



ANAS S.p.A.



Commissario Governativo Delegato
OPCM n. 3869 del 23 aprile 2010
OPCM n. 3895 del 20/08/2010



REGIONE SARDEGNA

O.P.C.M. n. 3869 del 23/04/2010. Disposizioni urgenti di protezione civile per fronteggiare l'emergenza determinatasi nel settore del traffico e della mobilità nelle province di Sassari ed Olbia – Tempio, in relazione alla strada statale Sassari – Olbia

SOGGETTO ATTUATORE ANAS S.p.A.

ADEGUAMENTO AL TIPO B DELL'ITINERARIO SASSARI – OLBIA

LOTTO 4

DAL km 36+100 AL km 45+610

CIG: 4658037DB8

PROGETTO ESECUTIVO

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Francesco Ruggieri	VISTO: IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO PROGETTAZIONE	VISTO: IL DIRETTORE DEI LAVORI
IMPRESA ESECUTRICE ATI:  GRANDI LAVORI FINCOSIT SPA Direttore Divisione Infrastrutture Ing. Vincenzo Costantino		PROGETTAZIONE: PROGETTAZIONE  GRANDI INFRASTRUTTURE PROGIN S.p.A. (Il Progettista) Ing. Raffaele Piccirillo Prof. Ing. Antonio Grimaldi (Responsabile integrazione delle Attività Specialistiche) Dott. Gianluca Pandolfi Elmi (Geologo) Ing. Michele Curiale (Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione)

**Elaborato:
PIANO DI MONITORAGGIO**

Relazione sul piano di monitoraggio ambientale

CODICE PROGETTO		NOME FILE MO00_MOA_RE01_F.DOCX		REVISIONE	FOGLIO	SCALA:
PROGETTO D P C A 03	LIV. PROG. E	N. PROG. 1 0 0 4	CODICE ELAB. M O O O M O A R E 0 1	F	di	
E	EMISSIONE A SEGUITO OSSERVAZIONI ARPAS	Dicembre 2014	Progin	S. Scoppetta	R. Piccirillo	
D	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS	Ottobre 2014	F. Petrelli	S. Scoppetta	R. Piccirillo	
C	EMISSIONE A SEGUITO DI NOTA ARPAS	Luglio 2014	F. Petrelli	S. Scoppetta	R. Piccirillo	
B	EMISSIONE	Maggio 2014	F. Petrelli	S. Scoppetta	R. Piccirillo	
F	EMISSIONE	Luglio 2015	F. Petrelli	S. Scoppetta	R. Piccirillo	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

1.	PREMESSA.....	5
2.	CRITERI METODOLOGICI PER LA REDAZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	6
2.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	6
2.2	REQUISITI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	7
2.3	APPROCCIO METODOLOGICO ADOTTATO	8
2.4	ARTICOLAZIONE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	9
2.5	MODALITÀ DI ATTUAZIONE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	10
2.6	GESTIONE DELLE VARIANZE	10
2.7	STRUTTURA DELLA RETE DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	11
2.8	MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI RILIEVI	11
2.9	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SENSIBILI E DEI RICETTORI	12
2.10	INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MISURA.....	12
2.11	INDIVIDUAZIONE DELLE TIPOLOGIE DI POSTAZIONE PER ESEGUIRE LE MISURE.....	13
2.12	TEMPI E FREQUENZE	13
3.	COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI INDAGINE	14
3.1	INQUADRAMENTO GENERALE.....	14
3.1.1	Il tracciato e l'ambiente	14
3.2	COMPONENTI AMBIENTALI MONITORATE.....	15
3.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	15
4.	COMPONENTE ATMOSFERA.....	16
4.1	PREMESSA E FINALITÀ DEL LAVORO.....	16
4.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	16
4.2.1	Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155.....	17
4.3	VALORI LIMITE DI LEGGE	19
4.3.1	Valori limite per la salute umana, relativamente al biossido di zolfo, al biossido di azoto, al benzene, al monossido di carbonio, al piombo ed al particolato (PM10 e PM2,5) (Allegato XI del D.Lgs. n.155/2010).....	19
4.3.2	Livelli critici per la protezione della vegetazione, relativamente al biossido di zolfo ed agli ossidi di azoto (Allegato XI del D.Lgs. n.155/2010).....	20
4.3.3	Soglie di valutazione superiore ed inferiore relativamente al biossido di zolfo, al biossido di azoto, agli ossidi di azoto, al particolato (PM10 e PM2,5), al piombo, al benzene, al monossido di carbonio, all'arsenico, al cadmio, al nichel ed al benzo(a)pirene (Allegato II del D.Lgs. n.155/2010).....	20
4.3.4	Valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (Allegato XIII del D.Lgs. n.155/2010).....	21
4.3.5	Valore obiettivo per l'ozono (Allegato VII del D.Lgs. n.155/2010).....	21
4.3.6	Obiettivo a lungo termine per l'ozono (Allegato VII del D.Lgs. n.155/2010).....	22
4.3.7	Soglie di allarme per il biossido di zolfo ed il biossido di azoto (Allegato XII del D.Lgs. n.155/2010).....	22
4.3.8	Soglie di informazione e di allarme previste per l'ozono (Allegato XII del D.Lgs. n.155/2010).....	22
4.4	DOCUMENTAZIONE DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA	23
4.5	FINALITÀ DEL MONITORAGGIO E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO	23
4.6	SPECIFICHE TECNICHE.....	24
4.6.1	Svolgimento del monitoraggio tipo	24
4.6.2	Strumentazione di misura.....	24
4.6.3	Documentazione prodotta	25
4.7	METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO	26
4.7.1	Verifica di fattibilità sul campo	26
4.7.2	Polveri.....	26
4.7.3	Monossido di carbonio.....	28
4.7.4	Ossidi di azoto	28
4.7.5	Biossido di zolfo.....	29
4.7.6	Benzene	29
4.7.7	Benzo(a)pirene.....	30
4.7.8	Metalli	30
4.7.9	Parametri meteorologici	30
4.7.10	Indicazioni operative	31

4.8	CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	32
4.8.1	Criteri di localizzazione	32
4.9	LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	33
4.9.1	Articolazione temporale degli accertamenti	34
4.10	SINTESI MONITORAGGIO ATMOSFERA	36
5.	COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI	37
5.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	37
5.2	DATI DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA	39
5.3	MODALITÀ DEL MONITORAGGIO	40
5.4	FINALITÀ DEL MONITORAGGIO E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO	41
5.4.1	Criteri per la scelta dei parametri da monitorare	42
5.5	SPECIFICHE TECNICHE E METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO	44
5.5.1	Misure idrologiche e in situ	44
5.5.2	Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio	46
5.5.3	Metodologia di esecuzione delle analisi	47
5.6	MONITORAGGIO ANTE OPERAM	48
5.6.1	Frequenza delle operazioni di MAO	49
5.7	MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA (MCO)	49
5.7.1	Frequenza delle operazioni di MCO	50
5.8	MONITORAGGIO POST OPERAM (MPO)	50
5.8.1	Frequenza delle operazioni di MPO	50
5.9	SINTESI MONITORAGGIO ACQUE SUPERFICIALI	51
6.	COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE	53
6.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	53
6.2	DATI DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA	56
6.2.1	Qualità delle acque sotterranee	56
6.3	FINALITÀ DEL MONITORAGGIO E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO	56
6.4	SPECIFICHE TECNICHE E METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO	60
6.4.1	Nuove stazioni e nuovi piezometri	60
6.4.2	Rilevamento ed acquisizione delle informazioni	62
6.4.3	Modalità di accettazione e collaudo	65
6.4.4	Modalità di campionamento ed analisi delle acque	66
6.5	CRITERI PER LA SELEZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	69
6.6	MONITORAGGIO ANTE OPERAM (MAO)	69
6.6.1	Frequenza delle operazioni di MAO	70
6.7	MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA	70
6.7.1	Frequenza delle operazioni di MCO	71
6.8	MONITORAGGIO POST OPERAM (MPO)	71
6.8.1	Frequenza delle operazioni di MPO	72
6.9	SINTESI MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE	72
7.	COMPONENTE SUOLO	75
7.1	PREMESSA	75
7.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	75
7.3	RISCHI DI DEGRADAZIONE CHIMICO-FISICA DEL SUOLO - INTERVENTI PER PIANIFICARE MITIGAZIONE E RIPRISTINO	77
7.3.1	I rischi	77
7.3.2	Gli interventi	78
7.4	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI MISURAZIONE	79
7.4.1	Parametri chimico-fisici: in situ e/o in laboratorio	79
7.5	DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE DI MISURAZIONE	82
7.5.1	Trivellate pedologiche	82
7.5.2	Scavi pedologici	82
7.5.3	Profili pedologici (trivellate e scavi)	83
7.5.4	Analisi di laboratorio	83
7.6	STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE PER LA MATRICE PEDOLOGICA	85
7.6.1	I suoli	85
7.6.2	L'uso del suolo	85
7.7	CRITERI PER LA SCELTA ED INDICAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	85
7.8	LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	86

7.9	FREQUENZA DEGLI ACCERTAMENTI	86
7.10	SINTESI DEL MONITORAGGIO SUOLO	87
8.	COMPONENTE VEGETAZIONE FLORA E FAUNA	91
9.	COMPONENTE RUMORE	92
9.1	INTRODUZIONE E OBIETTIVI	92
9.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	93
9.3	DOCUMENTAZIONE DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA	94
9.3.1	Clima acustico attuale.....	95
9.4	ACCERTAMENTI PROGRAMMATI	95
9.5	PARAMETRI ACUSTICI	96
9.6	PARAMETRI METEOROLOGICI	97
9.7	PARAMETRI DI INQUADRAMENTO TERRITORIALE	97
9.8	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI	97
9.9	MISURAZIONI FONOMETRICHE NELLA FASE ANTE-OPERAM	99
9.9.1	Fronte avanzamento cantieri. Tipologia di misura: LF.....	100
9.9.2	Aree di cantiere. Tipologia di misurazione: LC.....	101
9.9.3	Viabilità dei mezzi di cantiere. Tipologia di misura: LM	101
9.10	MISURAZIONI FONOMETRICHE NELLA FASE POST-OPERAM	102
9.11	METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E DI ACQUISIZIONE DELLE INFORMAZIONI	102
9.11.1	Svolgimento del monitoraggio tipo.....	103
9.11.2	Strumentazione di misura.....	104
9.12	SCelta DEI PUNTI DA SOTTOPORRE A MONITORAGGIO	105
9.12.1	Criteri di criticità ambientale	105
9.12.2	Criteri di selezione dei punti di monitoraggio	106
9.12.3	Ubicazione dei punti di monitoraggio	107
9.13	SINTESI MONITORAGGIO RUMORE	108
10.	GESTIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	109
10.1	STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	109
10.2	SISTEMA INFORMATIVO	110
10.3	ACQUISIZIONE ED ARCHIVIAZIONE DEI DATI	111
10.3.1	Acquisizione dati	112
10.3.2	Elaborazione dati in forma cartacea	112
10.3.3	Elaborazione dati in forma digitale	112
10.4	DIFFUSIONE ED ARCHIVIAZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	113
10.4.1	Diffusione dei dati del monitoraggio	113
10.4.2	Rapporti periodici	114
11.	QUADRO DI SINTESI DEL PMA	115

1. PREMESSA

La presente relazione si inserisce nell'ambito delle attività di progettazione esecutiva del progetto di adeguamento al tipo B (4 corsie) dell'itinerario Sassari – Olbia, Lotto 4, ed è stata redatta ai sensi delle “Linee Guida per il progetto di monitoraggio ambientale” Revisione n. 2 del 23 luglio 2007, predisposte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Il progetto di monitoraggio ambientale illustra i contenuti, i criteri, le metodologie, l'organizzazione e le risorse che saranno impiegate per attuare il Piano di Monitoraggio Ambientale, definito come l'insieme dei controlli da effettuare attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o esercizio delle opere.

Il PMA in oggetto, definito sulla base delle analisi condotte nelle precedenti fasi progettuali e sviluppato sul rilievo cartografico appositamente realizzato in scala 1:2000, ha recepito le osservazioni delle istruttorie tecniche dell'ANAS, quelle esplicitate in occasione delle Conferenze di Servizi del 07.01.2008 e del 29.09.2008, le indicazioni riportate in allegato al parere ARPAS n. 27808/13 del 16/10/2013 e le osservazioni riportate nel Verbale di Accertamento Conoscitivo (prot. 3247-2014 del 28/05/2014) trasmesso da ARPAS in allegato alla nota prot. n. 4747-2014 del 28/05/2014. È stata inoltre recepita la nota ARPAS del 07/07/2014, prot. N. 18830.2014 e le osservazioni ANAS allegate all'istruttoria del 24-09-2014.

Il monitoraggio si articola in tre fasi: “ante operam” prima dell'inizio delle attività di cantiere, per fotografare lo stato dell'ambiente senza infrastruttura; corso d'opera durante la realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al loro smantellamento e al ripristino dei siti; “post operam” durante le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'infrastruttura, con durata variabile dall'entrata in funzione dell'opera secondo le componenti ambientali e i parametri indagati.

Correlando le diverse fasi, il monitoraggio valuta l'evoluzione della situazione ambientale e ne garantisce il controllo, verificando le previsioni del Progetto ed il rispetto dei parametri fissati.

Le attività di monitoraggio sono state programmate tenendo conto delle informazioni presenti nello Studio di Impatto Ambientale (SIA), nell'ambito del quale è stata condotta un'analisi dettagliata di tutte le componenti ambientali potenzialmente impattate dai lavori di realizzazione dell'intervento in oggetto, e delle prescrizioni emerse in sede di VIA.

Con riferimento alle sole Componenti Flora e Fauna, oggetto di approfondimenti e di ottemperanza alle prescrizioni contenute nel parere RAS – Assessorato della Difesa dell'Ambiente – di cui al prot. 24211 del 06/11/2014 e di ulteriori specifiche intervenute a seguito di incontri con gli Enti competenti, si rimanda al documento “Relazione sul piano di monitoraggio ambientale per Flora e Fauna” (cod. DPCA03E1004MO00MOARE03B) allegato al presente Progetto Esecutivo, ed alle planimetrie riferentesi allo stesso.

2. CRITERI METODOLOGICI PER LA REDAZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Nel presente capitolo sono descritti i criteri metodologici adottati per la redazione del Programma di Monitoraggio Ambientale, con particolare riferimento agli aspetti di seguito indicati:

- obiettivi generali;
- requisiti;
- approccio metodologico;
- articolazione temporale;
- modalità di attuazione;
- modalità di gestione delle varianze;
- componenti ambientali oggetto di monitoraggio (vedi cap. 3);
- struttura della rete di monitoraggio;
- modalità di esecuzione dei rilievi;
- individuazione delle aree sensibili e dei ricettori;
- localizzazione e tipologia delle postazioni di misura;
- tempi e frequenze.

2.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera, risalendone alle cause; ciò per determinare se tali variazioni sono imputabili all'opera in costruzione o realizzata e per individuare i correttivi, che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente.

Il monitoraggio ambientale ha i seguenti obiettivi primari:

- Verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nel SIA per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'Opera;
- 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 e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- Verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione (in fase di cantiere) posti in essere per ridurre gli impatti ambientali dovuti alle operazioni di costruzione dell'opera;
- Effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni.
- Verificare la reale efficacia dei provvedimenti posti in essere in fase di esercizio dell'opera per garantire la mitigazione degli impatti sull'ambiente.

Dalle precedenti premesse si evince come il presente progetto 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, risalendo alle cause e fornendo i parametri di input

al Sistema di Gestione Ambientale (SGA) per l'attuazione delle dei sistemi correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni sostenibili.

Un'altra finalità del PMA è l'archiviazione, il controllo e la gestione dei dati per il controllo degli impatti sulle diverse componenti ambientali e per la diffusione dei risultati. A tal fine è stato previsto un "Sistema informativo" per la gestione dei dati provenienti dal monitoraggio, la cui struttura qui proposta sarà concordata con ARPAS.

I soggetti ai quali devono essere diffusi i risultati del monitoraggio sono gli organi amministrativi e di governo (Ministero dell'Ambiente, ARPAS, Regione, Provincia, Comuni) e i soggetti coinvolti nella realizzazione e nella gestione dell'opera.

2.2 REQUISITI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il presente piano di monitoraggio prevede una serie di requisiti minimi, utili a dettarne la congruità in merito al complesso quadro di riferimento nel quale si inserisce.

Il presente PMA è stato redatto nel rispetto delle indicazioni normative, secondo criteri di interoperatività tra le esigenze degli accertamenti ambientali specifici e quelle delle pubbliche amministrazioni dotate di una propria rete di monitoraggio; pertanto, il presente progetto prevede delle modalità di restituzione dei dati rilevati secondo standard prestabiliti, sia dal punto di vista tecnico che in relazione al loro protocollo di emissione.

Nel dettaglio, le postazioni di misura saranno tutte georeferenziate ed i risultati delle rilevazioni verranno condivisi con le autorità competenti e pubblicati ad intervalli prefissanti, ovvero ogni volta che se ne faccia esplicita richiesta.

Le rilevazioni previste consentiranno di determinare in modo esaustivo lo stato ambientale di ciascuna delle componenti ambientali investigate, attraverso l'esecuzione di misure rappresentative e riproducibili (ove necessario).

Tali misure saranno tutte certificate, attraverso l'esplicitazione delle modalità di acquisizione, della strumentazione utilizzata e dei protocolli di approntamento dei campionamenti, nonché mediante la certificazione o il riconoscimento – da parte di enti certificatori o comitati tecnici – della validità e/o attendibilità delle rilevazioni eseguite.

Pertanto, sulla base di quanto sopra descritto e delle indicazioni riportate nelle Linee Guida ministeriali, il presente PMA è stato redatto allo scopo di adempiere ai seguenti requisiti:

- Prevedere il coordinamento delle attività di monitoraggio descritte nel presente PMA con quelle degli Enti territoriali ed ambientali che operano nel settore della tutela e dell'uso delle risorse ambientali;
- Essere coerente con lo Studio di Impatto Ambientale, nonché con gli elaborati del Progetto Esecutivo del quale è parte integrante;
- Contenere la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e la definizione degli strumenti;
- Indicare modalità di rilevamento e di uso della strumentazione che siano coerenti con la normativa vigente;
- Prevedere meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze ed anomalie;
- Prevedere l'utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico;
- Individuare parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, oltre che rappresentativi delle varie situazioni ambientali;

- Definire il numero, la tipologia e la distribuzione territoriale delle stazioni di misura, in modo che siano rappresentative sia delle possibili interferenze che della sensibilità/criticità dell'ambiente interessato;
- Prevedere una frequenza delle misure adeguata per ciascuna delle componenti ambientali monitorate;
- Prevedere l'integrazione della rete di monitoraggio prevista nel presente PMA con le reti di monitoraggio previste per gli altri lotti della stessa opera, ovvero con le reti di monitoraggio esistenti;
- Prevedere la restituzione periodica programmata, oltre che su richiesta, delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, nonché di facile utilizzo ed aggiornamento, garantendo la possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti in fase di progetto;
- Pervenire ad un dimensionamento del monitoraggio proporzionato all'importanza ed all'impatto indotto dall'opera; a tale proposito, il PMA è stato redatto in modo da indirizzare direttamente le modalità di controllo sui parametri ed i fattori maggiormente significativi e, la cui misura, consente di valutare il reale impatto indotto sull'ambiente dalla sola opera di progetto; pertanto, ove presenti, una particolare attenzione è stata rivolta all'integrazione quali/quantitativa delle reti di monitoraggio esistenti che consentono un'azione di controllo duratura nel tempo.

2.3 APPROCCIO METODOLOGICO ADOTTATO

L'approccio metodologico adottato per la stesura del presente PMA è stato articolato nel rispetto delle procedure riportate nelle Linee Guida ministeriali, che prevedono in particolare:

- *Analisi dei documenti di riferimento e pianificazione delle attività di progettazione*

Sulla base della suddette linee guida, sono stati definiti gli obiettivi da perseguire, le modalità generali e le attività necessarie per la redazione del piano di monitoraggio, nonché le risorse da coinvolgere.

- *Definizione del quadro informativo esistente*

La fase di ricognizione dei dati preesistenti ha riguardato in particolare i contenuti dello Studio di Impatto Ambientale e degli elaborati di progetto, che hanno permesso la caratterizzazione dell'ambito territoriale interessato dalla realizzazione delle opere di progetto.

- *Identificazione e aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici*

Il presente PMA è stato redatto sulla base dei riferimenti normativi e bibliografici aggiornati, relativamente sia alla definizione delle metodiche di monitoraggio sia alla determinazione dei valori di riferimento rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali.

- *Scelta delle componenti ambientali*

Le componenti ambientali considerate nel presente PMA sono quelle individuate nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale quali componenti critiche da monitorare.

- *Scelta degli indicatori ambientali*

Gli indicatori ambientali considerati sono stati determinati in funzione della sensibilità e della vulnerabilità alle azioni di progetto; in particolare, tali indicatori sono quelli la cui

misura consente di risalire allo stato delle componenti ambientali che devono essere controllate.

- *Scelta delle aree da monitorare*

La scelta delle aree in corrispondenza delle quali svolgere le indagini (come del resto quella degli indicatori sopra descritta) è stata effettuata in considerazione della vulnerabilità e della sensibilità alle azioni di progetto, sia relativamente alla tutela della salute della popolazione, sia in relazione alla tutela dell'ambiente, con particolare riferimento alle aree sensibili individuate negli elaborati progettuali e del SIA. Tali aree sono state quindi differenziate in funzione dei criteri di indagine e delle potenzialità di interferenza con la componente ambientale in esame.

- *Configurazione della struttura di gestione dei dati*

La quantità e la complessità dei dati che dovranno essere gestiti hanno reso necessario la predisposizione di un sistema di sintesi dei dati (grafici e numerici) in grado di semplificare la caratterizzazione e la valutazione dello stato di qualità ambientale di ciascuna delle componenti considerate; a tale scopo, è stato quindi sviluppato un Sistema Informativo Territoriale, che consentirà di restituire in modo semplice le informazioni rilevate, al fine di garantire la piena partecipazione dei cittadini all'azione di verifica.

- *Programmazione delle attività*

L'articolazione e lo sviluppo delle opere stradali di progetto, nonché la durata dei lavori necessari alla loro realizzazione, richiedono una precisa programmazione del monitoraggio ambientale, sia in relazione allo stato di avanzamento dei lavori, che alle attività di raccolta, elaborazione e restituzione delle informazioni raccolte. Si è inoltre stabilito che, qualora vengano riscontrate delle anomalie nei dati rilevati, saranno effettuati una serie di accertamenti straordinari, atti ad approfondire e verificare l'entità del problema, oltre che a determinarne la causa ed indicare le possibili soluzioni per risolvere le suddette anomalie.

2.4 ARTICOLAZIONE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il PMA, redatto secondo le Linee Guida predisposte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, si articolerà nelle seguenti fasi:

- **Monitoraggio Ante Operam (AO)**, che ha lo scopo di fornire una descrizione dello stato dell'ambiente prima dell'intervento e di fungere da base per la previsione delle variazioni che potranno intervenire durante la costruzione e l'esercizio, proponendo le eventuali contromisure;
- **Monitoraggio in Corso d'Opera (CO)**, il cui obiettivo è 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, e che le eventuali variazioni indotte dall'opera all'ambiente circostante siano temporanee e non superino determinate soglie;
- **Monitoraggio Post Operam (PO)**, la cui finalità è di verificare, nel primo periodo d'esercizio della nuova infrastruttura, che le eventuali alterazioni temporanee intervenute durante la costruzione rientrino nei valori normali e che eventuali modificazioni permanenti siano compatibili e coerenti con l'ambiente preesistente.

Il Monitoraggio Ante Operam (**AO**) verrà eseguito prima dell'avvio dei cantieri con lo scopo di fornire una descrizione dello stato dell'ambiente prima della costruzione dell'opera ("situazione di zero") e di fungere da base per la previsione delle variazioni che potranno intervenire durante la

costruzione, proponendo le eventuali contromisure. Le situazioni in tal modo definite andranno a costituire, per quanto possibile, il livello iniziale di riferimento cui rapportare gli esiti delle campagne di misura in corso d'opera.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera (**CO**), segnalando il manifestarsi di eventuali emergenze ambientali, garantisce la possibilità di intervenire nei modi e nelle forme più opportune per evitare che si producano eventi irreversibili e gravemente compromissivi della qualità dell'ambiente, e assicura il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali.

Il Monitoraggio Post Operam o in esercizio (**PO**) permette di constatare l'efficacia delle opere di mitigazione ambientale e delle metodiche applicate, ovvero di verificare la necessità di interventi aggiuntivi, e di stabilire i nuovi livelli dei parametri ambientali.

Per le attività di monitoraggio Ante Opera, dovendo definire per ciascuna componente i modelli locali di riferimento prima dell'avvio delle attività, si procederà di concerto con ARPA Sardegna.

2.5 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, che rispettano quanto indicate nell'ambito delle Linee Guida:

- esecuzione delle operazioni propedeutiche alle misure, attraverso lo svolgimento di sopralluoghi nei punti in corrispondenza dei quali installare le apparecchiature, che saranno finalizzati alla più idonea localizzazione delle postazioni di misura ed alla loro georeferenziazione, alla acquisizione di tutti i benestare ed i nulla-osta necessari, oltre che alla valutazione delle eventuali esternalità che potrebbero incidere sulle rilevazioni;
- 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; a tale proposito, è stato appositamente previsto un sistema informativo di uso comune per la raccolta e la gestione dei dati rilevati, che in questo modo potranno essere facilmente fruibili da parte delle amministrazioni e dei soggetti competenti;
- individuazione della strumentazione di misura adeguata alla tipologia di indagini previste e conforme alle indicazioni normative, oltre alla definizione di protocolli idonei alla esecuzione delle prove ed alla restituzione dei dati rilevati;
- articolazione temporale delle attività e della frequenza, distinta per ciascun tipo di misura.

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale sarà presentato agli Enti competenti per la sua approvazione.

2.6 GESTIONE DELLE VARIANZE

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

Pertanto, il presente PMA potrà essere tempestivamente 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 degli impatti residui

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.

2.7 STRUTTURA DELLA RETE DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

La struttura della rete di monitoraggio ambientale prevista nell'ambito del presente documento è stata definita allo scopo di assicurare una stretta interdipendenza tra le diverse fasi temporali di ante operam, corso d'opera e post operam nelle quali si articola il PMA, così come richiesto dalle già citate Linee Guida ministeriali.

In particolare, per la definizione della suddetta rete di monitoraggio sono stati adottati i criteri che vengono di seguito elencati:

- caratterizzazione della tipologia dell'infrastruttura stradale di progetto;
- valutazione delle interferenze/interconnessioni dell'opera di progetto con il territorio nel quale è prevista la sua realizzazione;
- interfaccia con le reti pubbliche locali di monitoraggio, ove presenti, con eventuale potenziamento delle stesse, in modo da integrare i dati che da questa sono ricavabili.

2.8 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI RILIEVI

Le modalità di esecuzione delle rilevazioni previste nel presente documento sono state inizialmente definite sulla base delle indicazioni della normativa vigente per ciascuna componente, allo scopo di individuare:

- parametri da monitorare;
- valori di soglia e di riferimento;
- criteri e durata di campionamento;
- eventuali integrazioni normative.

Tali modalità sono state quindi predisposte anche in considerazione delle normative tecniche e delle linee guida di organismi internazionali, nonché degli elementi contenuti nella letteratura di settore e di quanto indicato nelle Linee Guida del CSVIA precedentemente citate.

Oltre al rispetto delle normative, nel presente PMA si è prevista l'uniformità delle misure effettuate nelle diverse fasi del monitoraggio, che verranno svolte con metodologie univoche e prestabilite, anche allo scopo di garantire il confronto dei controlli eseguiti nel corso delle varie fasi temporali, in modo da assicurare la riproducibilità e l'attendibilità delle misure al variare dell'ambiente e dell'ambito di emissione.

I parametri da monitorare e le metodologie utilizzate per effettuare le misurazioni sono stati per alcune componenti modificati in base a specifiche prescrizioni di ARPA Sardegna; la modalità di esecuzione delle misurazioni e determinazioni analitiche descritte nel presente documento, saranno oggetto di specifica approvazione da parte di ARPAS.

2.9 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SENSIBILI E DEI RICETTORI

L'individuazione delle aree sensibili è stata effettuata sulla base delle caratteristiche di sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto di ciascuna componente ambientale, così come risultanti dal SIA e dagli elaborati di progetto; in particolare, le suddette aree sono state differenziate in funzione dei criteri di indagine e delle potenzialità di interferenza con la componente ambientale in esame.

Vengono di seguito indicati i principali criteri che si sono considerati per la determinazione delle aree sensibili:

- Presenza della sorgente di interferenza;
- Presenza di elementi significativi, attuali o previsti, rispetto ai quali è possibile rilevare una modifica delle condizioni di stato dei parametri caratterizzanti.

I ricettori sono stati individuati sulla base di un'analisi del territorio e dello Studio di Impatto Ambientale. I punti di monitoraggio, oggi definiti sulla base dei bersagli sensibili evidenziati dal SIA, potranno eventualmente essere integrati a seguito di valutazioni e considerazioni che dovessero emergere in sede di valutazione del Piano da parte degli Enti competenti.

2.10 INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MISURA

Nel presente PMA per ogni tratta di intervento e per ciascuna area di cantiere o di realizzazione di opera d'arte sono state individuate le componenti ambientali monitorate, la tipologia di monitoraggio (orario, 24 h, settimanale, bisettimanale) e la frequenza delle campagne di misura nelle diverse fasi ante operam, corso d'opera e post operam (una volta, mensile, trimestrale).

Per ognuna delle componenti ambientali selezionate sono stati definiti in linea di principio i siti nei quali predisporre le stazioni di monitoraggio per eseguire misure e prelievi, a seconda dei casi specifici; tale localizzazione sarà sottoposta a parere e concordata con ARPAS.

Ciascun punto di monitoraggio sarà posizionato sulla base di analisi di dettaglio delle criticità e significatività specifica per singola componente ambientale messa in evidenza nel SIA, sottoponendo il punto ad accertamento delle condizioni di accessibilità e mappandolo in carta. Per ognuno di tali punti si è previsto di individuarne la fase, le attività di monitoraggio che in esso avranno luogo e le relative frequenze e durate.

Le attività di monitoraggio dovranno quindi essere precedute dall'esecuzione di sopralluoghi in corrispondenza di ciascuna delle postazioni di misura previste nell'ambito del presente progetto, che saranno essenzialmente finalizzati alla verifica dei seguenti aspetti:

- l'accertamento dell'effettivo stato dei luoghi;
- l'individuazione puntuale del sito dove localizzare la postazione di misura;
- l'acquisizione del permesso di accesso e la verifica della possibilità di accesso agli spazi esterni delle proprietà private da parte dei tecnici incaricati delle misure;

- l'assenza di condizioni locali che, nel tempo, possano portare a modificazioni dell'ambiente (nuove edificazioni in corso, modifiche alla viabilità, ecc.)

A tale proposito, si evidenzia che qualora nel corso delle suddette verifiche preliminari si rilevi che qualcuno dei punti di misura previsti nel presente piano di monitoraggio non soddisfi tali requisiti, si provvederà ad individuare una postazione di misura alternativa, che rispetti i criteri sopra indicati.

2.11 INDIVIDUAZIONE DELLE TIPOLOGIE DI POSTAZIONE PER ESEGUIRE LE MISURE

Le diverse tipologie delle postazioni di misura previste nell'ambito del presente PMA, tutte determinate in funzione della relativa componente ambientale, sono state dettagliatamente descritte in questa relazione.

2.12 TEMPI E FREQUENZE

Nel presente PMA per ogni componente ambientale, in funzione delle aree monitorate sono state individuate le frequenze delle campagne di misura nelle diverse fasi *ante operam*, corso d'opera e *post operam*, in accordo con quanto prescritto da ARPAS, anche al fine di rendere il presente PMA congruente con quanto previsto nei diversi lotti costituenti la Sassari Olbia.

Per quanto riguarda la durata delle misure questa è legata generalmente ad aspetti normativi o ad aspetti di significatività e rappresentatività dei dati. In particolare, per la fase corso d'opera le frequenze sono legate soprattutto ai tempi di realizzazione dell'opera o ai tempi di permanenza del cantiere. La durata complessiva del monitoraggio in corso d'opera quindi dipenderà chiaramente dai tempi di realizzazione dell'opera stessa ma soprattutto dalla durata delle lavorazioni più impattanti legate alle componenti da monitorare.

3. COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI INDAGINE

3.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Sulla base delle caratteristiche e delle valenze proprie del contesto territoriale e, in particolare, dello Studio di Impatto Ambientale e delle attività previste durante l'intera fase costruttiva dell'opera e dei relativi impatti, si è provveduto a selezionare le componenti ambientali da monitorare che sono risultate realmente significative per una esaustiva caratterizzazione della qualità dell'ambiente in cui l'opera in progetto si sviluppa.

Di seguito si riporta una breve descrizione dell'intervento e del contesto territoriale e ambientale in cui si colloca, sulla base del quale sono state scelte le componenti ambientali da monitorare.

3.1.1 Il tracciato e l'ambiente

La strada Sassari-Olbia costituisce il principale collegamento trasversale interno tra la costa occidentale e quella orientale del Nord della Sardegna. Essa è interessata da significativi volumi di traffico, impegnativi per l'attuale sezione stradale, soprattutto per l'importante frazione di veicoli pesanti che percorrono spesso l'itinerario completo, da capoluogo a capoluogo, tenuto conto della struttura produttiva della Provincia (gravitante in massima parte proprio intorno ai due maggiori poli: Sassari-Alghero-Porto Torres da una parte, e Olbia dall'altra). Peraltro, a rendere ulteriormente delicata la situazione del traffico, vi è il notevole incremento stagionale dovuto ai flussi turistici durante i mesi estivi.

Ad oggi, il collegamento tra Sassari ed Olbia è rappresentato da una strada a carreggiata unica a due corsie (una per ogni senso di marcia), e margini laterali di varia ampiezza, caratterizzata da velocità di percorrenza piuttosto basse (fino a 80-90 km/h al massimo), con svincoli spesso realizzati con intersezioni a raso. Il nastro stradale tende ad assecondare la morfologia del territorio (peraltro non proibitiva) essendo posto generalmente al piano campagna, o con modeste altezze sia dei corpi di terra, sia degli intagli.

L'opera in progetto si sviluppa per lo più su un'ampia valle in cui i rilievi circostanti non sono molto acclivi e quasi mai presenti in prossimità del nuovo tracciato stradale.

Buona parte del tracciato ricade nell'ambito geografico facente parte della Piana di Ozieri, censita come area S.I.C. (Sito di Importanza Comunitaria) denominato Campo di Ozieri e pianure comprese tra Tula ed Oschiri (ITB011113). In termini di progressive di progetto l'area SIC va dalla progressiva km 17+350, all'interno del lotto 2, alla progressiva km 41+250 in corrispondenza del lotto 4.

Con specifico riferimento al Lotto 4 in esame, oggetto del presente monitoraggio, lo stesso attraversa un territorio caratterizzato dall'alternanza di aree seminative e agroforestali e dalla presenza di un corso d'acqua significativo, il Rio Mannu.

Da Oschiri a Berchidda il territorio è caratterizzato dalla presenza di boschi di *Quercus suber* e dai vigneti specializzati che lambiscono l'attuale sede stradale.

3.2 COMPONENTI AMBIENTALI MONITORATE

Nell'ambito delle analisi svolte nello Studio di impatto Ambientale sulle diverse componenti ambientali, interessate dalla realizzazione dell'opera, sono state fornite indicazioni riguardanti il monitoraggio ambientale; le componenti ambientali potenzialmente interferite sono:

- atmosfera,
- acque superficiali,
- acque sotterranee,
- suolo e sottosuolo,
- vegetazione, flora e fauna (vedi elaborato DPCA03E1004MO00MOARE03B),
- rumore.

La significatività degli impatti in relazione alle componenti ambientali risulta variabile in funzione della presenza e sensibilità dei ricettori, della tipologia di opera interferita, della tipologia e durata delle lavorazioni. Il dettaglio di tali implicazioni viene fornito nell'ambito delle specifiche trattazioni per singola componente ambientale.

3.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il principale riferimento normativo che ha guidato l'elaborazione del presente PMA è costituito dalle *"Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA), Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 REV. 2 del 23 luglio 2007"* redatto dalla Commissione Speciale per la Valutazione di Impatto Ambientale. I riferimenti normativi più recenti comuni a tutte le componenti ambientali sono:

- DLgs 29 giugno 2010, n.128, *"Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69"*.
- DLgs 16 gennaio 2008, n.4, *"Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"* e ss.mm.ii.
- DLgs 3 aprile 2006 n. 152 *"Norme in materia ambientale"* e ss.mm.ii.

Nei capitoli a seguire, è riportata la normativa europea e nazionale di riferimento per ogni singola componente ambientale.

4. COMPONENTE ATMOSFERA

4.1 PREMESSA E FINALITÀ DEL LAVORO

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale per la componente Atmosfera interessa tutte le fasi di vita del progetto:

- *ante operam*, per la determinazione dello "stato di zero" prima dell'avvio dei lavori di costruzione dell'infrastruttura,
- *in corso d'opera*, per il controllo delle alterazioni nella componente prodotte durante le attività di esercizio dei cantieri,
- *post operam* per il controllo in condizioni di esercizio dell'opera finita.

Le finalità degli accertamenti previsti per questi ambiti d'indagine sono rivolte essenzialmente alla determinazione delle concentrazioni dei principali inquinanti dovuti alle emissioni prodotte dal flusso veicolare della futura infrastruttura stradale e delle polveri sospese generate dalla movimentazione dei mezzi di cantiere; contestualmente saranno acquisiti i principali parametri meteorologici. Le misure sono orientate ai ricettori residenziali presenti nel territorio circostante la realizzazione dell'opera.

Le risultanze del monitoraggio permetteranno di verificare l'incremento del livello di concentrazioni di polveri indotto in fase di realizzazione dell'opera, l'eventuale incremento dei restanti inquinanti in funzione sia delle lavorazioni effettuate nei cantieri che delle eventuali modificazioni al regime del traffico indotto dalla cantierizzazione e l'incremento delle concentrazioni degli inquinanti emessi dall'infrastruttura durante l'esercizio.

Le informazioni desunte saranno quindi utilizzate per fornire prescrizioni ai cantieri per il prosieguo delle attività, limitando la produzione di polveri che saranno determinate in corso d'opera e per implementare le informazioni rispetto allo stato della qualità dell'aria in presenza dell'aggravamento del traffico veicolare indotto dalla movimentazione da e per le aree di cantiere, oltre che per monitorare l'evoluzione delle concentrazioni degli inquinanti dopo l'avvio di esercizio dell'opera. Le attività di monitoraggio, in riferimento alla componente in esame, saranno attuate tramite postazioni mobili per campagne di misura periodiche o postazioni fisse di rilevamento automatiche.

4.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il quadro normativo nazionale in materia di qualità dell'aria comprende il DPCM 28 Marzo 1983, e il DPR 24 Maggio 1988 n. 203. Con tali decreti furono preliminarmente definiti i limiti massimi di accettabilità ed i valori guida relativi agli inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno ed alle polveri totali aerodisperse (PTS).

In tempi successivi sono stati emessi due Decreti a cura del Ministero dell'Ambiente, il DMA del 20 Maggio 1991 e il DMA del 12 Novembre 1992, che definiscono i criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria, la regolamentazione delle situazioni di inquinamento atmosferico tali da determinare stati di allerta ed emergenza, per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane.

In data 15 aprile 1994 il Ministero dell'Ambiente ha emesso un decreto concernente le "Norme Tecniche in materia di livelli e di stati d'attenzione e d'allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane ai sensi degli artt. 3 e 4 del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203 e dell'art. 9 del decreto ministeriale 20 maggio 1991".

In data 25 novembre 1994 è stato emesso il decreto ministeriale relativo a “Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli d’attenzione e d’allarme per gli inquinamenti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994”.

In fine in recepimento della direttiva 1999/30/CE e della direttiva 2000/69/CE è stato emanato il D.M. 2 Aprile 2002 n. 60 che ha ridefinito per Biossido di Zolfo, Biossido di azoto, Ossidi di azoto, materiale particolato, piombo, benzene e monossido di carbonio :

- I valori limite e le soglie di allarme;
- Il margine di tolleranza e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- Il termine entro il quale tale termine deve essere raggiunto.

Il DLgs 155/2010 “Attuazione della direttiva europea 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa” conferma in gran parte quanto stabilito dal DM 60/2002, aggiungendo nuove definizioni e nuovi obiettivi, descritti nel successivo paragrafo.

4.2.1 Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155

"Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"

Tale decreto, attuando la Direttiva 2008/50/CE, sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, e istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente. Il provvedimento si compone di 22 articoli, 16 allegati e 11 appendici e istituisce un quadro normativo di riferimento unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente e destinate, finalizzato al conseguimento degli obiettivi di seguito elencati:

- individuare obiettivi di qualità dell’aria ambiente volti ad evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l’ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell’aria ambiente, sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- ottenere informazioni sulla qualità dell’aria ambiente, come base per individuare le misure da adottare per contrastare l’inquinamento e gli effetti nocivi dell’inquinamento sulla salute umana e sull’ambiente, oltre che per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
- mantenere la qualità dell’aria ambiente, laddove buona, migliorandola negli altri casi;
- garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell’aria ambiente;
- realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell’Unione Europea in materia di inquinamento atmosferico

Il suddetto Decreto Legislativo, inoltre, stabilisce:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10 (Allegato XI punto 2);
- i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto (Allegato XI punto 3);

- le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto (Allegato XII parte 1);
- i valori obiettivo per l'arsenico, il cadmio, il nichel e il benzo(a)pirene (Allegato XIII);
- il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM_{2,5} (Allegato XIV);
- i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (Allegato XIII);
- i valori obiettivo (Allegato VII punto 2), gli obiettivi a lungo termine (Allegato VII punto 3), le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono (Allegato XII parte 2).

Nell'ambito di tale decreto, le funzioni amministrative per la valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente competono allo Stato, alle Regioni, alle Province autonome ed agli Enti locali; in particolare, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), si può avvalere del supporto tecnico dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), oltre che dell'Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo sostenibile (ENEA).

L'**art.3** del D.Lgs. n.155/10 prevede la zonizzazione del territorio nazionale, che dovrà essere suddiviso in zone ed agglomerati, da classificare - a cura delle Regioni e delle Province autonome - ai fini della valutazione dell'aria ambiente; ciascun progetto di zonizzazione sarà quindi trasmesso al MATTM ed all'ISPRA, che si esprimeranno sulla conformità del progetto alle indicazioni del decreto stesso. Il successivo art.4 specifica, quindi, che la classificazione delle zone e degli agglomerati deve essere effettuata, per ciascun inquinante, sulla base delle soglie di valutazione superiore ed inferiore di cui all'Allegato II del presente decreto.

Nei successivi **articoli (da 5 a 8)** vengono definite le modalità da prevedere per la valutazione dell'aria ambiente delle zone e degli agglomerati, con particolare riferimento alla ubicazione, al numero ed alle caratteristiche delle stazioni di misurazione, oltre che alle tecniche di modellizzazione, da utilizzare congiuntamente alle misure, per la valutazione complessiva della qualità dell'aria ambiente.

Gli **articoli 9, 10 e 11** fanno quindi riferimento ai piani ed alle misure che devono essere attuate nelle zone e/o negli agglomerati - sia nel caso che si verifichino dei superamenti dei valori limite, dei valori obiettivo e dei livelli critici, sia qualora insorga il rischio di tali superamenti - allo scopo di consentire il rispetto dei limiti normativi; l'articolo 14 stabilisce, invece, che nel caso di superamento delle soglie di informazione e di allarme, gli Enti competenti devono informare tempestivamente la popolazione, oltre che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Mare.

Nell'**art.17** vengono definite le procedure di garanzia previste per verificare il rispetto della qualità delle procedure delle misure dell'aria ambiente, nonché le procedure per l'approvazione degli strumenti di campionamento e misura della qualità dell'aria.

L'**art.18** stabilisce che gli Enti di competenza devono fornire al pubblico le informazioni relative alla qualità dell'aria ambiente, alle decisioni con le quali sono concesse o negate le deroghe, ai piani di qualità dell'aria ed ai piani di azione previsti, oltre che alle autorità ed agli organismi titolati dei compiti tecnici.

Nell'ambito dell'**art.19** vengono inoltre indicate le tipologie di dati ed informazioni che le Regioni e le Province autonome devono trasmettere al MATTM ed all'ISPRA, con la relativa frequenza di invio.

L'art.21 elenca tutte le leggi ed i decreti precedenti - in materia di qualità dell'aria - che vengono abrogati a seguito della sua entrata in vigore, mentre il successivo art.22 sancisce le disposizioni transitorie e finali.

Nei **16 Allegati** del D.Lgs. n.155/10 sono quindi definiti gli obiettivi di qualità dei dati, le soglie di valutazione superiore ed inferiore, i valori limite ed i livelli critici, le soglie di informazione e di allarme ed i valori obiettivo per gli agenti inquinanti più significativi; inoltre, vengono stabiliti i criteri per l'ubicazione delle stazioni di misura, con l'indicazione del numero minimo delle postazioni da prevedere per la corretta valutazione della qualità dell'aria ambiente, oltre che dei metodi di riferimento per le misurazioni dei diversi agenti inquinanti. I suddetti allegati, infine, riportano le informazioni da includere nei piani di qualità dell'aria ambiente, nonché le modalità da prevedere per una corretta informazione del pubblico sullo stato di qualità dell'aria.

Nelle **11 Appendici** del D.Lgs. n.155/10, sono riportati i criteri da adottare per la zonizzazione del territorio, per la scelta della rete da misura e per l'utilizzo di metodi di valutazione diversi dalle misurazioni, nonché i principi ed i criteri per l'elaborazione dei piani di qualità dell'aria e degli inventari delle emissioni; sono infine presenti dei questionari sulla qualità dell'aria e sui relativi piani di azione, oltre alle modalità di comunicazione dei dati sull'ozono, ai metodi di riferimento per il campionamento e l'analisi del mercurio totale gassoso presente nell'aria e di quello deposto.

Vengono di seguito riportate le tabelle riepilogative dei diversi parametri previsti dal D.Lgs. 13 agosto 2010, n.155 per la valutazione dello stato di qualità dell'aria ambiente, vale a dire in particolare:

- valori limite per la salute umana;
- livelli critici per la protezione della vegetazione;
- soglie di valutazione superiore ed inferiore;
- valori obiettivo ed obiettivi a lungo termine;
- soglie di informazione e di allarme.

4.3 VALORI LIMITE DI LEGGE

4.3.1 Valori limite per la salute umana, relativamente al biossido di zolfo, al biossido di azoto, al benzene, al monossido di carbonio, al piombo ed al particolato (PM10 e PM2,5) (Allegato XI del D.Lgs. n.155/2010).

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE
Biossido di zolfo (SO ₂)	Valore limite con periodo di mediazione di 1 ora (da non superare più di 24 volte l'anno)	350 µg/m ³
	Valore limite con periodo di mediazione di 24 ore (da non superare più di 3 volte l'anno)	125 µg/m ³
Biossido di azoto (NO ₂)	Valore limite con periodo di mediazione di 1 ora (da non superare più di 18 volte l'anno)	200 µg/m ³
	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	40 µg/m ³
Benzene (C ₆ H ₆)	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	5 µg/m ³
Monossido Carbonio (CO)	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³
Piombo (Pb)	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	0,5 µg/m ³
Particolato (PM10)	Valore limite con periodo di mediazione di 24 ore (da non superare più di 35 volte l'anno)	50 µg/m ³

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE
	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	40 µg/m ³
Particolato (PM _{2,5}) – Fase 1	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	25 µg/m ³
Particolato (PM _{2,5}) – Fase 2	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno ancora da stabilire con successivo decreto	Non stabilito

A tale proposito, il Valore limite è definito come il livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, oltre che essere raggiunto entro un termine prestabilito e non successivamente superato.

4.3.2 Livelli critici per la protezione della vegetazione, relativamente al biossido di zolfo ed agli ossidi di azoto (Allegato XI del D.Lgs. n.155/2010)

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	LIVELLO CRITICO
Biossido di zolfo (SO ₂)	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione	20 µg/m ³
Ossidi di azoto (NO _x)	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione	30 µg/m ³

Il Livello critico, stabilito in base alle conoscenze scientifiche, rappresenta il valore oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti su ricettori come gli alberi, le piante e gli ecosistemi naturali, fatta eccezione per gli essere umani.

4.3.3 Soglie di valutazione superiore ed inferiore relativamente al biossido di zolfo, al biossido di azoto, agli ossidi di azoto, al particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}), al piombo, al benzene, al monossido di carbonio, all'arsenico, al cadmio, al nichel ed al benzo(a)pirene (Allegato II del D.Lgs. n.155/2010)

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	SOGLIA SUPERIORE	SOGLIA INFERIORE
Biossido di zolfo (SO ₂)	Media sulle 24 ore (da non superare più di 3 volte l'anno)	75 µg/m ³	50 µg/m ³
	Media invernale per gli ecosistemi	12 µg/m ³	8 µg/m ³
Biossido di azoto (NO ₂)	Media oraria per (da non superare più di 18 volte l'anno)	140 µg/m ³	100 µg/m ³
	Media annuale	32 µg/m ³	26 µg/m ³
Ossidi di azoto (NO _x)	Media annuale per la vegetazione	24 µg/m ³	19,5 µg/m ³
Particolato (PM ₁₀)	Media su 24 ore (da non superare più di 35 volte l'anno)	35 µg/m ³	25 µg/m ³
	Media annuale	28 µg/m ³	20 µg/m ³
Particolato (PM _{2,5})	Media annuale	17µg/m ³	12 µg/m ³

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	SOGLIA SUPERIORE	SOGLIA INFERIORE
Piombo (Pb)	Media annuale	0,35 µg/m ³	0,25 µg/m ³
Benzene (C ₆ H ₆)	Media annuale	3,5 µg/m ³	2 µg/m ³
Monossido Carbonio (CO)	Media su 8 ore	7 mg/m ³	5 mg/m ³
Arsenico (As)	Media annuale	3,6 µg/m ³	2,4 µg/m ³
Cadmio (Cd)	Media annuale	3 µg/m ³	2 µg/m ³
Nichel (Ni)	Media annuale	14 µg/m ³	10 µg/m ³
Benzo(a)pirene (C ₂₀ H ₁₂)	Media annuale	0,6 µg/m ³	0,4 µg/m ³

In particolare, la Soglia di valutazione inferiore è definita come il livello al di sotto del quale è previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva; per Soglia di valutazione superiore, viene invece indicato il livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative, ovvero con tecniche di modellizzazione.

4.3.4 Valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (Allegato XIII del D.Lgs. n.155/2010)

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE OBIETTIVO
Arsenico (As)	Media annuale	6 µg/m ³
Cadmio (Cd)	Media annuale	5 µg/m ³
Nichel (Ni)	Media annuale	20 µg/m ³
Benzo(a)pirene (C ₂₀ H ₁₂)	Media annuale	1 µg/m ³

4.3.5 Valore obiettivo per l'ozono (Allegato VII del D.Lgs. n.155/2010)

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE OBIETTIVO
Ozono (O ₃)	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (protezione salute umana)	120 µg/m ³
	Da maggio a luglio (protezione della vegetazione)	18.000 µg/m ³ h (media su 5 anni)

4.3.6 Obiettivo a lungo termine per l'ozono (Allegato VII del D.Lgs. n.155/2010)

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	OBIETTIVI A LUNGO TERMINE
Ozono (O ₃)	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno (protezione salute umana)	120 µg/m ³
	Da maggio a luglio, calcolato sul valore di 1 ora (protezione della vegetazione)	6.000 µg/m ³ h (media su 5 anni)

A tale proposito, il Valore obiettivo è indicato come il livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire – ove possibile – entro una data prestabilita, mentre l'Obiettivo a lungo termine è il livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

4.3.7 Soglie di allarme per il biossido di zolfo ed il biossido di azoto (Allegato XII del D.Lgs. n.155/2010)

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	SOGLIA DI ALLARME
Biossido di zolfo (SO ₂)	Valore misurato su tre ore consecutive in un sito rappresentativo di un'area di almeno 100 km ²	500 µg/m ³
Biossido di azoto (NO ₂)	Valore misurato su tre ore consecutive in un sito rappresentativo di un'area di almeno 100 km ²	400 µg/m ³

4.3.8 Soglie di informazione e di allarme previste per l'ozono (Allegato XII del D.Lgs n.155/2010)

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	SOGLIA INFORMAZIONE	DI	SOGLIA ALLARME	DI
Ozono (O ₃)	Periodo di mediazione di 1 ora Lo stato di allarme scatta quando viene misurato o previsto un superamento per 3 ore consecutive	180 µg/m ³		240 µg/m ³	

A tale proposito, la Soglia di informazione è definita come il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive; la Soglia di allarme, invece, è indicata come il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso, il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

4.4 DOCUMENTAZIONE DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA

La documentazione utilizzata è essenzialmente costituita da:

1. Elaborati di progetto
2. Elaborati dello Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.)
3. Cantierizzazione e piano di gestione delle materie

Lo Studio di Impatto Ambientale, nell'analisi della componente Atmosfera, esprime le seguenti conclusioni riguardo l'ambito territoriale interessato:

- le concentrazioni previste non assumono carattere di criticità per gli inquinanti esaminati in corrispondenza dei recettori e i valori riscontrati nelle situazioni meteorologiche più frequenti risultano al di sotto dei limiti normativi.

Lo Studio di Impatto Ambientale non contiene un'analisi dello stato attuale della componente atmosfera, supportata da indagini di campo; si renderà quindi necessaria la fase di monitoraggio *ante operam*, nei mesi immediatamente precedenti all'apertura dei cantieri, allo scopo di definire e caratterizzare la componente prima dell'inizio dei lavori.

Gli elaborati di progetto consentono di analizzare l'ubicazione e le lavorazioni previste nelle aree di cantiere, la tempistica della fase di realizzazione dell'opera e quindi di monitorare l'impatto prodotto dai cantieri e dal transito dei mezzi di cantiere lungo la viabilità esistente.

Le aree di cantierizzazione, situate lungo il tracciato stradale, sono state suddivise in base alle attività, nelle seguenti tipologie:

- aree di cantiere principali poste in posizione baricentrica rispetto all'area da asservire, la cui permanenza corrisponde al tempo di realizzazione del lotto;
- aree di sotto-cantiere localizzate lungo il tracciato in corrispondenza delle opere d'arte da realizzare (ponti e cavalcavia)

Per omogeneità di organizzazione del monitoraggio si è fatto riferimento al censimento dei recettori effettuato nell'ambito dello Studio d'Impatto Ambientale.

4.5 FINALITÀ DEL MONITORAGGIO E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

Il monitoraggio sarà svolto nelle fasi:

- **ante-operam**, allo scopo di definire e caratterizzare lo stato attuale della componente atmosfera prima dell'inizio dei lavori;
- **in corso d'opera**, esteso all'intera durata delle lavorazioni e finalizzato a consentire il controllo dell'evoluzione degli indicatori di qualità dell'aria e meteorologici influenzati dallo svolgimento delle attività di realizzazione dell'opera e dalla movimentazione dei materiali, con particolare riferimento ai seguenti aspetti:
 - Attività dei cantieri fissi;
 - Incremento dei flussi di traffico indotto durante la costruzione dell'opera dai mezzi d'opera.
- **post-operam** allo scopo di controllare lo stato della componente durante l'esercizio del tracciato stradale.

Il monitoraggio ha essenzialmente lo scopo di valutare i livelli di concentrazione degli inquinanti previsti nella normativa nazionale, al fine di individuare l'esistenza di eventuali stati di attenzione ed indirizzare gli interventi di mitigazione necessari a riportare i valori entro opportune soglie definite dallo strumento legislativo.

I parametri interessati dal monitoraggio saranno le polveri, in tutte le forme in cui esse generano impatto (polveri totali sospese, polveri fini) ed i principali inquinanti da traffico; sarà inoltre prevista la misura (anche tramite sistemi di rilevamento già esistenti sul territorio nazionale) dei parametri meteorologici necessari a valutare i fenomeni di diffusione ed di trasporto a distanza dell'inquinamento atmosferico.

4.6 SPECIFICHE TECNICHE

4.6.1 Svolgimento del monitoraggio tipo

Le campagne di monitoraggio previste nell'ambito del presente progetto consentiranno di fornire un quadro di riferimento ambientale ante operam, in corso d'opera e post operam su un numero opportuno di punti recettori, selezionati in base alle condizioni di esposizione ed alla loro rappresentatività nei confronti delle situazioni che caratterizzano ciascuna delle aree di cantiere individuate.

I punti in cui saranno effettuate le misure in corso d'opera e post operam saranno i medesimi nei quali si sono effettuate quelle ante operam al fine di poter ottenere un confronto significativo.

In ogni area d'indagine è applicata una procedura di rilevamento unificata al fine di garantire un omogeneo svolgimento delle indagini e la reperibilità dei punti di misura a distanza di tempo.

La metodica di monitoraggio si compone delle seguenti fasi.

- Sopralluogo nell'area di cantiere. Nel corso del sopralluogo vengono stabilite le posizioni dei punti di misura destinate al monitoraggio. Le posizioni dei punti di misura dovranno essere georeferenziate rispetto a punti fissi di facile riconoscimento (spigoli di edifici, pali, alberi, ecc.) e fotografate, facendo particolare attenzione alla accessibilità dei siti anche in fase di costruzione. Nella fase di corso d'opera saranno individuate inoltre le fasi e sottofasi operative delle attività che saranno svolte, al fine di riconoscere la localizzazione dei carichi emissivi.
- Svolgimento della campagna di misure in accordo alle prescrizioni riportate nella presente relazione.
- Compilazione delle schede di rilevamento.

4.6.2 Strumentazione di misura

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

Le stazioni di rilevamento sono organizzate in tre blocchi principali:

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

Il DLgs 155/2010, con specifico riferimento ai metodi ed alla strumentazione di misura, stabilisce quanto segue:

- l'ingresso della sonda di prelievo deve essere libero da qualsiasi ostruzione, per un angolo di almeno 270°. Al fine di evitare ostacoli al flusso d'aria, il campionatore deve essere posto ad una distanza di alcuni metri rispetto ad edifici, balconi, alberi ed altri ostacoli e, nel caso in cui si intendano valutare i livelli in prossimità degli edifici, ad una distanza di almeno 0,5 m dalla facciata dall'edificio più vicino.
- il punto di ingresso della sonda di prelievo deve essere collocato ad un'altezza compresa tra 1,5 m e 4 m sopra il livello del suolo. Una collocazione più elevata, fino al limite di 8 m, può essere richiesta in presenza di particolari situazioni o, anche oltre il limite di 8 m nel caso in cui la stazione di misurazione sia rappresentativa di un'ampia zona.
- il punto di ingresso della sonda non deve essere posizionato nelle immediate vicinanze di fonti di emissione al fine di evitare l'aspirazione diretta di emissioni non disperse nell'aria ambiente;
- lo scarico del campionatore deve essere posizionato in modo da evitare il ricircolo dell'aria scaricata verso l'ingresso della sonda di prelievo.

I campionatori delle stazioni di misurazione di traffico devono essere localizzati ad almeno 4 m di distanza dal centro della corsia di traffico più vicina, a non oltre 10 m dal bordo stradale e ad almeno 25 m di distanza dal limite dei grandi incroci e da altri insediamenti caratterizzati da scarsa rappresentatività come i semafori e i parcheggi. Il punto di ingresso della sonda deve essere localizzato in modo tale che la stazione di misurazione rappresenti i livelli in prossimità degli edifici.

4.6.3 Documentazione prodotta

Per ogni punto d'indagine nella fase *ante operam*, al termine del monitoraggio presso ciascun punto di misura saranno rese disponibili le seguenti informazioni:

- schede delle campagne di misura riportanti l'ubicazione e descrizione del sito, il giorno e l'ora di inizio prelievi, il giorno e l'ora di fine dei rilievi, le concentrazioni orarie degli inquinanti e dei parametri meteo, le varie medie previste (giornaliere, ottorarie, triorarie) i massimi ed i minimi rilevati;
- base cartografica in scala idonea con la localizzazione del punto di misura;
- documentazione fotografica del punto di misura.

Al termine della fase *ante operam* verrà fornita una relazione di fase, con alcune statistiche di base afferenti all'intero periodo di monitoraggio.

Nella fase corso d'opera, per quello che riguarda i monitoraggi delle aree di cantiere, oltre alle informazioni precedentemente descritte, saranno predisposte relazioni annuali di sintesi dei risultati del monitoraggio in cui saranno contenute le informazioni sull'area di cantiere riguardanti le attività, i profili temporali delle stesse, macchinari ed automezzi utilizzati, le caratteristiche ambientali e territoriali d'interesse generale ed i risultati delle campagne di monitoraggio. Inoltre, saranno evidenziate le eventuali situazioni critiche che si sono verificate e verranno descritte le modalità con le quali sono state risolte.

Per quanto concerne la fase *post operam* sarà prodotta una relazione nella quale sarà descritto lo stato ambientale indotto dalla realizzazione dell'infrastruttura stradale di progetto relativamente alla componente "Atmosfera"; inoltre, verrà verificata l'efficacia degli interventi di mitigazione realizzati e 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.

4.7 METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

Nei successivi paragrafi sono descritte le metodologie di rilevamento e campionamento da adottare per ciascuno degli agenti inquinanti considerati, così come definite dalla normativa vigente, con particolare riferimento al DLgs n.155 del 13 agosto 2010 relativo alla “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”.

Vengono inoltre indicati gli accorgimenti da prevedere per il rilievo dei parametri meteorologici, la maggior parte dei quali sono ripresi dalle indicazioni dell’Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM), nonché alcune modalità operative da rispettare per l’esecuzione dei rilevamenti e le attività da svolgere prima dell’inizio della campagna di monitoraggio vera e propria.

4.7.1 Verifica di fattibilità sul campo

Le attività di monitoraggio di tale componente dovranno essere precedute dall’esecuzione di sopralluoghi in corrispondenza di ciascuna delle postazioni di misura previste nell’ambito del presente progetto, che saranno essenzialmente finalizzati alla verifica dei seguenti aspetti:

- l’accertamento dell’effettivo stato dei luoghi;
- l’individuazione puntuale del sito dove localizzare la postazione di misura;
- l’acquisizione del permesso di accesso e la verifica della possibilità di accesso agli spazi esterni delle proprietà private da parte dei tecnici incaricati delle misure;
- l’assenza di condizioni locali che, nel tempo, possano portare a modificazioni dell’ambiente (nuove edificazioni in corso, modifiche alla viabilità, ecc.)

A tale proposito, si evidenzia che qualora nel corso delle suddette verifiche preliminari si rilevi che qualcuno dei punti di misura previsti nel presente piano di monitoraggio non soddisfi tali requisiti, si provvederà ad individuare una postazione di misura alternativa, che rispetti i criteri sopra indicati.

4.7.2 Polveri

In conformità con le indicazioni tecniche di cui al DLgs 155/2010 ed alla Direttiva 2008/50/CE, il campionamento del materiale particolato (PM_{10} e $PM_{2,5}$) dovrà essere effettuato con metodo gravimetrico, ovvero con altro metodo certificato come equivalente, ai sensi del suddetto Decreto Legislativo.

Il metodo di riferimento per il campionamento del PM_{10} è quello gravimetrico (inizialmente menzionato nel DM 25 novembre 1994, Allegato V), dove per metodo di riferimento si intende quella metodica già collaudata e che fornisce sufficienti garanzie di precisione ed accuratezza ai fini degli obiettivi indicati nel decreto stesso. Il metodo misura la concentrazione in massa del materiale particolato con diametro aerodinamico inferiore o uguale a $10\ \mu m$ nell’aria atmosferica, su un periodo di 24 ore, senza distruggere il materiale campionato.

Nella Direttiva CE 99/30 Allegato IX, la quale rimanda alla Norma EN 12341 “Qualità dell’aria – Procedura di prova in campo per dimostrare l’equivalenza di riferimento dei metodi di campionamento per la frazione di PM_{10} delle particelle”, si specifica che gli Stati membri possono usare qualsiasi altro metodo, purché siano in grado di dimostrare che esso ha un nesso coerente con il metodo di riferimento.

Solamente con il D.M. 60/02 (Allegato XI, parte IV) sono state individuate nel dettaglio le caratteristiche dello strumento da utilizzare, che in particolare fanno riferimento alle Norma EN 12341 "*Air quality – Determination of the PM₁₀ fraction of suspended particulate matter Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods*".

Il principio del metodo consiste nell'aspirare l'aria a un flusso costante attraverso un sistema di ingresso di geometria particolare, in cui il materiale particellare sospeso viene separato inerzialmente in frazioni dimensionali definite, per poi venire raccolto su filtri, condizionati e pesati precedentemente.

Le teste indicate nella suddetta Norma EN 12341 sono teste di riferimento e, quindi, non richiedono certificazione da parte dei Laboratori Primari di Riferimento. Tale metodica dovrà essere utilizzata per il campionamento del PM₁₀, in quanto il presente PMA prevede la possibilità di esecuzione di specifiche analisi di laboratorio sul materiale particellare raccolto giornalmente su filtro. Le postazioni di rilevamento del PM₁₀ dovranno essere dotate di campionatore sequenziale che, al suo interno, deve contenere un certo numero di filtri (già condizionati e pesati) e programmabile in modo tale da sostituire, con la cadenza programmata (24 ore a partire dalle ore 24.00), i filtri e coprire l'intero periodo di indagine. Il valore delle polveri è dato dalla determinazione della massa gravimetrica, ricavata dalla differenza tra il peso iniziale del filtro bianco e quello dopo il campionamento, divisa per il volume normalizzato.

Per quanto riguarda il **rilevamento del PM_{2,5}**, potrà essere utilizzato anche il metodo di riferimento indicato dalle Norme USEPA 201A, il cui principio di funzionamento è quello dell'attenuazione ai raggi beta.

Nel dettaglio, il campione viene aspirato mediante una pompa ad alto volume e le polveri in essa contenute vengono fatte depositare su un nastro di carta. Lo strumento effettua una misurazione di radiazione che attraversa il nastro prima dell'aspirazione e, successivamente, un'altra misura dopo l'aspirazione. La polvere depositata sul nastro determina un'attenuazione della quantità di radiazione che riesce ad attraversare il nastro; l'attenuazione è proporzionale alla quantità di polvere depositata.

Lo strumento è costituito da una sorgente di raggi beta e da un ricevitore di radiazioni radioattive, posto a una distanza fissa al di sotto del filtro del nastro su cui si deposita il particolato. Le radiazioni beta sono assorbite dal filtro, dal deposito di materiale particellare e dallo strato d'aria compreso tra sorgente e rilevatore, in accordo con una legge di tipo esponenziale.

L'assorbimento è una funzione della massa di materiale attraversata dalle radiazioni. La misura consiste nel calcolo della variazione tra l'assorbimento dovuto al filtro intatto e quello dovuto al filtro con deposito di particolato. A questo, può affiancarsi un misuratore ottico in grado di eseguire un conteggio in tempo reale del particolato che attraversa la sonda di campionamento, fornendo una misura della concentrazione delle polveri.

Tale sistema è solitamente composto di una sorgente luminosa che genera un fascio laser, il quale attraversa orizzontalmente la parte interna del tubo di prelievo campione. Il particolato che attraversa il fascio luminoso crea una radiodiffusione della luce e il fotodiode raccoglie un impulso; dall'intensità del segnale generato dipende la dimensione granulometrica della polvere ed è possibile effettuare una speciazione della stessa.

Il metodo sopra descritto consente la lettura in continuo delle polveri durante il campionamento e, quindi, permette di ottenere sia la misura giornaliera come da Norma EN12341 (dopo un campionamento di 24 ore), sia la misura continua in grado di informare di eventuali anomalie di concentrazione che, abbinate alle informazioni meteorologiche, permettono di identificare possibili sorgenti di inquinamento.

In particolare, per quanto riguarda le indagini previste nel presente piano di monitoraggio ambientale, è possibile evidenziare che le misurazioni di polveri da eseguire in corrispondenza delle aree d'imbocco delle gallerie in fase realizzativa andranno realizzate attraverso misurazioni in

continuo, allo scopo di poter consentire la ricostruzione temporale dell'andamento delle concentrazioni e la correlazione alle attività di cantiere.

4.7.3 Monossido di carbonio

Il suddetto DLgs 155/10 stabilisce che il metodo di riferimento per la misurazione del monossido di carbonio è descritto nella Norma UNI EN 14626:2005 *“Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva”*.

In particolare, tale metodo prevede che per la misura del CO presente nell'aria ambiente, come metodo di riferimento sia impiegato un sistema automatico di misura (spettrofotometro IR non dispersivo), fondato sull'assorbimento da parte del monossido di carbonio di radiazioni IR intorno a 4.600 nm; la variazione d'intensità della radiazione è proporzionale alla concentrazione del monossido di carbonio.

Le principali interferenze sono dovute al biossido di carbonio, all'umidità atmosferica del particolato sospeso e agli idrocarburi. Nel dettaglio, l'interferenza del biossido di carbonio può essere eliminata facendo passare il campione di aria attraverso calce sodata; l'interferenza dell'umidità si elimina facendo passare il campione di aria attraverso un disidratante (per es. pentossido di fosforo, perclorato di magnesio, gel di silice, ecc.), ovvero sottoponendolo a refrigerazione. Il materiale particolato sospeso si elimina per filtrazione dell'aria.

Gli idrocarburi interferiscono a concentrazioni superiori a 50 ppm come carbonio; tali sostanze, con l'eccezione del metano, possono essere eliminate per mezzo di una trappola raffreddata con biossido di carbonio solido. Alcuni tipi di spettrofotometri IR non dispersivi per la misura del monossido di carbonio sono dotati di dispositivi atti a eliminare le interferenze dell'umidità e del biossido di carbonio.

L'analizzatore di CO è quindi uno spettrofotometro IR non dispersivo che, nelle sue parti essenziali, è costituito da una sorgente di radiazioni IR, da una cella di misura, da una cella di riferimento, da un rivelatore specifico per le radiazioni assorbite dal monossido di carbonio, da un amplificatore di segnale, da un sistema pneumatico comprendente una pompa, un misuratore e regolatore di portata, nonché dai dispositivi per la eliminazione delle interferenze e da un sistema di registrazione.

Il rivelatore misura differenze quantitative nella radiazione emergente dalla cella di misura, rispetto a quella emergente dalla cella di riferimento contenente un gas che non assorbe radiazioni IR. Per quanto riguarda il controllo e la regolazione dello zero, è necessario inviare nell'analizzatore aria pura e agire sull'apposito regolatore fino ad ottenere il segnale di zero. Relativamente al controllo ed alla regolazione della taratura, si invia nell'analizzatore un'atmosfera campione contenente una concentrazione di monossido di carbonio tale da dare un segnale compreso tra il 50 e il 90% del fondo scala.

4.7.4 Ossidi di azoto

Il riferimento normativo per la misurazione del biossido di azoto e degli ossidi di azoto, vale a dire il DLgs 155/2010 (Allegato VI *“Metodi di Riferimento”*– Paragrafo A.2), rimanda alla Norma UNI EN 14211:2005 *“Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di biossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza”*; eventuali metodi di misura alternativi devono rispondere ai requisiti di equivalenza descritti al paragrafo B dello stesso Allegato del suddetto Decreto Legislativo.

Per la misurazione del **biossido di azoto (NO₂)**, viene sfruttata la reazione - in fase gassosa - tra monossido di azoto (NO) e ozono (O₃), che dà luogo alla formazione di una molecola di biossido di azoto allo stato eccitato, la quale, riportandosi allo stato fondamentale, emette una radiazione luminosa caratteristica (fenomeno della chemiluminescenza).

La radiazione emessa dal biossido di azoto eccitato ricade nella regione spettrale del vicino infrarosso (circa 1200nm); lavorando con un eccesso di ozono, l'intensità della radiazione luminosa è direttamente proporzionale alla concentrazione dell'ossido di azoto. Attraverso l'impiego di particolari filtri ottici, la radiazione emessa viene filtrata e successivamente convertita in segnale elettrico da un tubo fotomoltiplicatore; inoltre, poiché il metodo è applicabile solo al monossido di azoto, per la determinazione del biossido è necessario dapprima ridurlo, ad esempio, utilizzando a tale proposito il molibdeno.

Per la determinazione del **monossido di azoto (NO)**, il campione d'aria viene inviato direttamente in una camera di reazione, costituita da acciaio inox placcato oro 24 carati e termostata a circa 55°C, dove viene miscelato con ozono in eccesso.

4.7.5 Biossido di zolfo

Il riferimento normativo per la misurazione del biossido di zolfo è contenuto nella UNI EN 14212 *“Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di biossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta”*.

Il principio di misura si basa sulla fluorescenza; nella camera di misura, attraversata dal flusso di aria campione, una lampada UV emette, con una certa frequenza, una radiazione alla lunghezza d'onda di 214 nm. Le molecole di SO₂ assorbono energia, a questa lunghezza d'onda, passando ad uno stato eccitato e permanendo in tale stato per delle frazioni di secondo. La radiazione emessa viene misurata da un detector ed elaborata insieme al segnale registrato in assenza di radiazione eccitante. Si ha così la misura della concentrazione di SO₂.

4.7.6 Benzene

In base al DLgs 155/2010, con particolare riferimento a quanto riportato nell'Allegato VI *“Metodi di riferimento”* par. A.6, il metodo da utilizzare per il campionamento e la misurazione è descritto nella Norma UNI EN 14662:2005, parti 1, 2, 3 *“Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione del benzene”*. Tale metodo permette di monitorare la concentrazione del benzene in continuo in modo da fornire, a seconda di quanto richiesto da normativa, dati relativi alle medie orarie o giornaliere anche in tempo reale.

La determinazione delle concentrazioni di benzene in aria ambiente è basata sulla tecnica gascromatografica, nella quale il campione (volume variabile da 18.5 a 185ml preconcentrazione dei composti aromatici) viene aspirato attraverso la trappola di arricchimento a temperatura ambiente ed i composti di interesse analitico vengono adsorbiti sulla trappola.

Segue l'analisi gascromatografica, in cui l'introduzione del campione viene effettuata con due colonne in serie; quando il benzene entra nella colonna analitica, la precolonna viene esclusa e lavata in contro corrente, per eluire allo scarico i componenti più pesanti.

Dalla colonna analitica, gli aromatici BTX vengono eluiti nel rilevatore PID collegato all'uscita della colonna analitica. Il gas di trasporto (azoto) fluisce attraverso la camera di ionizzazione da una lampada UV, che emette fotoni ad una definita energia. La presenza di un componente separato dalla colonna cromatografica, avente potenziale di ionizzazione inferiore o uguale all'energia dei

fotoni emessi dalla lampada, dà quindi luogo al processo di ionizzazione che genera una corrente ionica proporzionale alla concentrazione del componente ricercato.

Per essere pronto al ciclo successivo, dopo la fase di adsorbimento, il sistema esegue un riscaldamento fino a 180°C della trappola di arricchimento, allo scopo di consentirne la purificazione, per poi essere raffreddata a temperatura ambiente.

4.7.7 Benzo(a)pirene

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del Benzo(a)pirene nell'aria ambiente è descritto nell'Allegato VI, paragrafo A.10 del DLgs n.155/2010, che rimanda alla Norma UNI EN 15549:2008 *“Qualità dell'aria. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzo(a)pirene in aria ambiente”*.

Nel dettaglio, si segnala come il metodo di riferimento per la misura del benzo(a)pirene quello sulla gascromatografia con colonna capillare e rivelatore a ionizzazione di fiamma da normativa; si evidenzia, inoltre, che i metodi di campionamento e misura utilizzati nelle reti di indagine del presente progetto, sia automatici che manuali, devono essere tutti dotati di certificazione di equivalenza.

4.7.8 Metalli

Per quanto riguarda il campionamento e la misurazione del Piombo, si deve fare riferimento a quanto indicato nell'Allegato VI paragrafo A.3 del citato DLgs n.155/10, nell'ambito del quale si stabilisce che il metodo di riferimento per il campionamento del **piombo** è lo stesso di quello previsto per il PM₁₀, vale a dire la Norma UNI EN 12341:1999, mentre il metodo di riferimento per la misurazione è descritto nella norma UNI EN 14902:2005 *“Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione di Pb, Cd, As e Ni nella frazione PM10 del particolato in sospensione”*.

Relativamente al **Cadmio** ed al **Nichel**, tale decreto legislativo stabilisce - al paragrafo A.9 del suddetto allegato - che il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione di questi metalli nell'aria ambiente è riportato nella suddetta Norma UNI EN 14902:2005.

4.7.9 Parametri meteorologici

Nell'ambito del presente progetto, si è previsto che ciascuna postazione di indagine sia dotata di stazione meteorologica, allo scopo di consentire un'immediata correlazione fra le concentrazioni di inquinanti rilevate e le condizioni al contorno.

I parametri di tipo climatologico e meteorologico da indagare sono:

- Temperatura;
- Umidità relativa;
- Radiazione solare;
- Velocità e direzione del vento;
- Pressione atmosferica;
- Intensità di precipitazione.

Vengono di seguito indicati alcuni degli accorgimenti da adottare per ciascuno degli strumenti che, previa adeguata taratura, saranno utilizzati per il rilievo dei parametri meteorologici:

- Pluviometro:
 - eventuali ostacoli (alberi, edifici o altro) non dovrebbero circondare la bocca del pluviometro ad una distanza almeno di 2-4 volte la loro altezza sopra la bocca del pluviometro stesso; a tale proposito, infatti, si evidenzia come la vicinanza di alberi, oltre a costituire ostacolo, può causare, con la caduta accidentale di foglie e rametti, l'ostruzione parziale della bocca tarata, dando quindi luogo ad errori nella registrazione della pioggia. Questa eventualità può essere ovviata ponendo, al di sopra della bocca tarata del pluviometro, una rete metallica a maglia fine, che dovrà essere ben ancorata allo strumento;
 - aree in pendenza o su falde di tetti dovrebbero essere evitate, in quanto sono rilevanti gli effetti indotti dall'inclinazione di un versante sul rilievo pluviometrico;
 - è consigliata un'altezza da terra di 30cm
- Anemometro:

a causa degli effetti dell'attrito, la velocità del vento può variare considerevolmente fra i primi 10 metri sopra il terreno e le quote superiori. L'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) consiglia un'altezza standard per l'esposizione degli anemometri sulla terraferma con terreno libero pari a circa 10 metri dal suolo; a tale proposito, per terreno libero si intende un'area dove la distanza tra l'anemometro e qualsiasi ostacolo sia come minimo 8 - 10 volte l'altezza dell'ostacolo stesso.
- Direzione del vento:

per quanto riguarda la determinazione della direzione del vento, si raccomanda di trovare con esattezza, mediante l'impiego di una bussola, i punti cardinali del luogo dove si trovano l'anemoscopio o la banderuola.
- Pressione atmosferica:

l'OMM consiglia l'uso di barometri a mercurio ad alta precisione.
- Igrometro:

l'OMM consiglia l'uso degli psicrometri a ventilazione forzata, posti ad un'altezza compresa tra 1.25 m e 2 m da terra.
- Termometro:

l'OMM consiglia l'uso di termometri esposti all'aria libera (a resistenza o termocoppia) dotati di elementi sensibili con reazione all'irraggiamento molto ridotta, da montare ad un'altezza compresa tra 1.25 m e 2 m da terra.

4.7.10 Indicazioni operative

Si ritiene opportuno sottolineare che le misure, qualora effettuate in aree nelle quali la sorgente non sia rappresentata esclusivamente dalle lavorazioni di cantiere, ma il traffico veicolare costituisca comunque una fonte emissiva apprezzabile, non dovranno essere eseguite in corrispondenza di periodi in cui sono generalmente riscontrabili significative alterazioni del traffico, quali ad esempio:

- il mese di agosto;
- le ultime due settimane di luglio;

- le settimane in cui le scuole sono chiuse per le festività di Natale (ultima settimana di dicembre e prima settimana di gennaio) e di Pasqua;
- i giorni festivi e prefestivi, quando la circolazione dei veicoli pesanti è limitata o estremamente ridotta, ovvero nei giorni di mercato e in quelli che coincidono con particolari eventi attrattori di traffico (feste patronali, fiere e scioperi degli addetti del trasporto pubblico).

Inoltre, si deve avere cura di evitare i periodi contraddistinti da un regime anemologico anomalo, come ad esempio quello che si verifica in presenza di velocità del vento molto superiori o molto inferiori al valore medio stagionale, oltre che nei periodi di pioggia.

4.8 CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

I punti di monitoraggio sono stati definiti considerando come principali bersagli dell'inquinamento atmosferico recettori significativamente rappresentativi delle condizioni associabili ai nuclei insediativi disposti in prossimità dello stesso, con la precisa finalità, inoltre, di monitorare le principali cause di inquinamento, riassumibili nelle seguenti:

- lavorazioni in prossimità dei cantieri;
- traffico dei mezzi di cantiere;
- lavorazioni effettuate sul fronte avanzamento lavori;
- traffico veicolare dell'opera in esercizio.

Su apposita scheda di rilevamento verrà riportato il punto di misura (geo-referenziazione), sarà indicata l'ora ed il giorno di inizio e fine rilevamenti, saranno fornite le concentrazioni orarie degli inquinanti, le medie, suddivise nelle varie opzioni previste dalla legislazione, i minimi ed i massimi di concentrazione degli inquinanti rilevate in ogni singolo giorno di monitoraggio, i valori orari dei parametri meteorologici.

4.8.1 Criteri di localizzazione

L'individuazione delle aree d'indagine è stata effettuata sulla base dei risultati dello studio di impatto ambientale e del progetto, attraverso la caratterizzazione degli ambiti territoriali prossimi ai cantieri ed al tracciato stradale, in funzione delle caratteristiche morfologiche e vegetazionali del territorio, della condizione anemometrica prevalente.

Sono stati considerati i ricettori residenziali, ritenuti i più sensibili agli effetti dell'inquinamento atmosferico, che si collocano ad una distanza inferiore ai 500 m dal perimetro del cantiere e dal tracciato stradale. Tale scelta è stata fatta in quanto dalla bibliografia, dalle simulazioni modellistiche condotte nel SIA e da esperienze di monitoraggio fatte in casi analoghi, si evince che gli effetti dell'inquinamento generato dalle lavorazioni e dal traffico veicolare non si estendano oltre tale distanza.

Nella scelta delle aree recettore oggetto dell'indagine si è fatto riferimento ai diversi livelli di criticità dei singoli parametri che influenzano la diffusione degli inquinanti e la deposizione delle polveri, con particolare riferimento a:

- numero di edifici recettori e la loro distanza dall'infrastruttura stradale, la tipologia e la localizzazione dei recettori;

- la morfologia del territorio interessato.

Gli impatti sull'atmosfera connessi alla presenza dei cantieri sono collegati in generale alle lavorazioni relative alle attività di scavo, alla produzione di calcestruzzo, alla movimentazione ed al transito dei mezzi pesanti e di servizio che, in determinate circostanze, possono causare il sollevamento di polvere (originata dalle suddette attività) oltre a determinare l'emissione di gas di scarico nell'aria.

Per quanto riguarda la fase di cantiere le azioni di lavorazione maggiormente responsabili delle emissioni sono:

- operazioni di scotico delle aree di cantiere;
- formazione dei piazzali e della viabilità di servizio ai cantieri;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare riferimento all'attività dei mezzi d'opera nelle aree di stoccaggio.

Dalla realizzazione ed esercizio delle piste e della viabilità di cantiere derivano altre tipologie di interazione tra l'opera e l'ambiente:

- dispersione e deposizione al suolo di polveri in fase di costruzione;
- dispersione e deposizione al suolo di frazioni del carico di materiali incoerenti trasportati dai mezzi pesanti;
- sollevamento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle medesime.

Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal sollevamento di polveri dalle pavimentazioni stradali al transito dei mezzi pesanti, dal sollevamento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento e da importanti emissioni localizzate nelle aree di deposito degli inerti.

È prevista l'esecuzione delle seguenti tipologie di misura in base alla tipologia della zona di rilevamento:

Tipologia Recettori	Inquinanti Monitorati
LC Recettori prossimi alle aree di cantiere	Polveri PM10; Polveri PM2,5; Benzo(a)pirene; Monossido di carbonio; Benzene; Ossidi di azoto; Biossido di zolfo; Ozono; Piombo; Cadmio; Nichel; Arsenico;
LF Recettori prossimi al fronte di avanzamento dei lavori	Polveri PM10; Polveri PM2,5; Benzo(a)pirene; Monossido di carbonio; Benzene; Ossidi di azoto; Biossido di zolfo; Ozono; Piombo; Cadmio; Nichel; Arsenico;
LM Recettori prossimi alla viabilità interessata dai mezzi di cantiere	Polveri PM10; Polveri PM2,5; Benzo(a)pirene; Monossido di carbonio; Benzene; Ossidi di azoto; Biossido di zolfo; Ozono; Piombo; Cadmio; Nichel; Arsenico;
TV Recettori o centri abitati prossimi alla strada in esercizio	Polveri PM10; Polveri PM2,5; Benzo(a)pirene; Monossido di carbonio; Benzene; Ossidi di azoto; Biossido di zolfo; Ozono; Piombo; Cadmio; Nichel; Arsenico
MT Misure per il rilevamento dei parametri meteo-climatici	Velocità del vento; Direzione del vento; Umidità relativa; Temperatura; Intensità di Precipitazione; Pressione atmosferica; Radiazione solare.

4.9 LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

La localizzazione dei punti d'indagine (vedi tabella) è stata effettuata in conformità ai criteri descritti nei paragrafi precedenti, e risponde ai criteri stabiliti dal DLgs 155/2010; la localizzazione dei punti è stata concordata con ARPAS, a seguito di sopralluogo effettuato il 22/05/2014.

Per le analisi modellistiche, dalle quali si evidenziano i ricettori interessati da valori massimi di concentrazione, si rimanda allo SIA.

Nome Punto	Localizzazione
PMA_AIR_I4_01	Nei pressi della rotatoria all'altezza del km 37, vicino il ricettore R130
PMA_AIR_I4_03	Strada interessata dalla viabilità del Lotto 4 km 44,950 (tronco II-POST WC ID-23)

Il punto PMA_AIR_I4_02 non rientra più nella tabella precedente in quanto ritenuto ridondante da ARPAS.

Nella tabella successiva sono indicate per ogni recettore le tipologie di misure previste.

Codice Punto Monitoraggio	Misure TV			Misure LF		Misure LC		Misure LM			Misure MT
	A.O.	C.O.	P.O.	A.O.	C.O.	A.O.	C.O.	A.O.	C.O.	P.O.	
	Recettori o centri abitati prossimi alla strada in esercizio			Recettori prossimi al fronte di avanzamento dei lavori		Recettori prossimi alle aree di cantiere		Recettori prossimi alla viabilità interessata dai mezzi di cantiere			Misure per il rilevamento dei parametri meteorologici
PMA_AIR_I4_01								X	X	X	Sempre
PMA_AIR_I4_03	X	X	X								Sempre

Misure previste nei punti di monitoraggio

I ricettori da utilizzare in relazione alle aree di cantiere (LF ed LC) saranno definiti in accordo con gli Enti competenti, in fase di costruzione.

4.9.1 Articolazione temporale degli accertamenti

La rete di monitoraggio si compone complessivamente di centraline mobili per il monitoraggio in fase ante e post opera e di centraline fisse e/o mobili per il monitoraggio in corso d'opera. Nei pressi delle aree urbanizzate saranno utilizzate centraline mobili per il monitoraggio relativo al transito dei mezzi di cantiere.

La durata dei rilievi è stabilita in funzione della tipologia di monitoraggio nonché delle caratteristiche delle aree da monitorare.

In particolare vengono previste le seguenti tempistiche:

- Per tutti i punti di monitoraggio delle **aree di cantiere**: campagna di misura della durata di 2 settimane da ripetersi per la fase *ante operam* (1 volta) e *corso d'opera* (con cadenza bimestrale: 6 volte/anno), al fine di verificare lo stato di fatto delle aree potenzialmente impattate e per raccogliere dati di confronto tra le fasi *ante operam/corso d'opera* di tutti gli inquinanti. Durante ciascuna campagna si effettuerà per la durata di una settimana il rilievo della distribuzione granulometrica delle polveri totali sospese e del particolato fine, e la misura dei metalli pesanti contenuti nel PM10.
- Per tutti i punti di monitoraggio da posizionare lungo la **viabilità di cantiere**: campagna di misura della durata di 14 giorni da ripetersi per la fase *ante operam* (1 volta) e *corso d'opera* (con cadenza stagionale: 6 volte/anno), al fine di verificare lo stato di fatto delle aree potenzialmente impattate e per raccogliere dati di confronto tra le fasi *ante operam/corso d'opera* di tutti gli inquinanti.

- Per i punti di monitoraggio *post operam*: campagna di misura della durata di due settimane da ripetersi con cadenza stagionale (6 volte/anno) per due anni dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura stradale.

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

La frequenza e i periodi di campionamento per ogni inquinante dovranno essere verificate in corso d'opera in funzione in particolar modo delle fasi di lavorazione e delle attività di cantiere, e quindi quanto esplicitato potrà essere soggetto a modifiche.

L'effettivo calendario delle misure, sarà individuata sulla base delle localizzazioni indicate nel presente studio secondo modalità e sequenze da definire in corso d'opera, in accordo con ARPAS.

Al termine di tale periodo saranno esaminate le posizioni più significative e, se necessario, potrà essere prolungato il periodo di monitoraggio.

Nel caso in cui sia rilevabile una significativa variabilità nel carico emissivo, il monitoraggio deve essere svolto in corrispondenza del periodo caratterizzato dai valori massimi di emissione.

Dovranno essere evitati i periodi contraddistinti da un regime anemologico anomalo, ad esempio in presenza di velocità del vento molto superiori o molto inferiori al valore medio stagionale.

Si avrà cura di includere nelle misure un numero significativo di misure in condizioni di calma di vento che, se pure non molto frequenti nel comprensorio in esame (meno del 20 % del totale), possono dar luogo alle maggiori concentrazioni nelle immediate vicinanze dell'asse stradale.

4.10 SINTESI MONITORAGGIO ATMOSFERA

PUNTO DI MONITORAGGIO/FASE			POSIZIONE	INQUINANTI MONITORATI	PERIODO DI ESECUZIONE DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
PMA_AIR_L4_01			Km 37+000 Svincolo di Oschiri	Polveri PM10; Polveri PM2,5; Benzo(a)pirene; Monossido di carbonio; Benzene; Ossidi di azoto; Biossido di zolfo; Ozono; Piombo; Cadmio; Nichel; Arsenico. Velocità del vento; Direzione del vento; Umidità relativa; Temperatura; Intensità di Precipitazione; Pressione atmosferica; Radiazione solare.	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura di 2 settimane 1 volta
PMA_AIR_L4_03			Km 44+950 viabilità		Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura di 2 settimane 1 volta
	PMA_AIR_L4_01				Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura di 2 settimane 6 volte/anno
	PMA_AIR_L4_03				Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura di 2 settimane 6 volte/anno
		PMA_AIR_L4_01	Km 37+000 Svincolo di Oschiri		Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura di 2 settimane 6 volte/anno
		PMA_AIR_L4_03	Km 44+950 viabilità		Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura di 2 settimane 6 volte/anno

5. COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI

Il progetto di monitoraggio ambientale ha come obiettivo quello di individuare anche le eventuali variazioni che la realizzazione della Nuova Strada Sassari - Olbia potrebbe apportare alle caratteristiche delle acque superficiali presenti nel territorio interessato dall'opera.

I principali corsi d'acqua interessati dalla realizzazione del Lotto 4 sono:

- Rio Mannu
- Rio di Sorighina
- Affluente del Rio di Berchidda

Il monitoraggio delle acque superficiali in generale ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono sui corpi idrici superficiali interferiti, in tutti i loro aspetti, risalendone alle cause. Ciò per determinare se tali variazioni sono imputabili alla realizzazione dell'opera e per ricercare i correttivi che meglio possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l'ambiente idrico preesistente. Infatti, i possibili impatti dell'opera sull'ambiente idrico superficiale sono prevalentemente riconducibili alle attività di cantierizzazione, al punto che, trattandosi di un'infrastruttura ferroviaria si è deciso di prolungare il monitoraggio anche alla fase di esercizio solo per un limitato periodo al solo fine di tenere sotto controllo eventuali processi attivati durante i lavori di costruzione.

Gli accertamenti da effettuare sui corsi d'acqua interferiti consentono di valutare le modifiche indotte dalla costruzione dell'opera soprattutto con riferimento alla qualità delle acque a valle delle attività di cantiere che possono indurre il rischio di inquinamenti localizzati.

Sono state individuate tutte le interferenze del tracciato attuale con la rete idrica principale e sono stati identificati i corrispondenti attraversamenti mediante la progressiva della linea. Nello specifico le attività che possono determinare impatti su tale componente sono:

- Costruzione delle opere in alveo, ovvero di aree destinate alla cantierizzazione che, provocando la movimentazione di terra, possono indurre un intorbidamento delle acque e di conseguenza alterazioni o sottrazione di habitat naturali;
- Scarico di acque reflue, deflusso delle acque piovane provenienti dalle aree cantiere, ovvero sversamenti accidentali di sostanze inquinanti lungo le aree interessate dalle lavorazioni, che potrebbero determinare alterazioni di tipo chimico-fisico e batteriologico;
- eventuali contaminazioni della falda durante lo scavo delle gallerie artificiali che possono risentirsi anche sulla qualità delle acque superficiali.

5.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

Normativa comunitaria:

- Direttiva 2009/90/CE della Commissione Europea, in data 31 luglio 2009, relativa alle *“Specifiche tecniche per l'analisi chimica ed il monitoraggio dello stato delle acque, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio”*

- Direttiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio UE, in data 19 novembre 2008, recante gli *“Standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque”*
- Decisione 2001/2455/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio UE, in data 20 novembre 2001, relativa alla *“Istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE”*
- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio UE, in data 23 ottobre 2000, che riporta il *“Regolamento che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque”*
- Direttiva 1998/83/CE, in data 3 novembre 1998, concernente la *“Qualità delle acque destinate al consumo umano”*

Normativa nazionale:

- DM Ambiente 8 novembre 2010, n. 260, *“Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo”*.
- DM Ambiente 17 luglio 2009, *“Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque”*.
- DM Ambiente n.56, in data 14 aprile 2009, che riporta il regolamento recante *“Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo”*
- Decreto Legislativo n.4, in data 16 gennaio 2008, relativo alle *“Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del DLgs n.152 del 2006”*
- Decreto Legislativo n.152, in data 3 aprile 2006, recante le *“Norme in materia ambientale”* (cosiddetto Testo Unico Ambientale)
- Decreto Legislativo n.27, in data 2 febbraio 2002, che riporta le *“Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 02.02.2002, n.31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”*
- Decreto Legislativo n.31, in data 2 febbraio 2001, concernente la *“Attuazione della direttiva 98/83/Ce relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”*
- Decreto Legislativo n. 174, in data 25 febbraio 2000 recante l'*“Attuazione della direttiva 98/8/CE in materia di immissione sul mercato di biocidi”*;
- Decreto Ministeriale n.471, in data 25 ottobre 1999, recante il *“Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n.22, e successive modificazioni ed integrazioni”*
- Decreto Legislativo n.152, in data 11 maggio 1999, relativo alle *“Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento dei nitrati provenienti da fonti agricole”*, emesso a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al Decreto Legislativo n.258 del 18 agosto 2000

- Decreto Presidente Consiglio dei Ministri, in data 4 marzo 1996, che riporta le *“Disposizioni in materia di risorse idriche” recepito dal DLgs n.152/2006 del 3 aprile 2006*”
- Legge n.36, in data 5 gennaio 1994, recante le *“Disposizioni in materia di risorse idriche”*
- Legge n.183, in data 18 maggio 1989, concernente le *“Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”*

Analisi di laboratorio delle acque e parametri descrittivi:

- Decreto Presidente Repubblica n.236, in data 24 maggio 1988 e s.m.i., relativo alla *“Qualità delle acque destinate al consumo umano”* che, in Allegato 1, riporta i *“Requisiti di qualità - elenco parametri”* mentre, nell'Allegato 2, reca i *“Metodi analitici di riferimento”*
- Decreto Ministero della Sanità, in data 15 febbraio 1983, che riporta le *“Disposizioni relative ai metodi di misura, alla frequenza dei campionamenti e delle analisi delle acque superficiali destinate all'approvvigionamento idrico-potabile”*
- Deliberazione Comitato Interministeriale, in data 4 febbraio 1977, recante i *“Criteri generali e metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici e per la formazione del catasto degli scarichi”*

Standard per gli accertamenti:

- ISO 9001:2008 *“Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti”*
- ISO/DIS 5667-17:2008 *“Guidance on sampling of suspended sediments”*
- ISO 5667-14:1998 *“Guidance on quality assurance of environmental water sampling and handling”*
- ISO/TR 13530:1997 *“Guide to analytical quality control for water analysis”*
- ISO 5667-3:1994 *“Guidance on the preservation and handling of samples”*
- ISO 4363:1993 *“Measurement of liquid flow in open channels - Method for measurement of suspended sediments”*
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025:1999 *“Requisiti generali per la competenza di laboratori di prova e taratura”*
- UNI EN 25667-1:1996 *“Guida alla definizione di programmi di campionamento”*
- UNI EN 25667-2:1996 *“Guida alle tecniche di campionamento”*
- 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”*

5.2 DATI DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA

Il progetto di monitoraggio ambientale si basa sugli studi sviluppati nelle diverse fasi di progettazione e nel SIA dell'opera in oggetto.

I potenziali fattori d'impatto dipendono dal transito dei mezzi di cantiere e dai movimenti terra. Conseguentemente si potranno determinare alterazioni della qualità delle acque dei colatori, dovute prevalentemente ad un aumento della torbidità.

Gli impatti maggiori nei confronti dei corsi d'acqua saranno dovuti alle operazioni previste in alveo per la realizzazione delle pile o per il posizionamento degli scatolari. Nel primo caso si dovrà limitare l'intrusione dei mezzi d'opera in alveo, e soprattutto si dovrà aver cura di non lasciare materiali e mezzi per lunghi periodi nell'alveo.

Lo Studio di Impatto Ambientale prevede delle misure di mitigazione per il rischio di contaminazione delle acque superficiali e sotterranee che prevedono la realizzazione di vasche di raccolta delle acque, opportunamente dimensionate e distribuite lungo tutto il percorso.

5.3 MODALITÀ DEL MONITORAGGIO

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
3. consumo delle risorse idriche

Il monitoraggio si articolerà in tre fasi:

- **Monitoraggio Ante Operam (MAO)** - prima dell'inizio dei lavori, necessario per fornire una descrizione dello stato della risorsa prima dell'intervento e definire i limiti di riferimento fisici e di qualità delle acque a cui attenersi nelle successive fasi di monitoraggio;
- **Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO)** - verifica che le eventuali modificazioni allo stato dell'ambiente idrico siano temporanee e non superino determinate soglie; il monitoraggio sarà finalizzato alla verifica di quei soli parametri che potrebbero risultare alterati a causa dell'attività di cantierizzazione;
- **Monitoraggio Post Operam (MPO)** – necessario per documentare la situazione ambientale che si verifica durante l'esercizio dell'opera, per verificare che gli impatti ambientali siano coerenti rispetto alle previsioni dello studio d'impatto ambientale e/o delle previsioni progettuali, e per accertare la reale efficacia dei provvedimenti di mitigazione posti in essere.

In base alle considerazioni fatte e attraverso l'analisi del percorso e delle aree interessate scaturisce la scelta dei punti da monitorare, che saranno localizzati:

- in corrispondenza degli attraversamenti dei principali corsi d'acqua;
- in corrispondenza delle aree fisse di cantiere.

Le operazioni di monitoraggio prevedranno una parte di misure in situ e una parte di analisi di laboratorio, mirate a identificare le caratteristiche chimico-fisico-batterologiche 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 di:

- definire lo stato di salute della risorsa prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'opera;
- proporre opportune misure di salvaguardia o di mitigazione degli effetti del complesso delle attività sulla componente ambientale e testimoniare l'efficacia o meno;
- 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.

Pertanto, il monitoraggio della componente Acque superficiali indagherà sia i parametri idrologici ed idraulici del corso d'acqua che la qualità delle acque, effettuando un prelievo in fase **ante operam**, prima dell'inizio lavori, necessario a definire i limiti di riferimento fisici e di qualità delle acque del corpo idrico a cui attenersi nella successiva fase di corso d'opera.

Per la fase **corso d'opera** il monitoraggio sarà invece finalizzato alla verifica di quei soli parametri che possano risultare alterati a causa delle attività di cantierizzazione.

Il monitoraggio di tali parametri continuerà anche in fase **post operam** per la durata di un anno, finalizzato a verificare le eventuali interferenze indotte dall'opera di progetto sui corpi idrici interferiti, relativamente sia alla qualità delle acque che alle modifiche del regime idrologico.

Il monitoraggio delle acque superficiali verrà eseguito mediante prelievo di campioni d'acqua in corrispondenza di specifiche postazioni di misura identificate in modo da permettere:

- Il rilievo del corpo idrico a monte e a valle dell'infrastruttura stradale di progetto nella fase in corso d'opera, allo scopo di poter valutare le eventuali variazioni riscontrate a seguito della presenza del cantiere e dell'esecuzione di lavorazioni particolari;
- Il rilievo del corpo idrico a valle dell'infrastruttura per le fasi di ante e post operam.

5.4 FINALITÀ DEL MONITORAGGIO E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

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.

Per l'individuazione dei punti da monitorare si è tenuto conto delle indicazioni fornite dallo Studio di Impatto Ambientale.

Andranno verificate nella fase *ante operam* le possibilità reali di monitoraggio legate alle condizioni idrografiche dello stesso (presenza d'acqua durante l'anno). Il sito sarà tenuto sotto controllo attraverso il rilevamento di parametri quali - quantitativi da ottenere in opportune sezioni di rilievo e misura. Le campagne di misura saranno programmate nell'arco delle diverse fasi temporali relative alla realizzazione dell'infrastruttura stradale.

Nel progetto esecutivo sono state individuate sia le aree di cantiere principale, sia i sotto-cantieri, localizzati in corrispondenza delle opere d'arte maggiori (ponti-viadotti-cavalcavia). Nel Lotto 4 l'area di cantiere principale è stata prevista al km 40,850 e sono stati individuati 6 sotto-cantieri in corrispondenza delle nuove opere d'arte.

Qualora, sulla base di considerazioni oggettive, si riscontrasse nella fase di indagine *ante operam* la scarsa rappresentatività di alcuni dei siti di indagine preliminarmente individuati, potranno essere apportati, in accordo con gli Enti competenti, opportuni correttivi alle successive fasi di indagine relativi alla localizzazione geografica dei punti di indagine ed alla natura delle verifiche da effettuarsi.

5.4.1 Criteri per la scelta dei parametri da monitorare

Per l'identificazione dei parametri da sottoporre alle attività di monitoraggio si è fatto riferimento alle indicazioni del Piano di Tutela delle Acque che esplica la sua azione nel coordinare le misure ed interventi per gli "obiettivi di qualità ambientale" e per gli "obiettivi di qualità per specifica destinazione". Sono stati inoltre considerate e recepite le richieste di ARPAS, così come riportate nel parere n. 27808/13 del 16/10/2013.

L'obiettivo di qualità ambientale è definito in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate. L'obiettivo di qualità per specifica destinazione individua lo stato dei corpi idrici idonei per una particolare utilizzazione da parte dell'uomo, alla vita dei pesci e dei molluschi.

La rete di monitoraggio nel suo complesso è soggetta a modifiche e integrazioni a seguito di approfondimenti e nuove conoscenze che si acquisiscono anche sulla base dei dati rilevati dai controlli. L'attuale rete è stata modificata rispetto a quella prevista in prima istanza nel documento tecnico allegato alla delibera di Giunta Regionale di cui sopra pervenendo, attraverso revisione ed adeguamento, alla rete attuale.

In considerazione delle disposizioni del suddetto Piano di Tutela delle acque e dei parametri che il programma di monitoraggio regionale valuta, il presente Piano valuterà gli stessi parametri in maniera tale da poter confrontare i rilievi fatti con quelli ad oggi disponibili.

In conformità alle leggi vigenti, le tipologie di parametri che verranno rilevati nel corso delle campagne di monitoraggio ambientale previste nel presente PMA sono quelle di seguito elencate:

- Parametri idrologici ed idraulici
- Parametri chimico-fisici delle acque;
- Parametri chimici delle acque;
- Parametri microbiologici delle acque.

La scelta di tali parametri è stata effettuata in quanto costituiscono quelli maggiormente rappresentativi per poter effettuare una significativa caratterizzazione idrologica e qualitativa dei corpi idrici.

I parametri chimico-fisici verranno rilevati allo scopo di fornire un'indicazione generale sullo stato quantitativo e qualitativo delle acque del corso d'acqua in esame prima dell'inizio dei lavori.

Le analisi dei parametri chimici sono state previste allo scopo di dare delle indicazioni relative alle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto e il chimismo dei corsi d'acqua; nel dettaglio verranno analizzati parametri tipicamente legati ai fenomeni di inquinamenti da lavorazione con macchine operatrici, sversamenti e scarichi accidentali, oltre che con getti ed opere di calcestruzzo.

I parametri da rilevare sono riportati nella tabella a seguire.

N°	Parametro	Unità di misura	Tipologia parametro
1	Portata	m ³ /s	Parametro Idrologico
2	Temperatura aria	°C	Parametri in situ
3	Temperatura acqua	°C	
4	Ossigeno disciolto	mg/l	
5	Conducibilità	µS/cm	
6	pH	-	
7	Alcalinità	ppm	

N°	Parametro	Unità misura	di	Tipologia parametro
8	Solidi sospesi	mg/l		Parametri laboratorio
9	Azoto ammoniacale	N µg /l		
10	Azoto nitrico	N µg /l		
11	Azoto nitroso	N µg /l		
12	BOD5	O ₂ mg /l		
13	COD	O ₂ mg/l		
14	Fosforo totale	P µg /l		
15	Cloruri	Cl ⁻ µg /l		
16	Solfati	SO ⁴⁻ µg /l		
17	Fluoruri	F µg /l		
18	Cadmio	µg/l		Metalli
19	Cromo totale	µg/l		
20	Mercurio	µg/l		
21	Nichel	µg/l		
22	Piombo	µg/l		
23	Rame	µg/l		
24	Zinco	µg/l		
25	Stagno	µg/l		
26	Ferro	µg/l		
27	Manganese	µg/l		
28	Sodio	µg/l		
29	Calcio	µg/l		
30	Potassio	µg/l		
31	Magnesio	µg/l		
32	Cromo esavalente	µg/l		Composti organici
33	Benzo(a)pirene	µg/l		
34	Benzo(b)fluorantene	µg/l		
35	Fluorantene	µg/l		
36	Benzo(k)fluorantene	µg/l		
37	Benzo(g,h,i)perilene	µg/l		
38	Indeno (1,2,3-cd)pirene	µg/l		
39	Naftalene	µg/l		
40	Benzene	µg/l		
41	Toluene	µg/l		
42	Etilbenzene	µg/l		
43	Xileni (isomeri orto, meta e para)	µg/l		
44	1,2 - Dicloroetano	µg/l		
45	Tricloroetilene	µg/l		
46	Triclorometano	µg/l		
47	Diclorometano	µg/l		
48	Tetracloruro carbonio	µg/l	di	
49	Tetracloroetilene	µg/l		
50	Tricloroetano	µg/l		
51	Idrocarburi totali	µg/l		

Il rilievo dei parametri microbiologici delle acque è stato previsto al fine di avere delle indicazioni relative alle eventuali interferenze tra le lavorazioni che saranno effettuate e la carica

“batteriologica” iniziale dei corsi d’acqua interferiti. Sarà pertanto rilevata la presenza di Escherichia coli.

Nell’ambito del presente progetto, è infine previsto il rilevamento dei livelli di qualità dell’acqua mediante l’applicazione del Metodo STAR-ICMi (Standardisation of River classifications), che consente di valutare la qualità ecologica dei corsi d’acqua.

5.5 SPECIFICHE TECNICHE E METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

Al fine di assicurare l’uniformità delle misure rilevate nelle diverse fasi del Progetto di Monitoraggio Ambientale è indispensabile che i rilievi vengano svolti con metodologie univoche e prestabilite.

L’uniformità delle metodologie di monitoraggio e delle apparecchiature di rilevamento è necessaria per garantire altresì il confronto dei controlli svolti nel corso delle varie fasi temporali e nelle diverse aree geografiche, onde assicurare la riproducibilità e l’attendibilità delle misure al variare dell’ambiente e dell’ambito emissivo.

5.5.1 Misure idrologiche e in situ

Le **misure di portata** saranno realizzate con il metodo correntometrico (mulinello); nel caso la portata del corso d’acqua non consenta l’utilizzo del mulinello, la misura sarà effettuata con il metodo volumetrico o, in alternativa, con il galleggiante.

Per quanto riguarda le misure a guado, la sezione di misura dovrà essere materializzata sul terreno mediante apposito segnale (picchetto, segno di vernice, ovvero riferimento a punto esistente); di ciò, dovrà essere comunicata notizia nelle schede di rilevamento.

Relativamente alle misure da effettuarsi a guado, allo scopo di individuare le migliori condizioni di rilievo, e ammesso lo spostamento dalla sezione indicata per una fascia di 50m a cavallo; anche di questo eventuale spostamento a monte o a valle della sezione prevista, dovrà essere fatta menzione nelle schede di rilevamento.

Inoltre, dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura, rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e, nei limiti del possibile, pulendola dalla vegetazione.

Prima di ogni campagna di misura, si dovrà verificare l’efficienza e la manutenzione della strumentazione; inoltre, ogni sezione dovrà essere completata utilizzando la stessa strumentazione. In caso di sostituzione degli apparecchi nel corso della misura, la sezione dovrà essere iniziata di nuovo.

La definizione della distanza tra le verticali ed il loro posizionamento nella sezione viene affidata all’esperienza dell’operatore.

Viene di seguito indicato il numero totali di verticali che, in linea di massima, devono essere effettuate per le diverse larghezze del corso d’acqua:

- Sezioni inferiori a 1 metro: 3 - 5 verticali
- Sezioni tra 1 e 2 metri: 5 - 8 verticali
- Sezioni tra 2 e 5 metri: 8 - 15 verticali
- Sezioni tra 5 e 10 metri: 15 - 25 verticali

- Sezioni tra 10 e 20 metri: 20 - 30 verticali

Qualora venga riscontrata una brusca variazione nella profondità tra due verticali contigue, si dovrà eseguire una verticale intermedia; inoltre, le verticali dovranno essere più frequenti laddove il fondo è irregolare.

Il numero di punti di misura per ogni verticale è determinato dal diametro dell'elica o dalle caratteristiche del peso (se utilizzato).

Indicando con altezza la profondità della verticale e con profondità la profondità del punto di misura, per la determinazione delle profondità dei punti di misura si seguiranno i seguenti criteri:

- micromulinello con elica da 5 cm:
 - da 5 a 8 cm di altezza della verticale: 1 misura a 2.5 cm di profondità;
 - da 8 a 10 cm di altezza della verticale: due misure a 2.5 cm di profondità ed a 2.5 cm dal fondo
 - da 10 a 15 cm di altezza della verticale: si aggiunge una misura a profondità = $2.5+(altezza-5)/2$
 - da 15 a 35 cm di altezza della verticale: alle due misure di superficie e di fondo, si aggiungono due misure, rispettivamente, a profondità = $2.5+(altezza-5)/3$ ed a profondità = $2.5+(altezza-5)*2/3$
 - da 35 a 70 cm di altezza della verticale: alle due misure di fondo e di superficie, si aggiungono 3 punti, rispettivamente, a profondità = $2.5+(altezza-5)/4$, profondità = $2.5+(altezza-5)*2/4$ e profondità = $2.5+(altezza-5)*3/4$
- misure a guado con elica da 12 cm di diametro:
 - da 12 a 13 cm di altezza della verticale: una misura a 6 cm di profondità;
 - da 13 a 25 cm di altezza della verticale: si aggiunge una misura a 6 cm dal fondo;
 - da 25 a 50 cm di altezza della verticale: alle due misure di superficie e di fondo, si aggiunge una terza misura a profondità = $6+(altezza-12)/2$
 - oltre 50 cm di altezza della verticale: alle due misure di superficie e di fondo, si aggiungono due misure a profondità = $6+(altezza-12)/3$ ed a profondità = $6+(altezza-12)*2/3$
- misure con peso da 25--50 kg , con distanza asse peso-fondo = 12 cm:
 - da 18 a 24 cm di altezza della sezione: una misura a 6 cm di profondità;
 - da 25 a 30 cm di altezza della sezione: una misura a 6 cm di profondità ed una a 12 cm dal fondo;
 - da 31 a 50 cm di altezza della sezione: alle due misure di superficie e di fondo, si aggiunge un punto a profondità = $6+(altezza-18)/2$;
 - da 51 a 150 cm di altezza della superficie: alle due misure di superficie e di fondo, si aggiungono due punti, rispettivamente, a profondità = $6+(altezza-18)/3$ e profondità = $6+(altezza-18)*2/3$;
 - da 150 a 200 cm di altezza della superficie: alle due misure di superficie e di fondo, si aggiungono 3 punti, rispettivamente a profondità = $6+(altezza-18)/4$, profondità = $6+(altezza-18)*2/4$ e profondità = $6+(altezza-18)*3/4$;

- oltre 200 cm di altezza della superficie: alle due misure di superficie e di fondo, si aggiunge un punto di misura ogni 50 cm di profondità;
- misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo = 20 cm:
 - da 26 a 32 cm di altezza della sezione: una misura a 6 cm di profondità;
 - da 33 a 49 cm di altezza della sezione: una misura a 6 cm di profondità ed una a 20 cm dal fondo;
 - da 50 a 65 di altezza della sezione: alle due misure di superficie e di fondo, si aggiunge un punto di misura a profondità = $6+(altezza-26)/2$;
 - da 66 a 150 cm di altezza della sezione: alle due misure di superficie e di fondo, si aggiungono due punti di misura, rispettivamente, a profondità = $6+(altezza-26)/3$ ed a profondità = $6+(altezza-26)*2/3$;
 - da 150 a 200 cm di altezza della sezione: alle due misure di superficie e di fondo, si aggiungono 3 punti di misura, rispettivamente a profondità = $6+(altezza-26)/4$, profondità = $6+(altezza-26)*2/4$ ed a profondità = $6+(altezza-26)*3/4$;
 - oltre 200 cm di altezza della sezione: alle due misure di superficie e di fondo, si aggiunge un punto di misura ogni 50 cm di profondità.

Al termine delle misure di portata, mediante l'utilizzo di una sonda singola o parametrica, si provvederà al rilievo dei parametri chimico-fisici già precedentemente elencati, vale a dire: temperatura dell'acqua, conducibilità elettrica, pH ed ossigeno disciolto.

Tutti gli strumenti impiegati andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro; i valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive e i risultati della taratura saranno annotati sulle apposte schede.

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

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

Il campionamento verrà realizzato tramite sonda a trappola che verrà immersa nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero. Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere. Il campionamento sarà di tipo medio-continuo raccogliendo in successione continue aliquote parziali di 1 litro fino a riempire un recipiente di circa 12 litri. Il campione così raccolto andrà poi omogeneizzato e ripartito nei contenitori debitamente etichettati e curandone il riempimento fino all'orlo evitando il formarsi di bolle d'aria.

Dovranno essere riempiti i seguenti contenitori:

- 1 bottiglia da 0,5 litri ed una da 1 litro per le analisi batteriologiche
- 1 bottiglia di vetro da 2 litri per analisi chimico-fisiche
- 1 bottiglia di vetro da 2 litri per analisi degli idrocarburi totali
- 1 bottiglia di plastica da 1 litro per analisi metalli

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento, utilizzando una apposita ed idonea scheda, che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

In occasione del campionamento verranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la conducibilità elettrica, il pH e l'ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive. Le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti. Per ogni campagna di misure dovrà essere redatto un verbale, utilizzando un'ideale scheda, che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

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);
- codice dell'indagine;
- data e ora del campionamento.

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 3 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.

5.5.3 Metodologia di esecuzione delle analisi

Nella tabella sottostante sono indicate le metodologie di analisi che dovranno essere utilizzate per le determinazioni di ciascun parametro chimico-fisico.

Nella seguente tabella sono indicate le metodologie di analisi utilizzate per le determinazioni dei parametri principali.

Parametri di laboratorio generali	
Parametro	Metodo
Antimonio	APAT-IRSA 3060
Arsenico	APAT-IRSA 3080
Azoto ammoniacale	APAT-IRSA 4030
Azoto nitrico	APAT-IRSA 4040
Azoto nitroso	APAT-IRSA 4050
Fosforo totale	APAT-IRSA 4060
BOD ₅	APAT-IRSA 5120
Clorofilla	APAT-IRSA 9020
Cloruri	APAT-IRSA 4090
COD	APAT-IRSA 5130
Solfati	APAT-IRSA 4140
Solidi sospesi totali	APAT-IRSA 2090
Torbidità	APAT-IRSA 2110

Metalli e specie metalliche	
Parametro	Metodo
Cadmio	APAT-IRSA 3120
Calcio	APAT-IRSA 3130
Cromo	APAT-IRSA 3150
Cromo esavalente	APAT-IRSA 3150
Ferro	APAT-IRSA 3160
Magnesio	APAT-IRSA 3180
Manganese	APAT-IRSA 3190
Mercurio	APAT-IRSA 3200
Nichel	APAT-IRSA 3220
Piombo	APAT-IRSA 3230
Potassio	APAT-IRSA 3240
Rame	APAT-IRSA 3250
Sodio	APAT-IRSA 3270
Stagno	APAT-IRSA 3280
Zinco	APAT-IRSA 3320

Composti organici mirati	
Parametro	Metodo
Idrocarburi Policiclici Aromatici	APAT-IRSA 5080
Fenoli	APAT-IRSA 5070
Pesticidi clorurati	APAT-IRSA 5090
Pesticidi fosforati	APAT-IRSA 5100
Solventi organici aromatici	APAT-IRSA 5140
Composti alifatici clorurati	APAT-IRSA 5150
Idrocarburi totali	APAT-IRSA 5160
Microorganismi – Analisi batteriologiche	
Parametro	Metodo
Escherichia coli	APAT-IRSA 7030

5.6 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

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 il particolare ambiente idrico.

Il MAO dovrebbe essere basato su una serie di dati sufficientemente lunga da coprire in maniera soddisfacente il campo di variabilità del corso d'acqua. Ciò, evidentemente, non è possibile. Il Monitoraggio offrirà quindi una "istantanea" del corso d'acqua da confrontare con dati preesistenti o con modelli teorici. Si prevede, dunque, che la durata complessiva del MAO sia pari a 3 mesi (o meno nel caso in cui le opere fossero appaltate prima dell'avvio del MAO, circostanza molto probabile dato il carattere di estrema urgenza in cui si sta operando).

Stanti le premesse fornite, si opererà mediante analisi fisico-chimico-batteriologiche su sezioni appositamente scelte in relazione all'opera in progetto. Sono state effettuate scelte ponderate dei parametri da determinare e delle frequenze di monitoraggio al fine di rappresentare al meglio la situazione ambientale.

In questa logica si è scelto pertanto di realizzare 2 volte (1 volta all'inizio del MAO ed 1 volta al termine) un'analisi di tipo chimico-batteriologico estesa su un elevato numero di parametri al fine di ottenere una descrizione della qualità dell'acqua quanto più definita con speciale riguardo delle sostanze inquinanti più probabili. In ogni caso, sarà garantita la frequenza minima di un campionamento e rispettive analisi di laboratorio, nel caso in cui la tempistica si rivelasse molto stretta.

Con una frequenza inferiore (ogni 45 giorni), invece, si determineranno parametri prevalentemente di tipo specifico in modo da meglio seguire le variazioni temporali della qualità dell'acqua ed avere utili indicazioni sull'eventuale verificarsi di eventi anomali.

Le analisi in questa fase, i cui risultati devono essere considerati come valori di riferimento per lo stato di qualità dei corpi idrici superficiali per le analisi nelle fasi successive, andranno effettuate per ogni intervento sia a monte che a valle della futura opera o area di cantiere.

Le operazioni Ante Operam, come già anticipato, serviranno anche a verificare la corretta scelta dei punti di monitoraggio. Dato il carattere torrentizio (ovvero portata non costante durante l'anno e possibile assenza di acqua) di alcuni dei corsi d'acqua presenti, in seguito alle misure eseguite si deciderà se monitorare il corso d'acqua oltre che in base allo stato fisico anche in base alle loro condizioni chimico-fisico-batteriologiche.

5.6.1 Frequenza delle operazioni di MAO

Nella tabella seguente sono indicati i punti di monitoraggio, relativi alla sola fase di ante operam.

La scelta degli attraversamenti da monitorare è basata, oltre che sul contesto ambientale in cui ricade l'opera, sulla dimensione dell'opera; inoltre, la localizzazione prevista in fase di prima emissione del PMA è stata sottoposta ad ARPAS, e con questa concordata a seguito di sopralluogo.

Pertanto, come da parere Arpas del 28/10/2014, saranno monitorati sia i punti a monte che a valle dell'infrastruttura (otto punti).

Per quanto riguarda la frequenza delle operazioni, da effettuarsi una sola volta in ante operam, per ciascun punto di monitoraggio è previsto:

- Determinazioni speditive chimico-fisiche
- Mat. in sosp., colore, COD, tensioattivi anionici
- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche
- Determinazione STAR-ICMi.

Sezione monitoraggio	Corso d'acqua	Posizione	Parametri analizzati
PMA_AISU_I4_03	Tombino km 40,390	A monte del Tombino al km 40,390	Parametri chimico-fisici
PMA_AISU_I4_04	Tombino km 40,390	A valle del Tombino al km 40,390	Parametri chimico-fisici
PMA_AISU_I4_05	Rio Mannu	A monte del ponte sul Rio Mannu (km 41,182)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_I4_06	Rio Mannu	A valle del ponte sul Rio Mannu (km 41,182)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_I4_09	Rio di Sorighina	A monte del ponte sul Rio di Sorighina (km 43,478)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_I4_10	Rio di Sorighina	A valle del ponte sul Rio di Sorighina (km 43,478)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_I4_11	Affluente del Rio di Berchidda	A monte del ponte sull'affluente del Rio di Berchidda (km 45,355)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_I4_12	Affluente del Rio di Berchidda	A valle del ponte sull'affluente del Rio di Berchidda (km 45,355)	Parametri chimico-fisici e biologici

L'ubicazione dei punti è rappresentata nelle tavole allegate (Planimetria dei punti di monitoraggio ambientale).

5.7 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA (MCO)

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 degli attraversamenti dei corsi d'acqua principali interferenti con l'opera in progetto o con le aree 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 indagare 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.

Anche nel MCO i parametri previsti da monitorare sono esattamente gli stessi del MAO.

5.7.1 Frequenza delle operazioni di MCO

Durante le lavorazioni correnti, saranno effettuate misure e determinazioni di campagna trimestrali e campionamenti per analisi chimiche e batteriologiche trimestrali; la determinazione dell'indice STAR-ICMi sarà effettuata trimestralmente, così come da parere Arpas del 28/10/2014 .

La tabella a cui fare riferimento riporta per intero le coppie di punti, a monte e a valle degli attraversamenti previsti dai lavori; i punti a valle delle opere sono gli stessi di quelli indicati per il monitoraggio ante operam.

Sezione monitoraggio	Corso d'acqua	Posizione	Parametri analizzati
PMA_AISU_L4_03	Tombino km 40,390	A monte del Tombino al km 40,390	Parametri chimico-fisici
PMA_AISU_L4_04	Tombino km40,390	A valle del Tombino al km 40,390	Parametri chimico-fisici
PMA_AISU_L4_05	Rio Mannu	A monte del ponte sul Rio Mannu (km 41,182)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_L4_06	Rio Mannu	A valle del ponte sul Rio Mannu (km 41,182)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_L4_09	Rio di Sorighina	A monte del ponte sul Rio di Sorighina (km 43,478)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_L4_10	Rio di Sorighina	A valle del ponte sul Rio di Sorighina (km 43,478)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_L4_11	Affluente del Rio di Berchidda	A monte del ponte sull'affluente del Rio di Berchidda (km 45,355)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_L4_12	Affluente del Rio di Berchidda	A valle del ponte sull'affluente del Rio di Berchidda (km 45,355)	Parametri chimico-fisici e biologici

Per l'ubicazione delle sezioni bisogna fare riferimento alle tavole di individuazione dei punti di monitoraggio (Planimetria dei punti di monitoraggio ambientale).

5.8 MONITORAGGIO POST OPERAM (MPO)

Il Monitoraggio Post Operam ha il fine di documentare la situazione ambientale che si ha durante l'esercizio dell'opera al fine di verificare che gli impatti ambientali siano coerenti rispetto alle previsioni dello Studio d'Impatto Ambientale e/o delle previsioni progettuali e di accertare la reale efficacia dei provvedimenti posti in essere per garantire la mitigazione degli impatti sull'ambiente.

Esso avrà inizio contemporaneamente all'entrata in esercizio dell'opera ed avrà durata annuale.

Le sezioni sottoposte a monitoraggio coincidono con quelle relative al monitoraggio ante e corso opera, cioè per le sezioni a valle ed a monte dell'opera d'arte, così come da parere Arpas del 28/10/2014.

Anche in questo caso per garantire la confrontabilità dei valori le tipologie di indagini previste sono le stesse effettuate ante operam e in corso d'opera.

5.8.1 Frequenza delle operazioni di MPO

Per quanto riguarda la frequenza delle operazioni, per ciascun punto di monitoraggio è previsto una cadenza trimestrale, per un anno dall'entrata in esercizio.

A seguire si riporta la tabella di riferimento delle sezioni di monitoraggio, individuabili anche sulla “Planimetria dei punti di monitoraggio ambientale”.

Sezione monitoraggio	Corso d'acqua	Posizione	Parametri analizzati
PMA_AISU_L4_03	Tombino km 40,390	A monte del Tombino al km 40,390	Parametri chimico-fisici
PMA_AISU_L4_04	Tombino km40,390	A valle del Tombino al km 40,390	Parametri chimico-fisici
PMA_AISU_L4_05	Rio Mannu	A monte del ponte sul Rio Mannu (km 41,182)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_L4_06	Rio Mannu	A valle del ponte sul Rio Mannu (km 41,182)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_L4_09	Rio di Sorighina	A monte del ponte sul Rio di Sorighina (km 43,478)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_L4_10	Rio di Sorighina	A valle del ponte sul Rio di Sorighina (km 43,478)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_L4_11	Affluente del Rio di Berchidda	A monte del ponte sull'affluente del Rio di Berchidda (km 45,355)	Parametri chimico-fisici e biologici
PMA_AISU_L4_12	Affluente del Rio di Berchidda	A valle del ponte sull'affluente del Rio di Berchidda (km 45,355)	Parametri chimico-fisici e biologici

5.9 SINTESI MONITORAGGIO ACQUE SUPERFICIALI

PUNTO DI MONITORAGGIO/FASE			POSIZIONE	INQUINANTI MONITORATI	ESECUZIONE DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
PMA_AISU_L4_03			Km 40+390 Tombino (monte)	Parametri chimico-fisici	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_L4_04			Km 40+390 Tombino (valle)	Parametri chimico-fisici	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_L4_05			Km 41+182 Rio Mannu (monte)	Parametri chimico-fisici e biologici	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_L4_06			Km 41+182 Rio Mannu (valle)	Parametri chimico-fisici e biologici	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_L4_09			Km 43+478 Rio di Sorighina (monte)	Parametri chimico-fisici e biologici	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_L4_10			Km 43+478 Rio di Sorighina (valle)	Parametri chimico-fisici e biologici	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_L4_11			Km 45+355 Affluente rio di Berdicchia (monte)	Parametri chimico-fisici e biologici	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_L4_12			Km 45+355 Affluente rio di Berdicchia (valle)	Parametri chimico-fisici e biologici	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
	PMA_AISU_L4_03		Km 40+390 Tombino (monte)	Parametri chimico-fisici	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
	PMA_AISU_L4_04		Km 40+390 Tombino (valle)	Parametri chimico-fisici	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
	PMA_AISU_L4_05		Km 41+182 Rio Mannu (monte)	Parametri chimico-fisici e biologici	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno

PUNTO DI MONITORAGGIO/FASE			POSIZIONE	INQUINANTI MONITORATI	ESECUZIONE DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
	PMA_AISU_ L4_06		Km 41+182 Rio Mannu (valle)	Parametri chimico-fisici e biologici	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
	PMA_AISU_ L4_09		Km 43+478 Rio di Sorighina (monte)	Parametri chimico-fisici e biologici	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
	PMA_AISU_ L4_10		Km 43+478 Rio di Sorighina (valle)	Parametri chimico-fisici e biologici	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
	PMA_AISU_ L4_11		Km 45+355 Affluente rio di Berdicchia (monte)	Parametri chimico-fisici e biologici	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
	PMA_AISU_ L4_12		Km 45+355 Affluente rio di Berdicchia (valle)	Parametri chimico-fisici e biologici	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_ L4_03	Km 40+390 Tombino (monte)	Parametri chimico-fisici	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_ L4_04	Km 40+390 Tombino (valle)	Parametri chimico-fisici	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_ L4_05	Km 41+182 Rio Mannu (monte)	Parametri chimico-fisici e biologici	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_ L4_06	Km 41+182 Rio Mannu (valle)	Parametri chimico-fisici e biologici	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_ L4_09	Km 43+478 Rio di Sorighina (monte)	Parametri chimico-fisici e biologici	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_ L4_10	Km 43+478 Rio di Sorighina (valle)	Parametri chimico-fisici e biologici	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_ L4_11	Km 45+355 Affluente rio di Berdicchia (monte)	Parametri chimico-fisici e biologici	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_ L4_12	Km 45+355 Affluente rio di Berdicchia (valle)	Parametri chimico-fisici e biologici	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno

6. COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE

Il Progetto di Monitoraggio della componente acque sotterranee ha lo scopo di evidenziare le eventuali significative variazioni quantitative e qualitative, determinate dalla realizzazione della nuova infrastruttura Sassari-Olbia sugli equilibri idrogeologici delle aree attraversate dall'infrastruttura.

Per fare questo è stato quindi necessario esaminare le tipologie delle opere previste nel progetto del tracciato stradale, l'ubicazione e le caratteristiche delle aree di cantiere ed i loro potenziali impatti sulla componente ambientale considerata, nelle aree critiche segnalate dallo Studio di Impatto Ambientale.

L'eventualità di contaminazione delle falde idriche ad opera di ipotetici inquinanti va riferita, essenzialmente, all'ipotesi di sversamento accidentale di sostanze nocive o al contributo delle acque di dilavamento della piattaforma stradale, con particolare riferimento a quelle di prima pioggia, dotate di maggiori concentrazioni dei potenziali agenti contaminanti. Tale possibilità sarà notevolmente ridotta grazie alla predisposizione lungo il tracciato di vasche di trattamento prima pioggia che, all'occasione, conterranno anche gli eventuali sversamenti accidentali. In secondo luogo si devono tenere in considerazione anche le teoriche azioni di inquinamento diffuso, ricollegabili ad attività di cantiere (lavorazioni particolari, scarichi di insediamenti temporanei) o all'apporto nel sottosuolo di sostanze necessarie al miglioramento delle proprietà geotecniche dei terreni.

Il rischio derivante dalle potenziali attività d'interferenza potrà essere ulteriormente ridotto sia attraverso un accurato controllo delle varie fasi lavorative in ciascuna delle aree logistiche fisse e mobili (lungo la linea) da parte del personale preposto, sia attraverso le attività di monitoraggio descritte nel seguito.

L'azione di monitoraggio comporta la costruzione di una rete di rilevamento dati composta da stazioni (piezometri) realizzate ex-novo, con caratteristiche tecnico-costruttive ben precise secondo lo scopo, e l'utilizzo dei dati delle stazioni (ove possibile) esistenti e gestite da Enti pubblici.

Alla fine delle osservazioni la strumentazione costruita ex-novo potrà andare ad arricchire la rete di monitoraggio esistente della Regione Autonoma della Sardegna.

Il presente piano si è avvalso, pertanto, di tutte le informazioni in materia che sono state raccolte e descritte negli elaborati e nelle relazioni facenti parte del Progetto Preliminare e dello Studio di Impatto Ambientale.

6.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Normativa comunitaria:

- Direttiva 2009/90/CE della Commissione Europea, in data 31 luglio 2009, relativa alle *"Specifiche tecniche per l'analisi chimica ed il monitoraggio dello stato delle acque, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio"*
- Direttiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio UE, in data 19 novembre 2008, recante gli *"Standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque"*
- Direttiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio UE, in data 12 dicembre 2006, riguardante la *"Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento"*
- Decisione 2001/2455/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio UE, in data 20 novembre 2001, relativa alla *"Istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE"*

- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio UE, in data 23 ottobre 2000, che riporta il *“Regolamento che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque”*
- Direttiva 1998/83/CE, in data 3 novembre 1998, concernente la *“Qualità delle acque destinate al consumo umano”*
- Direttiva 91/676/CEE del Consiglio UE, in data 12 dicembre 1991, che riguarda la *“Protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati di origine agricola”*
- Direttiva 91/271/CE del Consiglio UE, in data 21 maggio 1991, concernente il *“trattamento delle acque reflue urbane”*
- Direttiva 80/68/CEE del Consiglio UE, in data 17 dicembre 1979, relativa alla *“Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose”*

Normativa nazionale:

- DM Ambiente 8 novembre 2010, n. 260, *“Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo”*.
- DM Ambiente 17 luglio 2009, *“Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque”*.
- Decreto Ministero Ambiente n.56, in data 14 aprile 2009, che riporta il regolamento recante *“Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo”*
- Decreto Legislativo n.30, in data 16 marzo 2009, riguardante la *“Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento”*
- Decreto Legislativo n.4, in data 16 gennaio 2008, relativo alle *“Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del DLgs n.152 del 2006”*
- Decreto Legislativo n.152, in data 3 aprile 2006, recante le *“Norme in materia ambientale”* (cosiddetto Testo Unico Ambientale)
- Decreto Legislativo n.27, in data 2 febbraio 2002, che riporta le *“Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 02.02.2002, n.31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”*
- Decreto Legislativo n.31, in data 2 febbraio 2001, concernente la *“Attuazione della direttiva 98/83/Ce relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”*
- Decreto Ministeriale n.471, in data 25 ottobre 1999, recante il *“Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n.22, e successive modificazioni ed integrazioni”*
- Decreto Legislativo n.152, in data 11 maggio 1999, relativo alle *“Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento dei nitrati provenienti da fonti agricole”*, emesso a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al Decreto Legislativo n.258 del 18 agosto 2000
- Decreto Presidente Consiglio dei Ministri, in data 4 marzo 1996, che riporta le *“Disposizioni in materia di risorse idriche”* recepito dal DLgs n.152/2006 del 3 aprile 2006”
- Legge n.36, in data 5 gennaio 1994, recante le *“Disposizioni in materia di risorse idriche”*

- Decreto Legislativo n.132, in data 27 gennaio 1992, relativo alla *“Attuazione della direttiva 80/68/CEE, concernente la protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose”*

Leggi di tutela ambientale riguardanti anche le acque sotterranee

- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Regione Autonoma della Sardegna (Aggiornato con delibera G.R. n. 54/33 del 30.12.2004).
- Piano di Tutela delle Acque – Piano stralcio di settore del Piano di Bacino.

Campionamento acque

- UNI EN 25667-1 *Guida alla definizione di programmi di campionamento* (1996)
- UNI EN 25667-2 *Guida alle tecniche di campionamento* (1996)

Letteratura scientifica

- P. Bullo, A. Dal Prà *“Lo sfruttamento ad uso acquedottistico delle acque sotterranee dell'alta pianura veneta”* in *Geologica Romana* n° 30 (1994)
- Associazione Geotecnica Italiana (1977) *“Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”*
- G. Chiesa (1994) *“Pozzi di Rilevazione”* - I Quaderni delle acque sotterranee . n° 1 editrice Geo-Graph . Milano
- G. Chiesa *“Metodi di indagine e di rilevazione per l'inquinamento”* - I quaderni delle acque sotterranee
- G.Chiesa *“Inquinamento delle acque sotterranee, metodi di indagine e di studio per la bonifica e la gestione delle acque inquinate”* Hoepli editore 1992
- GNDCI - V.Francani e G.P.Beretta *“Protezione e recupero delle acque sotterranee”*
- National Water Well Association (1986) *“RCRA - Groundwater monitoring technical enforcement guidance document - NWWA/EPA series - Dublin . Ohio*
- U.S. EPA (1975) *“Manual of water well construction practices”* - Report N.EPA -570/9-75-001 - Washington D.C.
- U.S. EPA Office of Water *“National Recommended Water Quality Criteria”*
- U.S. EPA Office of Water - Monitoring Water Quality- *“National Water Quality Inventory”* 1996, report to Congress
- U.S. EPA Office of Water - Monitoring Water Quality Inventory *“Environmental Indicators of Water Quality Of United States”*

Trivellazione pozzi

- Regio Decreto 11 Dicembre 1933 n° 1775 *Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici*
- Legge 464 del 4 agosto 1984 *“Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio Geologico elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale”*
- Norme tecniche per lo scavo, la perforazione, la manutenzione e la chiusura di pozzi d'acqua (art 8 DPR. 236/88), testo approvato dal Consiglio Superiore LL.PP.
- Decreto Legislativo 12 Luglio 1993 n° 275 *Riordino in materia di acque pubbliche*
- Legge n° 36 del 1994 *Disposizione in materia di acque pubbliche, e successive modifiche ed integrazioni.*

6.2 DATI DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA

Il progetto di monitoraggio dell'Ambiente Idrico Sotterraneo ha avuto come essenziali basi di partenza una serie di elaborati derivanti dalle precedenti fasi progettuali e dallo Studio di Impatto Ambientale della strada in oggetto.

Nell'area nella quale verrà realizzata la nuova strada Sassari Olbia sono presenti due principali Unità Idrografiche Omogenee (Coghinas e Padrongianu) su cui insistono, per il Coghinas l'Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario della Piana di Chilivani-Oschiri, e per il Padrongiano l'Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Olbia, entrambi delimitati dal più volte citato Piano di Tutela delle Acque. Dalla perimetrazione si evince che il tracciato in progetto insiste per diversi chilometri su entrambi gli acquiferi, che costituiscono, di fatto, due "complessi idrogeologici". Il lotto 4 in oggetto insiste interamente sull' Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario della Piana di Chilivani-Oschiri.

Per complesso idrogeologico si intende pertanto l'insieme di una o più unità litologiche che presentano caratteristiche idrodinamiche abbastanza omogenee, alla scala di analisi adottata, e che permettono, al loro interno, un comportamento generalmente uniforme delle acque sotterranee in esse contenute.

Più in particolare il tracciato stradale in esame interagisce quindi con alcuni acquiferi nella tratta che parte da Sassari per arrivare sino ad Oschiri. Facendo riferimento alla cartografia regionale ed al censimento pozzi eseguito, nella zona posta nei pressi del Lago del Coghinas si individua un acquifero detritico alluvionale plio-quaternario; tale acquifero dato il tipo di struttura idrogeologica sarà relativamente superficiale e conseguentemente dovrà essere investigato in dettaglio.

6.2.1 Qualità delle acque sotterranee

Solamente le falde dell'acquifero detritico alluvionale plio-quaternario saranno direttamente interessate dall'intervento essendo tipo superficiale. Pertanto, si può prevedere uno stato qualitativo talvolta sensibilmente alterato delle stesse, in relazione alle attività ed agli scambi idrici che avvengono in superficie.

Peraltro, i depositi alluvionali affioranti, caratterizzati generalmente da alta permeabilità, favoriranno l'infiltrazione delle acque superficiali. Si potranno pertanto prevedere delle concentrazioni di nutrienti, quali fosforo ed azoto, e di fertilizzanti, soprattutto in coincidenza delle aree in cui si concentrano le principali attività antropiche, essenzialmente rappresentate da colture intensive e seminativi.

Gli impatti elementari sono mitigabili attraverso l'adozione di opportune soluzioni progettuali.

Sarà necessario indagare soprattutto in corrispondenza di quelle opere d'arte per le quali verranno adottate fondazioni profonde, che potranno interagire parzialmente con il regime di deflusso delle falde più superficiali.

6.3 FINALITÀ DEL MONITORAGGIO E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO

Il monitoraggio ambientale della componente Acque sotterranee prevede:

- **monitoraggio ante operam**, essenzialmente finalizzato alla caratterizzazione dello stato attuale della componente, con particolare riferimento alla individuazione e

parametrizzazione dei principali acquiferi, alla definizione delle modalità di alimentazione, deflusso e recapito, alla identificazione dei rapporti tra il regime delle acque superficiali e di quelle sotterranee, nonché alla determinazione delle caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche. Tale fase di monitoraggio è inoltre finalizzata a definire le condizioni esistenti e le caratteristiche qualitative e quantitative di ciascuno dei corsi d'acqua rilevati, nella fase che procede l'avvio delle attività di realizzazione dell'opera, in modo di avere un criterio di paragone per la definizione sia degli obiettivi di qualità da garantire nelle successive fasi di lavorazione, sia delle strategie di azione da adottare per il contenimento delle eventuali criticità.

- **monitoraggio in corso d'opera**, previsto per l'intera durata delle lavorazioni, allo scopo principale di verificare che nella fase di realizzazione dell'opera di cui al presente piano non vengano indotte modifiche ai caratteri qualitativi e quantitativi del sistema delle acque sotterranee. Nel dettaglio, si procederà al confronto tra i valori dei parametri rilevati nell'ante operam con quelli che saranno misurati in questa fase, in modo da poter subito segnalare eventuali criticità, relativamente soprattutto ai seguenti parametri:
 - entità dei prelievi o dei drenaggi legati alla realizzazione dell'infrastruttura;
 - conseguenti escursioni piezometriche;
 - eventuali emergenze naturali delle acque sotterranee;
 - variazioni delle direzioni di flusso legate alla costruzione dell'opera
- **monitoraggio post operam**, finalizzato a verificare le eventuali interferenze indotte dalla nuova infrastruttura stradale sul sistema delle acque sotterranee.

I parametri oggetto del monitoraggio

I criteri adottati per individuare i parametri oggetto di monitoraggio sono quelli individuati dal Piano di Tutela delle Acque. All'interno del Piano per ogni acquifero significativo è stato definito lo stato chimico, secondo quanto indicato nell'Allegato 1 del D. Lgs. 152/99 e s.m.i., tenendo conto che i dati analizzati sono riferiti ad un unico campionamento e che il numero dei punti d'acqua per acquifero è inadeguato per una classificazione esaustiva del corpo idrico sotterraneo. Inoltre, per alcuni acquiferi e per certi parametri di base, l'attribuzione alla classe 4 – “Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti” o alla classe 0 - “Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra del valore della classe 3”, e cioè l'attribuzione di concentrazioni elevate di determinate sostanze a cause antropiche o naturali, è controversa, in particolare quando si è in presenza non di un'unica motivazione ma di concause.

Il piano, sulla base dei rilievi effettuati, procede alla classificazione chimica degli acquiferi regionali, tra cui quelli in oggetto, sulla base Tabella 20 dell'Allegato 1 del D.Lgs. 152/99 – “Classificazione chimica in base ai parametri di base” qui di seguito riportata:

Tabella 7-23: Classificazione chimica in base ai parametri di base

Parametro	Unità misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0 (*)
C: E.S.	µS/cm (20°C)	> 400	< 2500	< 2500	>2500	>2500
Cloruri	mg/l	< 25	< 250	< 250	>250	>250
Manganese	µg/l	< 20	< 50	< 50	>50	>50
Ferro	µg/l	<50	<200	< 200	>200	>200
Nitrati	mg/l di NO ₃	< 5	< 25	< 50	> 50	
Solfati	mg/l di SO ₄	< 25	< 250	< 250	>250	>250
Ione ammonio	mg/l di NH ₄	< 0,05	< 0,5	< 0,5	>0,5	>0,5

(*) Se la presenza di tali sostanze è di origine naturale, sarà automaticamente attribuita la classe 0.

Tabella 7-24: Classificazione chimica dei corpi idrici sotterranei

Classe	Descrizione
Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche.
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche.
Classe 3	Impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione.
Classe 4	Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti.
Classe 0 (*)	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in

Tale classificazione inquadra gli acquiferi di nostro interesse nella classe 4.

Oltre ai dati provenienti dal Piano di Tutela delle Acque, sono stati presi in considerazione gli analiti individuati da ARPAS quali set minimo da verificare per ciascun punto di monitoraggio, così come descritto nel Parere n. 27808/13 emesso il 16/10/2013.

Per la definizione delle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite misure di campagna o di laboratorio, i parametri riportati nella tabella seguente. Essi saranno distinti per la fase ante operam e corso/post operam:

- per la fase ante operam saranno valutati i parametri di base definiti dalla DLgs n. 152/2006 Titolo V, allegato 5, tabella 2 relativa alla concentrazione delle soglie di contaminazione nelle acque sotterranee (TIPOLOGIA A)
- per la fase corso e post operam saranno valutati i soli parametri che consentano di valutare i possibili effetti di inquinamento dovuti alle lavorazioni in fase di cantiere ed eventuali sversamenti accidentali (TIPOLOGIA B).

Per il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei presenti nel territorio in esame si prevede di indagare i seguenti parametri:

PARAMETRI ACQUE SOTTERRANEE		ANTE OPERAM	CORSO E POST OPERAM	TIPO PARAMETRI
Parametro	Unità di misura	Tipologia A	Tipologia B	
Livello statico/livello piezometrico	m s.l.m.	X	X	Parametri in situ
Temperatura acqua	°C	X	X	
Ossigeno disciolto	mg/l	X	X	
Conducibilità	µS/cm	X	X	
pH	-	X	X	
Potenziale di ossido riduzione redox	mV	X	X	
cloruri	mg/l	X		Parametri chimico-fisici di laboratorio
solforati	mg/l	X	X	
azoto ammoniacale	mg/l	X		
azoto nitroso	mg/l	X	X	
azoto nitrico	mg/l	X		
fluoruri	µg/l	X	X	
sodio	µg/l	X		
potassio	µg/l	X		
magnesio	µg/l	X		
calcio	µg/l	X		
Ferro	µg/l	X	X	Inquinanti vari
piombo	µg/l	X	X	
Rame	µg/l	X	X	
Zinco	µg/l	X	X	
nicel	µg/l	X	X	
cadmio	µg/l	X	X	
cromo totale	µg/l	X	X	
cromo VI	µg/l	X	X	
mercurio	µg/L	X		
manganese	µg/L	X	X	
stagno	µg/L	X		
arsenico	µg/L	X	X	
vanadio	µg/L	X		
selenio	µg/L	X		
Cianuri liberi	µg/L	X		
Alifatici clorurati	Triclorometano, 1,2-Dicloroetano, 1,2-Dicloroetilene, Diclorometano, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Tetracloruro di carbonio, Tricloroetano, Cloruro di vinile, T tetracloroetilene, Esaclorobutadiene	µg/L	X	
BTEX	Benzene, Toluene, Etilbenzene Xileni (Isomeri orto, meta e para)	µg/L	X	X

PARAMETRI ACQUE SOTTERRANEE		ANTE OPERAM	CORSO E POST OPERAM	TIPO PARAMETRI
Parametro		Unità di misura	Tipologia A	Tipologia B
IPA	Dibenzo(a,h)antracene, Fluorantene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene	µg/L	X	X
Idrocarburi totali (come n-etano)		µg/L	X	X

Per la fase ante operam, nel caso di superamenti dei valori limite di concentrazione, ne verrà data opportuna comunicazione agli Enti di controllo. Sulla base dei risultati delle misure effettuate in fase ante operam, per le fasi di monitoraggio successive, su eventuale richiesta degli Enti, si potrà valutare di aggiungere dei parametri nel monitoraggio delle acque sotterranee rispetto a quelli ad oggi proposti.

6.4 SPECIFICHE TECNICHE E METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

Le specifiche tecniche di seguito riportate sono così articolate:

- Realizzazione di nuove stazioni di rilievo (piezometri).
- Rilevamento ed acquisizione delle informazioni.
- Accettazione e collaudo delle informazioni.

6.4.1 Nuove stazioni e nuovi piezometri

All'interno dei fori appositamente eseguiti a carotaggio continuo saranno installati piezometri del tipo a "tubo aperto". La perforazione sarà eseguita con rivestimento a seguire di diametro 152 mm impiegando come fluido di perforazione acqua pulita. Al termine della perforazione si effettuerà un lavaggio preventivo del foro pompando acqua pulita attraverso la tubazione di rivestimento provvisoria.

Successivamente si metteranno in posa i tubi in PVC preparati in elementi di lunghezza 3 m. L'intercapedine tubo finestrato/foro sarà riempita con ghiaia fine lavata di natura silicea e di granulometria compresa tra 4 e 6 mm. La posa del tubo avverrà sollevando poco per volta il rivestimento metallico provvisorio di diametro 152 mm, in modo che il foro non rimanga "scoperto" per più di 50 cm.

Terminato la posa del filtro si eseguirà il tappo impermeabile per un tratto di circa 1 m utilizzando bentonite in palline (compactonit). Infine l'ultimo tratto fino alla superficie si riempirà con una miscela cementizia costituita da acqua-bentonite-cemento.

Si provvederà a proteggere l'estremità superiore dei piezometri con un chiusino carrabile in ghisa.

I tubi da utilizzare hanno le seguenti caratteristiche:

- materiale PVC PN16;
- diametro 3";

- spessore tubo 5 mm;
- larghezza fessure 0.25 mm;
- lunghezza 3 m

Ad ultimazione della posa si esegue un lavaggio dei tubi con acqua pulita immessa dal fondo mediante impiego di apposita tubazione di iniezione.

Successivamente sarà eseguito lo spurgo mediante elettropompa sommersa calata all'interno dei tubi piezometrici.

Caratterizzazione dei terreni in cassetta

Al fine di realizzare una efficiente opera attraverso la quale effettuare i prelievi e misure (piezometri), durante la perforazione dei piezometri, operata a carotaggio continuo, saranno prelevati dalle cassette catalogatrici, campioni dei livelli di terreno attraversati dal perforo.

Tali campioni dovranno essere sottoposti in tempi rapidi, alle seguenti analisi di laboratorio:

- analisi granulometrica, limiti di plasticità, contenuto organico;
- prove di permeabilità in situ per la determinazione dei coefficiente k (m/sec).

Dati sulle perforazioni

Per ogni sondaggio saranno raccolte le seguenti informazioni:

- Data inizio e termine della perforazione
- Stratigrafia del sondaggio
- Ubicazione topografica
- Metodo utilizzato
- Attrezzatura impiegata
- Diametro della perforazione
- Diametro del rivestimento
- Fluido di circolazione
- Quota testa foro metri s.l.m.
- Nominativo dei compilatore e responsabile
- Descrizione dei terreni attraversati
- Spessori dei terreni

Nel corso della perforazione verrà rilevato sistematicamente il livello della falda nel foro; le misure saranno eseguite in particolare ogni mattina, prima di riprendere il lavoro, con annotazione di quanto segue

- Livello acqua nel foro rispetto al p.c.
- Quota fondo foro
- Quota della scarpa del rivestimento
- Data e ora della misura.

6.4.2 Rilevamento ed acquisizione delle informazioni

Considerate le finalità del monitoraggio in campo idrogeologico (monitoraggio qualitativo e quantitativo delle falde), si prevede di controllare in modo programmatico le seguenti due tipologie di dati :

- Parametri statici e dinamici della superficie freatica (a larga scala e se possibile a scala più confrontabile con l'estensione dell'area di monitoraggio)
- Parametri qualitativi degli acquiferi, al fine di verificare cambiamenti qualitativi rispetto alla situazione ante-operam.

Le operazioni da eseguire in situ saranno dunque di due tipi:

- Misure piezometriche
- Campionamento di acque da sottoporre ad analisi fisico-chimiche e batteriologiche.

Misure piezometriche – Linee guida

Queste misure saranno eseguite utilizzando una sonda piezometrica a punta elettrica, munita di avvisatore acustico ed ottico; non sono ammesse altre metodiche di misurazione. La strumentazione utilizzata deve fornire una lettura della profondità con errore massimo del centimetro.

La procedura di misurazione comprende le seguenti operazioni:

1. Verifica del codice numerico di identificazione della stazione di misura (piezometro);
2. Verifica dell'integrità della chiusura del pozzetto di protezione di bocca foro;
3. Apertura del pozzetto e rimozione del tappo avvitato sull'estremità del tubo;
4. Effettuazione di tre misure piezometriche ad intervalli di 5 minuti primi onde calcolare il valore medio del livello piezometrico;
5. Annotazione su apposita modulistica delle misure (in quota relativa ed assoluta), e di ogni altro elemento utile in fase di elaborazione ed interpretazione dei dati (data e ora della misura, situazione meteorologica);
6. Riposizionamento del tappo avvitato sull'estremità del tubo e chiusura del pozzetto di protezione.

Prelievo di campioni d'acqua – Linee guida

Lo scopo di un programma di campionamento è quello di ottenere dei campioni di acqua di falda rappresentativi delle condizioni locali, e che possano essere utilizzati per le analisi di laboratorio.

Pertanto le operazioni di campionamento devono essere documentate in modo da soddisfare le seguenti caratteristiche:

- Attendibilità
- Controllabilità
- Ripetibilità.

Quanto descritto in questo capitolo si applica al prelievo di campioni d'acqua naturale in piezometri che siano stati attrezzati con tubazioni finestate in PVC atossico, od altri materiali approvati dalla D.L., di diametro interno di 75 mm e con materiale granulare da filtro nell'intorno della sezione finestrata.

Le modalità di prelievo e conservazione dei campioni descritte nel seguito sono finalizzate alla esecuzione di analisi di laboratorio con determinazione dei parametri chimico-fisici e microbiologici delle acque campionate.

Le seguenti modalità fanno riferimento alle norme ISO ed UNI EN pubblicate.

Il prelievo del campione di fluido sarà preceduto da apposite operazioni di spurgo (dettagliate di seguito) del piezometro, in quanto il volume d'acqua in esso contenuto, non può dirsi rappresentativo delle reali caratteristiche chimiche fisiche e batteriologiche locali, in conseguenza di fenomeni di contaminazione temporanea legati alla tecnica di perforazione (per prelievi immediatamente successivi alla realizzazione dei piezometri stessi), od alla lunga permanenza dell'acqua all'interno della tubazione di rivestimento dovuta al tempo trascorso tra due campagne di misure programmate.

Nel caso di prelievi entro fori di sondaggio appositamente realizzati ed attrezzati, tra il completamento dell'installazione, la esecuzione delle necessarie operazioni di sviluppo e le operazioni di spurgo preliminari al campionamento, dovranno intercorrere (qualora non sussistano necessità di urgenza particolare dettate dal programma dei lavori) un minimo di 3 giorni solari.

Ai fini di prelevare campioni d'acqua il più possibile rappresentativi della situazione idrochimica sotterranea, si procederà ad operazioni di spurgo di seguito illustrate.

L'acqua presente nel pozzo dovrà essere completamente rinnovata, il campione d'acqua va prelevato direttamente dalla falda e non dalla porzione presente nel pozzo.

L'acqua stagnante presente nel pozzo può avere caratteristiche chimiche diverse da quelle della falda circostante. Solitamente nei piezometri, il volume d'acqua spurgata varia da tre a cinque volte il volume d'acqua contenuto nel piezometro.

Nel caso dei piezometri costruiti per il monitoraggio, occorre una particolare attenzione alle operazioni di chiarificazione. La natura dei terreni attraversata (limi e sabbie fini) obbliga di eseguire spurghi molto lunghi, anche alcune ore. Si informa che anche in seguito ad operazioni di spurgo eseguite con attenzione e con tempi superiori alle due ore, il campione d'acqua non risulta limpido, e presenta inoltre caratteristiche di torbidità e presenza di sedimento particellare.

Attrezzatura - Il prelievo dei campioni deve essere eseguito con attrezzature e modalità atte a prevenire ogni contaminazione od alterazione delle caratteristiche chimico-fisicomicrobiologiche delle acque, ed in particolare:

- le attrezzature destinate al prelievo devono essere preservate da ogni possibile contaminazione anche nelle fasi di trasporto sugli automezzi e in quelle che precedono il prelievo;
- il personale addetto alla manipolazione dei campionatori, delle parti ad essi collegate e di contenitori da trasporto, dovrà utilizzare idonei guanti protettivi di tipo chirurgico, perfettamente puliti.

I requisiti che una buona attrezzatura da campionamento deve possedere sono i seguenti:

- passare facilmente attraverso la tubazione senza pericoli di incastro
- essere di materiale inerte tale che non adsorba inquinanti, non desorba suoi componenti, non alteri Eh e pH
- essere compatibile con il grado di sensibilità analitica richiesto dal programma
- avere la possibilità di campionare a qualsiasi profondità all'interno del piezometro
- possedere facilità d'uso
- avere una buona facilità di trasporto in ogni luogo

- essere facilmente decontaminato con acqua distillata o potabile
- essere affidabile e di lunga durata in qualsiasi condizione ambientale.

In ogni caso il campionatore dovrà essere costituito da componenti in acciaio inossidabile, vetro e resine fluorocarboniche inerti; sono escluse parti costituite da materiali sintetici o metallici non inerti, valvole lubrificate con olio.

Anche i cavi di manovra ed i tubi di collegamento dei campionatori calati in foro devono essere in materiale inerte dal punto di vista chimico-fisico (acciaio inox AISI 316 o resine inerti).

I campionatori suggeriti sono di tipo statico in materiale rigido, da utilizzare dopo che il piezometro è stato spurgato con altra attrezzatura, essi dovranno essere scelti tra i seguenti due tipi :

- Campionatore a doppia valvola: si tratta di un tubo munito superiormente di una forcella alla quale va collegato il cavo di manovra, e di due valvole a sfera una superiore ed una inferiore. Una volta calato alla quota di prelievo, le valvole si chiudono per effetto della pressione idrostatica, riducendo la possibilità di flussi idrici all'interno durante la fase di recupero. Nel caso che le condizioni lo permettano potrà essere utilizzato un campionatore a valvola singola.
- Campionatore a siringa: concettualmente simile ad una grossa siringa per uso medico o veterinario, ha un funzionamento inverso. Infatti essa permette di prelevare campioni d'acqua a quote predeterminate riempiendo un contenitore di materiale inerte, grazie alla depressione in esso creata, da un pistone o una valvola a sfera, attraverso una pompa a mano azionata dall'esterno e collegata al contenitore tramite un tubetto flessibile. L'acqua una volta dentro non può più uscire durante l'estrazione grazie alla presenza di un ago collegato all'ugello di entrata. Una volta estratta essa può essere portata direttamente in laboratorio.

In generale il campione di acqua prelevato, sarà inserito in contenitori di vetro puliti e sterili, chiusi da tappi ermetici in materiale inerte, dotati di etichette con le informazioni relative al sito, al numero del piezometro di rilevazione, al numero del campione, profondità, data ed all'ora del prelievo.

Saranno utilizzati preferibilmente flaconi in polietilene e vetro borosilicato, o in PTFE chimicamente più inerte, ma più costoso degli altri materiali.

Il contenitore sarà esternamente protetto dai raggi solari, e fino alla sua consegna al laboratorio di analisi, dovrà essere conservato in luogo fresco.

Modalità di prelievo dei campioni - Prima di essere calato nel foro, il campionatore dovrà essere già perfettamente pulito e le parti ad esso collegate attentamente lavate con acqua distillata bollita in contenitori di acciaio inossidabile. Si dovrà inoltre evitare di appoggiare il campionatore e le parti ad esso collegate a terra o dovunque possano contaminarsi.

È escluso che un campionatore per fluidi impiegato per prelievi diversi da quelli di acque naturali possa essere utilizzato, anche dopo pulizia, per prelievi di acqua di falda. È raccomandato che ogni piezometro sia campionato con un proprio apposito campionatore senza mescolanze.

Qualora ciò non si possa verificare, il lavaggio dell'attrezzatura prima di passare da un foro all'altro sarà particolarmente accurato e ripetuto più volte.

Terminate le operazioni preliminari, il campionatore sarà calato nel foro fino alla quota indicata al programma di lavoro ed immerso dolcemente nell'acqua, senza sollevare spruzzi. Una volta riempito sarà dolcemente sollevato fino alla superficie per essere travasato nei contenitori definitivi.

La quantità di campione prelevato dovrà essere sufficiente alla realizzazione delle analisi complete di laboratorio ed alla loro eventuale ripetibilità; se necessario sarà ottenuto con ripetute operazioni di prelievo alla stessa quota, riponendo quanto campionato nei diversi contenitori opportunamente

numerati ed etichettati con tutte quelle informazioni necessarie alla univoca individuazione sulla provenienza del campione.

Il passaggio dal campionatore al contenitore sarà fatto immediatamente dopo il recupero e con molta precauzione, fuori dell'azione diretta dei raggi solari o di altri agenti di disturbo, riducendo all'indispensabile il contatto con l'aria e versando l'acqua con molta dolcezza senza spruzzi; nel contenitore una volta chiuso non deve rimanere aria.

I campioni di fluido acquoso prelevati alle varie profondità in ogni singola stazione (piezometro), dovranno essere conservati in contenitori separati destinati gli uni alle analisi chimico-fisiche e gli altri a quelle batteriologiche (ove previste). La profondità di prelievo dei campioni nella singola verticale di misura (piezometro) sarà funzione della situazione idrogeologica locale, ma in linea di massima sarà adottato il seguente schema generale: n° 1 campione a circa metà della perforazione e n° 1 campione a 2-3 metri da fondo foro.

Conservazione e trasporto dei campioni - I contenitori saranno tenuti in ombra e protetti da ogni possibile contaminazione, preferibilmente in frigorifero alla T di 4°C, per essere recapitati al laboratorio entro 12 ore dal prelievo.

Qualora la consegna avvenga a maggior distanza di tempo dal prelievo (comunque entro le 24 ore) i contenitori saranno tassativamente conservati in frigorifero. Deroghe a questa regola potranno essere concesse qualora il tipo di analisi richieste escluda accertamenti microbiologici o di altri componenti la cui concentrazione sia suscettibile di variazioni legate ai tempi di conservazione.

6.4.3 Modalità di accettazione e collaudo

Gli ambiti realizzativi oggetto di accettazione e collaudo, con riferimento alle normative citate, riguardano:

- Realizzazione di piezometri;
- Esecuzione di misure piezometriche;
- Campionamenti per analisi chimico-fisico-batteriologiche.

Realizzazione di pozzi e piezometri

Sopralluogo in situ (visita accettazione e collaudo) e confronto fra documentazione progettuale, specifiche tecniche e resoconti delle lavorazioni (rapporti di cantiere), che consentiranno di verificare la corretta esecuzione ed utilizzabilità delle opere ai fini del Progetto di Monitoraggio Ambientale, verificando in particolare i seguenti fattori:

- Profondità
- Diametro di perforazione
- Diametro e tipo di tubazione
- Colonna stratigrafica perforazione
- Ubicazione e sviluppo del tratto finestrato
- Modalità di spurgo e sviluppo
- Livello della falda
- Caratteristiche dei pozzetti di chiusura.

A tal fine l'impresa dovrà mettere a disposizione tutta la documentazione necessaria allo svolgimento di quanto sopra specificato.

Esecuzione di misure piezometriche

Verranno confrontate modalità di acquisizione delle misure come descritto dai rapporti di cantiere, rispetto a quello previsto da progetto.

Sarà controllata l'adeguatezza e lo stato della strumentazione utilizzata alla lettura delle altezze piezometriche nei piezometri.

Saranno verificate le modalità di archiviazione delle stesse e la completezza delle informazioni accessorie, in funzione del loro successivo utilizzo ai fini della costruzione di una banca dati.

Campionamento ed analisi chimiche

Si verificheranno le modalità di esecuzione dei campionamenti e delle analisi chimico-fisico-batterologiche, come descritto dai rapporti di cantiere e di laboratorio, con quanto previsto dalle specifiche tecniche.

6.4.4 Modalità di campionamento ed analisi delle acque

Elementi fondamentali un corretto progetto di monitoraggio ambientale sono la completezza, la continuità e la tempestività con cui tutte le informazioni e i dati verranno raccolti sia nelle stazioni di misura ubicate all'interno delle aree oggetto di indagine, sia nelle immediate vicinanze di esse. Con questi requisiti il Progetto di Monitoraggio potrà segnalare ogni eventuale rilevante variazione delle caratteristiche idrodinamiche ed idrochimiche delle acque sotterranee nell'intorno dell'area di monitoraggio e delle opere da realizzare.

La raccolta avverrà attraverso attività "una tantum", quali quelle di censimento pozzi e scarichi nelle immediate vicinanze delle aree di monitoraggio, e soprattutto tramite azioni programmate e ripetitive che costituiscono il cuore del progetto di monitoraggio:

- Rilevazione programmata dei livelli piezometrici delle acque sotterranee;
- Prelievo programmato di campioni dai piezometri costruiti ex-novo ed effettuazione analisi di laboratorio.

Le informazioni ricavate saranno riportate in apposite schede, che saranno il frutto di esperienze maturate precedentemente su analoghe problematiche; si avrà comunque cura ad operare una revisione critica alla luce di una gestione successiva dei dati ed ai fini del rispetto di tutti i criteri di qualità che connotano la gestione dei sistemi ambientali semplici o complessi.

Nella redazione della scheda informativa si terrà conto anche della successiva fruibilità dei dati che saranno raccolti in situ, pensando anche ad una loro eventuale elaborazione prima di essere inseriti in una banca dati.

Altri fattori concorrono poi in maniera decisiva alla validazione e alla rappresentazione delle informazioni che saranno raccolte, e sono:

- la distribuzione areale dei punti di misura;
- la durata temporale delle attività di monitoraggio in situ, per ciascuna delle aree;
- la scelta temporale dell'esecuzione delle misure;
- le modalità di esecuzione delle misure e dei campionamenti alle stazioni di controllo;
- la precisione e l'accuratezza con cui verranno fatte le misure ed i prelievi.

Per garantire un'esatta confrontabilità delle misure e dei dati, nelle diverse fasi temporali del monitoraggio ambientale, ai fini di una corretta interpretazione, bisognerà cercare di agire con le stesse modalità e condizioni, per ciascuna delle aree indagate e in ciascuna delle fasi temporali.

In particolare i campionamenti programmati dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura, e le scelte temporali d'esecuzione dei campionamenti dovranno tenere conto anche delle condizioni meteorologiche.

Infatti, bisognerà evitare, specie in aree interessate da intensa coltivazione agricola, di effettuare campionamenti in corrispondenza o subito dopo eventi piovosi, al fine di evitare di attribuire cambiamenti (temporanei) qualitativi delle acque sotterranee, alle attività di realizzazione dell'opera.

Per le letture delle altezze piezometriche è prevista, a differenza dei campionamenti che saranno caratterizzati da una maglia ristretta di punti di misura in coincidenza delle aree oggetto di studio, la raccolta del numero, il più elevato possibile, di misure piezometriche attraverso l'utilizzazione per esempio di tutti i piezometri, ancora funzionanti, realizzati nelle precedenti campagne esplorative, e di pozzi esistenti ove disponibile.

Le misure piezometriche saranno espresse in metri e centimetri, sia come distanza dal piano di campagna, sia come valore rapportato all'altezza sul livello del mare; i valori dei parametri fisico-chimico-biologici saranno espressi nelle unità di misura previste dalla normativa di riferimento e riportate su idonee schede di rilevamento.

Per quanto concerne la misura delle caratteristiche qualitative delle acque di falda, ai fini del monitoraggio saranno controllati alcuni parametri che saranno confrontati con i valori registrati durante la campagna di raccolta dati ante-operam, per verificare eventuali rilevanti modificazioni in senso peggiorativo, dovute alle attività di realizzazione dell'infrastruttura.

La sequenza dei parametri analizzati, deriva dall'esame delle normative attualmente vigenti e degli indirizzi che a livello comunitario sono emersi in particolare in materia di utilizzo e salvaguardia delle acque sotterranee.

Metodologie di misura e campionamento

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

Si dovrà indicare se al momento della misura il pozzo era in funzione o spento, in altre parole da quanto tempo risultava non in funzione. Si dovrà inoltre annotare se vi siano altri pozzi in funzione nelle immediate vicinanze e la loro distanza.

La misura della temperatura dell'acqua potrà essere effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico, ed andrà riportata con l'approssimazione del mezzo grado.

Il pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinate con pH-metro e conducimetro elettronici che andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della taratura saranno annotati su apposte schede.

Prelievo campioni acque sotterranee per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio

Il campionamento dai pozzi dovrà essere preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua, calcolato in relazione alle caratteristiche del pozzo stesso, in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramente rappresentativa della falda. Con la stessa pompa si provvederà poi a riempire direttamente le bottiglie come di seguito indicate:

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

Qualora il campionamento da pompa non fosse praticabile dovrà essere utilizzato un recipiente unico ben pulito per raccogliere le acque destinate alle analisi chimiche, riempiendo poi con quest'acqua le bottiglie ed evitando di lasciare aria tra il pelo libero e il tappo.

Il campionamento per le analisi batteriologiche, invece, richiede la massima attenzione nell'evitare qualsiasi contatto tra l'acqua e altri corpi estranei diversi dalla bottiglia sterile. La stessa bocca d'acqua va sterilizzata con fiamma a gas del tipo portatile.

Per pozzi invece non serviti da pompa si dovrà, per le analisi batteriologiche, campionare per immersione della bottiglia sterile sotto il pelo libero dell'acqua. Analoghe precauzioni, nei limiti delle possibilità, dovranno essere adottate per il campionamento da piezometri.

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi. Per la raccolta del campione si utilizzerà una scheda ed un verbale di campionamento idonei allo scopo.

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

- Sigla identificativa del pozzo o del piezometro
- Data e ora del campionamento
- Conservazione e spedizione

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

Metodologia di esecuzione delle analisi

Si riportano di seguito nella tabella 5 le metodologie d'analisi che dovranno essere utilizzate per le determinazioni di ciascun parametro chimico-fisico. Sono riportati contestualmente i limiti di rivelabilità che è possibile conseguire con l'adozione delle rispettive metodiche.

Parametri chimico-fisici	
Parametro	Metodo
Azoto ammoniacale	APAT-IRSA 4030
Arsenico	APAT-IRSA 3080
Calcio	APAT-IRSA 3130
Cloruri	APAT-IRSA 4090
COD	APAT-IRSA 5130
Durezza totale	APAT-IRSA 2040
Magnesio	APAT-IRSA 3180
Manganese	APAT-IRSA 3190
Mercurio	APAT-IRSA 3200
Azoto nitroso	APAT-IRSA 4050
Azoto nitrico	APAT-IRSA 4040
Potassio	APAT-IRSA 3240
Sodio	APAT-IRSA 3270
Solfati	APAT-IRSA 4140

Metalli e specie metalliche	
Parametro	Metodo
Cadmio	APAT-IRSA 3120
Cromo	APAT-IRSA 3150
Ferro	APAT-IRSA 3160

Metalli e specie metalliche	
Parametro	Metodo
Nichel	APAT-IRSA 3220
Piombo	APAT-IRSA 3230
Rame	APAT-IRSA 3250
Zinco	APAT-IRSA 3320

Composti organici mirati	
Parametro	Metodo
Pesticidi clorurati	APAT-IRSA 5090
Pesticidi fosforati	APAT-IRSA 5100
Antiparassitari, pesticidi	APAT-IRSA 5060
Idrocarburi policiclici aromatici	APAT-IRSA 5080

6.5 CRITERI PER LA SELEZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Per la scelta e la definizione dei punti di monitoraggio bisogna tenere conto di tutti i pozzi esistenti e che ricadono nel raggio di 200 m dal tracciato dell'opera in esame, censiti puntualmente e riportati negli appositi elaborati grafici. Oltre a questi andranno individuate quelle lavorazioni particolarmente rischiose dal punto di vista della preservazione delle acque sotterranee, come le opere d'arte con fondazioni profonde e le zone di cantiere.

Andranno quindi realizzati altri punti di monitoraggio, attraverso la creazione di pozzi nelle zone individuate come vulnerabili. In particolare verranno creati dei nuovi pozzi parallelamente all'asse dei viadotti ad una distanza di 50 m a valle rispetto al flusso delle acque sotterranee. Questo posizionamento permetterà di valutare direttamente gli eventuali abbassamenti di falda dovuti al drenaggio dovuto alle lavorazioni.

Non si rileva la presenza di punti di prelievo d'acqua destinata al consumo umano lungo il tracciato.

Gli obiettivi del programma di monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo per le diverse fasi temporali di costruzione dell'infrastruttura stradale (ante operam, corso d'opera e post operam), sono sintetizzabili come descritto nei paragrafi seguenti.

6.6 MONITORAGGIO ANTE OPERAM (MAO)

In questa fase si prevede di condurre gli accertamenti di seguito riportati:

- Acquisizione presso gli enti locali deputati al controllo delle acque sotterranee di tutti i dati disponibili che possono essere utili ai fini del progetto di monitoraggio;
- Coordinamento delle attività delle singole stazioni di misura sulla base del programma temporale dei lavori per i singoli interventi;
- Ottimizzazione temporale delle attività di misura e prelievo sulla base del programma temporale dei lavori per le opere ricadenti nelle singole aree di monitoraggio;
- Misura dei livelli piezometrici nei punti di misura (piezometri) e ove possibile definizione delle direzioni di flusso medio;

- Definizione delle caratteristiche fisico-chimico e batteriologiche delle acque sotterranee tramite il prelievo e l'analisi di campioni d'acqua dai piezometri di ciascun area;
- Censimento, già effettuato, di tutti i pozzi presenti nel raggio di 200 metri dal perimetro dell'area di monitoraggio, od eventualmente presenti in essa, con rilievo delle caratteristiche costruttive e individuazione degli usi della risorsa;
- Censimento di tutti gli scarichi sul suolo (civili abitazioni non allacciate al sistema fognario, aziende agricole che effettuano fertirrigazione) presenti a monte (rispetto al flusso presumibile medio areale di falda) situati a distanza di 200 metri dal perimetro dell'area sottoposta a monitoraggio;
- Ricostruzione di dettaglio della situazione idrogeologica locale effettuata sulla base dei dati delle perforazioni necessarie alla realizzazione delle stazioni di misura (piezometri).

Parametri da determinare nel MAO

I parametri da monitorare per le acque sotterranee in fase di monitoraggio ante operam sono quelli riportati in tabella nel paragrafo 6.3, indicati come Tipologia A.

6.6.1 Frequenza delle operazioni di MAO

Immediatamente prima della fase di costruzione e di accantieramento, nei luoghi scelti per il monitoraggio dovrà essere eseguita una serie di campagne complete di prelievi e misure, presso le stazioni realizzate ex-novo.

Tali campagne saranno finalizzate alla caratterizzazione qualitativa e quantitativa degli acquiferi, quale situazione di riferimento per individuare le eventuali modificazioni significative causate dall'intervento costruttivo. Le misurazioni saranno effettuate 1 sola volta.

Nella tabella seguente sono indicati i punti di monitoraggio rappresentati nella cartografia allegata (Planimetria dei punti di monitoraggio ambientale).

PMA_AIST_L4_01	Nell'area di Sottocantiere L4-01 (km 36,000)
PMA_AIST_L4_02	Nell'area di Sottocantiere L4-02 (km 36,650)
PMA_AIST_L4_03	Nell'area di Sottocantiere L4-03 (km 38,900)
PMA_AIST_L4_04	Nell'area di Cantiere principale L4-P01 (km 42,000)
PMA_AIST_L4_05	Nell'area di Sottocantiere L4-04 (km 42,150)
PMA_AIST_L4_06	Nell'area di Sottocantiere L4-05 (km 43,350)
PMA_AIST_L4_07	Nell'area di Sottocantiere L4-06 (km 44,950)
PMA_AIST_L4_08	Nell'area di Sottocantiere L4-07 (km 45,000)

6.7 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

In corso d'opera la durata degli accertamenti è variabile a seconda delle opere:

- Opere di attraversamento;
- Fasce di trattamento colonnare.

In questa fase si prevede:

- Misura dei livelli piezometrici nei punti di misura (piezometri) e controllo, ove possibile, della direzione media areale di flusso prevalente per ogni singola area sottoposta ad azione di monitoraggio, al fine di accertare eventuali modificazioni indotte dalla costruzione dell'opera; tali indagini saranno condotte per tutta la fase di corso d'opera dell'intero tratto stradale;
- Accertamento di eventuali variazioni significative delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque sotterranee, indotte dalla realizzazione di fondazioni profonde (pali) o di eventi accidentali che si possano verificare, tramite prelievo e l'analisi di campioni d'acqua dai piezometri di ciascun area.

Parametri da determinare nel MCO

Anche nel monitoraggio in corso d'opera i parametri da monitorare sono riportati nella tabella del par. 6.3, indicati come Tipologia B.

Si ricorda che i parametri indicati sono quelli considerati sensibili alle attività di costruzione e che la loro scelta dipende anche da quanto emerso in fase di monitoraggio ante operam. Infatti, qualora in fase ante operam siano individuati superamenti dei valori limite di concentrazione, ne verrà data opportuna comunicazione agli Enti di controllo; sulla base di tali risultati conseguiti in ante operam, verranno rivisti i parametri di monitoraggio proposti nel presente piano per la fase corso d'opera e si valuterà, in accordo con gli Enti preposti, l'aggiunta di ulteriori parametri da ricercare.

6.7.1 Frequenza delle operazioni di MCO

Le attività di monitoraggio proseguiranno per l'intera durata dei lavori, fino allo smantellamento delle aree logistiche fisse, mentre lungo la linea saranno monitorate le aree delle fondazioni profonde con prelievi e misurazioni più fitte qualora si dovessero verificare eventi accidentali potenzialmente dannosi per le falde acquifere; infatti, in qualsiasi momento potrà essere previsto un incremento delle attività di monitoraggio, fino alla completa esclusione di possibili danni.

Va sottolineato che lo svolgimento di tali campagne di misure, per la parte qualitativa, sarà riferito alla durata delle operazioni per le quali si prevede interferenza con la componente ambientale considerata, e cioè quello relativo al completamento delle opere di fondazione.

Si prevede una **frequenza** bimestrale di letture piezometriche per tutte le aree (prolungandole oltre la realizzazione della singola opera), mentre per le misure qualitative, si fissa una frequenza semestrale per tutti i parametri di tipo fisico chimico.

Per i piezometri collocati in corrispondenza degli attraversamenti di corsi d'acqua, e in corrispondenza di opere puntuali, si prevede di effettuare campagne di misure qualitative la cui durata sarà correlata alle attività di costruzione.

I punti di monitoraggio sono ovviamente gli stessi del Monitoraggio ante operam al fine di garantire il confronto degli stessi.

6.8 MONITORAGGIO POST OPERAM (MPO)

In quest'ultima fase sono programmati:

- Misura dei livelli piezometrici nei punti di misura (piezometri) e controllo della direzione media areale di flusso prevalente per ogni singola area sottoposta ad azione di monitoraggio, al fine di accertare eventuali modificazioni indotte dalla costruzione dell'opera;

- Accertamento di eventuali variazioni significative a lungo termine delle caratteristiche fisico-chimico delle acque sotterranee, indotte dalla realizzazione di fondazioni profonde (pali) o di eventi accidentali che si possano verificare, tramite il prelievo e l'analisi di campioni d'acqua dai piezometri di ciascun'area.

Parametri da determinare nel MPO

Anche nel monitoraggio post operam i parametri da monitorare sono riportati nella tabella del par. 6.3, indicati come Tipologia B.

Si ricorda che i parametri indicati sono quelli considerati sensibili alle attività di costruzione e che la loro scelta dipende anche da quanto emerso in fase di monitoraggio ante operam e in corso d'opera. Infatti, sulla base dei risultati conseguiti nelle precedenti fasi di monitoraggio verrà stabilito se continuare a ricercare il set di analiti minimo, ovvero verranno rivisti i parametri di monitoraggio e si valuterà, in accordo con gli Enti preposti, l'aggiunta di ulteriori parametri da ricercare.

6.8.1 Frequenza delle operazioni di MPO

Le attività di monitoraggio si estenderanno anche in tale fase temporale, anche se come precedentemente detto, le interferenze con la componente ambientale, si ridurranno notevolmente dopo gli interventi previsti. Un periodo pari a 2 anni dopo la fine della fase di corso d'opera, potrà essere ritenuto sufficiente al completamento delle attività di monitoraggio delle acque sotterranee, per tutte le aree sottoposte ad attività di monitoraggio: in questa fase, si prevede una **frequenza** trimestrale di letture piezometriche per tutte le aree (prolungandole oltre la realizzazione della singola opera), mentre per le misure qualitative, si fissa una frequenza semestrale per tutti i parametri di tipo fisico chimico.

I punti di monitoraggio sono ancora una volta gli stessi delle fasi precedenti.

6.9 SINTESI MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE

PUNTO DI MONITORAGGIO/FASE			POSIZIONE	INQUINANTI MONITORATI	ESECUZIONE DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
PMA_AIST_L4_01			Km 36+000 Sotto-cantiere L4-01	Vedi par. 6.3 – Tipologia A	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AIST_L4_02			Km 36+650 Sotto-cantiere L4-02	Vedi par. 6.3 – Tipologia A	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AIST_L4_03			Km 38+900 Sotto-cantiere L4-03	Vedi par. 6.3 – Tipologia A	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AIST_L4_04			Km 42+000 Cantiere principale	Vedi par. 6.3 – Tipologia A	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AIST_L4_05			Km 42+150 Sotto-cantiere L4-04	Vedi par. 6.3 – Tipologia A	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AIST_L4_06			Km 43+350 Sotto-cantiere L4-05	Vedi par. 6.3 – Tipologia A	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta

PUNTO DI MONITORAGGIO/FASE			POSIZIONE	INQUINANTI MONITORATI	ESECUZIONE DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
PMA_AIST_			Km 44+950 Sotto-cantiere L4-06	Vedi par. 6.3 – Tipologia A	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AIST_			Km 44+950 Sotto-cantiere L4-07	Vedi par. 6.3 – Tipologia A	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
	PMA_AIST_		Km 36+000 Sotto-cantiere L4-01	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
	PMA_AIST_		Km 36+650 Sotto-cantiere L4-02	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
	PMA_AIST_		Km 38+900 Sotto-cantiere L4-03	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
	PMA_AIST_		Km 42+000 Cantiere principale	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
	PMA_AIST_		Km 42+150 Sotto-cantiere L4-04	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
	PMA_AIST_		Km 43+350 Sotto-cantiere L4-05	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
	PMA_AIST_		Km 44+950 Sotto-cantiere L4-06	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
	PMA_AIST_		Km 45+000 Sotto-cantiere L4-07	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST_	Km 36+000 Sotto-cantiere L4-01	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST_	Km 36+650 Sotto-cantiere L4-02	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST_	Km 38+900 Sotto-cantiere L4-03	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST_	Km 42+000 Cantiere principale	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST_	Km 42+150 Sotto-cantiere L4-04	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)

PUNTO DI MONITORAGGIO/FASE			POSIZIONE	INQUINANTI MONITORATI	ESECUZIONE DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
		PMA_AIST _L4_06	Km 43+350 Sotto-cantiere L4-05	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST _L4_07	Km 44+950 Sotto-cantiere L4-06	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST _L4_08	Km 45+000 Sotto-cantiere L4-07	Vedi par. 6.3 – Tipologia B	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)

7. COMPONENTE SUOLO

7.1 PREMESSA

Il suolo è una matrice ambientale che si sviluppa dalla superficie fino ad una profondità di 1 metro.

Il monitoraggio di questa componente ha l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza e l'entità di fattori di interferenza dell'opera infrastrutturale sulle caratteristiche pedologiche dei terreni, in particolare quelli dovuti alle attività di cantiere.

Il concetto di "qualità" si riferisce alla fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati, infiltrazioni, ecc.) e dunque alla capacità agro-produttiva, ma anche a tutte le altre funzioni utili, tra cui principalmente quella di protezione. Più in generale misura la capacità del suolo di favorire la crescita delle piante, di proteggere la struttura idrografica, di regolare le infiltrazioni ed impedire il conseguente inquinamento delle acque.

Le alterazioni della qualità dei suoli possono essere riassunte in tre generiche tipologie:

- alterazioni fisiche;
- alterazione chimiche;
- alterazione biotiche.

Le attività di monitoraggio riguardano tre distinte fasi:

- **ante operam**, per conoscere le caratteristiche iniziali dei suoli interessati - Il monitoraggio ante operam, avendo come scopo quello di caratterizzare lo stato ed il tipo di suolo, fornirà un quadro di base delle caratteristiche del terreno, in modo da poter definire, successivamente, eventuali interventi per ristabilire condizioni di disequilibrio.
- di costruzione o in **corso d'opera** - Il monitoraggio in corso d'opera sarà mirato fondamentalmente al controllo di eventuali sversamenti accidentali di sostanze inquinanti e del corretto svolgimento delle attività di rimozione e deposizione della matrice pedologica.
- **post operam** - Il monitoraggio post operam sarà mirato fondamentalmente al controllo delle sostanze inquinanti dovute al traffico ordinario, una volta che l'infrastruttura verrà messa a regime.

7.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

Normativa nazionale:

- Decreto Legislativo n.4, in data 16 gennaio 2008, che riporta *“Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, recante norme in materia ambientale”*
- Decreto Legislativo n.284, in data 8 novembre 2006, relativo alle *“Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, recante norme in materia ambientale”*
- Decreto Legislativo n.152, in data 3 aprile 2006, che determina *“Norme in materia ambientale”*

- Decreto Ministeriale, in data 21 marzo 2005, concernente *“Metodi ufficiali di analisi mineralogica del suolo”*
- Decreto Ministeriale, in data 8 luglio 2002, che reca *“Approvazione ed ufficializzazione dei metodi di analisi microbiologica del suolo”*
- Decreto Legislativo n.31, in data 2 febbraio 2001, relativo alla *“Attuazione della Direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”*
- Decreto Ministeriale, in data 13 settembre 1999, concernente *“Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo”*
- Legge n.226, in data 13 luglio 1999, che riporta la *“Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 13 maggio 1999, n.132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile”*
- Decreto Presidente della Repubblica n.238, in data 18 febbraio 1999, che determina il *“Regolamento recante norme per l'attuazione di talune disposizioni del D.M. 01 agosto 1997, relativo ai Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo”*
- Decreto Presidente Consiglio dei Ministri, in data 4 marzo 1996, concernente le *“Disposizioni in materia di risorse idriche”*
- Decreto Presidente della Repubblica, in data 18 luglio 1995, relativo alla *“Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino”*
- Decreto Legislativo n.275, in data 12 luglio 1993, recante *“Riordino in materia di concessione di acque pubbliche”*
- Legge n.253, in data 7 agosto 1990, che riporta *“Disposizioni integrative alla L. 18 maggio 1989 n.183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”*
- Legge n.183, in data 18 maggio 1989, concernente *“Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”*
- Decreto Presidente della Repubblica n.236, in data 24 maggio 1988, relativo alla *“Attuazione della direttiva n. 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art.15 della legge 16 aprile 1987, n.183”*
- Regio Decreto n.1775, in data 11 dicembre 1933, che reca il *“Testo unico delle leggi sulle acque e gli impianti elettrici”*

Analisi fisiche e chimiche di campo e di laboratorio:

- Comunicazione della Commissione *“Verso una strategia tematica per la protezione del suolo”* COM(2002), n. 179 in data 16 aprile 2002.
- Decreto Ministeriale, in data 25 marzo 2002, riguardante le *“Rettifiche al decreto ministeriale 13 settembre 1999, riguardante l'approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo”*
- Decreto Ministeriale n. 471, in data 25 settembre 1999 *“Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica ed il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'art. 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modifiche e integrazioni”*.
- Decreto Ministeriale, in data 13 settembre 1999, relativo alla *“Approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo”*
- Decreto Ministeriale, in data 11 novembre 1998, concernente le *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le*

prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”

- Circolare Ministeriale n.30843, in data 24 settembre 1998, relativo alle “*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione*”
- Decreto Ministeriale, in data 1 agosto 1997, che reca la “*Approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica dei suoli*”

7.3 RISCHI DI DEGRADAZIONE CHIMICO-FISICA DEL SUOLO - INTERVENTI PER PIANIFICARE MITIGAZIONE E RIPRISTINO

7.3.1 I rischi

La qualità del suolo si manifesta principalmente attraverso due aspetti:

- la capacità del suolo a svolgere le funzioni di volta in volta necessarie a garantire il mantenimento di un equilibrio ambientale, economico, sociale, ecc.; tale capacità è legata principalmente alle caratteristiche strutturali ed ecologiche del suolo;
- l'adeguatezza all'uso correlata all'influenza delle attività umane che incidono in maniera più o meno intensa modificando talvolta drasticamente le caratteristiche naturali del suolo.

Secondo l'OCSE i principali processi di degradazione ambientale sono generalmente riconducibili all'erosione del suolo, alla sua sommersione, all'acidificazione, alla salinizzazione, alla sodicizzazione, al compattamento, alla formazione di croste superficiali e di strati compatti lungo il profilo, alla perdita di sostanza organica, al deterioramento della struttura, alla desertificazione, all'accumulo di sostanze tossiche, alla perdita di elementi nutritivi.

I due terzi dei suoli dell'Italia presentano preoccupanti problemi di degradazione, in virtù di una gestione territoriale non sempre corretta. Tali fenomeni di degradazione ambientale si sono più accentuati in quelle aree ove è stata più forte l'attività antropica, la quale non sempre è avvenuta in maniera compatibile con i criteri fondamentali della conservazione del suolo, anche se l'area su cui insiste la nuova infrastruttura non può ritenersi ricompresa tra quelle ad intensa attività antropica.

L'incremento di superficie adibita a scopo urbano, di infrastrutture e di reti di comunicazione può essere considerato come il principale ed il più evidente tipo di pressione gravante sul territorio. Oltre ad essere direttamente collegati alla perdita della risorsa, gli impatti sul suolo conseguenti a tale incremento si riassumono in perdita di valore qualitativo delle aree rurali, in frammentazione delle unità colturali ed in inquinamento da fonti diffuse diverse da quelle agricole. Il termine di urbanizzazione assume nello specifico il significato di cementificazione e “sigillatura” dei suoli ad opera dell'edificazione del territorio; ciò deriva dal fatto che gli interventi edificatori o infrastrutturali comportano il decorticamento e l'impermeabilizzazione della sede in cui si lavora.

Per l'infrastruttura in analisi, i problemi che possono essere causati alla matrice pedologica sono di tre categorie:

- perdita di materiale naturale
- contaminazione dei suoli dovuta ad incidenti
- impermeabilizzazione dei terreni.

La perdita del materiale risulta rilevante, in considerazione dell'entità dell'intervento in progetto. Il tracciato si sviluppa per lo più in rilevato senza nessuna galleria naturale che, come noto, implica la perdita di grosse quantità di materiale. In sede di monitoraggio bisognerà fare attenzione al controllo del mantenimento delle caratteristiche strutturali dei suoli nelle aree di cantiere, spesso utilizzate anche come siti di deposito temporaneo.

La contaminazione, sicuramente più probabile nelle aree di cantiere (per questo scelte come sedi dei punti di controllo), può essere tenuta sotto controllo. Normalmente gli sversamenti accidentali, per lo più dovuti ai mezzi di trasporto e di movimentazione, sono evidenti e pertanto si può correre ai ripari in tempi veloci garantendo un margine elevato di sicurezza. Nel caso dovessero verificarsi contaminazioni accidentali, si prevedranno delle indagini extra e specifiche, in modo da assicurare una soluzione tempestiva del problema, in contemporanea a controlli sulle acque superficiali e sotterranee. Diversamente, i sondaggi previsti saranno sufficienti a garantire un controllo adeguato.

L'ultimo problema, l'impermeabilizzazione dei suoli, è più legato alle caratteristiche strutturali intrinseche dell'opera che ad episodi specifici. La copertura del terreno con asfalto, il passaggio di mezzi pesanti, l'asportazione del materiale causano asfissia, compattazione o impoverimento del suolo stesso. Da ciò può derivare un'impermeabilizzazione dei terreni difficilmente reversibile. Oltretutto i suoli su cui si va ad agire sono già tendenzialmente argillosi e ciò potrebbe favorire il processo. Ciononostante, il problema è ridotto grazie alla fitta rete idrica superficiale e sotterranea ed alla vegetazione presente in loco, nonché alle mitigazioni ambientali nella loro totalità. I sondaggi garantiranno un controllo continuo dello stato dell'arte, anche se il progetto della SS-Olbia segue già un tracciato coerente con il criterio di cautela.

7.3.2 Gli interventi

Gli interventi di mitigazione e ripristino potranno essere diversi a seconda del tipo di problema incontrato.

Per quanto riguarda la perdita di materiale asportato, bisogna considerare che tutti i terreni utilizzati in sostituzione di questa porzione inerte avranno sicuramente migliori caratteristiche prestazionali, essendo stati scelti appositamente. La porzione eliminata, d'altro canto, sarà stoccata in apposite aree senza creare impatti particolari sul territorio. Dunque, la scelta oculata delle zone di cava e discarica è considerata di per sé un ottimo metodo per mitigare il problema della perdita del materiale naturale.

Per quanto concerne le eventuali contaminazioni in corso d'opera, saranno chiaramente attivate tutte le misure consolidate di prevenzione nelle aree di cantiere, quali:

- la realizzazione delle vasche di contenimento delle sostanze pericolose
- lo stoccaggio di materiale assorbente
- la predisposizione di aree predisposte per le movimentazioni pericolose
- ecc.

Nel caso dovessero concretizzarsi emergenze impreviste, verrà attivato comunque l'iter procedurale e le metodologie previste nel DM 471/99.

L'impermeabilizzazione dei suoli è un rischio difficilmente mitigabile, per evitare il quale ci si avvarrà del miglior utilizzo del sistema di canali, garantendo un buon funzionamento del sistema idraulico del territorio. Ad ogni modo, l'area circostante il tracciato è tuttora naturale e ciò, insieme alle mitigazioni ambientali, favorirà un buon mantenimento delle caratteristiche originarie della struttura pedologica.

7.4 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI MISURAZIONE

I parametri da raccogliere e le stesse fasi del monitoraggio saranno fondamentalmente di due tipi:

- la descrizione dei profili, mediante le apposite schede, la classificazione pedologica ed il prelievo dei campioni;
- l'analisi dei campioni in laboratorio per la determinazione di tutti i parametri riportati di seguito; tra questi, nella fase esecutiva, tutti o solo alcuni potrebbero essere presi in considerazione come indicatori (ciò dipenderà dalla significatività dei dati analitici).

7.4.1 Parametri chimico-fisici: in situ e/o in laboratorio

Umidità

Condizioni di umidità dell'orizzonte al momento del rilevamento:

Codice	Descrizione
1	Asciutto
2	Poco umido
3	Umido
4	Molto umido
5	Bagnato

Scheletro

Frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo.

Azoto totale e fosforo assimilabile

L'azoto, il fosforo ed il potassio sono i tre elementi minerali di maggiore importanza per le piante. Il potassio risulta fissato nel terreno ed è per questo poco dilavabile; gli altri due elementi sono invece facilmente dilavabili, soprattutto nel suolo in cumuli, e quindi costituiscono interessanti indicatori delle variazioni nel terreno accantonato.

Un terreno agrario contiene mediamente lo 0,10 - 0,15 % (raramente arriva a 0,2%) di azoto totale;

Di seguito si riportano una tabella indicativa di giudizio sulla dotazione di azoto totale e fosforo assimilabile in un terreno:

AZOTO TOTALE (%)	FOSFORO ASSIMILABILE (mg/kg)	GIUDIZIO
0,05	7	molto povero
0,10	14	scarsamente dotato
0,16	20	mediamente dotato
0,22	30	ben dotato
0,35	45	ricco

pH

Indica il grado di acidità e di alcalinità del suolo.

In base al pH i terreni possono essere distinti in:

TIPOLOGIA SUOLI	pH
periacidi	< 5,3
acidi	5,4-5,9

TIPOLOGIA SUOLI	pH
subacidi	6,0-6,7
neutri	6,7-7,2
subalcalini	7,3-8,1
alcalini	8,2-8,8
perialcalini	> 8,8

Per lo sviluppo dei vegetali i valori di pH devono in genere essere compresi tra 6,0 e 8,5.

Capacità di scambio cationico (CSC)

La capacità di scambio cationico è una misura della quantità di cationi che possono essere adsorbiti sui colloidi del suolo e può essere messa in relazione con la capacità dei suoli di immobilizzare metalli. La capacità di scambio cationico individua la quantità di cationi protetta dalla lisciviazione e, quindi, rappresenta uno dei parametri base per l'immediata valutazione del livello di fertilità chimica del terreno. Le principali sostanze solide responsabili di questa forma di ritenzione sono di tipo minerale, come le argille, e di tipo organico. La capacità di scambio cationico può essere valutata in base alle seguenti classi di giudizio:

C.S.C. (meq/100 gr)	GIUDIZIO AGRONOMICO
< 5	Livello molto basso
5 - 10	Livello basso
10 - 20	Livello medio
20 - 40	Livello alto
> 40	Livello molto alto

Carbonio organico

La sostanza organica contribuisce alla fertilità organica del suolo e, più in generale, all'accrescimento vegetale esercitando effetti indiretti ed effetti diretti sulle proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo.

Effetti indiretti:

PROPRIETA'	EFFETTI
Colore scuro	Favorisce il riscaldamento del suolo
Capacità di idratazione (ritenzione idrica delle sostanze umiche)	Previene l'essiccamento, quindi il deterioramento della struttura del suolo e degli organismi che ci vivono
Capacità di legame con i minerali	Agisce come cementante, induce la formazione di aggregati stabili, condiziona struttura, permeabilità e scambi gassosi
Potere tampone	Stabilizza il pH
CSC (fino al 70 % del totale)	Permette la nutrizione minerale delle piante e determina la capacità di trattenere e rilasciare sostanze
Si decompone e si mineralizza	Rilascia CO ₂ , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ⁻ , SO ₄ ²⁻
Capacità di formare complessi stabili (chelati) con microelementi.	Condiziona la solubilità e la disponibilità di molti microelementi, quali rame (Cu ²⁺), manganese (Mn ²⁺), Zinco (Zn ²⁺) ed altri
Capacità di interagire con fitofarmaci e sostanze xenobiotiche	Ne condiziona bioattività, persistenza, biodegradabilità e ne influenza i criteri di somministrazione e dosaggio
Limitata solubilità in acqua	Previene lisciviazione e percolazione

Effetti diretti:

Aumento velocità di germinazione ed assorbimento acqua accelerato
Iniziazione stimolata e sviluppo radici laterali
Stimolazione della crescita e allungamento cellulare
Stimolazione della crescita di germogli e radici

Assorbimento di macroelementi
Assorbimento di microelementi
Assorbimento diretto di sostanze uniche
Influenza sulla permeabilità delle membrane cellulari
Influenza sulla fotosintesi e sulla respirazione
Influenza sulla sintesi proteica e degli acidi nucleici
Azione ormono-simile

Le indagini saranno volte a constatare che i suoli non perdano le loro caratteristiche iniziali di fertilità.

Calcare attivo

Calcio carbonato presente nel suolo che, per natura chimica, cristallinità e grado di suddivisione, risulta caratterizzato da elevata reattività. Esprime la percentuale in peso dei carbonati finemente suddivisi e facilmente solubilizzabili. Sono distinte le seguenti classi di contenuto:

Classi	Calcare attivo (%)
Assente	< 0,5%
Basso o moderato	0,5-10%
Alto o molto alto	>10%

Al di sopra del valore soglia del 10% spesso si determinano processi di fissazione del P e di riduzione della disponibilità di alcuni elementi minori (specialmente del Fe, causa della clorosi). L'assenza di calcare attivo è considerata limitante per alcune colture erbacee, pertanto l'indagine è mirata a constatare eventuali riduzioni o aumenti significativi dello stesso, che andrebbero ad intaccare le capacità nutritive del suolo stesso.

Metalli pesanti

Pur in assenza di un effettivo collegamento a livello nazionale che consenta una precisa conoscenza dei contenuti caratteristici, e spesso tra loro molto differenti, dei metalli pesanti nelle diverse regioni italiane, è possibile individuare un intervallo di concentrazione per ogni singolo metallo che può essere ragionevolmente definito "normale". Nella Tabella seguente vengono riportati i valori di concentrazione.

I dati derivano dalle analisi di suoli campionati in almeno 10 regioni italiane (Barbafieri et al. 1996).

I valori di concentrazione riportati presentano alcune specificità che derivano sia dall'evoluzione dei substrati pedogenetici caratteristici di alcune aree mediterranee (Nichel), sia da particolari attività di carattere antropico (Piombo, Zinco, Rame).

In ogni caso è opportuno sottolineare come in presenza di questi valori non si siano mai verificati fenomeni di fitotossicità, né particolari problemi di carattere ambientale.

Valori di concentrazione di alcuni metalli pesanti accertati in suoli coltivati e naturali

Metalli	Concentrazione (mg x kg ⁻¹) di alcuni metalli pesanti riscontrabili in suoli coltivati e naturali
Cadmio	0,1 - 5
Cobalto	1 - 20
Cromo	10 - 150
Manganese	750 - 1000
Nichel	5 - 120
Piombo	5 - 120
Rame	10 - 120
Zinco	10 - 150

Indicatori di contaminazione attività di cantiere

Su richiesta di ARPAS, saranno ricercati alcuni indicatori di contaminazione derivanti da fenomeni di dilavamento della strada e/o dalle attività di cantiere.

In particolare saranno ricercati i seguenti parametri:

- Idrocarburi (C>12, C<12)
- Composti alifatici clorurati
- IPA
- BTEX

7.5 DEFINIZIONE DELLE PROCEDURE DI MISURAZIONE

Un'osservazione pedologica necessita di uno scavo o una trivellata, ossia un taglio o una perforazione verticale che attraversi il suolo. Lo scavo consente di mettere a nudo una sezione verticale ed evidenziarne il profilo, profondo pochi centimetri o alcuni metri. Con il metodo delle carote, invece, prevede il prelievo di una carota o cilindro di terreno in modo da poterne vedere i vari strati. Non sempre è possibile effettuare lo scavo, in quanto l'escavazione richiede spazi più grandi. Laddove non sarà possibile effettuare lo scavo, si realizzerà una trivellata.

Preliminarmente allo scavo o perforazione, si registreranno sempre i riferimenti geografici e temporali e i caratteri stazionali dell'area di appartenenza.

7.5.1 Trivellate pedologiche

Le trivellate saranno effettuate manualmente, con l'uso della trivella pedologica a punta elicoidale, a diametro di 6 cm, fino ad 1,5 m di profondità se non si incontrano roccia, pietre o ghiaia che rendano impossibile un ulteriore approfondimento della trivella.

La trivellata seguirà le seguenti fasi:

- ruotare la trivella su se stessa per scavare;
- portare lo strumento fuori dal buco e trasferire il campione su un telo di plastica o una tavolozza senza romperlo e soprattutto senza perderne la distribuzione verticale;
- ripetere le operazioni 1 e 2 fino al raggiungimento di 1,5 m, sistemando ogni campione sotto l'ultimo prelevato.

Per ogni punto di misura sarà effettuata una sola trivellata.

7.5.2 Scavi pedologici

Lo studio dei profili prevede l'apertura di buche utilizzando una ruspa (è realizzabile anche a mano), alla profondità di 1,5 m (massima profondità consentita per scavi di terra senza protezione laterale). Nel caso di presenza di falda, lo scavo si arresterà alla stessa. Il profilo deve presentare una parete verticale ben illuminata su cui effettuare, per ciascun orizzonte, le osservazioni ed il prelievo di campioni di suolo.

Gli scavi saranno ubicati in modo da rappresentare la variabilità geomorfologica dell'area in esame.

7.5.3 Profili pedologici (trivellate e scavi)

Prima di procedere a qualunque tipo di esame, si fotograferà lo scavo e/o la carota, in modo da lasciare anche traccia visiva dell'indagine.

7.5.4 Analisi di laboratorio

Su campioni prelevati dagli orizzonti superficiali del terreno sono effettuate analisi di laboratorio volte a definire le caratteristiche dei suoli (ante operam) e valutarne la modificazione in corso d'opera a seguito degli interventi effettuati in connessione alla realizzazione dell'opera.

Si riportano le generalità per ogni componente, dettate dal D.M. 13/09/1999, che definisce i metodi per le analisi di laboratorio. Ogni analisi presenta nel DM diverse possibili metodologie.

Preparazione del campione e RILEVAZIONE GRANULOMETRICA

Il metodo di preparazione dei campione da sottoporre ad analisi è finalizzato a consentire che:

- la più piccola pesata prevista dai metodi di analisi sia rappresentativa del suolo in esame,
- non vengano apportate modificazioni di composizione tali da alterare sensibilmente le varie solubilità nei differenti reattivi estraenti;
- possa essere valutata la quantità di particelle con diametro inferiore a 2 mm.

Le percentuali di sabbia, limo e argilla presenti nella terra fine saranno definite seguendo i triangoli tessiturali della Soil Taxonomy.

Carbonio organico

Metodo di Walkley – Black: Il carbonio organico viene ossidato ad anidride carbonica, in condizioni standardizzate, con soluzione di potassio bicromato in presenza di acido solforico.

La velocità della reazione viene favorita dall'innalzamento della temperatura conseguente alla brusca diluizione dell'acido. Dopo un tempo stabilito, la reazione viene interrotta per aggiunta di opportuna quantità di H₂O e la quantità di potassio bicromato che non ha reagito viene determinata per titolazione con una soluzione di ferro (II) solfato eptaidrato. Il punto finale della titolazione viene accertato con l'aggiunta di un opportuno indicatore di ossidoriduzione o per via potenziometrica utilizzando un elettrodo di platino.

pH

pH-metro con compensazione della temperatura, elettrodo di vetro con elettrodo di riferimento o elettrodi combinati preferibilmente in soluzione di CaCl₂.

Capacità di scambio cationico

Determinazione della capacità di scambio cationico con ammonio acetato: lo scambio tra i cationi presenti sulle superfici degli scambiatori del suolo e lo ione ammonio, della soluzione scambiante di

ammonio acetato viene effettuato prima per agitazione e successivamente per lisciviazione. L'eccesso della soluzione di ammonio acetato viene eliminato con ripetuti lavaggi con etanolo. Successivamente, si procede alla determinazione dell'ammonio adsorbito per distillazione secondo Kjeldahl, operando direttamente sul campione o su un'aliquota della soluzione ottenuta lisciviando il NH_4^+ -suolo con una soluzione di sodio cloruro.

Calcare Attivo

Determinato facendo reagire a freddo un campione di terra fine con un eccesso di soluzione di ammonio ossalato. La quantità di ammonio ossalato che non ha reagito viene valutata per titolazione con soluzione di potassio permanganato.

Azoto Totale

L'azoto può essere determinato mediante analizzatori elementari o per distillazione secondo Kjeldahl:

- gli analizzatori disponibili in commercio funzionano essenzialmente sulla base del metodo Dumas (1831). Il metodo analitico originale è fondato sulla completa ed istantanea ossidazione del campione per "flash combustion", con conseguente conversione di tutte le sostanze organiche ed inorganiche in prodotti gassosi. I gas di combustione vengono fatti passare, in corrente di elio, su strato di opportuno catalizzatore, per completare il processo di ossidazione, e, quindi, su strato di rame, per allontanare l'eccesso di ossigeno e per ridurre gli ossidi di azoto ad azoto molecolare (N_2). Successivamente, la miscela gassosa viene separata per gascromatografia e CO_2 , N_2 , H_2O e SO_2 vengono rilevati da un detector a conducibilità termica;
- secondo la distillazione di Kjeldahl, l'azoto ammoniacale viene distillato in ambiente alcalino e assorbito in soluzione a titolo noto di acido solforico. L'eccesso di acido solforico viene titolato con soluzione a titolo noto di sodio idrossido.

Fosforo Assimilabile

Il campione viene trattato con acido solforico, perossido di idrogeno e acido fluoridrico. Il contenuto di fosforo è determinato per spettrofotometria con il metodo all'acido ascorbico.

Per i suoli acidi e per quelli caratterizzati dalla presenza di calcio carbonato si utilizza il Metodo Olsen. La presenza nella soluzione di sodio bicarbonato di ioni carbonato e ossidrile abbassa l'attività di Ca^{2+} e di Al^{3+} con conseguente incremento della solubilità del fosforo (P).

Nel suoli calcarei, l'aumentata solubilità del calcio fosfato deriva dalla diminuzione della concentrazione del calcio dovuta all'elevata presenza di ioni carbonato ed alla conseguente precipitazione di CaCO_3 . Nei suoli acidi o neutri, la solubilità dei fosfati di alluminio e di ferro viene incrementata dall'aumento della concentrazione degli ioni ossidrile che induce diminuzione della concentrazione di Al^{3+} con formazione di ioni alluminio, e di Fe^{3+} , con precipitazione di ossidi. Deve essere tenuto presente, altresì, che, a pH elevato, l'aumento delle cariche negative e/o la diminuzione dei siti di adsorbimento sulle superfici degli ossidi di alluminio e di ferro può portare al desorbimento del fosforo fissato.

Il contenuto di fosforo viene determinato per spettrofotometria con il metodo all'acido ascorbico.

7.6 STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE PER LA MATRICE PEDOLOGICA

7.6.1 I suoli

Non esistendo studi empirici di settore sulla zona di interesse, si considereranno le informazioni reperite in letteratura regionale, nazionale ed internazionale. Successivamente, il monitoraggio ante operam, potrà dare un'idea più precisa, sito per sito.

Per la caratterizzazione pedologica attuale si rimanda alle carte pedologiche facenti parte integrante dello Studio di Impatto Ambientale.

L'area in oggetto è a clima mediterraneo da sub-continentale a continentale, caratterizzato da precipitazioni da medie a molto basse in primavera, autunno ed inverno, da un lungo periodo secco e torrido in estate ed inverni freddi. Il pedoclima tipico può essere caratterizzato da diversi regimi di umidità e temperatura:

- xerico (suolo umido d'inverno e secco per lunghi periodi d'estate); xerico secco (la siccità del suolo si prolunga per almeno tutta l'estate); localmente ustico (disponibilità idrica molto limitata, ma presente per qualche tempo durante il periodo di maggiore evapotraspirazione);
- termico (temperature tra 15 e 22 °C); localmente mesico (temperature tra 8 e 14,9 °C).

I principali processi di degradazione del suolo sono attribuiti all'erosione da parte dell'acqua per la zona collinare, alla competizione tra uso agricolo e non agricolo del suolo per la zona di pianura. Sono molto comuni fenomeni di erosione superficiale e di movimenti di masse, che contribuiscono a ridurre il già scarso contenuto in sostanza organica di alcuni suoli agricoli.

7.6.2 L'uso del suolo

Il Lotto 4 è interamente intestato su aree agroforestali (244) e su seminativi non irrigui (211) a parte qualche piccola sovrapposizione su aree agroforestali (244) di modestissima entità.

7.7 CRITERI PER LA SCELTA ED INDICAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

La selezione delle aree di indagine è stata impostata con la finalità di testimoniare la situazione e l'evoluzione della qualità dei suoli, scegliendo in particolare le aree di rimozione e deposizione del terreno (cantieri). Il suolo sarà estratto principalmente in corrispondenza della piattaforma stradale ed in minima parte presso i viadotti.

Le indagini si concentrano in zone in cui le attività svolte possano determinare incidenti, sversamenti, accumuli, perdite di sostanze inquinanti, come soprattutto le attività di carico e scarico o di immagazzinamento possono comportare. Il campionamento deve inoltre essere mirato a controllare il corretto svolgimento delle attività di deposito e di lavorazione dei materiali. Per questo, sono stati selezionati tutti i cantieri come siti d'indagine, essendo le aree fondamentali per tali attività.

Pertanto, i monitoraggi verranno effettuati nell'area del cantiere principale al km 40+840, e nelle 7 aree di sottocantiere poste in corrispondenza delle aree in cui verranno realizzate le opere d'arte.

La aree di monitoraggio (Tab.1) sono quindi facilmente identificabili:

- ante operam: sarà effettuata 1 trivellata e 1 profilo pedologico per ogni cantiere;
- in corso d'opera: i siti, il numero delle trivellate e dei profili pedologici saranno gli stessi della fase ante operam (1 scavo e 1 profilo pedologico per ogni cantiere per ogni anno);
- post operam: è stato selezionato, per ciascun lotto, un punto di campionamento tra quelli ritenuti particolarmente sensibili per la loro posizione rispetto al tracciato; per il lotto 4 il punto di campionamento previsto ricade nel cantiere principale, (PMA_PEDO_L4_07 e PMA_PEDO_L4_08). Inoltre, in risposta ad una specifica richiesta di ARPAS, saranno valutati anche alcuni punti in prossimità degli scarichi delle vasche di prima pioggia, all'interno dei sottocantieri L4-01, L4-02e L4-05. Si avrà sempre 1 scavo e 1 profilo pedologico per ognuno.

7.8 LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Nella tabella seguente sono indicati i punti di campionamento rappresentati nella cartografia allegata (Planimetria dei punti di monitoraggio ambientale).

Cantiere	Identificativo	Posizione risp. al tracciato	N. scavi	Fase post operam
Sottocantiere L4-01	PMA_PEDO_L4_01	km 36,00	1	SI
Sottocantiere L4-02	PMA_PEDO_L4_03	km 36,650	1	SI
Sottocantiere L4-03	PMA_PEDO_L4_05	km 38,900	1	NO
Cantiere principale L4-P01	PMA_PEDO_L4_07	km 42,000	1	SI
Sottocantiere L4-04	PMA_PEDO_L4_09	km 42,150	1	NO
Sottocantiere L4-05	PMA_PEDO_L4_11	km 43,350	1	SI
Sottocantiere L4-06	PMA_PEDO_L4_13	Km 44,950	1	NO
Sottocantiere L4-06	PMA_PEDO_L4_15	Km 45,000	1	NO

Per tutti i cantieri, il punto di monitoraggio sarà posizionato nell'area di stoccaggio materiali o nella zona di deposito temporaneo in funzione dei potenziali impatti riscontrabili. I punti di monitoraggio posizionati nelle aree di deposito temporaneo materiali verranno anche utilizzati per le indagini sulle acque sotterranee e dunque gli scavi saranno utilizzati per posizionare i piezometri, con le modalità indicate nel piano di monitoraggio delle acque sotterranee.

7.9 FREQUENZA DEGLI ACCERTAMENTI

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" o di partenza.

Le indagini in **corso d'opera** presso i cantieri verranno realizzate con cadenza annuale per tutta la durata della realizzazione dell'opera. Nel caso dovessero verificarsi eventi eccezionali (sversamenti accidentali o altri tipi di incidenti connessi alla matrice pedologica), si potranno prevedere indagini suppletive estemporanee, selezionando anche solo una parte dei parametri da indagare, a seconda del tipo di problema da monitorare e affrontare. L'ultimo monitoraggio dovrà necessariamente coincidere con il momento di chiusura definitiva dei lavori, in modo da poter attivare il funzionamento dell'infrastruttura senza problemi insoluti.

Il monitoraggio **post operam** sarà realizzato una sola volta, un anno dopo la messa in esercizio dell'opera, per le aree di cantiere, mentre in prossimità degli scarichi delle vasche di prima pioggia sarà realizzato un monitoraggio con cadenza semestrale per una durata complessiva di due anni.

7.10 SINTESI DEL MONITORAGGIO SUOLO

I dati raccolti nella campagna di monitoraggio saranno descritti in schede riassuntive, in relazione alle aree di cantiere ed ai profili del suolo, secondo due gruppi di dati: anagrafici e parametri rilevati.

Sarà redatta una relazione iniziale per quel che concerne il monitoraggio ante operam, una intermedia al termine della costruzione dell'opera comprendente tutte le fasi di indagine in cui, oltre ai dati intrinseci della matrice pedologica, dovranno essere descritti geomorfologia e aspetti superficiali per ogni cantiere/campo base, per tutte le indagini effettuate, ed una finale in concomitanza con il monitoraggio post operam. In tal modo si avrà anche un'indicazione dei cambiamenti in itinere. Inoltre, nel corso dello svolgimento di tutta l'azione di monitoraggio si devono prevedere dei report costanti dopo ogni campagna, che siano riassuntivi dei dati raccolti e che evidenzino eventuali valori anomali, in modo da tenere sotto controllo possibili situazioni di criticità.

I profili pedologici e gli elaborati di sintesi saranno elaborati indicando le aree caratterizzate da uniformità pedologica. I dati del monitoraggio in corso d'opera saranno confrontati con quelli relativi alla situazione indisturbata ante operam e con quelli relativi alla normativa per l'eventuale adozione di misure di mitigazione da effettuarsi post operam.

I punti di monitoraggio, la posizione, i parametri di monitoraggio e la frequenza di monitoraggio sono riportati nella tabella a seguire.

PUNTO DI MONITORAGGIO/FASE			POSIZIONE	INQUINANTI MONITORATI	ESECUZION E DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
PMA_PED O_L4_01			Km 36+000 Sotto-cantiere L4-01	Umidità, scheletro, granulometria, azoto totale, fosforo assimilabile, pH, capacità di scambio cationico, frazione di carbonio organico, calcare attivo, metalli (cadmio, cobalto, cromo, manganese, nichel, piombo, rame, zinco), idrocarburi (C>12, C<12), composti alifatici clorurati, IPA, BTEX.	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_PED O_L4_03			Km 36+650 Sotto-cantiere L4-02		Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_PED O_L4_05			Km 38+900 Sotto-cantiere L4-03		Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_PED O_L4_07			Km 42+000 Cantiere principale		Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_PED O_L4_09			Km 42+150 Sotto-cantiere L4-04		Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_PED O_L4_11			Km 43+350 Sotto-cantiere L4-05		Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_PED O_L4_13			Km 44+950 Sotto-cantiere L4-06		Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_PED O_L4_15			Km 45+000 Sotto-cantiere L4-07		Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta

PUNTO DI MONITORAGGIO/FASE			POSIZIONE	INQUINANTI MONITORATI	ESECUZION E DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
	PMA_PEDO _L4_01		Km 36+000 Sotto-cantiere L4-01	Umidità, scheletro, azoto totale, fosforo assimilabile, pH, capacità di scambio cationico, frazione di carbonio organico, calcare attivo, metalli (cadmio, cobalto, cromo, manganese, nichel, piombo, rame, zinco), idrocarburi (C>12, C<12), composti alifatici clorurati, IPA, BTEX.	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO _L4_03		Km 36+650 Sotto-cantiere L4-02		Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO _L4_05		Km 38+900 Sotto-cantiere L4-03		Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO _L4_07		Km 42+000 Cantiere principale		Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO _L4_09		Km 42+150 Sotto-cantiere L4-04		Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO _L4_11		Km 43+350 Sotto-cantiere L4-05		Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO _L4_13		Km 44+950 Sotto-cantiere L4-06		Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO _L4_15		Km 45+000 Sotto-cantiere L4-07		Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno

PUNTO DI MONITORAGGIO/FASE			POSIZIONE	INQUINANTI MONITORATI	ESECUZION E DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
		PMA_PED O_L4_01	Km 36+000 Sotto-cantiere L4-01	Umidità, scheletro, granulometria, azoto totale, fosforo assimilabile, pH, capacità di scambio cationico, frazione di carbonio organico, calcare attivo, metalli (cadmio, cobalto, cromo, manganese, nichel, piombo, rame, zinco), idrocarburi (C>12, C<12), composti alifatici clorurati, IPA, BTEX.	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura 2 volte /anno
		PMA_PED O_L4_03	Km 36+650 Sotto-cantiere L4-02		Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura 2 volte /anno
		PMA_PED O_L4_07	Km 42+000 Cantiere principale		Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 1 volta /anno
		PMA_PED O_L4_11	Km 43+350 Sotto-cantiere L4-05		Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura 2 volte /anno

8. COMPONENTE VEGETAZIONE FLORA E FAUNA

Come già anticipato nella premessa al presente documento, per una completa esposizione del monitoraggio della Componente Vegetazione Flora e Fauna si rimanda ad elaborato specifico (“Relazione sul piano di monitoraggio ambientale per Flora e Fauna” - cod. DPCA03E1004MO00MOARE03B) allegato al Progetto Esecutivo, ed alle planimetrie riferentesi allo stesso.

9. COMPONENTE RUMORE

9.1 INTRODUZIONE E OBIETTIVI

Il Progetto di Monitoraggio ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera e di valutare se tali variazioni sono imputabili alla costruzione dell'opera o al suo futuro esercizio, al fine di ricercare le azioni correttive che possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni accettabili.

Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione progettati e posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura stradale;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Assunti come "punto zero" di riferimento i livelli sonori attuali (ante operam), si procederà alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione delle attività di cantiere e infine sarà effettuata la rilevazione dei livelli sonori nella fase post operam, relativa all'esercizio della nuova Sassari-Olbia.

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

- testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri ed all'esercizio dell'infrastruttura stradale di progetto;
- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, la "situazione di zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera;
- consentire un'agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli interventi di mitigazione previsti nel progetto acustico.

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

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

Il monitoraggio dell'opera, nelle sue diverse fasi, è stato programmato al fine di tutelare il territorio e la popolazione residente dalle possibili modificazioni che la costruzione dell'opera ed il successivo esercizio possono comportare. In fase di esecuzione delle opere il sistema di accertamenti predisposto funge anche da sensore di allarme.

Si è quindi previsto di rilevare sia il rumore immesso nell'ambiente direttamente dai cantieri operativi e dal fronte di avanzamento lavori, sia il rumore generato nelle aree circostanti la viabilità esistente dal traffico dovuto alle attività di cantiere nei loro percorsi (percorso cava – cantiere, percorso cantiere - cantiere, ecc.).

L'impatto acustico della fase di cantiere ha caratteristiche di temporaneità, in alcun modo correlate all'inquinamento da rumore prodotto dalla futura strada. Nelle aree di cantiere sono inoltre presenti numerose sorgenti di rumore, che possono realizzare sinergie di emissione acustica, in corrispondenza del contemporaneo svolgimento di diverse tipologie lavorative.

Sulla base di tali considerazioni, è stata quindi effettuata una valutazione preventiva dei luoghi e dei momenti caratterizzati da un rischio di impatto particolarmente elevato (intollerabile cioè per entità e/o durata) nei riguardi dei recettori presenti, che ha consentito di individuare i punti maggiormente significativi in corrispondenza dei quali si è previsto di realizzare il monitoraggio.

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

- confronto degli indicatori definiti nello "stato di zero" con quanto rilevato in corso di esercizio dell'opera;
- controllo ed efficacia degli interventi di mitigazione realizzati.

A tale proposito, i rilevamenti che verranno effettuati consentiranno di quantificare l'efficacia delle opere di mitigazione realizzate, che sono state localizzate sulla base di quanto previsto nell'ambito dello studio di mitigazione acustica.

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'infrastruttura di cui si tratta e alle caratteristiche dei recettori individuati nelle attività di censimento.

9.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Ai fini della realizzazione della campagna di monitoraggio dell'inquinamento acustico della tratta stradale, si è fatto riferimento agli strumenti normativi attualmente vigenti, sia in ambito nazionale sia internazionale.

Tali norme sono relative alle grandezze ed ai parametri da rilevare, ai sistemi di rilevazione, alle caratteristiche della strumentazione impiegata, ai criteri spaziali e temporali di campionamento, alle condizioni meteorologiche ed alle modalità di raccolta e presentazione dei dati.

Vengono di seguito elencati i principali riferimenti normativi che sono stati adottati per la stesura del progetto di monitoraggio ambientale dell'inquinamento acustico nonché alcuni articoli tecnici di settore inerenti all'argomento.

- Decreto del Presidente della Repubblica 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".
- D.L. 4 settembre 2002, n.262 e s.m. "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto".
- D.M. 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, di piani di contenimento e abbattimento del rumore".
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico".
- D.P.C.M. 14 novembre 1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".
- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico.

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”.
- D.P.C.M. 27 dicembre 88 n. 377 “Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all’art. 6 della legge 8 luglio 1986 n. 349, adottate ai sensi dell’art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 10 agosto 1998”.
- Norme ISO 1996/1, 1996/2 e 1996/3 relativa alla “Caratterizzazione e misura del rumore ambientale”.
- Norma UNI 9884 relativa alla “Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale”.
- Norma UNI 9433 relativa alla “Valutazione del rumore negli ambiti abitativi”.

9.3 DOCUMENTAZIONE DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale è stato redatto sulla base della seguente documentazione:

- Elaborati dello Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.)
- Elaborati di progetto
- Relazione sulla cantierizzazione

In fase di redazione dello Studio d’Impatto Ambientale è stato realizzato il censimento dei recettori allo scopo di individuare e caratterizzare, dal punto di vista territoriale ed acustico, gli edifici localizzati all’interno della fascia di 250 m per lato dal ciglio dell’infrastruttura stradale di progetto, ed eventuali recettori particolarmente sensibili (case di cura, ospedali, ecc.) entro la fascia di 500 m per lato dal ciglio dell’infrastruttura stradale di progetto.

È stata inoltre effettuata l’analisi delle classificazioni acustiche proposte dai Comuni, consentendo di individuare eventuali zone sensibili in cui i livelli di emissione risultano particolarmente ristrettivi.

Dalle ricognizioni compiute risulta che nel territorio attraversato dall’infrastruttura non si riscontra la presenza di ospedali, case di cura o case di riposo.

Le aree di cantiere, situate lungo il tracciato stradale, sono suddivise in base alle attività, nelle seguenti due tipologie:

- cantiere principali;
- sotto-cantieri.

La prima categoria rappresenta i cantieri, la cui permanenza corrisponde al tempo di realizzazione dell’opera; essi, posti in posizione baricentrica rispetto all’area da asservire, forniscono il supporto strumentale e operativo per le operazioni previste assicurando lo stoccaggio dei mezzi e dei materiali, le forniture al fronte di avanzamento lavori fungendo da campi base per le maestranze, mentre i sotto-cantieri sono quelli che verranno realizzati laddove dovranno essere realizzate le opere d’arte (ponti e cavalcavia)

È da osservare che si prevedono necessariamente particolari attività rumorose quali demolizioni, movimenti terra, lavorazioni presso gli imbocchi di gallerie artificiali, transito di automezzi.

9.3.1 Clima acustico attuale

Al fine di ottenere un'indicazione sui livelli di rumorosità preesistenti nella fascia di territorio adiacente il previsto tracciato di progetto è stata effettuata una campagna di rilievi strumentali lungo il tracciato della strada statale n. 597 e n. 199.

Nel tratto di strada in oggetto è stata identificata lungo il Lotto 4 n. 1 postazione di rilievo.

Nella scelta della postazione si è privilegiata sia la presenza di recettori sensibili nelle immediate vicinanze della strada, sia la presenza dei cantieri previsti durante la fase realizzazione. Tutti i rilievi comunque sono stati scelti all'interno della fascia di pertinenza dell'infrastruttura stessa.

Sono stati eseguiti rilievi di 15 minuti ciascuno nelle sette posizioni distinte lungo il tracciato; per ciascuna posizione sono stati ripetuti i rilievi in tre periodi differenti della giornata.

Per ciascun rilievo sono stati misurati tutti i dati di interesse per una corretta valutazione: oltre il valore del livello equivalente ponderato A e ai livelli percentili si è anche censito il numero dei transiti dei mezzi veicolari rilevati durante la misura acustica.

Nella tabella sotto si riassumono i rilievi effettuati.

posizione	diurno	diurno	notturno	Posizione rispetto al nuovo tracciato
1	72.8	70.8	68.0	Progressiva km. 36,455 T2 (Lotto 4)

Per i dettagli sulla campagna di rilevamenti fonometrici effettuati nello scenario ante operam nell'ambito del presente studio, si rimanda al SIA, dove sono riportate le schede di rilevamento con i relativi risultati e una planimetria con l'individuazione del punto di misura.

Si riportano di seguito le considerazioni principali emerse dai risultati ottenuti:

- la dominanza dei livelli sonori nella fascia di territorio interessata dal proposto intervento è attualmente connessa al traffico veicolare presente sulle attuali arterie SS 597 e SS199, considerando e confrontando i livelli sonori significativi misurati in prossimità di tali infrastrutture con quelli misurati a maggiore distanza in zone caratterizzate da zone agricole lontane da sorgenti di rumore fisse (aree produttive, centri urbani, ecc..) o di aree esclusivamente residenziali;
- i livelli di rumore attuali in corrispondenza dei ricettori frontalieri lungo gli assi viari di maggiore importanza (Strade statali) in genere rientrano nei limiti di legge relativi alla fascia di pertinenza acustica stradale per le strade di tipo C(b) cfr il DPR 142/04 ma possono superare, in alcuni casi, dipendentemente dal traffico, i valori ammessi dalla specifica normativa;
- i livelli di rumore attuali nelle aree più distanti dagli assi viari principali (almeno per i punti oggetto di rilevamento fuori dalla fascia di pertinenza acustica stradale) presentano dei superamenti in relazione ai limiti previsti nella bozza di classificazione acustica presa a riferimento.

9.4 ACCERTAMENTI PROGRAMMATI

La campagna di monitoraggio acustico ha lo scopo di definire i livelli sonori relativi alla situazione attuale, di verificare gli incrementi indotti dalla realizzazione del tratto di statale (corso d'opera)

rispetto all'ante-operam (assunto come "punto zero" di riferimento) e gli eventuali incrementi indotti nella fase post-operam.

Allo scopo di valutare le alterazioni dell'attuale clima acustico del territorio interessato, sono state fissate delle norme univoche, utili per determinare i criteri di misura dei parametri che caratterizzano l'inquinamento acustico.

Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle 3 fasi temporali verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

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

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

9.5 PARAMETRI ACUSTICI

Per quanto riguarda i Descrittori Acustici, i riferimenti normativi indicano il livello di pressione sonora come il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro mediante la scala logaritmica dei decibel dato dalla relazione seguente:

$$L_p = 10 \log p^2/p_0^2 \text{ dB}$$

dove p è il valore efficace della pressione sonora misurata in pascal (Pa) e p_0 è la pressione di riferimento che si assume uguale a 20 micropascal in condizioni standard.

In accordo con quanto ormai internazionalmente accettato, tutte le normative esaminate prescrivono che la misura della rumorosità ambientale venga effettuata attraverso la valutazione del livello equivalente (L_{eq}) ponderato "A" espresso in decibel.

Questo L_{eq} è il valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T , ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo:

$$L_{Aeq, T} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{PA^2(t)}{P_0^2} dt \right] \text{ db (A)}$$

dove L_{Aeq} è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t_1 e termina all'istante t_2 , $p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); $P_0 = 20 \mu\text{ Pa}$ è la pressione sonora di riferimento.

Oltre il L_{eq} è opportuno acquisire i livelli statistici L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99} che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 90 e il 99% del tempo di rilevamento. Essi rappresentano la rumorosità di picco (L_1), di cresta (L_{10}), media (L_{50}) e di fondo (L_{90} e, maggiormente, L_{99}).

È invece del tutto superfluo effettuare analisi in frequenza poiché le sorgenti sonore costituite dalle infrastrutture di trasporto stradale, generalmente, non inducono nell'emissione sonora, e quindi anche nell'immissione verso i recettori, la presenza di toni puri. Soltanto nei casi in cui si ravvisasse una qualche sorgente nella cui rumorosità siano individuabili frequenze dominanti ben definite, sarà effettuata l'analisi spettrale in bande di terzi d'ottava.

9.6 PARAMETRI METEOROLOGICI

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

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

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

- velocità del vento > 5 m/s;
- temperatura dell'aria $< 5^{\circ}$ C,
- presenza di pioggia e di neve.

9.7 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;
- zonizzazione acustica da DPCM 1/3/91 o da DPCM 14/11/1997;
- progressiva chilometrica del tracciato di progetto;
- lato dell'infrastruttura dove sono presenti i recettori;
- presenza di altre sorgenti acustiche;
- caratterizzazione acustica di tali sorgenti, riportando ad esempio i flussi e le tipologie di traffico stradale presente sulle arterie viarie, ecc.;
- 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.

9.8 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI

Per quanto riguarda l'articolazione temporale delle rilevazioni dei livelli sonori, atti a caratterizzare il clima acustico nell'ambito dei bacini di indagine individuati, si è fatto particolare riferimento alla possibile variabilità stagionale e giornaliera delle condizioni al contorno. I fattori che possono

determinare delle variazioni, anche di un certo rilievo, nella rilevazione dei livelli sonori sono rappresentati da:

- presenza di attività agricole;
- variabilità stagionale dei flussi veicolari;
- variabilità giornaliera (ciclo settimanale all'interno del periodo stagionale);
- tipologia e contributo energetico delle diverse sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- variazione dei parametri cinematici del flusso veicolare conseguente alle diverse condizioni di traffico ed all'incidenza dei veicoli pesanti;
- variabilità dei parametri meteorologici, con particolare riferimento alla velocità e direzione del vento, alla pioggia, alla neve ed alle diverse condizioni di stabilità atmosferica;
- variabilità delle caratteristiche di impedenza superficiale del terreno e delle perdite di inserzione (insertion loss) indotte dalla presenza nell'area di indagine di schermature costituite da aree boscate, fasce alberate, arbusti e coltivazioni arboree.

Il fattore più significativo fra quelli elencati è sicuramente rappresentato dalla variabilità delle condizioni di traffico veicolare, anche se devono essere comunque rispettate, durante le rilevazioni, le prescrizioni relative agli aspetti meteorologici.

Inoltre è opportuno sottolineare che le misure di rumore non dovranno essere effettuate in corrispondenza di periodi in cui sono generalmente riscontrabili significative alterazioni del traffico, quali ad esempio:

- il mese di agosto;
- le ultime due settimane di luglio;
- le settimane in cui le scuole sono chiuse per le festività di Natale (ultima settimana di dicembre e prima settimana di gennaio) e di Pasqua, nonché nei giorni festivi e prefestivi, quando la circolazione dei veicoli pesanti è limitata o estremamente ridotta, nei giorni di mercato e in quelli che coincidono con particolari eventi attrattori di traffico (feste patronali, fiere, scioperi degli addetti del trasporto pubblico).

Si ritiene che, una volta escluse queste situazioni particolari, le variazioni dei flussi di traffico in corrispondenza del periodo di riferimento diurno e notturno siano contenute nella misura del 10-20%, che corrisponde ad un margine di errore di +1 dBA sui livelli di rumore.

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto di standard o di valori limite definiti dalle leggi (nazionali e comunitarie); in particolare il rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti dal DPCM 1.3.1991 in base alle classi di zonizzazione acustica del territorio. A tale scopo vengono utilizzate diverse tipologie di rilievi sonori:

- Misure di breve periodo (10 min.), postazioni mobili, assistita da operatore per rilievi traffico/attività di cantiere (ante operam e corso d'opera);
- Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere (ante operam e corso d'opera);
- Misure di 7 giorni, postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare (ante e post operam);
- Misure di breve periodo per la caratterizzazione delle sorgenti di rumore nelle aree di cantiere (corso d'opera, in fase di installazione di nuove apparecchiature di cantiere).

L'esecuzione dei rilievi avviene a mezzo di fonometri, strumenti che registrano, nel tempo, i livelli di pressione sonora (espressi in dBA) e, se necessario, le frequenze a cui il rumore viene emesso.

Nel caso di monitoraggio per campionamento, la scelta del numero e dei periodi in cui svolgere i rilievi fonometrici è eseguita tenendo conto della variabilità casuale (eventi sporadici) e deterministica (eventi periodici) della rumorosità legata all'opera e/o alle altre sorgenti di rumore presenti.

In sintesi, i criteri temporali previsti per le tre fasi ante, corso e post-operam, sono illustrati nella tabella che segue.

Tipo misura	Descrizione	Durata	Fasi		
			A.O.	C.O.	P.O.
			Frequenza		
TV	Rilevamento di rumore indotto da traffico veicolare	Una settimana	Una volta	-	Una volta
LF	Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori	24 h	-	Annuale	-
LC	Rilevamento del rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere	24 h	Una volta	Semestrale	-
LM	Rilevamento di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere	24 h	Una volta	Semestrale	-

Criteri temporali di campionamento

9.9 MISURAZIONI FONOMETRICHE NELLA FASE ANTE-OPERAM

Hanno lo scopo fondamentale di definire quantitativamente in maniera testimoniale l'attuale situazione acustica delle aree da sottoporre a Monitoraggio Ambientale (MA) prima dell'apertura dei cantieri di costruzione.

La grandezza acustica primaria oggetto dei rilevamenti è il livello continuo equivalente ponderato A integrato su un periodo temporale pari ad un'ora, ottenendo la grandezza LAeq(1h) per tutto l'arco della giornata (24 ore). I valori di LAeq(1h) sono successivamente composti sui due periodi di riferimento allo scopo di ottenere i Livelli diurno (06-22) e notturno (22-06).

Allo scopo di ottenere ulteriori informazioni sulle caratteristiche della situazione acustica delle aree oggetto del MA, in particolari casi vengono determinati anche i valori su base oraria dei livelli statistici cumulativi L1, L10, L50, L90, L99. È possibile, quindi, ottenere indicazioni su come si distribuiscono statisticamente nel tempo i livelli di rumorosità ambientale.

È di estrema importanza sottolineare che le misurazioni eseguite con la metodologia descritta (misure tipo TV: Traffico Veicolare) avverranno in modo continuo su un periodo temporale complessivo pari a un'intera settimana comprensivo quindi di giornate prefestive e festive. Questa procedura viene applicata nel caso in cui le sorgenti sonore prevalenti siano rappresentate, come nella fattispecie, dal traffico stradale. Ciò tra l'altro è imposto anche dalle vigenti normative sulle tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico (Decreto del Ministero dell'Ambiente 16.3.98).

Le centraline di monitoraggio saranno collocate in corrispondenza degli edifici maggiormente esposti al rumore e comunque più sensibili all'impatto acustico, ad una distanza non inferiore ad 1.5

metri dalle superfici fonoriflettenti e, compatibilmente con la possibilità di accedere agli appartamenti, in prossimità dei piani più alti degli edifici medesimi.

A tal proposito, a seguito di richiesta di ARPAS, nelle planimetrie riportanti i punti di monitoraggio ambientale sono stati individuati alcuni ricettori, non indicati nel censimento dei ricettori del 2008 che ricadono entro la fascia di 250 m, verificata per la componente rumore. In tutto si tratta di 15 ricettori, per i quali in fase di ante operam si procederà alla schedatura e per i quali sarà verificato il rispetto dei limiti di legge nella successiva fase di post operam.

Per quanto concerne la fase di cantiere le tipologie di misure che verranno eseguite nella fase ante-operam sono le medesime che saranno effettuate nella fase corso d'opera, pertanto sono descritte nel paragrafo successivo, ma in sintesi sono:

- Misure tipo LF: Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori;
- Misure tipo LC: Rilevamento del rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere;
- Misure tipo LM: Rilevamento di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere.

9.9.1 Fronte avanzamento cantieri. Tipologia di misura: LF

- Monitoraggio in continuo per 24 ore in punti ubicati in prossimità degli edifici più esposti al rumore generato dalle attività di costruzione;
- Elaborazione e restituzione dei dati giornalieri (24 ore) entro il termine di 48/72 ore dalla fine dei rilevamenti;
- Raccolta delle informazioni sulle attività di cantiere (dalla Direzione Lavori);
- Elaborazioni dei dati su base quindicinale, verifica dei risultati e stesura di rapporti bisettimanali integrati da una descrizione delle attività dei cantieri ed eventuale correlazione (laddove possibile) tra queste ultimi e i livelli sonori particolarmente elevati;
- Rilocazione periodica dei punti di misurazione in funzione dello spostamento del fronte dei cantieri.

È evidente che la modalità di acquisizione in continuo delle grandezze oggetto del monitoraggio comporta anche la sorveglianza sulle condizioni acustiche che si avranno nel periodo notturno, laddove siano previste attività comunque connesse alla costruzione (proprie dei cantieri e/o spostamenti di mezzi gommati) in quel periodo di riferimento.

Le misure saranno effettuate solo durante le lavorazioni, una volta/anno.

Per la caratterizzazione del clima acustico dei ricettori limitrofi alle aree di cantiere (Fase ante-operam e Fase corso d'opera) il tipo di misura prevede il rilievo per 24 ore in continuo dei seguenti parametri acustici:

- Andamento temporale del LAeq con tempo di integrazione pari a 10 minuti;
- LAeq nel periodo di massimo disturbo;
- LAeq con tempo di integrazione di 1 ora;
- Livelli statici cumulativi L1, L10, L50, L90, L99;
- LAeq sul periodo diurno (06-22);
- LAeq sul periodo notturno (22-06);

- Time history delle eccedenze, ovvero dei superamenti della soglia posta a 70 dB(A).

9.9.2 Aree di cantiere. Tipologia di misurazione: LC

- Monitoraggio in continuo per 24 ore mediante centraline fisse in punti coincidenti con quelli propri della fase ante-operam o, se sono cambiate notevolmente le condizioni al contorno rispetto all'ante-operam, ubicati in prossimità degli edifici più esposti al rumore generato dalle attività di costruzione;
- Elaborazione e restituzione dei dati giornalieri (prelevati sulle 24 ore) entro il termine di 48/72 ore dalla fine dei rilevamenti;
- Raccolta delle informazioni sulle attività di lavorazione che si svolgono nei cantieri (fornite dalla Direzione Lavori);
- Elaborazioni dei dati su base quindicinale, verifica dei risultati e stesura di rapporti bisettimanali integrati da una descrizione delle attività dei cantieri (punto precedente) ed eventuale correlazione, laddove possibile, tra queste ultime e i valori di livelli sonori particolarmente elevati.

Le misure saranno effettuate una sola volta prima dell'inizio dei lavori (fase ante-operam) e, durante le lavorazioni, una volta ogni 6 mesi.

Per la caratterizzazione del clima acustico dei ricettori limitrofi alle aree di cantiere (Fase ante-operam e Fase corso d'opera) il tipo di misura prevede il rilievo per 24 ore in continuo dei seguenti parametri acustici:

- Andamento temporale del LAeq con tempo di integrazione pari a 10 minuti;
- LAeq nel periodo di massimo disturbo;
- LAeq con tempo di integrazione di 1 ora;
- Livelli statici cumulativi L1, L10, L50, L90, L99;
- LAeq sul periodo diurno (06-22);
- LAeq sul periodo notturno (22-06);
- Time history delle eccedenze, ovvero dei superamenti della soglia posta a 70 dB(A).

9.9.3 Viabilità dei mezzi di cantiere. Tipologia di misura: LM

- Monitoraggio in continuo per 24 ore mediante centraline fisse in punti coincidenti con quelli propri della fase ante operam o, se sono cambiate notevolmente le condizioni al contorno rispetto all'ante operam, ubicati in prossimità degli edifici più esposti al rumore generato dalle attività di costruzione;
- Elaborazione e restituzione dei dati giornalieri (prelevati sulle 24 ore) entro il termine di 48/72 ore dalla fine dei rilevamenti;
- Eventuale rilocazione delle centraline fisse di misurazione in funzione di eventuali modificazioni della viabilità;
- Elaborazioni dei dati su base quindicinale, verifica dei risultati e stesura di rapporti bisettimanali integrati da una descrizione delle attività dei cantieri (punto precedente) ed

eventuale correlazione, laddove possibile, tra queste ultime e i valori di livelli sonori particolarmente elevati.

- Calcolo del contributo al rumore totale indotto dal transito dei soli mezzi di cantiere (discriminazione tra rumore ambientale e rumore residuo);

Le misure saranno effettuate una sola volta prima dell'inizio dei lavori (fase ante-operam) e, durante le lavorazioni, una volta ogni 6 mesi.

9.10 MISURAZIONI FONOMETRICHE NELLA FASE POST-OPERAM

Hanno fondamentalmente un duplice scopo:

- caratterizzare in maniera quantitativa la situazione acustica ambientale che s'instaurerà ad opera realizzata, in funzione del flusso veicolare in transito;
- verificare il corretto dimensionamento degli interventi di abbattimento del rumore definiti nel presente progetto.

Per correlare il livello di pressione sonora al flusso veicolare è necessario rilevare anche il numero di passaggi suddivisi per veicoli leggeri e pesanti.

In fase di esercizio dell'opera le misure saranno effettuate, una sola volta, dopo la dismissione dei cantieri, nei primi mesi di esercizio della nuova arteria stradale.

In sintesi le misure da effettuare afferiscono alla tipologia TV già illustrata nel paragrafo relativo alle misure della fase ante-operam. La metodologia adottata per i rilevamenti fonometrici è del tutto identica a quella descritta nella fase ante-operam.

9.11 METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E DI ACQUISIZIONE DELLE INFORMAZIONI

Durante le attività proprie del Monitoraggio Ambientale, al fine di garantire uno svolgimento omogeneo dei rilevamenti in campo, la ripetibilità delle misurazioni in corso d'opera e nella fase post-operam e la possibilità di creare una banca dati informatizzata contenente tutte le informazioni relative alle aree di monitoraggio e che sia facilmente e rapidamente aggiornabile ed integrabile nel tempo, sono previsti quattro livelli di unificazione relativamente a:

- metodologie di monitoraggio;
- strumentazione utilizzata nei rilevamenti;
- metodo per la caratterizzazione dei siti e delle sorgenti;
- informazioni da inserire nella banca dati.

L'unificazione delle metodologie di monitoraggio e della strumentazione utilizzata per le misurazioni permette la confrontabilità dei rilevamenti svolti in tempi diversi (ante, corso e post-operam) anche da operatori diversi.

L'unificazione del metodo per caratterizzare i siti e le sorgenti consente una corretta interpretazione dell'insieme dei fenomeni acustici monitorati e in particolare la verifica delle condizioni al contorno sui livelli di rumore (attenuazione del suolo per fonoassorbimento, fenomeni diffrattivi dovuti ad ostacoli, rumorosità residua prodotta da tutte le sorgenti diverse da quella considerata, riflessioni multiple sulle facciate degli edifici, ecc.), oltre alla caratterizzazione fisica degli elementi che influiscono sull'emissione sonora (disposizione planimetrica ed altimetrica delle sorgenti di rumore, ecc.).

L'unificazione delle informazioni e dei dati ottenuti è tale da consentire una modalità di archiviazione in grado di fornire al fruitore della banca dati un percorso di consultazione standardizzato e ripetitivo al fine di un facile reperimento delle informazioni e dati medesimi.

Per ogni punto di indagine occorre rendere disponibili almeno le seguenti informazioni:

- caratterizzazione fisica del territorio appartenente alle aree di indagine;
- caratteristiche di qualità acustica desunte da studi pregressi;
- caratterizzazione delle sorgenti sonore (impianti produttivi, strade);
- schede di campagne di misurazione di tipo descrittivo;
- registrazioni delle grandezze/parametri acustici e non, misurati nei punti individuati;
- basi cartografiche con localizzazione dei punti di misura;
- documentazione fotografica degli stessi.

9.11.1 Svolgimento del monitoraggio tipo

Il monitoraggio tipo di un'area di indagine si svolge con le seguenti modalità:

1. Si verifica preliminarmente l'effettiva possibilità di svolgere il rilevamento nel punto ipotizzato nel progetto di monitoraggio.
2. Sopralluogo nell'area di indagine previa definizione delle sorgenti di emissione in essere, delle caratteristiche urbanistiche ed insediative, degli usi attuali dei terreni agricoli, degli indicatori climatologici dai quali possono derivare effetti sul fenomeno di propagazione del rumore.

Nel corso del sopralluogo viene svolto uno screening preliminare dei livelli di rumorosità al fine di verificare la localizzazione dei punti di misura ipotizzati con il progetto.

I punti di misura sono fisicamente individuati da postazioni fisse rilocabili a funzionamento automatico ed autonomo, in grado di rilevare e memorizzare con costanti di tempo predefinite gli indicatori di rumore.

Tale punto come gli altri del resto viene fotografato e georeferenziato su supporto cartografico in scala idonea al successivo riconoscimento.

3. Identificazione dei punti di misura stradali (misura Tipo TV).

Tali tipi di punti servono per caratterizzare il rumore di origine stradale, quindi occorre rilevare in continuo per una settimana adoperando una centralina fissa posizionata ad almeno 1,5 m di distanza dalla facciata degli edifici o a 1 m dai confini di proprietà e ad una altezza di 1,5 o 3,5 m dal piano campagna.

L'asse di massima sensibilità del microfono deve essere orizzontale e perpendicolare alle linee di flusso del traffico.

La posizione del punto di misura non deve interferire con ostacoli alla propagazione del rumore localizzati a ridosso della strada, garantendo un campo libero da ostacoli rilevanti per almeno tre volte la distanza del punto di misura dalla sorgente di rumore primaria osservata (ad esempio dall'asse della corsia di marcia più vicina). Tali punti, in analogia con gli altri, vengono fotografati e georeferenziati su supporto cartografico.

4. Identificazione dei punti di misura per il rilevamento del rumore indotto all'avanzamento del fronte lavori (misura tipo LF)

Tale punto di misura ha lo scopo di determinare il Leq giornaliero nei recettori prospiciente l'infrastruttura stradale durante l'esecuzione dei lavori.

I punti di misura, stabiliti in accordo con gli Enti competenti in fase di costruzione, sono fisicamente individuati da postazioni fisse rilocabili a funzionamento automatico ed autonomo, in grado di rilevare e memorizzare con costanti di tempo predefinite gli indicatori di rumore.

Tale punto, come del resto gli altri, viene fotografato e georeferenziato su supporto cartografico in scala idonea al successivo riconoscimento.

5. Al termine delle 24 ore di monitoraggio continuo nel punto di tipo LF e di una settimana nel punto TV, l'operatore chiude l'acquisizione e procede alla verifica di calibrazione dello strumento ed alla archiviazione su personal computer dei dati per le successive elaborazioni. Il dischetto viene etichettato con i riferimenti all'area di studio e al punto di misura.
6. L'operatore addetto al monitoraggio, ultimato l'ultimo periodo di acquisizione, archivia gli ultimi dati ed etichetta il dischetto con i riferimenti all'area di studio e ai parametri temporali di monitoraggio.

L'unità operativa di monitoraggio si sposta nell'area di indagine successiva e, installata la strumentazione, si procede come indicato dai punti 1 al punto 6.

9.11.2 Strumentazione di misura

Per lo svolgimento delle attività di monitoraggio è stato previsto l'utilizzo di strumentazioni fisse rilocabili, strumentazioni portatili e di personale addetto sul posto in continuo.

La strumentazione deve essere conforme agli standard previsti nell'Allegato B del D.P.C.M. 1 marzo 1991 e nel D.M. 16/3/98 per la misura del rumore ambientale; tali standard richiedono:

- strumentazione di classe 1 con caratteristiche conformi agli standard EN 60651/1994 e EN 60804/1994;
- misurabilità dei livelli massimi con costanti di tempo Slow e Impulse.
- La strumentazione utilizzata per i rilievi del rumore deve essere in grado di:
- misurare i parametri generali di interesse acustico, quali Leq, livelli statistici, SEL;
- memorizzare i dati per le successive elaborazioni e comunicare con unità di acquisizione e/o trattamento dati esterne.

Oltre alla strumentazione per effettuare i rilievi acustici, è necessario disporre di strumentazione portatile a funzionamento automatico per i rilievi dei seguenti parametri meteorologici:

- velocità e direzione del vento;
- umidità relativa;
- temperatura.

I rilievi dei parametri a corredo delle misure, quali ad esempio le portate veicolari, la velocità di marcia degli autoveicoli saranno svolti direttamente dagli operatori addetti alle misure.

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore (sia con centralina fissa che mobile) e dei dati meteorologici è pertanto composta dai seguenti elementi:

- Analizzatore di precisione real time mono o bicanale o fonometro integratore con preamplificatore microfonico;
- Microfoni per esterni con schermo antivento;
- Calibratore;
- Cavi di prolunga;
- Cavalletti;
- Software di gestione per l'elaborazione dei dati o esportazione su foglio elettronico per la post elaborazione;
- Strumentazione per il rilievo dei parametri meteorologici, con relativo software.

9.12 SCELTA DEI PUNTI DA SOTTOPORRE A MONITORAGGIO

9.12.1 Criteri di criticità ambientale

La scelta dei punti da sottoporre a MA poggia, oltre che sui criteri di carattere generale descritti precedentemente, anche su una serie di condizioni determinate da fattori di criticità ambientale e di rappresentatività della situazione acustica attuale e futura, sia per la fase di corso d'opera che per quella di post-operam. In particolare la criticità ambientale è il risultato della convergenza di numerose condizioni connesse con i processi di emissione, di propagazione e di immissione del rumore. Tali condizioni sono:

- Presenza e natura di sorgenti di rumore attive, attuali e future (emissione);
- Proprietà fisiche del territorio: andamento orografico e copertura vegetale laddove esistente (propagazione);
- Tipologia del corpo della nuova infrastruttura (propagazione);
- Ubicazione e tipo di recettori (immissione).

Non va tuttavia trascurata l'ulteriore condizione rappresentata dalla situazione acustica attuale imputabile alla presenza di sorgenti sonore attive la cui rumorosità interessa in misura più o meno rilevante le aree di indagine.

L'analisi preliminare ha permesso di definire i punti da sottoporre ad indagine acustica anche sulla base dei seguenti criteri di carattere generale:

- sviluppo del nuovo tracciato stradale;
- ubicazione delle aree di cantiere;
- rete di viabilità dei mezzi gommati adibiti al trasporto di materiali nei percorsi cantiere-cantiere, cava-cantiere e scarica-cantiere.

La distanza, riferita al ciglio della nuova infrastruttura, dei punti da monitorare, è piuttosto variabile. In genere si può asserire che le aree dove sorgeranno i cantieri di costruzione e che saranno oggetto di monitoraggio in corso d'opera e post operam sono, per evidenti ragioni logistiche, piuttosto vicine al tracciato dell'opera.

Diversamente, si allontanano dall'asse della nuova infrastruttura quei punti in cui avverranno gli accertamenti in campo mirati a determinare eventuali effetti sul rumore ambientale indotti dal transito dei mezzi pesanti gommati utilizzati per il trasporto dei materiali di risulta e di costruzione nei percorsi cantiere-cantiere, cava-cantiere e scarica-cantiere.

In definitiva, a seguito della quasi completa uniformità dei parametri che influiscono sui processi di emissione, propagazione ed immissione sonora riscontrata lungo il tracciato considerato, i principali fattori di criticità ambientale sono in pratica sempre i medesimi:

- vicinanza degli edifici alle aree di cantiere e alla rete viaria percorsa dai mezzi gommati pesanti nei percorsi cantiere-cantiere, cava-cantiere e scarica-cantiere;
- vicinanza degli edifici alla futura infrastruttura;
- eventuale presenza di recettori particolarmente sensibili al rumore;
- edifici per i quali sono stati progettati interventi di mitigazione acustica quali barriere antirumore.

9.12.2 Criteri di selezione dei punti di monitoraggio

La maggioranza dei punti in cui effettuare gli accertamenti in campo si localizzerà sui recettori posti in prossimità delle aree di cantiere, soprattutto in corrispondenza dei recettori più sensibili, e, analogamente, per i nuclei insediativi lontani dai cantieri e interessati dai transiti degli automezzi nei percorsi (cantiere-cantiere, cava-cantiere e scarica-cantiere) e per le aree lungo il nuovo tracciato stradale.

Si sono considerati i nuclei insediativi interessati dalla viabilità maggiormente utilizzata dai mezzi di cantiere.

Ciò per quanto attiene la situazione acustica da sottoporre a monitoraggio nella fase ante-operam relativamente alle comparazioni da eseguire in corso d'opera.

Un secondo criterio d'individuazione si riferisce alla verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione suggeriti dal SIA. In questo caso si sta evidentemente considerando la comparazione della situazione acustica ante e post-operam. Per tale ragione la scelta dei punti è caduta soprattutto su quelli che saranno protetti da quel tipo d'interventi.

Per quanto riguarda la rappresentatività della situazione acustica ante-operam in rapporto a quella in corso d'opera attraverso la determinazione dei valori dei livelli sonori da misurare nei punti prescelti, essa poggia sul criterio di una congrua durata delle misurazioni (una settimana) e di un'opportuna scelta del periodo temporale in cui eseguire le indagini. Le sorgenti sonore prevalenti attualmente attive sono, come già detto, rappresentate dal traffico stradale che, come è noto, può risentire di numerosi effetti di tipo stagionale o anche giornaliero (periodi di vacanze estive, di chiusura delle scuole, giorni festivi e prefestivi, ecc.).

I dati rilevati dalle stazioni di misura consentiranno di svolgere le seguenti attività di studio ed analisi:

- verificare lo stato della componente rumore in corrispondenza delle zone con una maggiore presenza di edifici;
- determinare con maggiore precisione lo stato della componente rumore in condizioni post operam;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione acustica adottati.

Pertanto le tipologie di postazioni rispondono ai seguenti criteri:

- in ambiente esterno, in facciata agli edifici per la verifica del rispetto dei limiti assoluti di zona;

- in ambiente esterno, in corrispondenza di punti di controllo appositamente scelti, per la verifica delle emissioni sonore.

9.12.3 Ubicazione dei punti di monitoraggio

Le posizioni di misura sono state definite col metodo delle posizioni recettori-orientati e quindi scelte in prossimità di edifici o gruppi di edifici.

In particolare le operazioni di lavorazione e costruzione di infrastrutture connesse alla realizzazione di opere lineari, quali le infrastrutture stradali, si sviluppano lungo l'asse stradale. La stessa infrastruttura va dunque considerata nel suo insieme come cantiere, lungo cui si svolgono le fasi di realizzazione.

Per quanto concerne le tipologie dei punti di misura, sono state considerate quattro differenti categorie, riassunte in tabella.

Tipo misura	Descrizione	Durata	Parametri
TV	Rilevamento di rumore indotto da traffico veicolare	Una settimana	Leq Giornaliero Leq Diurno - Leq Notturmo - SEL Leq dei transiti
LF	Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori	24 h	Leq 24 ore Leq Diurno - Leq Notturmo
LC	Rilevamento del rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere	24 h	Leq 24 ore Leq Diurno - Leq Notturmo
LM	Rilevamento di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere	24 h	Leq Settimanale Leq Giornaliero Leq Diurno - Leq Notturmo

I punti di monitoraggio saranno localizzati in corrispondenza delle aree di cantiere prossime a recettori come indicato nella cartografia allegata.

Codice monitoraggio	Localizzazione
PMA_RUMO_L4_01	km 36,700 in prossimità del sottocantiere L4-02
PMA_RUMO_L4_02	km 44,600 in corrispondenza dei recettori censiti in prossimità dello svincolo di Berchidda

Si riportano di seguito le misure previste sui recettori sede di monitoraggio

Codice monitoraggio	Misure TV		Misure LF		Misure LC		Misure LM	
	A.O.	P.O.	A.O.	C.O.	A.O.	C.O.	A.O.	C.O.
PMA_RUMO_L4_01					x	x	x	x
PMA_RUMO_L4_02	x	x						

Con riferimento alle **misure di tipo LF**, non è possibile identificare cartograficamente i relativi punti di monitoraggio, in quanto dipenderanno dall'avanzamento dei lavori; si prevede 1 punto di monitoraggio per questa tipologia di indagine, da effettuarsi annualmente, solo nella fase di costruzione.

La frequenza dei rilievi per ogni recettore sede di monitoraggio sarà dunque:

Codice monitoraggio	Misure TV		Misure LF		Misure LC		Misure LM	
	A.O.	P.O.	A.O.	C.O.	A.O.	C.O.	A.O.	C.O.
PMA_RUMO_L4_01					una volta	Semestrale	una volta	Semestrale
PMA_RUMO_L4_02	una volta	una volta						
Punto di monitoraggio da individuare in base all'avanzamento dei lavori.				annuale				

Le frequenze ed il numero complessivo dei rilievi, come anche i punti di monitoraggio previsti, sono ovviamente soggetti a modifiche in base all'organizzazione dei cantieri e del cronoprogramma.

9.13 SINTESI MONITORAGGIO RUMORE

PUNTO DI MONITORAGGIO/FASE			POSIZIONE	TIPOLOGIA MISURA	ESECUZIONE DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
PMA_RUM_O_L4_01			Km 36+700 Svincolo Oschiri	MISURA LC	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_RUM_O_L4_01			Km 36+700 Svincolo Oschiri	MISURA LM	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_RUM_O_L4_02			Km 44+600 Ricettori svincolo Berdicchia	MISURA TV	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
	PMA_RUMO_L4_01		Km 36+700 Svincolo Oschiri	MISURA LC	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 2 volte /anno
	PMA_RUMO_L4_01		Km 36+700 Svincolo Oschiri	MISURA LM	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 2 volte /anno
	Punto da individuare		Fronte avanzamento lavori	MISURA LF	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
		PMA_RUMO_L4_02	Km 44+600 Ricettori svincolo Berdicchia	MISURA TV	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 1 volta /anno

10. GESTIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

10.1 STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Per la corretta esecuzione delle attività di monitoraggio ed il necessario coordinamento delle diverse fasi, si ritiene opportuno impiegare le figure professionali di seguito indicate nella seguente Tabella 21.1.

RUOLO	PROFESSIONALITÀ
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 IDRICO SUPERFICIALE E SOTTERRANEO	Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio - Idraulica
RESPONSABILE SUOLO E SOTTOSUOLO	Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio – Geologia
RESPONSABILE ATMOSFERA	Laurea tecnica - Abilitazione ed esperienza professionale in materia di impatto atmosferico
RESPONSABILE RUMORE E VIBRAZIONI	Laurea tecnica - Abilitazione ed esperienza professionale in materia di impatto acustico e da vibrazioni
RESPONSABILE VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA	Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio - Scienze naturali o biologiche - Agraria - Scienze Forestali e Ambientali, ecc.
CONSULENTE SPECIALISTICO 1	Chimico
CONSULENTE SPECIALISTICO 2	Esperto in zoologia – ornitologia
CONSULENTE SPECIALISTICO 3	Esperto in cartografia e georeferenziazione
CONSULENTE SPECIALISTICO 4	Esperto in Data Base e sistemi informativi
SUPPORTO OPERATIVO (STAFF)	Varie
SEGRETERIA	Varie

Il responsabile del Monitoraggio avrà i seguenti compiti:

- attività di interfaccia nei confronti dell'ANAS e delle altre Autorità coinvolte o preposte al controllo;
- coordinamento tecnico dell'attività e verifica della rispondenza delle attività a quanto previsto dal PMA;
- controllo del flusso delle informazioni;
- produzione di report periodici con cadenza massima quadrimestrale;
- segnalazione all'ANAS ed alle Autorità coinvolte o preposte al controllo di situazioni di allarme a seguito dei risultati dei monitoraggi.

Con l'ausilio degli altri responsabili settoriali il Responsabile del Monitoraggio avrà inoltre il compito di:

- aggiornare, dandone comunicazione all'ANAS ed alle Autorità coinvolte o preposte al controllo, il PMA nel caso di eventi che richiedano modifiche di quanto previsto in questa sede qualora se ne rilevasse la necessità, anche in riferimento al palesarsi di eventuali situazioni di criticità ambientale;
- garantire il rispetto del programma temporale delle attività del PMA e degli eventuali aggiornamenti;
- coordinare gli esperti ed i tecnici addetti all'esecuzione delle indagini e dei rilievi in campo;
- coordinare le attività relative alle analisi di laboratorio;
- interpretare e valutare i risultati delle campagne di misura;
- effettuare tutte le ulteriori elaborazioni necessarie alla leggibilità ed interpretazione dei risultati;
- assicurare il corretto inserimento dei dati e dei risultati delle elaborazioni nel sistema informativo del PMA.

10.2 SISTEMA INFORMATIVO

Al fine di garantire l'acquisizione, la validazione, l'archiviazione, la gestione, la rappresentazione, la consultazione e l'elaborazione delle informazioni acquisite nello sviluppo del PMA sarà necessario utilizzare un Sistema Informativo (SI) che gestisca i dati misurati e le analisi relative alle diverse componenti ambientali. Tale sistema, pertanto, dovrà rispondere non solamente ad esigenze di archiviazione, ma anche di acquisizione, validazione, elaborazione, comparazione, pubblicazione e trasmissione dei diversi dati.

Il suddetto sistema sarà quindi strutturato in moduli, tra di loro pienamente interfacciati e costruiti secondo criteri di gestione e consultazione comuni, funzionali a ciascuna attività necessaria al monitoraggio.

La definizione delle diverse componenti del progetto (architettura dell'infrastruttura, dati, metadati, ecc.) dovrà essere conforme agli standard definiti nell'ambito del Sistema Cartografico di Riferimento e della rete SINAnet, in modo da garantire una piena interoperabilità e la pubblicazione dei risultati nell'ambito del Portale Cartografico Nazionale. Tale Sistema garantirà 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.

La base informativa georeferenziata sarà 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.

In generale, la struttura dati della base informativa si baserà su un modello tale per cui i dati alfanumerici (organizzati in un database relazionale - RDBMS) ed i dati cartografici (organizzati in un GIS) saranno collegati tra loro tramite un geo-codice, in modo che tutti i dati, cui è possibile attribuire un'ubicazione sul territorio, risultino georeferenziati.

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

La georeferenziazione dei dati sarà 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, sarà 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.

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 MAT*TM 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.

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

Il progetto di Sistema Informativo dovrà contenere i dettagli relativi sia alle specifiche dei metadati che di tutto il SI 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 indicato. I dati saranno condivisi via Web con le varie reti ambientali presenti sul territorio, con la rete SINAnet e con il MAT*TM, attraverso criteri di interoperabilità con il Portale Cartografico Nazionale. Opportune elaborazioni, sempre via Web, dovranno essere rese disponibili al pubblico per informazione.

Il Sistema Informativo dovrà comunque soddisfare i requisiti minimi di:

- facilità di utilizzo anche da parte di utenti non esperti;
- modularità e trasportabilità;
- manutenibilità ed espandibilità;
- compatibilità con i principali pacchetti Sw in uso presso MAT*TM ed ISPRA;
- gestione integrata di dati cartografici e alfanumerici;
- possibilità di analisi spaziale e temporale dei dati

10.3 ACQUISIZIONE ED ARCHIVIAZIONE DEI DATI

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

10.3.1 Acquisizione dati

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

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

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

I dati rilevati saranno sia in formato cartaceo (schede archiviate in minuta ed originale), da trasmettere su richiesta agli enti interessati, sia in formato digitale. 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.

10.3.2 Elaborazione dati in forma cartacea

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

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

10.3.3 Elaborazione dati in forma digitale

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

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

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

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

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

- rendere disponibili e fruibili in tempo reale le informazioni, durante tutto il periodo del monitoraggio;
- garantire l'ufficialità delle informazioni disponibili

La soluzione prevista consiste nella realizzazione di un data-base 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 in modo da poterli gestire tramite strumenti standard (foglio elettronico o 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 comprenderanno, oltre ai risultati delle elaborazioni delle misure, tutte le informazioni raccolte nelle aree d'indagine o sui singoli punti del monitoraggio, integrate, quando opportuno, da allegati riportanti gli elaborati grafici, la documentazione fotografica, stralci planimetrici, output di sistemi di analisi (rapporti di misura, grafici ecc.)

Le informazioni saranno articolate in base a:

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

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

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

10.4 DIFFUSIONE ED ARCHIVIAZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

10.4.1 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'ARPA Regionale (Sardegna), ai Comuni Ploaghe, Ardara, Ozieri ed alle Provincie (Sassari e Olbia Tempio) competenti per territorio, ai fini della loro eventuale integrazione nei sistemi informativi ambientali da essi gestiti.

In particolare, nel presente documento si propongono delle cadenze di emissione dei rapporti periodici per le diverse componenti ambientali esaminate.

Si evidenzia, inoltre, che per alcuni 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.

10.4.2 Rapporti periodici

Dopo ogni campagna di monitoraggio, verranno prodotti, per ogni componente ambientale monitorata, rapporti periodici per i vari punti di misura. 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 una 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 con l'individuazione degli eventuali punti critici.

Relativamente alla sola fase di corso d'opera, per ogni componente ambientale, con cadenza variabile per ciascuna componente, sarà redatta una relazione di sintesi dei rapporti di misura, nella quale verranno descritte le attività svolte ed evidenziate le variazioni indotte dalle attività di cantiere sull'ambiente circostante e le eventuali opere di mitigazione predisposte.

Nella fase post-operam, per ogni componente ambientale monitorata, verrà redatta una relazione finale di sintesi, in cui verranno descritte ed evidenziate le eventuali variazioni indotte sull'ambiente dalla realizzazione dell'opera e gli eventuali interventi correttivi adottati.

Per ciascuna delle tre fasi operative in cui è articolato il presente PMA, si provvederà infine alla stampa dei report relativi ai punti di monitoraggio, sia attraverso le maschere di acquisizione dati e interrogazione, che attraverso il collegamento dinamico con i dati cartografici.

11. QUADRO DI SINTESI DEL PMA

Così come descritto nei precedenti capitoli, le componenti oggetto di monitoraggio sono le seguenti:

- componente atmosfera
- componente acque superficiali
- componente acque sotterranee
- componente suolo
- componente vegetazione e fauna
- componente rumore

Nel presente capitolo sono riportate in forma tabellare tutte le indagini previste dal piano di monitoraggio ambientale, suddivise per punti e fasi di monitoraggio; in particolare, sono indicati i parametri oggetto di monitoraggio, il periodo di esecuzione dei rilievi e frequenza e durata degli accertamenti.

PUNTO DI MONITORAGGIO /FASE			POSIZIONE	COMPONENTE AMBIENTALE	PERIODO DI ESECUZIONE DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
PMA_AIR_I4_01			Km 37+000 Svincolo di Oschiri	ATMOSFERA	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura di 2 settimane 1 volta
PMA_AIR_I4_03			Km 44+950 viabilità	ATMOSFERA	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura di 2 settimane 1 volta
	PMA_AIR_I4_01		Km 37+000 Svincolo di Oschiri	ATMOSFERA	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura di 2 settimane 6 volte/anno
	PMA_AIR_I4_03		Km 44+950 viabilità	ATMOSFERA	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura di 2 settimane 6 volte/anno
		PMA_AIR_I4_01	Km 37+000 Svincolo di Oschiri	ATMOSFERA	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura di 2 settimane 6 volte/anno
		PMA_AIR_I4_03	Km 44+950 viabilità	ATMOSFERA	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura di 2 settimane 6 volte/anno
PMA_AISU_I4_03			Km 40+390 Tombino (monte)	ACQUE SUPERFICIALI	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_I4_04			Km 40+390 Tombino (valle)	ACQUE SUPERFICIALI	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_I4_05			Km 41+182 Rio Mannu (monte)	ACQUE SUPERFICIALI	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_I4_06			Km 41+182 Rio Mannu (valle)	ACQUE SUPERFICIALI	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_I4_09			Km 43+478 Rio di Sorighina (monte)	ACQUE SUPERFICIALI	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_I4_10			Km 43+478 Rio di Sorighina (valle)	ACQUE SUPERFICIALI	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_I4_11			Km 45+355 Affluente rio di Berdicchia (monte)	ACQUE SUPERFICIALI	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AISU_I4_12			Km 45+355 Affluente rio di Berdicchia (valle)	ACQUE SUPERFICIALI	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
	PMA_AISU_I4_03		Km 40+390 Tombino (monte)	ACQUE SUPERFICIALI	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
	PMA_AISU_I4_04		Km 40+390 Tombino (valle)	ACQUE SUPERFICIALI	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
	PMA_AISU_I4_05		Km 41+182 Rio Mannu (monte)	ACQUE SUPERFICIALI	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
	PMA_AISU_I4_06		Km 41+182 Rio Mannu (valle)	ACQUE SUPERFICIALI	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno

**RELAZIONE SUL PIANO DI MONITORAGGIO
AMBIENTALE**

DPCA03E1004M000MOARE01E.DOCX

SS 597 ADEGUAMENTO AL TIPO B (4 CORSIE) DELL'ITINERARIO

SASSARI – OBIA- LOTTO 4 DAL km 36+100 AL km 45+610

PUNTO DI MONITORAGGIO/FASE			POSIZIONE	COMPONENTE AMBIENTALE	PERIODO DI ESECUZIONE DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
	PMA_AISU_I4_09		Km 43+478 Rio di Sorighina (monte)	ACQUE SUPERFICIALI	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
	PMA_AISU_I4_10		Km 43+478 Rio di Sorighina (valle)	ACQUE SUPERFICIALI	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
	PMA_AISU_I4_11		Km 45+355 Affluente rio di Berdicchia (monte)	ACQUE SUPERFICIALI	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
	PMA_AISU_I4_12		Km 45+355 Affluente rio di Berdicchia (valle)	ACQUE SUPERFICIALI	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_I4_03	Km 40+390 Tombino (monte)	ACQUE SUPERFICIALI	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_I4_04	Km 40+390 Tombino (valle)	ACQUE SUPERFICIALI	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_I4_05	Km 41+182 Rio Mannu (monte)	ACQUE SUPERFICIALI	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_I4_06	Km 41+182 Rio Mannu (valle)	ACQUE SUPERFICIALI	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_I4_09	Km 43+478 Rio di Sorighina (monte)	ACQUE SUPERFICIALI	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_I4_10	Km 43+478 Rio di Sorighina (valle)	ACQUE SUPERFICIALI	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_I4_11	Km 45+355 Affluente rio di Berdicchia (monte)	ACQUE SUPERFICIALI	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
		PMA_AISU_I4_12	Km 45+355 Affluente rio di Berdicchia (valle)	ACQUE SUPERFICIALI	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 4 volte/anno
PMA_AIST_I4_01			Km 36+000 Sotto-cantiere L4-01	ACQUE SOTTERRANEE	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AIST_I4_02			Km 36+650 Sotto-cantiere L4-02	ACQUE SOTTERRANEE	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AIST_I4_03			Km 38+900 Sotto-cantiere L4-03	ACQUE SOTTERRANEE	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AIST_I4_04			Km 42+000 Cantiere principale	ACQUE SOTTERRANEE	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AIST_I4_05			Km 42+150 Sotto-cantiere L4-04	ACQUE SOTTERRANEE	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AIST_I4_06			Km 43+350 Sotto-cantiere L4-05	ACQUE SOTTERRANEE	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AIST_I4_07			Km 44+950 Sotto-cantiere L4-06	ACQUE SOTTERRANEE	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_AIST_I4_08			Km 44+950 Sotto-cantiere L4-07	ACQUE SOTTERRANEE	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
	PMA_AIST_I4_01		Km 36+000 Sotto-cantiere L4-01	ACQUE SOTTERRANEE	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)

**RELAZIONE SUL PIANO DI MONITORAGGIO
AMBIENTALE**

DPCA03E1004M000MOARE01F.DOCX

**SS 597 ADEGUAMENTO AL TIPO B (4 CORSIE) DELL'ITINERARIO
SASSARI – OBIA- LOTTO 4 DAL km 36+100 AL km 45+610**

PUNTO DI MONITORAGGIO/FASE			POSIZIONE	COMPONENTE AMBIENTALE	PERIODO DI ESECUZIONE DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
	PMA_AIST_L4_02		Km 36+650 Sotto-cantiere L4-02	ACQUE SOTTERRANEE	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
	PMA_AIST_L4_03		Km 38+900 Sotto-cantiere L4-03	ACQUE SOTTERRANEE	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
	PMA_AIST_L4_04		Km 42+000 Cantiere principale	ACQUE SOTTERRANEE	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
	PMA_AIST_L4_05		Km 42+150 Sotto-cantiere L4-04	ACQUE SOTTERRANEE	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
	PMA_AIST_L4_06		Km 43+350 Sotto-cantiere L4-05	ACQUE SOTTERRANEE	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
	PMA_AIST_L4_07		Km 44+950 Sotto-cantiere L4-06	ACQUE SOTTERRANEE	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
	PMA_AIST_L4_08		Km 45+000 Sotto-cantiere L4-07	ACQUE SOTTERRANEE	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST_L4_01	Km 36+000 Sotto-cantiere L4-01	ACQUE SOTTERRANEE	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST_L4_02	Km 36+650 Sotto-cantiere L4-02	ACQUE SOTTERRANEE	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST_L4_03	Km 38+900 Sotto-cantiere L4-03	ACQUE SOTTERRANEE	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST_L4_04	Km 42+000 Cantiere principale	ACQUE SOTTERRANEE	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST_L4_05	Km 42+150 Sotto-cantiere L4-04	ACQUE SOTTERRANEE	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST_L4_06	Km 43+350 Sotto-cantiere L4-05	ACQUE SOTTERRANEE	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST_L4_07	Km 44+950 Sotto-cantiere L4-06	ACQUE SOTTERRANEE	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
		PMA_AIST_L4_08	Km 45+000 Sotto-cantiere L4-07	ACQUE SOTTERRANEE	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura Semestrale (bimestrale per i rilievi di campo)
PMA_PEDO_L4_01			Km 36+000 Sotto-cantiere L4-01	SUOLO	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_PEDO_L4_03			Km 36+650 Sotto-cantiere L4-02	SUOLO	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_PEDO_L4_05			Km 38+900 Sotto-cantiere L4-03	SUOLO	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_PEDO_L4_07			Km 42+000 Cantiere principale	SUOLO	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_PEDO_L4_09			Km 42+150 Sotto-cantiere L4-04	SUOLO	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_PEDO_L4_11			Km 43+350 Sotto-cantiere L4-05	SUOLO	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_PEDO_L4_13			Km 44+950 Sotto-cantiere L4-06	SUOLO	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta

**RELAZIONE SUL PIANO DI MONITORAGGIO
AMBIENTALE**

DPCA03E1004M000MOARE01F.DOCX

**SS 597 ADEGUAMENTO AL TIPO B (4 CORSIE) DELL'ITINERARIO
SASSARI – OBIA- LOTTO 4 DAL km 36+100 AL km 45+610**

PUNTO DI MONITORAGGIO/FASE			POSIZIONE	COMPONENTE AMBIENTALE	PERIODO DI ESECUZIONE DEI RILIEVI	FREQUENZA E DURATA DEGLI ACCERTAMENTI
AO	CO	PO				
PMA_PEDO_L4_15			Km 45+000 Sotto-cantiere L4-07	SUOLO	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
	PMA_PEDO_L4_01		Km 36+000 Sotto-cantiere L4-01	SUOLO	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO_L4_03		Km 36+650 Sotto-cantiere L4-02	SUOLO	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO_L4_05		Km 38+900 Sotto-cantiere L4-03	SUOLO	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO_L4_07		Km 42+000 Cantiere principale	SUOLO	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO_L4_09		Km 42+150 Sotto-cantiere L4-04	SUOLO	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO_L4_11		Km 43+350 Sotto-cantiere L4-05	SUOLO	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO_L4_13		Km 44+950 Sotto-cantiere L4-06	SUOLO	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
	PMA_PEDO_L4_15		Km 45+000 Sotto-cantiere L4-07	SUOLO	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta /anno
		PMA_PEDO_L4_01	Km 36+000 Sotto-cantiere L4-01	SUOLO	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura 2 volte /anno
		PMA_PEDO_L4_03	Km 36+650 Sotto-cantiere L4-02	SUOLO	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura 2 volte /anno
		PMA_PEDO_L4_07	Km 42+000 Cantiere principale	SUOLO	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 1 volta /anno
		PMA_PEDO_L4_11	Km 43+350 Sotto-cantiere L4-05	SUOLO	Per due anni in fase di esercizio	Campagna di misura 2 volte /anno
PMA_RUMO_L4_01 MISURE LC			Km 36+700 Svincolo Oschiri	RUMORE	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_RUMO_L4_01 MISURE LM			Km 36+700 Svincolo Oschiri	RUMORE	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
PMA_RUMO_L4_02 MISURE TV			Km 44+600 Ricettori svincolo Berdicchia	RUMORE	Prima dell'inizio dei lavori	Campagna di misura 1 volta
	PMA_RUMO_L4_01 MISURE LC		Km 36+700 Svincolo Oschiri	RUMORE	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 2 volte /anno
	PMA_RUMO_L4_01 MISURE LM		Km 36+700 Svincolo Oschiri	RUMORE	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 2 volte /anno
	MISURE LF		Da stabilire in C.O.	RUMORE	Per l'intera durata dei lavori	Campagna di misura 1 volta/anno
		PMA_RUMO_L4_02 MISURE TV	Km 44+600 Ricettori svincolo Berdicchia	RUMORE	Per 1 anno in fase di esercizio	Campagna di misura 1 volta /anno