'Opera*.

Per quanto riguarda la frequenza delle operazioni, per ciascun punto di monitoraggio è previsto:

- Misure di portata: 4 volte dopo l'entrata in esercizio dell'infrastruttura;
- Determinazioni speditive chimico-fisiche: 4 volte dopo l'entrata in esercizio dell'infrastruttura;
- Determinazioni di laboratorio, chimico fisiche e batteriologiche: 4 volte dopo l'entrata in esercizio dell'infrastruttura;
- Determinazione Indice STAR ICMi: 4 volte dopo l'entrata in esercizio dell'infrastruttura.

Sezione monitoraggio	Attività PO e cadenza				Tot misure
IDR_01	Misure di portata da eseguire 4 volte dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura	Misure chimico fisiche in situ da eseguire 4 volte dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura	Determinazione in laboratorio dei parametri chimico-fisici e batteriologici da eseguire 4 volte dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura	Determinazione dell'indice biologico da eseguire 4 volte dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura	4
IDR_02					4
IDR_03					4
IDR_04					4
IDR_05					4
IDR_06					4

Progetto Esecutivo

IDR_07					4
IDR_08					4
IDR_09					4
IDR_10					4
IDR_11					4
IDR_12					4
IDR_13					4
IDR_14					4
IDR_15					4
IDR_16					4
IDR_19					4
IDR_20					4
IDR_17			<u>Determinazione in laboratorio</u>		4
IDR_18	<u>Misure di portata</u> da eseguire 4 volte dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura	<u>Misure chimico fisiche in situ per gli scarichi</u> da eseguire 4 volte dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura	<u>dei parametri chimico-fisici e batteriologici per gli scarichi</u> da eseguire 4 volte dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura	-	4

Attività di monitoraggio post operam