



Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Società di consulenza ambientale incaricata:



# Relazione sul Piano di Monitoraggio Ambientale

N° PROGETTO: **013.13**

**ELABORATO:** T00MO00MOARE01\_E

EMISSIONE	A	Feb. 2014	AM – AT EM - MGM	A. Muscas	A. Muscas
REVISIONE	B	Mar. 2014	AM – AT EM - MGM	A. Muscas	A. Muscas
REVISIONE	C	Apr. 2014	AM – AT EM - MGM	A. Muscas	A. Muscas
REVISIONE A SEGUITO DI NOTA ARPAS DEL 07.07.2014 E DELLA RAS – ASS. DIFESA DELL'AMBIENTE DEL 05.09.2014	D	Ott. 2014	AM – AT EM - MGM	A. Muscas	A. Muscas
REVISIONE DA PRESCRIZIONI RAS - ASS. DIFESA AMBIENTE - SERVIZIO SAVI – PROT. 24541 DEL 11.11.2014	E	Nov. 2014	AM – AT EM - MGM	A. Muscas	A. Muscas
descrizione	revisione	data	redatto	controllato	approvato



## INDICE

<b>1</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI OGGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3</b>	<b>IL TRACCIATO STRADALE ATTUALE.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4</b>	<b>LOTTO 2 .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5</b>	<b>OBIETTIVI AMBIENTALI GENERALI .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE – ATMOSFERA E CLIMA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>PREMESSA E FINALITÀ DEL LAVORO .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4</b>	<b>FINALITÀ DEL MONITORAGGIO E PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO</b>	<b>8</b>
2.4.1	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).....	9
2.4.2	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).....	10
2.4.3	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) .....	10
2.4.4	Valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (Allegato XIII del D.Lgs. n.155/2010).....	11
2.4.5	Valore obiettivo per l'ozono (Allegato VII del D.Lgs. n.155/2010).....	11
2.4.6	Obiettivo a lungo termine per l'ozono (Allegato VII del D.Lgs. n.155/2010).....	12
2.4.7	Soglie di allarme per il biossido di zolfo ed il biossido di azoto (Allegato XII del D.Lgs. n.155/2010).....	12
2.4.8	Soglie di informazione e di allarme previste per l'ozono (Allegato XII del D.Lgs n.155/2010).....	12
<b>2.5</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE.....</b>	<b>13</b>
2.5.1	Svolgimento del monitoraggio tipo .....	13
2.5.2	Strumentazione di misura .....	13
2.5.3	Documentazione prodotta .....	14
<b>2.6</b>	<b>CRITERI DI SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>14</b>
2.6.1	Criteri di localizzazione .....	15
2.6.2	Localizzazione dei punti di monitoraggio .....	16
2.6.3	Articolazione temporale degli accertamenti .....	19



<b>3</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE – ACQUE SUPERFICIALI .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>22</b>
3.1.1	Leggi di tutela ambientale generale .....	23
3.1.2	Norme per la tutela della qualità delle acque superficiali .....	23
3.1.3	Linee guida.....	23
3.1.4	Analisi di laboratorio delle acque, parametri descrittivi.....	24
3.1.5	Standard per gli accertamenti .....	24
<b>3.2</b>	<b>DATI DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3</b>	<b>ACCERTAMENTI PROGRAMMATI .....</b>	<b>25</b>
3.3.1	Criteri per la selezione di punti di monitoraggio .....	25
3.3.2	Criteri per la scelta dei parametri da monitorare .....	26
3.3.3	Monitoraggio ante operam (MAO).....	26
3.3.4	Monitoraggio in Corso d’Opera (MCO) .....	27
3.3.5	Monitoraggio Post Operam (MPO).....	27
<b>3.4</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE PER L’ESECUZIONE DEGLI ACCERTAMENTI.....</b>	<b>27</b>
3.4.1	Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio.....	28
3.4.2	Metodologia di esecuzione delle analisi.....	29
<b>4</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE – ACQUE SOTTERRANEE.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>31</b>
4.1.1	Leggi di tutela ambientale riguardanti anche le acque sotterranee.....	31
4.1.2	Analisi di laboratorio delle acque sotterranee, parametri descrittivi e loro limiti ....	32
4.1.3	Campionamento acque .....	32
4.1.4	Trivellazione pozzi.....	32
<b>4.2</b>	<b>DATI DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA.....</b>	<b>33</b>
<b>4.3</b>	<b>ACCERTAMENTI PROGRAMMATI .....</b>	<b>34</b>
4.3.1	Criteri per la selezione dei punti di monitoraggio .....	34
4.3.2	Criteri per la scelta dei parametri da monitorare .....	36
4.3.3	Monitoraggio Ante Operam (MAO) .....	37
4.3.4	Monitoraggio in Corso d’Opera .....	37
4.3.5	Monitoraggio Post Operam (MPO).....	38
<b>4.4</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE PER L’ESECUZIONE DEGLI ACCERTAMENTI.....</b>	<b>38</b>
4.4.1	Nuove stazioni e nuovi piezometri .....	39
4.4.2	Rilevamento ed acquisizione delle informazioni .....	40
4.4.3	Modalità di accettazione e collaudo .....	44
4.4.4	Modalità di campionamento ed analisi delle acque.....	45
<b>5</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE – SUOLO .....</b>	<b>48</b>
<b>5.1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>48</b>
5.1.1	Accertamenti ante operam .....	48
5.1.2	Accertamenti in corso d’opera.....	48



5.1.3	Accertamenti post operam .....	48
<b>5.2</b>	<b>INDICAZIONI NORMATIVE PER IL MONITORAGGIO .....</b>	<b>49</b>
<b>5.3</b>	<b>RISCHI DI DEGRADAZIONE CHIMICO-FISICA DEL SUOLO - INTERVENTI PER PIANIFICARE MITIGAZIONE E RIPRISTINO .....</b>	<b>49</b>
5.3.1	I rischi.....	49
5.3.2	Gli interventi.....	50
<b>5.4</b>	<b>DESCRIZIONE DEI CANTIERI.....</b>	<b>51</b>
<b>5.5</b>	<b>DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI MISURAZIONE.....</b>	<b>51</b>
5.5.1	Parametri pedologici (in situ).....	52
5.5.2	Parametri chimico-fisici: in laboratorio .....	56
<b>5.6</b>	<b>CRITERI PER LA SCELTA ED INDICAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO.. .....</b>	<b>60</b>
<b>5.7</b>	<b>METODICA PER LA DEFINIZIONE E RACCOLTA DEI PARAMETRI “IN SITU” .</b>	<b>61</b>
<b>5.8</b>	<b>METODICA PER LA FORMAZIONE DEI CAMPIONI PER ANALISI DI LABORATORIO.....</b>	<b>61</b>
<b>5.9</b>	<b>ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI.....</b>	<b>62</b>
<b>5.10</b>	<b>DOCUMENTI DI SINTESI DEL MONITORAGGIO .....</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE – FLORA E FAUNA.....</b>	<b>64</b>
<b>6.1</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA ZONA DI MONITORAGGIO FLORA E FAUNA.....</b>	<b>64</b>
<b>6.2</b>	<b>PMA – VEGETAZIONE E FLORA .....</b>	<b>64</b>
6.2.1	Premessa metodologica.....	64
6.2.2	Riferimenti scientifici e normativi.....	65
6.2.3	Comunità vegetali .....	65
6.2.4	Flora.....	65
6.2.5	Disegno di campionamento e analisi quali-quantitativa della vegetazione .....	66
6.2.6	Articolazione temporale degli accertamenti .....	69
6.2.7	Prescrizioni finali Servizio SAVI .....	69
6.2.8	Interventi di mitigazione degli impatti sulla flora.....	70
<b>6.3</b>	<b>PMA – FAUNA.....</b>	<b>71</b>
6.3.1	Premessa ed obiettivi del PMA della fauna.....	71
6.3.2	Fauna.....	71
6.3.3	Bibliografia essenziale .....	73
6.3.4	Documentazione di base per la redazione del PMA .....	74
6.3.5	Accertamenti programmati.....	74
6.3.6	Specifiche tecniche per l’esecuzione delle indagini .....	75
6.3.7	Scelta delle aree da sottoporre a monitoraggio .....	84
6.3.8	Articolazione temporale delle indagini.....	85
6.3.9	Prescrizioni finali Servizio SAVI .....	86
6.3.10	Interventi di mitigazione degli impatti sulla fauna.....	87



<b>7</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE – RUMORE .....</b>	<b>89</b>
<b>7.1</b>	<b>INTRODUZIONE E OBIETTIVI .....</b>	<b>89</b>
<b>7.2</b>	<b>CENSIMENTO DEI RICETTORI .....</b>	<b>89</b>
<b>7.3</b>	<b>RILEVAMENTI FONOMETRICI .....</b>	<b>96</b>
<b>7.4</b>	<b>RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI.....</b>	<b>101</b>
7.4.1	Normative:.....	101
<b>7.5</b>	<b>ACCERTAMENTI PROGRAMMATI .....</b>	<b>102</b>
<b>7.6</b>	<b>PARAMETRI ACUSTICI .....</b>	<b>103</b>
<b>7.7</b>	<b>PARAMETRI METEOROLOGICI.....</b>	<b>103</b>
<b>7.8</b>	<b>PARAMETRI DI INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....</b>	<b>104</b>
<b>7.9</b>	<b>ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI.....</b>	<b>104</b>
<b>7.10</b>	<b>MISURAZIONI FONOMETRICHE ANTE-OPERAM.....</b>	<b>106</b>
7.10.1	Tipologia di misura LF – Fronte avanzamento lavori .....	107
7.10.2	Tipologia di misurazione LC – Aree di cantiere.....	108
7.10.3	Tipologia di misura LM - Viabilità dei mezzi di cantiere .....	108
<b>7.11</b>	<b>MISURAZIONI FONOMETRICHE NELLA FASE POST-OPERAM .....</b>	<b>109</b>
<b>7.12</b>	<b>METODOLOGIA DI RILEVAMENTO E DI ACQUISIZIONE DELLE INFORMAZIONI.....</b>	<b>109</b>
7.12.1	Svolgimento del monitoraggio tipo .....	110
7.12.2	Strumentazione di misura .....	111
<b>7.13</b>	<b>SCELTA DEI PUNTI DA SOTTOPORRE A MONITORAGGIO .....</b>	<b>112</b>
7.13.1	Criteri di criticità ambientale .....	112
7.13.2	Criteri di selezione dei punti di monitoraggio .....	113
7.13.3	Ubicazione dei punti di monitoraggio .....	114
<b>7.14</b>	<b>ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI .....</b>	<b>115</b>
<b>8</b>	<b>METODI E LIMITI DI RILEVABILITÀ .....</b>	<b>116</b>
<b>9</b>	<b>PROGRAMMA DEI MONITORAGGI.....</b>	<b>119</b>

# 1 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

## 1.1 PREMESSA

Il Piano di Monitoraggio Ambientale è uno strumento operativo finalizzato alla verifica del rispetto delle procedure ambientali previste dalla normativa vigente e, nel caso specifico, dal Decreto di VIA, nonché provvede alla valutazione della qualità ambientale ed all'accertamento degli effettivi livelli di impatto (diretto e indiretto) originati dall'infrastruttura nella fase di realizzazione e di esercizio, da raffrontare con un precedente periodo, più o meno lungo, di monitoraggio ambientale.

Il monitoraggio ambientale della nuova strada Sassari Olbia e in particolare quello del Lotto 2, oggetto del presente Piano, ha per questo l'obiettivo di valutare lo stato delle componenti ambientali nel contesto in cui si inserisce prima della realizzazione dell'opera (ante operam) e le variazioni che si innescano in fase di cantiere (in operam) e nelle fasi successive alla conclusione dei lavori (post operam).

Il Piano recepisce le prescrizioni e raccomandazioni del Decreto di compatibilità ambientale del Ministero dell'Ambiente n. DVA-DEC-2011-0000060 del 24.02.2011 e dei diversi Enti e soggetti che hanno formulato Osservazioni in relazione alla compatibilità ambientale del progetto. In particolare è stata recepita la nota dell'ARPAS del 16.10.2013 prot. N. 27807 che ha interessato tutte le componenti ambientali che sono state ritenute meritevoli di monitoraggio in relazione alla natura ed alla dimensione dell'opera nonché sono state raccolte le osservazioni del Servizio Tutela della Natura dell'Assessorato della Difesa Ambiente della Regione Sardegna in quanto il Lotto 2 si sviluppa, per larga parte, all'interno di aree SIC e ZPS.

L'aggiornamento e le revisioni hanno visto altresì la necessità di rendere l'intero elaborato in linea con i recenti sviluppi della normativa in campo ambientale che nel recente passato hanno interessato sia lo scenario comunitario, sia quello nazionale e regionale.

In ultimo, questa revisione, si è resa necessaria a seguito del sopralluogo congiunto tra ARPAS, ANAS e rappresentanti dell'Impresa Vidoni per la verifica e l'identificazione dei punti di monitoraggio dal quale è derivata la nota dell'ARPAS del 18.06.2014 prot. 16964 e le successive del 07.07.2014 prot. 18824 e 18826 con chiarimenti ed integrazioni nonché in relazione al parere ex art.5 del DPR 357/1997 e s.m.i. emesso dalla RAS – Servizio SAVI con prot. 0018825 in data 05.09.2014 e trasmesso con Prot. 20948 del 30.09.2014.

Il tracciato stradale della Sassari - Olbia si inserisce in un contesto ambientale di pregio con diverse eccellenze naturalistiche e faunistiche ed un contesto paesaggistico di notevole effetto distinguente sia nelle aree pianeggianti intorno al Lago del Coghinas, caratterizzate da ampie colture seminative, sia nelle aree collinari di Ploaghe-Ardara ed Oschiri-Monti contraddistinte da pascoli arborati, vigneti e aree boscate. Non ultimo assume rilevanza il contesto storico lungo il nuovo tracciato che delinea il naturale corridoio morfologico che in epoca preistorica e storica ha rappresentato l'obbligato cammino tra le aree pianeggianti e fertili della regione storica del Monte Acuto e, da una parte, la Gallura e, dall'altra, il Sassarese.

Scopo del presente Piano di Monitoraggio sarà, pertanto, quello di indicare le metodologie ed i percorsi di analisi delle varie componenti ambientali sulle quali eventualmente basare le ulteriori e concrete azioni di contrasto degli impatti ambientali oltre quelle già contemplati dallo SIA al fine di

minimizzare le alterazioni che l'opera comporterà nell'ambiente, affinché si inneschino processi autoriproduttivi autonomi che, in un tempo più o meno breve, possano restituire l'area interessata ad un nuovo equilibrio ambientale.

## 1.2 IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI OGGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Come accennato in premessa il piano di monitoraggio ambientale permette di quantificare l'impatto che la costruzione della nuova Sassari - Olbia genera effettivamente sull'ambiente, attraverso un insieme di rilevazioni periodiche da esercitare su parametri biologici, chimici e fisici, relative alle seguenti componenti ambientali:

- ❖ atmosfera
- ❖ ambiente idrico superficiale
- ❖ ambiente idrico sotterraneo
- ❖ suolo
- ❖ flora, fauna e ecosistemi
- ❖ rumore

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 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.

## 1.3 IL TRACCIATO STRADALE ATTUALE

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.

## 1.4 LOTTO 2

Il tratto dell'opera in progetto denominata "Lotto 2" si svilupperà approssimativamente tra il "Bivio Ardara" ed il "Bivio Martis" della Strada Statale 597 esistente, 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.

All'interno del lotto 2, oggetto del presente piano di monitoraggio, si possono individuare tre attraversamenti idraulici principali: uno sul Rio Badu Ruju (che interessa oltre alla viabilità principale anche la secondaria e la S.S. 597 esistente), uno sul Rio Sa Pubusa (sulla viabilità principale e sulla S.S. 597) e uno sul Rio Crastos.

Il tracciato in progetto interseca l'idrografia del Rio Badu Ruju, per il quale è stata prevista la sistemazione del corso d'acqua ottenuta mediante la protezione spondale e la risagomatura dell'alveo eliminando gli accumuli di materiali di origine alluvionale. Per l'attraversamento è stato previsto un ponte di 80 m sia nella nuova infrastruttura che nella viabilità esistente.

Per quanto riguarda il Rio Sa Pubusa è prevista la realizzazione di un ponte da 35 m al km 14+709.48 della nuova infrastruttura e il rifacimento del attuale ponte sulla viabilità esistente (SS597) anch'esso di 35 m.

Sul Rio Crastos si prevede la realizzazione di un ponte da 35 m.

Il territorio attraversato dall'infrastruttura interessa la piana di Ozieri – Chilivani che, fino al bivio di Tula è caratterizzata per lo più da aree seminative a carattere intensivo (impianti irrigui tipo Pivot e Ranger).

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 (ITB 011113) e come Z.P.S. (Zona di Protezione Speciale) denominata Piana di Ozieri, Mores, Ardara, Tula e Oschiri (ITB 013048). In termini di progressive di progetto la porzione di area SIC interessata dal lotto 2 va dalla progressiva km 17+350 alla progressiva km 24+200 (Termine lotto 2), mentre l'intero tracciato del Lotto 2, dalla progressiva km 11+800 alla progressiva km 24+200, risulta interamente interessare la ZPS.

## 1.5 OBIETTIVI AMBIENTALI GENERALI

Gli obiettivi ambientali fondamentali che l'impresa si deve porre nella progettazione e nella realizzazione del cantiere e delle attività ad esso connesse sono i seguenti:

- ❖ l'osservanza delle leggi ambientali;
- ❖ una progettazione esecutiva che provveda a contenere i "danni ambientali" nell'ambito degli impatti previsti dallo SIA;
- ❖ la corretta conduzione dei cantieri in modo tale da limitare i consumi di acqua, suolo, energie, materie prime e minimizzare la produzione di rifiuti privilegiando il loro riutilizzo;
- ❖ la corretta gestione dei prodotti e dei rifiuti pericolosi;
- ❖ l'adeguato ed immediato intervento in caso di contaminazioni accidentali di aria, acqua o suolo;
- ❖ la formazione ed il coinvolgimento del personale sulle attività da intraprendere in caso di contaminazioni accidentali e, più in generale, dei comportamenti da tenere per non influire negativamente sull'ambiente ove si opera;
- ❖ verifica del rispetto delle disposizioni ambientali anche per le ditte subappaltatrici;



- ❖ il controllo periodico sugli impatti attraverso l'esecuzione del monitoraggio ambientale;
- ❖ l'inserimento periodico dei dati ambientali rilevati in un SIT al fine di valutare progressivamente l'andamento dei monitoraggi e, nel caso, provvedere ai correttivi delle procedure previste;
- ❖ confronto periodico con gli Enti di Controllo per la valutazione congiunta degli andamenti.

La condivisione di tali obiettivi ambientali generali da parte di tutti i citati attori di questo ampio progetto (impresa, progettisti, consulenti ambientali, subappaltatori, Enti di Controllo, ...) consentirà la minimizzazione degli impatti e l'ottimizzazione della gestione ambientale del cantiere.

## 2 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE – ATMOSFERA E CLIMA

### 2.1 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 appositi mezzi mobili attrezzati con dei rilevatori per campagne di misure periodiche della durata ciascuna di due settimane in postazioni predeterminate.

### 2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria e monitoraggio degli inquinanti dell'aria, si basa sui seguenti documenti legislativi:

#### **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 PM2,5 (allegato XIV);
- ❖ i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (allegato XIII);
- ❖ i valori obiettivo (allegato VII punto 2), gli obiettivi a lungo termine (allegato VII punto 3), le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono (allegato XII parte 2).

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 della 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.

## 2.3 DOCUMENTAZIONE DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA

La documentazione utilizzata è essenzialmente costituita da:

1. Elaborati del progetto esecutivo
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 rende 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 esecutivo 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 sono situate lungo il tracciato stradale e sono state suddivise in base alle attività, nelle seguenti tipologie:

- ❖ area di cantiere principale posta in posizione strategica rispetto all'area da asservire, la cui permanenza corrisponde al tempo di realizzazione del lotto;
- ❖ aree di sottocantiere 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 SIA nonché all'elaborato T00MO00MOARE02\_B "Aggiornamento del censimento ricettori rumore" redatto nell'aprile 2014.

## 2.4 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, allo scopo di controllare gli impatti previsti durante le lavorazioni di cantiere;
- ❖ *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

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

#### 2.4.1 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
<b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 1 ora (da non superare più di 24 volte l'anno)	<b>350 µg/m<sup>3</sup></b>
	Valore limite con periodo di mediazione di 24 ore (da non superare più di 3 volte l'anno)	<b>125 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 1 ora (da non superare più di 18 volte l'anno)	<b>200 µg/m<sup>3</sup></b>
	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	<b>5 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Monossido Carbonio (CO)</b>	Media massima giornaliera su 8 ore	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b>
<b>Piombo (Pb)</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	<b>0,5 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Particolato (PM10)</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 24 ore (da non superare più di 35 volte l'anno)	<b>50 µg/m<sup>3</sup></b>
	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Particolato (PM2,5) – Fase 1</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Particolato (PM2,5) – Fase 2</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno ancora da stabilire con successivo decreto	<b>Non stabilito</b>

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.

### 2.4.2 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
<b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione	<b>20 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)</b>	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione	<b>30 µg/m<sup>3</sup></b>

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.

### 2.4.3 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)

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	SOGLIA SUPERIORE	SOGLIA INFERIORE
<b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>	Media sulle 24 ore (da non superare più di 3 volte l'anno)	<b>75 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>50 µg/m<sup>3</sup></b>
	Media invernale per gli ecosistemi	<b>12 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>8 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>	Media oraria per (da non superare più di 18 volte l'anno)	<b>140 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>100 µg/m<sup>3</sup></b>
	Media annuale	<b>32 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>26 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)</b>	Media annuale per la vegetazione	<b>24 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>19,5 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Particolato (PM10)</b>	Media su 24 ore (da non superare più di 35 volte l'anno)	<b>35 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b>
	Media annuale	<b>28 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>20 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Particolato (PM2,5)</b>	Media annuale	<b>17 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>12 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Piombo (Pb)</b>	Media annuale	<b>0,35 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>0,25 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>	Media annuale	<b>3,5 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>2 µg/m<sup>3</sup></b>

<b>Monossido Carbonio (CO)</b>	Media su 8 ore	<b>7 mg/m<sup>3</sup></b>	<b>5 mg/m<sup>3</sup></b>
<b>Arsenico (As)</b>	Media annuale	<b>3,6 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>2,4 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Cadmio (Cd)</b>	Media annuale	<b>3 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>2 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Nichel (Ni)</b>	Media annuale	<b>14 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>10 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Benzo(a)pirene (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>)</b>	Media annuale	<b>0,6 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>0,4 µg/m<sup>3</sup></b>

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.

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

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

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

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

## 2.4.6 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 <sub>3</sub> )	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (protezione salute umana)	120 µg/m <sup>3</sup>
	Da maggio a luglio (protezione della vegetazione)	6.000 µg/m <sup>3</sup> 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.

## 2.4.7 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 <sub>2</sub> )	Valore misurato su tre ore consecutive in un sito rappresentativo di un'area di almeno 100 km <sup>2</sup>	500 µg/m <sup>3</sup>
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Valore misurato su tre ore consecutive in un sito rappresentativo di un'area di almeno 100 km <sup>2</sup>	400 µg/m <sup>3</sup>

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

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

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.

## 2.5 SPECIFICHE TECNICHE

### 2.5.1 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 saranno 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.

### 2.5.2 Strumentazione di misura

Per il monitoraggio dell'atmosfera verrà utilizzato un laboratorio mobile dotato di adeguato sistema di condizionamento per garantire una continua ed ottimale distribuzione della temperatura al suo interno al fine di permettere ad analizzatori e campionatori di lavorare sempre in condizioni controllate e standard. Il laboratorio è attrezzato in quattro blocchi principali:

- ❖ Campionatori/analizzatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi:
  - ◆ rivelatore a fluorescenza per SO<sub>2</sub>
  - ◆ rivelatore a chemiluminescenza per NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>
  - ◆ rivelatore IR per CO
  - ◆ rivelatore UV per O<sub>3</sub>
- ❖ campionatori gravimetrici sequenziali
  - ◆ campionario per PM 10
  - ◆ campionario per PM 2,5
- ❖ centralina per la misura dei parametri meteorologici (temperatura, umidità, direzione del vento, velocità del vento, pressione atmosferica, precipitazione accumulata, radiazione solare)
- ❖ unità di acquisizione ed elaborazione dati

In aggiunta ai parametri registrati in tempo reale, il mezzo mobile sarà utilizzato come stazione di campionamento continua per ulteriori determinazioni:

- ❖ Benzene
  - ◆ Sistema di campionamento passivo Radiello®, analisi in GC-MS
- ❖ Benzo(a)pirene
  - ◆ Membrana polveri, frazione PM 2.5, analisi in GC-MS
- ❖ Metalli
  - ◆ Membrana polveri frazione PM 10, analisi in ICP-OES

### 2.5.3 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 conclusiva, 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, sarà predisposta anche una scheda standard 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.

Per quanto concerne la fase *post operam* sarà prodotta un'idonea documentazione contenente la descrizione del sito di campionamento e i risultati del monitoraggio sia per agli aspetti meteorologici che per i risultati del rilevamento degli inquinanti previsti dalla normativa; questi ultimi saranno rappresentati con grafici e tabelle, in grado di descrivere, in maniera corretta, la qualità dell'aria, espressa anche come indice sintetico di qualità dell'aria.

## 2.6 CRITERI DI SCELTA 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.

## 2.6.1 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.

Per quanto riguarda il profilo analitico, in funzione delle osservazioni dell'ARPAS del 16.10.2013 prot. 27808/13, si è previsto di mantenere, per qualsiasi tipologia di recettore, lo stesso profilo analitico degli inquinanti da monitorare al fine di evitare che il laboratorio mobile debba essere

parzializzato in funzione del ricettore. Permane l'esigenza, per tutti i ricettori, del contestuale rilevamento dei parametri meteorologici.

Tipologia Recettori	Inquinanti Monitorati
<b>LC</b> Recettori prossimi alle aree di cantiere	Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ); Particolato (PM <sub>10</sub> ); Particolato (PM <sub>2,5</sub> ); Piombo (Pb); Cadmio (Cd); Nichel (Ni); Arsenico (As); Benzo(a)pirene (C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> ); Monossido Carbonio (CO); Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ); Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ); Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ); Ozono (O <sub>3</sub> ).
<b>LF</b> Recettori prossimi al fronte di avanzamento dei lavori	
<b>LM</b> Recettori prossimi alla viabilità interessata dai mezzi di cantiere	
<b>TV</b> Recettori o centri abitati prossimi alla strada in esercizio	
<b>MT</b> Misure per il rilevamento dei parametri meteorologici	Temperatura; Umidità relativa; Velocità e direzione del vento; Pressione atmosferica; Intensità di precipitazioni; Radiazione solare.

## 2.6.2 Localizzazione dei punti di monitoraggio

La localizzazione dei punti d'indagine (vedi tabella) è stata effettuata in conformità ai criteri descritti nei paragrafi precedenti. Per le analisi modellistiche, dalle quali si evidenziano i ricettori interessati da valori massimi di concentrazione, si rimanda allo SIA.

I punti d'indagine sono stati stabiliti in via definitiva durante il già citato sopralluogo congiunto tra ARPAS, ANAS e rappresentanti dell'Impresa Vidoni. Sono pertanto stati identificati tre punti fissi in corrispondenza di altrettanti recettori sensibili localizzati in prossimità dell'area del cantiere principale e due in prossimità di sottocantieri. Tutti i punti individuati risultano ad una distanza di circa 50 metri dall'asse viario in costruzione.

Codice monitoraggio	Localizzazione
PMA_AIR_L2_01	Km 16,480, in corrispondenza del recettore R054 in località Domo Paule ed in prossimità del sottocantiere L2_03 – Rio Crastos
PMA_AIR_L2_02	Km 17,200, in corrispondenza del recettore R067 in località Cantonera Sant'Antiogu ed in prossimità del sottocantiere L2_04 – Svincolo Ozieri
PMA_AIR_L2_03	Km 23,240, in corrispondenza del recettore R084 - Bar Caffè Punto di Ristoro 597 – Cantiere principale

### Localizzazione punti di monitoraggio

<b>ANAS S.p.A.</b>	Adeguamento al tipo (4 corsie) dell'itinerario Sassari – Olbia LOTTO 2	Relazione sul Piano di Monitoraggio Ambientale	11/2014 T00MO00MOARE01_E
--------------------	--	--	-----------------------------

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

Codice Punto Monitoraggio	Misure TV		Misure LC		Misure LF		Misure LM		Misure MT
	Recettori o centri abitati prossimi alla strada in esercizio		Recettori prossimi alle aree di cantiere		Recettori prossimi al fronte di avanzamento dei lavori		Recettori prossimi alla viabilità interessata dai mezzi di cantiere		Misure per il rilevamento dei parametri meteorologici
	A.O.	P.O.	A.O.	C.O.	A.O.	C.O.	A.O.	C.O.	
PMA_AIR_L2_01	X	X	X	X	O	O	O	O	Sempre
PMA_AIR_L2_02	X	X	X	X	O	O	O	O	Sempre
PMA_AIR_L2_03	X	X	X	X	O	O	O	O	Sempre

*Misure previste nei punti di monitoraggio*

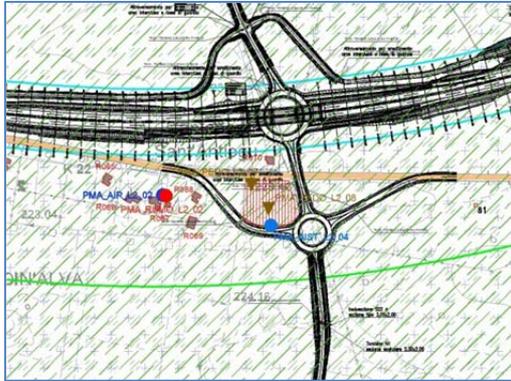
**NB:** I recettori prescelti hanno tutti e sempre valenza di Misure LC in A.O. ed in C.O., hanno tutti e sempre valenza di Misure TV in A.O. ed in P.O., hanno valenza di Misure LF in A.O. e avranno valenza di Misure LF quando il fronte dei lavori si avvicinerà al recettore identificato. Infine i recettori prescelti hanno tutti valenza di Misure LM in A.O. e avranno valenza di Misure LM quando, durante il progredire dei lavori, risulteranno prossimi alla viabilità interessata dai mezzi di cantiere. Contestualmente alle suddette misure saranno anche effettuate le Misure MT per il rilevamento dei parametri meteorologici.

**PMA\_AIR\_L2\_01** Km 16,480, in corrispondenza del recettore R054 in località Domo Paule ed in prossimità del sottocantiere L2\_03 – Rio Crastos



**PMA\_AIR\_L2\_02**

Km 17,200, in corrispondenza del recettore R067 in località Cantonera Sant'Antiogu ed in prossimità del sottocantiere L2\_04 – Svincolo Ozieri



**PMA\_AIR\_L2\_03**

Km 23,240, in corrispondenza del recettore R084 - Bar Caffè Punto di Ristoro 597 – Cantiere principale



## 2.6.3 Articolazione temporale degli accertamenti

In accordo con le disposizioni previste dalla già richiamata nota dell'ARPAS del 16.10.2013 Prot. n.27808, e a seguito del sopralluogo congiunto tra ARPAS, ANAS e rappresentanti dell'Impresa Vidoni per la verifica e l'identificazione dei punti di monitoraggio dalla quale è derivata la nota dell'ARPAS del 18.06.2014 prot. 16964 e le successive del 07.07.2014 prot. 18824 e 18826, l'articolazione temporale dei monitoraggi è stata programmata nelle seguenti modalità:

- ❖ *ante operam*: verrà eseguito un unico periodo di monitoraggio nei tre punti dei recettori individuati (PMA\_AIR\_L2\_01, PMA\_AIR\_L2\_02 e PMA\_AIR\_L2\_03) che avrà, per ciascuno, funzione di monitoraggio AO sia come Misura TV (Recettori o centri abitati prossimi alla strada in esercizio), sia come Misura LC (Recettori prossimi alle aree di cantiere), sia come Misura LF (Recettori prossimi al fronte di avanzamento dei lavori), sia, infine, come Misura LM (Recettori prossimi alla viabilità interessata dai mezzi di cantiere).
- ❖ *in operam*: verranno eseguiti sei monitoraggi all'anno in ciascuno dei tre punti di rilevazione prescelti. Le misure effettuate in CO avranno sempre valenza di Misura LC, ed avranno contestualmente valenza di Misura LF e Misura LM in funzione del fronte di avanzamento dei lavori e delle aree di cantierizzazione. Non verranno effettuate altre rilevazioni a meno che situazioni contingenti non suggeriscano l'individuazione di altre localizzazioni;
- ❖ *post operam*: verranno eseguiti sei monitoraggi all'anno in ciascuno dei tre punti di rilevazione denominati PMA\_AIR\_L2\_01, PMA\_AIR\_L2\_02 e PMA\_AIR\_L2\_03 nei due anni successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura ed avranno valenza di Misura TV.

Le campagne di misura in ciascun punto di monitoraggio avranno durata di 14 gg. Tale arco temporale con minor frequenza, rispetto ad un monitoraggio settimanale di maggior frequenza, diminuisce le possibilità che prolungate condizioni meteo avverse possano condizionare gli esiti del singolo monitoraggio.

Verranno pertanto 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. Avendo previsto un arco temporale di 14 gg per ciascun monitoraggio si avrà una buona probabilità di includere nello stesso un numero significativo di misure in condizioni di calma di vento che, se pure non molto frequenti nel comprensorio in esame (circa 70 giorni all'anno), possono dar luogo alle maggiori concentrazioni nelle immediate vicinanze dell'asse stradale.

La tabella che segue riporta il numero complessivo di giorni di monitoraggio per ogni fase. Il numero di giorni di monitoraggio per la fase C.O. (corso d'opera) dipende com'è ovvio dalla durata della realizzazione dell'infrastruttura. Nella tabella è stata ipotizzata una durata dei lavori di 30 mesi.

Fase	N. punti	Durata	Frequenza	Giorni
A.O.	3	-	1 volta	42
C.O.	3	30 mesi	6 volte/anno	630
P.O.	3	24 mesi	6 volte/anno	504

### 3 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE – ACQUE SUPERFICIALI

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

I principali corsi d'acqua interessati dalla realizzazione dell'opera per il tratto del Lotto 2, oggetto del presente monitoraggio, sono:

- ❖ Rio Badu Ruju
- ❖ Rio Sa Pubusa
- ❖ Rio Crastos

Il bacino idrografico del Rio Badu Ruju risulta essere, alla sezione idraulica di monitoraggio, il più esteso dei tre bacini con circa 45 kmq di superficie, mentre il Rio Pubusa ed il Rio Crastos hanno un bacino entrambi di circa 5 kmq. Come visibile nelle foto scattate nel febbraio 2014 tutti i suddetti corsi d'acqua presentavano deflusso. Questo in buon accordo con il regime torrentizio di buona parte dei corsi d'acqua della Sardegna.

In base alle caratteristiche idrogeologiche, idrauliche e geomorfologiche, si può ritenere che i deflussi dei suddetti corsi d'acqua risultino sempre presenti, in un anno idrologico medio, durante periodi piovosi compresi tra ottobre e marzo, per poi diminuire con un deflusso di magra che per il Rio Badu Ruju potrebbe prolungarsi sino al mese di maggio, mentre è probabile che già ai primi di aprile, gli altri due corsi d'acqua vadano in "secca".



Rio Badu Ruju



Rio Sa Pubusa



Rio Crastos

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

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

1. modifica del regime idrologico
2. inquinamento della risorsa idrica
3. consumo delle risorse idriche

Il monitoraggio pertanto si articolerà in tre fasi:

1. Monitoraggio Ante Operam (MAO); ha lo scopo di fornire una descrizione dello stato della risorsa prima dell'intervento;
2. Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO); il cui obiettivo è la verifica che le eventuali modificazioni allo stato dell'ambiente idrico siano temporanee e non superino determinate soglie;
3. Monitoraggio Post Operam (MPO); ha il fine di documentare la situazione ambientale che si verifica 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 di accertare la reale efficacia dei provvedimenti posti in essere per garantire la mitigazione degli impatti sull'ambiente.

In base alle considerazioni fatte e attraverso l'analisi del percorso e delle aree interessate scaturisce la scelta dei punti da monitorare. In particolare il monitoraggio del sistema idrico superficiale si occuperà di valutare le potenziali modifiche indotte dalle attività di costruzione nelle sottoelencate situazioni in corrispondenza degli attraversamenti dei tre suddetti principali corsi d'acqua.

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

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

Il monitoraggio consentirà, così, di :

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

### 3.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito vengono elencati i principali riferimenti normativi che sono stati considerati per la redazione del presente Progetto di Monitoraggio ambientale, nonché alcuni articoli tecnici di settore inerenti all'argomento.

### 3.1.1 Leggi di tutela ambientale generale

- ❖ Legge 18 Maggio 1989 n.183 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”
- ❖ Legge n.36 del 1994 “Disposizione in materia di acque pubbliche, e successive modifiche ed integrazioni”
- ❖ Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 4 Marzo 1996, “Disposizioni in materia di risorse idriche”
- ❖ Testo aggiornato del Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n.152 "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", a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al Decreto Legislativo 18 agosto 2000 n.258
- ❖ Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. - Norme in materia ambientale

### 3.1.2 Norme per la tutela della qualità delle acque superficiali

- ❖ Direttiva CEE n° 676 del 12 dicembre 1991 concernente Protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati di origine agricola
- ❖ Direttiva 2000/60/CE Parlamento Europeo e Consiglio del 23 ottobre 2000. Allegato VIII elenco indicativo dei principali inquinanti
- ❖ Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. - Norme in materia ambientale
- ❖ D. Lgs. n. 284 del 08/11/2006 – “Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale”
- ❖ Direttiva 2008/105/CE Allegato X - Elenco delle sostanze prioritarie in materia di acque
- ❖ D.Lgs. n. 4 del 16/01/2008 - “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. n. 152 del 03/04/2006, recante norme in materia ambientale”
- ❖ D.M. n. 56 del 14 aprile 2009 “Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici”
- ❖ DM 260 del 8 novembre 2010 “Criteri tecnici per la classificazione dei corpi idrici superficiali”
- ❖ D.Lgs. n. 219 del 10/12/2010 - “Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque
- ❖ D.Lgs. n. 49 del 23/02/2010 – “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”

### 3.1.3 Linee guida

- ❖ Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale, “Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n.443)”, Rev. 1 del 4 Settembre 2003
- ❖ Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI), Regione Autonoma della Sardegna (Aggiornato con delibera G.R. n. 54/33 del 30.12.2004)
- ❖ Deliberazione Giunta Regionale n.69/25 del 10/12/2008 “Disciplina regionale degli scarichi”
- ❖ Piano di Tutela delle Acque – Piano stralcio di settore del Piano di Bacino
- ❖ Piano di gestione del Distretto idrografico della Regione Sardegna

### 3.1.4 Analisi di laboratorio delle acque, parametri descrittivi

- ❖ Deliberazione Comitato Interministeriale 4 febbraio 1977 "Criteri generali e metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici e per la formazione del catasto degli scarichi"
- ❖ DPR 236 del 1988 e successive modifiche ed integrazioni sulla Qualità delle acque destinate al consumo umano contenente in allegato 1 "Requisiti di qualità - elenco parametri", ed in allegato 2 "metodi analitici di riferimento"
- ❖ D.Lgs n.31 del 2 febbraio 2001 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano"
- ❖ Decreto Ministeriale 14 aprile 2009, n. 56 "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici" – Attuazione Art. 75 D.Lgs 152/2006
- ❖ Direttiva 260/2010 "Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali" – Modifica norme D.Lgs. 152/2006
- ❖ DECRETO 16 giugno 2008 "Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici" – Attuazione Art. 75 D.Lgs 152/2006

### 3.1.5 Standard per gli accertamenti

- ❖ UNI EN 25667-1 Guida alla definizione di programmi di campionamento;
- ❖ UNI EN 2566-7 Guida alle tecniche di campionamento;
- ❖ ISO 5667-3:1994 Guidance on the preservation and handling of samples;
- ❖ ISO 5667-14:1998 Guidance on quality assurance of environmental water sampling and handling;
- ❖ ISO 4363:1993 Measurement of liquid flow in open channels - Method for measurement of suspended sediments;
- ❖ ISO/DIS 5667-17 Guidance on sampling of suspended sediments;
- ❖ ISO/TR 13530:1997 Guide to analytical quality control for water analysis;
- ❖ ISO 9001 "Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti"
- ❖ UNI EN ISO 10005:1996 " Linee guida per fornitori e committenti per la preparazione, il riesame, l'accettazione, e la revisione di piani di qualità";
- ❖ UNI CEI EN ISO/IEC 17025 " Requisiti generali per la competenza di laboratori di prova e taratura".
- ❖ APAT-IRSA-CNR – Metodi analitici per le acque: 29/2003
- ❖ APAT Metodi biologici per le acque –Parte I°

## 3.2 DATI DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA

Il piano di monitoraggio ambientale ha avuto come basi di partenza una serie di elaborati grafici e relazioni tecniche generali derivanti dalla Progettazione Preliminare e dallo Studio di Impatto Ambientale del tratto stradale oggetto del presente piano di monitoraggio.

I possibili fattori d'impatto saranno dovuti al transito dei mezzi di cantiere ed ai 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.

### 3.3 ACCERTAMENTI PROGRAMMATI

#### 3.3.1 Criteri per la selezione di punti di monitoraggio

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

- ❖ dimensioni e tipologia delle opere che interessano sia il corso d'acqua che le zone limitrofe scolanti nel medesimo;
- ❖ importanza del corpo idrico interessato; sono state considerate le dimensioni della sezione, le caratteristiche idrologico-idrauliche e la presenza di vincoli ambientali;
- ❖ localizzazione delle aree logistiche fisse (cantieri e sottocantieri) in prossimità di corpi idrici ricettori e individuazione dei loro punti di scarico delle acque di prima pioggia.

Nel progetto esecutivo l'area di cantiere è stata individuata in posizione baricentrica rispetto alla parte di tracciato da asservire. Sono stati inoltre previsti dei *sottocantieri* in corrispondenza delle opere d'arte maggiori (ponti-viadotti-cavalcavia).

In particolare nel Lotto 2 è prevista un'area di cantiere al km 19,750 e 5 sottocantieri in corrispondenza delle nuove opere d'arte. Tre di questi, quello al km 13+780, quello al km 14+760 e quello al km 16+300, sono i sottocantieri relativi alle opere di attraversamento dei corsi d'acqua che verranno monitorati.

Per tutte le tre fasi si prevedono punti di monitoraggio sia a monte che a valle dell'opera di attraversamento che dell'area di sottocantiere ad esso connessa.

Nella fase *ante operam* verrà verificata la "consistenza" del deflusso di magra e la possibilità concrete 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.

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.

I punti di monitoraggio predefiniti in fase di progettazione esecutiva sono i seguenti:

Sezione monitoraggio	Corso d'acqua	Posizione
PMA_AISU_L2_01	Rio Badu Ruju	A monte del ponte sul Rio Badu Ruju (km 13,738)
PMA_AISU_L2_02	Rio Badu Ruju	A valle del ponte sul Rio Badu Ruju per viabilità esistente (km 13,738)
PMA_AISU_L2_03	Rio Sa Pubusa	A monte del ponte sul Rio Sa Pubusa (km 14,709)
PMA_AISU_L2_04	Rio Sa Pubusa	A valle del ponte sul Rio Sa Pubusa (km 14,709)
PMA_AISU_L2_05	Rio Crastos	A monte del ponte sul Rio Crastos (km 16,244)
PMA_AISU_L2_06	Rio Crastos	A valle del ponte sul Rio Crastos (km 16,244)

### 3.3.2 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".

Si è inoltre tenuto conto delle indicazioni fornite nel parere dell'ARPAS, Prot. N. 27808/2013, nella quale vengono indicati, in forma generica per tutti i lotti della Sassari – Olbia, le criticità inerenti ai vari Piani di monitoraggio dei diversi lotti.

### 3.3.3 Monitoraggio ante operam (MAO)

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 corso d'acqua 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, dato il carattere di estrema urgenza in cui si sta operando, un unico monitoraggio AO, presumibilmente all'inizio del periodo di deflusso di magra prima, comunque dell'avvio dei lavori.

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.

I parametri che si prevede di indagare nel monitoraggio AO sono i medesimi delle fasi CO e del PO per le quali verrà di seguito dedicato un apposito capitolo. Verrà inoltre effettuata la determinazione dell'indice STAR-ICMi.

### 3.3.4 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 rilevato con lo stato *Ante Operam* e segnalare, nei medesimi punti di monitoraggio, le eventuali divergenze da questo.

A valle del rilevamento e della segnalazione di scostamenti rispetto ai caratteri preesistenti, il MCO dovrà avviare le procedure di verifica, per confermare e valutare lo scostamento, e di indagine per individuarne le cause. Una volta stabilite queste dovrà dare corso alle contromisure predisposte o elaborate al momento nel caso di eventi assolutamente imprevisi.

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

Durante le lavorazioni correnti, saranno effettuate misure e campionamenti per analisi chimiche e batteriologiche nonché la determinazione dell'indice STAR-ICMi con cadenza trimestrale.

### 3.3.5 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 la durata di un anno con cadenza trimestrale. Le sezioni che verranno sottoposte a monitoraggio coincideranno con quelle relative al monitoraggio in *Corso d'Opera*. Anche la frequenza delle rilevazioni saranno mantenute identiche a quelle del MCO.

## 3.4 SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEGLI ACCERTAMENTI

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.

### 3.4.1 Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio

Il campionamento verrà realizzato secondo il protocollo operativo suggerito dal manuale APAT Metodi biologici per le acque – Parte I°; in particolare si dovrà tenere conto della variabilità delle caratteristiche chimico fisiche delle acque indotte dalla morfologia fluviale.

A questo scopo si prevede di procedere secondo il seguente schema:

- ❖ nei tratti in rettilineo, ove la velocità dell'acqua è massima al centro e va via via diminuendo verso le sponde, si provvederà a realizzare un campione mediato tra due prelievi: uno al centro del fiume ed uno effettuato tra il centro e la sponda;
- ❖ nei tratti in curva, ove la velocità maggiore nel tratto esterno della curva e diminuisce progressivamente verso l'interno dell'ansa si procederà a formare un campione attraverso l'unione di tre aliquote: una prelevata dal centro, una prelevata tra il centro e la parte esterna dell'ansa ed una prelevata tra il centro e la parte interna dell'ansa.

La formazione delle aliquote sarà di tipo medio-continuo raccogliendo in successione continua 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:

- ❖ Aliquota per metalli pesanti: filtrata in campo a 0.45µm e acidificata al 0.5% in volume con acido nitrico al 65%, in bottiglia di plastica (per 200ml di campione filtrato aggiungere 1ml di acido nitrico al 65%);
- ❖ Aliquota per cromo VI: 100 ml di campione tal quale senza aggiunta di acido, in bottiglia di plastica.
- ❖ Aliquota per fosforo totale e COD: 1l di campione acidificato a pH<2 con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in bottiglia di vetro o polietilene
- ❖ Aliquota per parametri inorganici: campione tal quale, 1l in bottiglia di vetro o di polietilene.
- ❖ Aliquota per VOC e BTEX (Purge & Trup): campione tal quale in 2 vials da 40 ml, una con tappo e una con setto teflonato. Attenzione a riempire le vials senza intrappolare bolle d'aria.
- ❖ Aliquota per idrocarburi: 1l di campione tal quale in bottiglia di vetro scuro acidificata a pH<2 con acido cloridrico o solforico.
- ❖ Aliquota per PCB, IPA, semi-volatili: 2.5 l di campione tal quale in bottiglia di vetro scuro.
- ❖ Aliquota per composti organici e azotati, ammine: 1l di campione tal quale in bottiglia di vetro scuro.
- ❖ Aliquota per parametri batteriologici: bottiglia sterile in vetro da 1 litro

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.

È importante annotare se il campione è stato soggetto a filtrazione o meno perché in fase analitica il risultato sarà pertinente, nel primo caso, alle sole forme solubili degli analiti, nel secondo caso sia alle forme solubili sia a quelle presenti in fase sospesa (solidi dispersi).

Nel caso si debba procedere a filtrazione, questa viene eseguita in linea mediante filtri in polietere sulfone (PES) aventi diametro dei pori di 0,45 µm.



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.

Contestualmente ai campionamenti verrà effettuata misure di portata da eseguirsi con mulinello idrometrico, anche detto correntometro, che misura la velocità dell'acqua alla quale, associando l'area della sezione idraulica sommersa consente di ottenere la portata.

### 3.4.2 Metodologia di esecuzione delle analisi

Per la metodologia delle analisi si farà riferimento ai "Metodi analitici per le acque" Manuali 29 del 2003 APAT – IRSA. Eventualmente potranno essere utilizzati altri metodi ufficiali internazionali, quali ad esempio i metodi EPA, per alcuni microinquinanti organici.

I limiti di rilevabilità dei metodi analitici saranno tali da consentire di quantificare gli analiti ricercati ai livelli di concentrazione stabiliti come SQA (standard di qualità ambientale) riferiti allo stato chimico al fine di definire lo stato ambientale (allegato 1 alla parte III del D.Lgs 152/06 smi).

Nella tabella della pagina seguente sono indicati i parametri che verranno periodicamente determinati. Le previste metodiche ed i limiti di rilevabilità dei vari parametri sono riportati nel capitolo 8.

PARAMETRO	NOTE
pH	misura di campo
Conducibilità specifica	misura di campo
Ossigeno disciolto	misura di campo
Temperatura acqua	misura di campo
Temperatura aria	misura di campo
Portata	misura di campo
Solidi sospesi	
COD	
BOD5	
Alcalinità	
Metalli	As, Ca, Cd, Cr tot., Cr <sup>6+</sup> , Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sn, Zn
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
Cl <sup>-</sup>	
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
F <sup>-</sup>	
P totale	
Idrocarburi Totali	(come n-esano)
BTEX	Benzene, Toluene, Etilbenzene e Xileni (isomeri orto, meta e para)
IPA	Fluorantene, benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene, Naftalene
Composti alifatici clorurati	Triclorometano, 1,2 – Dicloroetano, Diclorometano, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Tetracloruro di carbonio, Tricloroetano
Escherichia coli	
STAR-ICMi*	Indice che sostituisce l'IBE previsto dal progetto preliminare oramai superato dagli aggiornamenti normativi

## 4 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE – ACQUE SOTTERRANEE

Il Progetto di Monitoraggio dell'Ambiente Idrico Sottterraneo ha lo scopo di evidenziare le eventuali significative variazioni quantitative e qualitative, determinate dalla realizzazione della nuova infrastruttura (SS-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.

### 4.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

#### 4.1.1 Leggi di tutela ambientale riguardanti anche le acque sotterranee

- ❖ Legge 18 Maggio 1989 n° 183 Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.

- ❖ Direttiva CEE n° 676 del 12 dicembre 1991 concernente Protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati di origine agricola.
- ❖ Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 4 Marzo 1996 Disposizioni in materia di risorse idriche.
- ❖ Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152 "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".
- ❖ Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Regione Autonoma della Sardegna (Aggiornato con delibera G.R. n. 54/33 del 30.12.2004).
- ❖ Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, recante norme in materia ambientale;
- ❖ Direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- ❖ D. Lgs. n. 284 del 08/11/2006 – “Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale”.
- ❖ D. Lgs. n. 4 del 16/01/2008 - “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. n. 152 del 03/04/2006, recante norme in materia ambientale”.
- ❖ Decreto Legislativo 16 marzo 2009, n. 30 Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- ❖ D. Lgs. n. 219 del 10/12/2010 - “Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque,
- ❖ D. Lgs. n. 49 del 23/02/2010 – “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”
- ❖ Piano di Tutela delle Acque – Piano stralcio di settore del Piano di Bacino.

#### 4.1.2 Analisi di laboratorio delle acque sotterranee, parametri descrittivi e loro limiti

- ❖ Deliberazione Comitato Interministeriale 4 febbraio 1977 "Criteri generali e metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici e per la formazione del catasto degli scarichi"
- ❖ DPR 236 del 1988 e successive modifiche ed integrazioni sulla Qualità delle acque destinate al consumo umano contenente in allegato 1 "Requisiti di qualità – elenco parametri, ed in allegato 2 "metodi analitici di riferimento"
- ❖ D.Lgs. n. 219 del 10/12/2010 - “Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque
- ❖ D.Lgs n.31 del 2 febbraio 2001 “Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano

#### 4.1.3 Campionamento acque

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

#### 4.1.4 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

## 4.2 DATI DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA

Il progetto di monitoraggio dell'Ambiente Idrico Sotterraneo è stato basato sugli studi di carattere idrogeologico contenuti all'interno del progetto esecutivo del lotto 2 che hanno permesso di riconoscere i principali sistemi acquiferi interessati dall'opera, definire la permeabilità delle formazioni con prove di permeabilità in situ e rilevare l'andamento della superficie piezometrica attraverso misure piezometriche eseguite all'interno delle perforazioni e in un reticolo di punti d'acqua presenti nell'intorno.

Di seguito vengono sintetizzati i dati salienti emersi dallo studio, mentre si rimanda agli elaborati di progetto per ulteriori approfondimenti. Gli studi di progetto hanno permesso di distinguere tre Unità idrogeologiche principali:

- ❖ Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie, in generale Oloceniche
- ❖ Unità detritico-Carbonatica Oligo-Miocenica Inferiore di carattere sedimentario
- ❖ Unità delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche

Per tali Unità idrogeologiche si intendono pertanto l'insieme di una o più formazioni e facies 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. Tali Unità fanno riferimento, così come riportato dal Piano Tutela Acque della Regione Sardegna, a Complessi Acquiferi, individuati sulla base della loro potenzialità e area geografica. In un inquadramento di area vasta tali macro-entità sono rappresentate dagli Acquiferi Detritico-Alluvionali Plio-Quaternari della Piana di Chilivani-Oschiri, dagli Acquiferi Detritico-Carbonatici Oligo-Miocenici del Sassarese e dagli Acquiferi delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche della Sardegna Nord-Occidentale.

Più in particolare il lotto 2 interagisce con l'acquifero dei depositi alluvionali olocenici costituiti da detriti di versante e depositi colluviali composti da sabbie e ghiaie, in matrice sabbioso-limoso-argillosa. Di modesto spessore contenuto in pochi metri presenta una permeabilità primaria medio-bassa con valori compresi nell'ordine di  $10^{-5}$ ÷ $10^{-6}$  m/s e ospita una falda freatica di modesta importanza.

Il secondo acquifero è quello ospitato dai sedimenti detritico – carbonatici oligo-miocenici, ma, in genere, non presentano falde freatiche se non nelle coltri alterate più superficiali che risultano, comunque, di scarsissima permeabilità. Altre falde contenute nel complesso sono, in genere, confinate e profonde e, pertanto, non particolarmente rilevanti ai fini del progetto in esame.

Un altro acquifero che coincide con il tracciato è quello delle vulcaniti oligo-mioceniche riconducibili alle formazioni costituite da depositi di flusso piroclastico pomiceo-cinertici in facies ignimbratica, da debolmente saldati e spesso argillificati a litoidi. La componente clastica risulta poligenica ed eterometrica. Anche in questo caso la presenza di falde freatiche è, relativamente, improbabile data la scarsissima permeabilità per fratturazione di tali litologie. Modesti flussi idrici potrebbero

essere presenti localmente nelle coltri superficiali maggiormente fratturate e alterate, ma dotate comunque di medio bassa permeabilità per porosità.

## 4.3 ACCERTAMENTI PROGRAMMATI

### 4.3.1 Criteri per la selezione dei punti di monitoraggio

Ai fini della valutazione del rischio ambientale lo studio della qualità delle acque interesserà gli acquiferi superficiali eventualmente presenti nella fascia interessata dal tracciato in progetto.

Il livello e soprattutto la qualità delle falde verrà osservata attraverso la realizzazione di piezometri di controllo nelle aree che risultano più a rischio di inquinamento a causa degli interventi previsti per la realizzazione dell'infrastruttura.

Tale scelta si traduce nell'individuazione di 6 punti in cui verrà realizzato un piezometro ispezionabile. Tali punti sono ubicati a valle idrogeologica delle aree di accantieramento, in cui il rischio di rilasci di inquinanti è più elevato e consentiranno di controllare anche eventuali inquinamenti in fase di esercizio.

Nella seguente tabella di riepilogo sono indicati i punti di monitoraggio rappresentati nella cartografia allegata al presente Piano e le relative Unità Idrogeologiche accorpate per caratteristiche idrogeologiche e tipologia delle litologie che si riflette sul tipo di permeabilità.

<b>Codice</b>	<b>Localizzazione</b>	<b>Unità idrogeologica affiorante e/o sub affiorante</b>
PMA_AIST_L2_01	Nell'area di Sottocantiere L2-01 (km 13,840)	Unità detritico-carbonatica oligo-miocenica inferiore
PMA_AIST_L2_02	Nell'area di Sottocantiere L2-02 (km 14,890)	Unità delle alluvioni plio-quadernarie su Unità detritico-carbonatica oligo-miocenica inferiore
PMA_AIST_L2_03	Nell'area di Sottocantiere L2-03 (km 16,300)	Unità delle alluvioni plio-quadernarie su Unità delle vulcaniti oligo-mioceniche
PMA_AIST_L2_04	Nell'area di Sottocantiere L2-04 (km 17,350)	Unità delle alluvioni plio-quadernarie su Unità delle vulcaniti oligo-mioceniche
PMA_AIST_L2_05	Nell'area di Sottocantiere L2-05 (km 22,100)	Unità delle alluvioni plio-quadernarie su Unità detritico-carbonatica oligo-miocenica inferiore
PMA_AIST_L2_06	Nell'area di Cantiere principale L2-P01 (km 23,250)	Unità delle alluvioni plio-quadernarie su Unità delle vulcaniti oligo-mioceniche

Nei 6 punti di monitoraggio previsti dovranno essere eseguite le analisi chimico-fisiche e batteriologiche elencate nel paragrafo 4.4.2.3.



Di seguito vengono descritti i principali aspetti idrogeologici ricavati nell'intorno dei punti scelti per il monitoraggio della falda e le indicazioni relative al loro posizionamento e al loro approfondimento.

Tali presupposti andranno comunque verificati in fase di realizzazione, in particolare per quanto riguarda l'approfondimento dei piezometri si prevede di approfondire il piezometro almeno 10m al di sotto del tetto della falda in modo tale da garantire l'efficienza dello stesso anche in relazione alle potenziali variazioni stagionali della falda.

#### **PMA\_AIST\_L2\_01 Nell'area di Sottocantiera L2-01 (km 13,840)**

Questa zona insiste nell'Unità detritico-carbonatica oligo-miocenica inferiore, dotata di permeabilità primaria medio-alta per porosità e secondaria per fessurazione; localmente risulta complessivamente medio-bassa in corrispondenza dei termini più marnosi. Probabile presenza di coltri di coperture quaternarie con permeabilità medio alte per porosità.

Le informazioni pregresse e le considerazioni di carattere idrogeologico suggeriscono di ubicare dunque il piezometro in corrispondenza del confine N dell'area di cantiere, che rappresenta il punto a valle idrogeologica con deboli deflussi ipotizzabili verso NO.

#### **PMA\_AIST\_L2\_02 Nell'area di Sottocantiera L2-02 (km 14,890)**

Questa zona insiste nell'Unità delle alluvioni plio-quaternarie che hanno depositi da 4 a 6 metri circa. Tali coperture, costituite anche da strati di alterazione delle litologie sottostanti, sono ubicate al di sopra dell'Unità detritico-carbonatica oligo-miocenica inferiore. Le coperture quaternarie sono caratterizzate da permeabilità primaria per porosità complessiva medio-bassa; localmente la permeabilità risulta medio-alta nei livelli a matrice più grossolana.

L' dell'Unità detritico-carbonatica possiede una permeabilità primaria complessivamente medio-alta per porosità e subordinatamente secondaria per fessurazione; localmente risulta medio-bassa in corrispondenza dei termini maggiormente marnosi.

Considerazioni di carattere idrogeologico suggeriscono di ubicare dunque il piezometro in corrispondenza del confine SO dell'area di cantiere, che rappresenta il punto a valle idrogeologica con deboli deflussi ipotizzabili verso SO. Indicazioni pregresse non fanno pensare a falde importanti nei primi metri di terreno.

#### **PMA\_AIST\_L2\_03 Nell'area di Sottocantiera L2-03 (km 16,300)**

La zona di sottocantiera in esame è sopra l'Unità delle alluvioni plio-quaternarie caratterizzate da scarse coperture e dotate di permeabilità per porosità medio-bassa e localmente più alta nei livelli a matrice a granulometrie maggiori. Al di sotto delle coperture quaternarie, l'Unità delle vulcaniti oligo-mioceniche posseggono caratteristiche di permeabilità per fessurazione complessiva medio-bassa nelle ignimbriti litoidi con maggior permeabilità più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati. La medio-bassa permeabilità caratterizza i depositi di flusso piroclastico non saldati e caratterizzati da granulometrie molto fini.

Considerazioni di carattere idrogeologico suggeriscono di ubicare dunque il piezometro nella zona a O in corrispondenza del confine dell'area di cantiere. Tale posto rappresenta il punto a valle idrogeologica con deboli deflussi ipotizzabili sempre verso O.

#### **PMA\_AIST\_L2\_04 Nell'area di Sottocantiera L2-04 (km 17,350)**

Così come il punto precedente, la zona di sottocantiera in oggetto insiste nell'Unità delle alluvioni plio-quaternarie caratterizzate da scarse coperture e dotate di permeabilità per porosità medio-bassa e localmente più alta nei livelli a matrice a granulometrie maggiori. Al di sotto delle coperture

quaternarie, l'Unità delle vulcaniti oligo-mioceniche posseggono caratteristiche di permeabilità per fessurazione complessiva medio-bassa nelle ignimbriti litoidi con maggior permeabilità più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati. Le porzioni di tali formazioni contraddistinte da depositi di flusso piroclastico non saldati e caratterizzati da granulometrie molto fini hanno permeabilità primaria per porosità, medio-bassa.

Considerazioni di carattere idrogeologico suggeriscono di ubicare dunque il piezometro nella zona a SE in corrispondenza del confine dell'area di cantiere, che rappresenta il punto a valle idrogeologica con deboli deflussi ipotizzabili sempre verso SO.

#### **PMA\_AIST\_L2\_05 Nell'area di Sottocantiera L2-05 (km 22,100)**

La zona in cui insiste l'area di sottocantiera in oggetto vede l'ubicazione del piezometro all'interno dell'Unità delle alluvioni plio-quaternarie che hanno depositi fino a 6-8 metri circa. Tali coperture risultano costituite, oltre che da depositi colluviali di esigua entità, anche da strati di alterazione delle litologie sottostanti e sono ubicate al di sopra dell'Unità detritico-carbonatica oligo-miocenica inferiore.

Le coperture quaternarie sono caratterizzate da permeabilità primaria per porosità complessiva medio-bassa; localmente la permeabilità risulta medio-alta nei livelli a matrice più grossolana.

L'Unità detritico-carbonatica possiede invece una permeabilità primaria complessivamente medio-alta per porosità e subordinatamente secondaria per fessurazione; localmente risulta medio-bassa in corrispondenza dei termini maggiormente marnosi qualora presenti.

Considerazioni di carattere idrogeologico suggeriscono di ubicare dunque il piezometro in corrispondenza del confine NE dell'area di cantiere, che rappresenta il punto a valle idrogeologica con deboli deflussi ipotizzabili verso N stesso.

#### **PMA\_AIST\_L2\_06 Nell'area di Cantiere principale L2-P01 (km 23,250)**

L'area del Cantiere principale risulta ubicata al di sopra delle l'Unità delle vulcaniti oligo-mioceniche. Tale Unità possiede caratteristiche di permeabilità per fessurazione complessiva medio-bassa nelle ignimbriti litoidi e maggior permeabilità nei termini con sistemi di fratturazione marcati. La medio-bassa permeabilità caratterizza i depositi di flusso piroclastico non saldati e caratterizzati da granulometrie molto fini. Al di sopra della formazione vulcanica sono presenti esigue coperture che fanno riferimento all'Unità delle alluvioni plio-quaternarie e che sono caratterizzate da permeabilità per porosità medio-bassa e localmente più alta nei livelli a matrice a granulometrie maggiori.

Considerazioni di carattere idrogeologico suggeriscono di ubicare dunque il piezometro nella zona a N in corrispondenza del confine dell'area di cantiere. Tale posto rappresenta il punto a valle idrogeologica con deboli deflussi ipotizzabili sempre verso NE

### **4.3.2 Criteri per la scelta dei parametri da monitorare**

La scelta dei parametri è stata ricavata in riferimento alla tipologia specifica dell'opera e delle potenziali fonti di contaminazione delle falde.

Nella scelta si è tenuto conto dei parametri individuati per la classificazione dei corpi idrici sotterranei di cui al D. Lgs 30/2009 e dei risultati specifici contenuti nel Piano di Gestione del Distretti idrografico della Sardegna.

### 4.3.3 Monitoraggio Ante Operam (MAO)

#### 4.3.3.1 Finalità

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

- ❖ 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;
- ❖ Ricostruzione di dettaglio della situazione idrogeologica locale effettuata sulla base dei dati delle perforazioni necessarie alla realizzazione delle stazioni di misura (piezometri);

#### 4.3.3.2 Parametri da determinare nel MAO

Saranno acquisiti e registrati i seguenti parametri:

#### **Parametri idrologici**

##### **Piezometri**

- ❖ Misura del livello statico
- ❖ Prova di portata a gradini e sua interpretazione alla luce della teoria dell'equilibrio (metodo Dupuit Thiem)
- ❖ Prova a portata costante
- ❖ Prova di risalita e interpretazione della prova secondo l'approccio Jacob
- ❖ Determinazione della trasmissività tramite la portata specifica

Negli stessi punti in cui si eseguono i prelievi dei campioni d'acqua andranno anche eseguite le misure di carattere idrologico chimico-fisico e batteriologiche riportate nella tabella al paragrafo 4.4.2.3.

#### 4.3.3.3 Frequenza delle operazioni di MAO

Immediatamente prima della fase di costruzione e di accantieramento, nei luoghi scelti per il monitoraggio dovrà essere eseguita una campagna completa di prelievi e misure, presso le stazioni realizzate ex-novo. Per tale fase si prevede un'unica rilevazione.

Tale campagna è finalizzata alla caratterizzazione qualitativa e quantitativa degli acquiferi, quale situazione di riferimento per individuare le eventuali modificazioni significative causate dall'intervento costruttivo.

### 4.3.4 Monitoraggio in Corso d'Opera

#### 4.3.4.1 Finalità

In corso d'opera, la cui durata degli accertamenti è variabile a seconda della durata dell'opera, sono previsti:

- ❖ Misura dei livelli piezometrici nei punti di misura (piezometri);
- ❖ 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.

#### 4.3.4.2 Parametri da determinare nel MCO

Anche nel monitoraggio in corso d'opera i parametri da monitorare previsti sono gli stessi dell'Ante Operam, e si rimanda al paragrafo 4.4.2.3 per una puntuale elencazione.

#### 4.3.4.3 Frequenza delle operazioni di MCO

Le attività di monitoraggio proseguiranno per l'intera durata dei lavori, fino allo smantellamento delle aree logistiche fisse, 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.

Si prevede una frequenza bimestrale di letture piezometriche ed i rilievi di campo quali pH, conducibilità specifica, ossigeno disciolto, temperatura, potenziale redox. Per le misure chimico-fisiche e batteriologiche si fissa una frequenza semestrale.

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

### 4.3.5 Monitoraggio Post Operam (MPO)

#### 4.3.5.1 Finalità

Anche in quest'ultima fase sono programmati:

- ❖ Misura dei livelli piezometrici nei punti di misura (piezometri);
- ❖ 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.

#### 4.3.5.2 Parametri da determinare nel MPO

Come per il MAO ed il MCO, anche nel monitoraggio Post Operam i parametri da monitorare previsti sono evidentemente gli stessi delle altre due fasi e riportati nel paragrafo 4.4.2.3.

#### 4.3.5.3 Frequenza delle operazioni di MPO

Le attività di monitoraggio si estenderanno anche in tale fase temporale e, in accordo con le osservazioni dell'ARPAS del 16.10.2013 prot. 27808/13, si è previsto di mantenere un periodo pari a due anni. Si prevede una frequenza trimestrale di letture piezometriche ed i rilievi di campo quali pH, conducibilità specifica, ossigeno disciolto, temperatura, potenziale redox. Per le misure chimico fisiche e batteriologiche si fissa una frequenza semestrale

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

## 4.4 SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEGLI ACCERTAMENTI

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.

#### 4.4.1 Nuove stazioni e nuovi piezometri

##### 4.4.1.1 Modalità esecutive

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.

##### 4.4.1.2 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).

##### 4.4.1.3 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.

#### 4.4.2 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

##### 4.4.2.1 Misure piezometriche – Linee guida

Queste misure saranno eseguite utilizzando una sondina piezometrica a punta elettrica, munita di avvisatore acustico ed ottico; non sono ammesse altre metodiche di misurazione.

La strumentazione utilizzata fornirà 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.

#### 4.4.2.2 *Prelievo di campioni d'acqua – Linee guida*

##### **Generalità**

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 finestrata 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.

##### **Campionamento dinamico a basso flusso**

il campione viene prelevato per mezzo di pompa sommersa, previo spurgo. La pompa deve essere posizionata a profondità intermedia tra il livello di falda ed il fondo del pozzo di monitoraggio. Questo campionamento è approssimativamente rappresentativo della composizione media dell'acquifero indagato.

##### **Operazioni preliminari**

- ❖ Misurare il livello statico della falda tramite freatometro (da bocca di pozzo o piano campagna)
- ❖ Misurare la profondità del pozzo tramite cordella metrica con piombo sul fondo (da bocca di pozzo o piano campagna)
- ❖ Rilevare la presenza di sostanze non miscibili con l'acqua e le relative superfici con sonda ad interfaccia
- ❖ Rilevare il volume d'acqua nel pozzo e il volume d'acqua da spurgare (3-5 volumi di acqua contenuta nel pozzo)
- ❖ Annotare la profondità del prelievo.

##### **Operazioni di spurgo e prelievo**

Nel caso di campionamento dinamico lo spurgo ed il prelievo avverrà con portate ridotte, generalmente comprese tra 1 e 2 l/min, al fine di ridurre i fenomeni di modificazione chimico-fisica delle acque sotterranee, quali trascinarsi di colloidali presenti nell'acquifero, reazioni di ossidoriduzione, eccessivo intorbidimento delle acque.

Si dovranno continuare nelle operazioni di spurgo fino al conseguimento di una almeno delle seguenti condizioni:

- ❖ eliminazione di 3-5 volumi di acqua contenuta nel pozzo (calcolare preventivamente il volume di acqua contenuta nel pozzo di monitoraggio);
- ❖ venuta d'acqua chiarificata e stabilizzazione dei valori relativi a pH, temperatura, conducibilità elettrica, misurati in continuo durante lo spurgo ( $\pm 10$ );
- ❖ sia trascorso il tempo di emungimento determinato preventivamente in funzione delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero.

Al termine dello spurgo effettuare il prelievo dell'acqua annotando pH, conducibilità, temperatura, ossigeno disciolto e torbidità; comporre le diverse aliquote.

### **Formazione conservazione e delle aliquote**

- ❖ Aliquota per metalli pesanti: filtrata in campo a 0.45 $\mu$ m e acidificata al 0.5% in volume con acido nitrico al 65%, in bottiglia di plastica ( per 200ml di campione filtrato aggiungere 1ml di acido nitrico al 65%).
- ❖ Aliquota per cromo VI: 100 ml di campione tal quale senza aggiunta di acido, in bottiglia di plastica.
- ❖ Aliquota per fosforo totale e COD: 1l di campione acidificato a pH<2 con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in bottiglia di vetro o polietilene
- ❖ Aliquota per parametri inorganici: campione tal quale, 1l in bottiglia di vetro o di polietilene.
- ❖ Aliquota per VOC e BTEX (Purge & Trup): campione tal quale in 2 vials da 40 ml, una con tappo e una con setto teflonato. Attenzione a riempire le vials senza intrappolare bolle d'aria.
- ❖ Aliquota per idrocarburi: 1l di campione tal quale in bottiglia di vetro scuro acidificata a pH<2 con acido cloridrico o solforico.
- ❖ Aliquota per PCB, IPA, semi-volatili: 2.5 l di campione tal quale in bottiglia di vetro scuro.
- ❖ Aliquota per composti organici e azotati, ammine: 1l di campione tal quale in bottiglia di vetro scuro.
- ❖ Aliquota per tensioattivi: 500 ml campione addizionato con l'1% di formaldeide al 37% in bottiglia di vetro o polietilene
- ❖ Aliquota per parametri batteriologici: bottiglia sterile in vetro da 1 litro

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

Ogni campione dovrà essere provvisto di etichetta identificativa riportante:

- ❖ Sigla identificativa del punto di prelievo: pozzo, piezometro, sorgente
- ❖ Data e ora del campionamento

### **Conservazione e spedizione**

Le aliquote vanno mantenute a temperatura controllata secondo le indicazioni degli specifici metodi di prova e recapitate in laboratorio entro le 24 ore dal prelievo in contenitori refrigerati a 4°C.

### **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
- ❖ 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).

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.

#### 4.4.2.3 Analisi chimico-fisico-batteriologiche

Per quanto riguarda le analisi da effettuare in campo ed in laboratorio esse saranno come da tabella sottostante nella quale sono indicati i parametri che verranno periodicamente determinati, nella prima con cadenza bimestrale (trimestrale in MPO), la seconda con cadenza semestrale.

Resta inteso che nel caso in cui dovessero emergere esiti che inducano a sospettare un fenomeno di potenziale contaminazione il profilo sarà esteso a tutti i singoli parametri delle classi di composti indiziate, di cui alla tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

I limiti di rilevabilità saranno tali da consentire di quantificare gli analiti ricercati ai livelli di concentrazione stabiliti come standard di qualità ambientale e/o valori soglia (di cui alla parte terza del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.) e come CSC (Titolo V parte quarta del D.Lgs. 152/06).

Allo scopo verranno adottati limiti di rilevabilità pari ad 1/10 del più piccolo tra CSC, standard di qualità ambientale e dei valori soglia. Le previste metodiche ed i limiti di rilevabilità dei vari parametri sono riportati nel capitolo 8.

## PROFILO BIMESTRALE (TRIMESTRALE IN PO)

Parametro	Note
pH	misura di campo
Conducibilità specifica	misura di campo
Ossigeno disciolto	misura di campo
Temperatura acqua	misura di campo
Livello piezometrico	misura di campo
Potenziale redox	misura di campo

## PROFILO SEMESTRALE

Parametro	Note
Solidi sospesi	
Cianuri liberi	
Metalli	As, Ca, Cd, Cr tot., $Cr_6^+$ , Cu, Hg, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, V, Zn
$NH_4^+$	
$NO_2^-$	
$NO_3^-$	
$Cl^-$	
$SO_4^{--}$	
$F^-$	
Idrocarburi Totali	(come n-esano)
BTEX	Benzene, Toluene, Etilbenzene e Xileni (isomeri orto, meta e para)
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,
Composti alifatici clorurati	Triclorometano, 1,2 – Dicloroetano, 1,2 – Dicloroetilene, Diclorometano, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Tetracloruro di carbonio, Tricloroetano, Cloruro di vinile, Tetracloroetilene, Esaclorobutadiene.

### 4.4.3 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;

#### 4.4.3.1 Realizzazione di 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 metterà a disposizione tutta la documentazione necessaria allo svolgimento di quanto sopra specificato.

#### 4.4.3.2 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.

#### 4.4.3.3 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.

#### 4.4.4 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.



#### 4.4.4.1 Metodologie di misura e campionamento

Le misure del livello statico saranno effettuate mediante sonda elettrica il cui cavo sia marcato almeno ogni centimetro.

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 eventualmente annotare se vi siano altri pozzi in funzione nelle immediate vicinanze e la loro distanza.

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

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.

## 5 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE – SUOLO

### 5.1 PREMESSA

Il suolo è una matrice ambientale che si sviluppa dalla superficie fino ad una profondità, mediamente, 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;
- ❖ di costruzione o in corso d'opera;
- ❖ post operam.

#### 5.1.1 Accertamenti ante operam

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.

#### 5.1.2 Accertamenti in corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera sarà mirato fondamentalmente al controllo di eventuali sversamenti accidentali di sostanze inquinanti nel qual caso verranno applicate le procedure previste dagli articoli 242 e 304, comma 2, del Decreto Legislativo 152/2006 nonché valuterà il corretto svolgimento delle attività di rimozione e deposizione della matrice pedologica.

#### 5.1.3 Accertamenti post operam

Il monitoraggio *post operam* sarà mirato fondamentalmente alla verifica del ripristino delle condizioni A.O. nelle varie aree di cantiere nonché al controllo delle sostanze inquinanti dovute al traffico ordinario, una volta che l'infrastruttura verrà messa a regime.

## 5.2 INDICAZIONI NORMATIVE PER IL MONITORAGGIO

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

- ❖ D.M. 01/08/1997 – Approvazione dei metodi ufficiali di analisi fisica dei suoli;
- ❖ D.M. 13/09/1999 – Approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (G.U. n. SD.O. 185 del 21/10/1999);
- ❖ D.M. 25/03/2002 – Rettifiche al Decreto 13/09/1999 (G.U. n. 84 del 10/04/2002);
- ❖ Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. - Norme in materia ambientale.

Per quanto concerne le indagini di campagna e la classificazione dei suoli, non esistono norme cui riferirsi, pertanto sono stati considerati i riferimenti scientifici internazionali. In particolare sono state seguite le indicazioni FAO, ISRIC (1990): Guidelines for soil description.

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

### 5.3.1 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:

1. perdita di materiale naturale
2. contaminazione dei suoli dovuta ad incidenti
3. 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. 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 campionamenti 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.

### 5.3.2 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 scarica 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 Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. "Norme in materia ambientale".

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.

## 5.4 DESCRIZIONE DEI CANTIERI

I monitoraggi verranno effettuati nell'area del cantiere principale al km 23+240 e nelle 5 aree di sottocantiere poste in corrispondenza delle aree in cui verranno realizzate le opere d'arte principali.

Le funzioni logistico/operative per lo sviluppo di tutte le attività saranno svolte dalle aree di cantiere che accoglieranno inoltre i baraccamenti di servizio per le maestranze e la direzione lavori; le attività operative finalizzate allo sviluppo delle opere lungo il tracciato verranno anch'esse svolte, secondo i vari tratti di competenza, dalle aree di cantiere ubicate lungo il tracciato stesso. I diversi cantieri saranno inoltre finalizzati all'accumulo provvisorio dei materiali di risulta provenienti dagli scavi ed al trattamento dei materiali stessi preventivamente all'impiego previsto per la formazione dei rilevati od all'accumulo temporaneo in attesa di allocazione definitiva nei siti di deposito.

Le aree di cantiere saranno descritte dal punto di vista pedologico successivamente alle indagini *ante operam* con una relazione, in modo da lasciare traccia della situazione di partenza del profilo dei suoli.

## 5.5 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI MISURAZIONE

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

- ❖ i parametri stazionali dei punti di indagine, i dati sull'uso attuale del suolo, sulla capacità d'uso e sulle pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere;
- ❖ 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).

## 5.5.1 Parametri pedologici (in situ)

Per la descrizione del profilo deve essere utilizzata la Guidelines for soil description della FAO nella versione più recente disponibile.

La classificazione del profilo deve essere realizzata secondo la Soil Taxonomy USDA e il World Reference Base for Soil Resources (WRB) della FAO-IUSS entrambe secondo le versioni più recenti disponibili. Per ciascun orizzonte si dovranno riportare i seguenti parametri rilevabili in situ:

- ❖ georeferenziazione mediante GPS;
- ❖ codice orizzonte secondo notazioni internazionali;
- ❖ profondità del limite inferiore di ciascun orizzonte espressa in cm e riferita alla superficie della frazione minerale;
- ❖ potenza media, minima e massima di ciascun orizzonte espressa in cm;
- ❖ condizioni di umidità dell'orizzonte al momento del rilevamento basate sullo seguente schema:

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

- ❖ colore del suolo allo stato di umidità di campo secondo la notazione Munsell;
- ❖ contenuto in scheletro relativamente ai frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo, espressi come % del volume dell'orizzonte e deve essere specificata la natura degli elementi, loro forma e dimensione;
- ❖ tessitura stimata in campo che serve a verificare che il terreno utilizzato nella fase finale di recupero del sito abbia le stesse caratteristiche granulometriche (dimensione delle particelle) di quello presente nella situazione ante operam. Essendo tali caratteristiche non mutabili nel tempo, una significativa differenza di tessitura indicherebbe la presenza di suolo proveniente da altre aree;
- ❖ struttura che definisce l'entità e le modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo in particelle composte separate da superfici di minor resistenza, a dare unità strutturali naturali relativamente permanenti o meno persistenti alle condizioni di umidità di campo;
- ❖ plasticità e adesività;
- ❖ presenza di rivestimenti, indicando la loro natura, colore e distribuzione in percentuale negli orizzonti interessati;
- ❖ presenza di accumuli di sali solubili, deve essere indicata la mineralogia, distribuzione, dimensione, durezza ed evidenza rispetto alla massa dell'orizzonte;
- ❖ cementazione, natura dell'agente cementante, grado di cementazione continuità dello strato, spessore dello strato cementato se questi non è descritto come orizzonte a se stante;

- ❖ porosità, deve essere indicata la percentuale di pori per dm<sup>2</sup> distinti per classe dimensionale;
- ❖ drenaggio interno, deve essere indicata l'eventuale presenza di screziature derivanti da variazioni del livello di eventuali falde subsuperficiali, specificandone andamento, colore e spessore;
- ❖ effervescenza espressa come grado di reazione alla soluzione di HCl;
- ❖ radici, deve essere indicata la loro percentuale per dm<sup>2</sup>, le dimensioni, l'andamento negli orizzonti;
- ❖ attività biologica, deve essere specificata l'intensità della attività biologica e, qualora sia possibile l'origine: anellidi, artropodi, piccoli mammiferi, ecc.;
- ❖ limite con il sottostante orizzonte, indicandone tipo e andamento.

Dovranno inoltre essere registrate le seguenti informazioni:

### **Esposizione**

Immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire da Nord in senso orario.

### **Pendenza**

Inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza ed espressa in gradi sessagesimali.

### **Uso del suolo**

Tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 m<sup>2</sup> attorno al punto di monitoraggio.

### **Microrilievo**

Descrizione di eventuali caratteri specifici del microrilievo del sito, secondo le seguenti specifiche:

<b>Codice</b>	<b>Descrizione</b>
RA	Da ribaltamenti di alberi
AG	Da argille dinamiche
MM	Cunette e rilievi da movimenti di massa
AL	Altro tipo di microrilievo (da specificare)
Z	assente

### **Pietrosità superficiale**

Percentuale relativa ai frammenti di roccia alterata presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, secondo le seguenti specifiche:

<b>Codice</b>	<b>Descrizione</b>
0	Nessuna pietrosità: pietre assenti o <0,01% dell'area
1	Scarsa pietrosità: tra 0,01 e 0,1% dell'area
2	Comune pietrosità: tra 0,1 e 3% dell'area
3	Elevata pietrosità: tra 3 e 15% dell'area
4	Eccessiva pietrosità: tra 15 e 50% dell'area (impossibili utilizzo di qualunque macchinario)
5	Eccessiva pietrosità: tra 50e 90% dell'area (impossibili utilizzo di qualunque macchinario)
6	Pietraia: pietre oltre il 90% dell'area

### **Rocciosità Affiorante**

Percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 km<sup>2</sup> attorno al punto di monitoraggio.

### **Fenditure Superficiali**

Indicare, per un'area di circa 100 m, il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità in cm delle fessure presenti in superficie.

### **Vegetazione**

Descrizione, mediante uso di unità sintetiche fisionomiche e flogistiche, della vegetazione naturale nell'intorno dell'areale del punto di monitoraggio.

### **Stato Erosivo**

Presenza di fenomeni di erosione o deposizione di parti di suolo

## Permeabilità

Velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale, rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuite allo strato con granulometria più fine, secondo la seguente scala numerica:

Scala	Granulometria	Permeabilità
0	Argille	Molto bassa
1	Limi – limi argillosi	Bassa
2	Sabbie argillose	Medio bassa
3	Sabbie fini – sabbie limose	Media
4	Sabbie medie – sabbie gradate	Medio alta
5	Ghiaie – sabbie grosse	Alta
6	Ghiaie lavate	Molto alta

## Classe di drenaggio

Si individueranno le seguenti classi di drenaggio:

Classe	Descrizione
Rapido	Acqua rimossa molto rapidamente
Moderatamente rapido	Acqua rimossa rapidamente
Buono	Acqua rimossa prontamente
Mediocre	Acqua rimossa lentamente in alcuni periodi
Lento	Acqua rimossa lentamente
Molto lento	Acqua rimossa molto lentamente (suoli periodicamente bagnati)
Impedito	Acqua rimossa molto lentamente (suoli bagnati per lunghi periodi)

## Substrato pedogenetico

Definizione del materiale immediatamente sottostante il suolo a cui si presume che quest'ultimo sia geneticamente connesso.

## 5.5.2 Parametri chimico-fisici: in laboratorio

### 5.5.2.1 Parametri caratterizzanti il 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
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 <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
Capacità di formare complessi stabili (chelati) con microelementi.	Condiziona la solubilità e la disponibilità di molti microelementi, quali rame (Cu <sup>++</sup> ), manganese (Mn <sup>++</sup> ), Zinco (Zn <sup>++</sup> ) 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 umiche
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:

<b>Classi</b>	<b>Calcare attivo (%)</b>
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.

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

#### 5.5.2.2 Parametri caratterizzanti lo stato di contaminazione

Oltre i suddetti parametri chimico-fisici che, durante il monitoraggio AO, definiranno le condizioni “naturali” del suolo, il set analitico verrà completato, da un punto di vista chimico, da altri composti indici di un eventuale insorgere di uno stato di contaminazione, analisi che saranno ripetute periodicamente in corso d’opera e nel post operam. Qui di seguito viene proposta una tabella di riepilogo delle analisi di laboratorio che verranno eseguite. Le previste metodiche ed i limiti di rilevabilità dei vari parametri sono riportati nel capitolo 8.

Umidità	
Scheletro	
Granulometria	
pH	
Frazione di carbonio organico	
Azoto totale e fosforo assimilabile	
Capacità di scambio cationico (CSC)	
Calcare attivo	
Metalli	completa
Idrocarburi (C>12, C<12)	
Composti alifatici clorurati	completa
IPA	completa
BTEX	completa

**Nota:** la definizione "completa" è relativa ai parametri indicati in Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii..

## 5.6 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).

Le aree di indagine sono state identificate attenendosi alla nota ARPAS del 16/10/2013 prot. 27808, per la verifica dell'evoluzione della componente suolo da intendere come un punto per ogni area omogenea all'interno di ogni area di cantiere (secondo la metodologia proposta), individuando le aree interessate da attività potenzialmente inquinanti (ad esempio parcheggi automezzi e stoccaggio materiali inquinanti).

Le indagini si concentrano, pertanto, nelle 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. Le aree di monitoraggio nelle seguenti tabelle sono quindi facilmente identificabili:

- ❖ ante operam: saranno ricostruiti 2 profili pedologici ed effettuati 2 campionamenti di suolo per ogni sottocantiere mentre saranno 3 i campionamenti nel cantiere principale (13 punti per il lotto esame),
- ❖ in corso d'opera: saranno effettuati periodicamente per tutto il periodo dei lavori 2 campionamenti di suolo per ogni cantiere o sottocantiere (13 punti per il lotto esame) negli stessi punti della fase ante operam;
- ❖ post operam: in tale fase verrà effettuato un unico campionamento, a sei mesi dalla conclusione dei lavori e dalla dismissione delle aree di cantiere e, pertanto, dalla entrata in esercizio della strada, un campionamento di tutti i 13 punti presenti nelle aree di cantiere e sottocantiere.

Nella tabella seguente sono indicati i punti di campionamento:

Cantiere	Identificativo	Coordinate	Posizione rispetto al tracciato
Sottocantiere L2_01	PMA_PEDO_L2_01	N 4498396 - E 1488033	km 13,820
	PMA_PEDO_L2_02	N 4498362 - E 1488032	
Sottocantiere L2_02	PMA_PEDO_L2_03	N 4498255 - E 1489151	km 14,960
	PMA_PEDO_L2_04	N 4498254 - E 1489191	
Sottocantiere L2_03	PMA_PEDO_L2_05	N 4498333 - E 1490538	km 16,420
	PMA_PEDO_L2_06	N 4498327 - E 1490602	
Sottocantiere L2_04	PMA_PEDO_L2_07	N 4498197 - E 1491521	km 17,350
	PMA_PEDO_L2_08	N 4498159 - E 1491547	
Sottocantiere L2_05	PMA_PEDO_L2_09	N 4499833 - E 1495830	km 22,060
	PMA_PEDO_L2_10	N 4499806 - E 1495849	
Cantiere principale L2-P01	PMA_PEDO_L2_11	N 4500510 - E 1496839	km 23,220
	PMA_PEDO_L2_12	N 4500463 - E 1496848	
	PMA_PEDO_L2_13	N 4500476 - E 1496904	

Per tutti i cantieri, i punti di monitoraggio sono stati previsti in adiacenza alle aree sensibili e suscettibili di provocare contaminazione accidentale del suolo. In particolare sono stati indicativamente posizionati in prossimità delle “Aree stoccaggio materiali inquinati (27)”, delle “Aree stoccaggio rifiuti differenziati (20)”, delle “Aree di stoccaggio materiali vari (11)” e dei “Parcheggi automezzi di cantiere (13)”.

Tali stazioni di monitoraggio scelte sono indicate nella tavola T00MO00MOAPU04\_B “PIANO DI MONITORAGGIO - PLANIMETRIA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE – LAYOUT DI CANTIERE”. L’effettiva collocazione verrà poi verificata e certificata all’atto della campagna ante operam attraverso una georeferenziazione con GPS.

## 5.7 METODICA PER LA DEFINIZIONE E RACCOLTA DEI PARAMETRI “IN SITU”

Per ciascun punto di analisi, nel suo interno o se non possibile entro un raggio 20 - 30 dal limite dello stesso, dovrà essere aperto con mezzi meccanici un profilo pedologico della profondità standard di 150 cm o comunque fino al contatto litico in caso di potenze inferiori.

L’ampiezza del fronte del profilo sarà tale da permettere, a giudizio di un pedologo esperto, una agevole visione degli orizzonti pedologici e della loro variabilità spaziale.

Per ciascun profilo pedologico dovrà essere redatta una scheda descrittiva riportante tutti i parametri pedologici descritti nel capitolo 5.5.1.

## 5.8 METODICA PER LA FORMAZIONE DEI CAMPIONI PER ANALISI DI LABORATORIO

Per ogni zona di campionamento si provvederà, per le aree di cantiere e di sottocantiere, alla formazione di un campione composito formato dalla miscelazione di più aliquote risultanti da un campionamento ai nodi di una griglia a maglia quadrata di dimensioni 15x15m.

La profondità di indagine, nella quale costituire il campione, può essere definita come compresa da 0 a 30 cm, strato pedologico nel quale le radici delle colture erbacee, come quelle dell’area in esame, svolgono la maggiore funzione assorbente.

### Campioni destinati alla determinazione dei composti non-volatili

Per la formazione dei campioni destinati alla determinazione dei composti non-volatili si procederà nel seguente modo:

Il materiale utilizzato per la preparazione dei campioni, sarà deposto su un telo di polietilene e sottoposto alle seguenti operazioni:

- ❖ omogeneizzazione manuale e asportazione dei materiali estranei che possono alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.);
- ❖ suddivisione del campione in più parti omogenee, adottando, laddove è possibile, metodi di quartatura conformi alle norme IRSA CNR Quaderno n° 64 del 1985.

I campioni così raccolti verranno prelevati in duplice aliquota, uno da inviare al laboratorio incaricato della caratterizzazione qualitativa ed uno da conservare per le controanalisi da parte dell’Ente di controllo e/o per le eventuali verifiche successive

Ogni aliquota di campione del volume di circa 1000 ml verrà conservata in contenitori di vetro dotati di tappo a vite a tenuta (tipo Bormioli).

In generale, onde evitare fenomeni di “cross contamination”, le attrezzature utilizzate per i prelievi dei campioni dovranno essere bonificate tra un campionamento ed il successivo in particolare si adotteranno le seguenti cautele:

- ❖ fogli di polietilene usati come base di appoggio dei campioni verranno sostituiti ad ogni prelievo;
- ❖ i campioni verranno preparati facendo uso di opportuna paletta di acciaio inox;
- ❖ dopo la preparazione delle aliquote previste per ogni singolo campione, la paletta di acciaio verrà lavata con acetone e successivamente acqua potabile e infine asciugata con carta;

I campioni verranno conservati in appositi contenitori refrigerati e consegnati giornalmente al laboratorio di analisi che provvederà alla loro conservazione. Ogni contenitore verrà etichettato riportando le seguenti indicazioni:

- ❖ sito di indagine/area di provenienza;
- ❖ sigla identificativa del punto di monitoraggio;
- ❖ quote di prelievo;
- ❖ data di prelievo;
- ❖ tecnico campionatore.

Per ogni campione dovrà essere compilato un verbale di campionamento con indicato: la sigla identificativa del campione, la data di prelievo, il set di analisi previste e per ciascun campione: il livello campionato, la quantità, il numero di aliquote, matrice litologica, caratteristiche organolettiche e eventuali note.

#### Campioni destinati all'analisi dei volatili

Il prelievo delle aliquote di campione destinate all'analisi dei composti volatili (VOC) dovrà essere effettuata seguendo la seguente procedura:

- ❖ la formazione dei campioni dovrà essere realizzata nel più breve tempo possibile;
- ❖ il prelievo del campione verrà eseguito utilizzando un sub-campionatore (sub-corer) costituito da una piccola fustella cilindrica in metallo o alternativamente da una mezza siringa in plastica priva della guarnizione in gomma, dal quale il materiale campionato, prima di essere omogenizzato e quartato, verrà direttamente estruso in 3 contenitori vial da 40 ml nei quali è possibile raccogliere circa 5 g di suolo che verranno chiusi immediatamente con tappo a tenuta;
- ❖ i campioni così preparati verranno conservati e mantenuti in borse frigorifere a temperature di  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$  e consegnati entro 2 ore al laboratorio designato per le analisi.

## 5.9 ARTICOLAZIONE TEMPORALE 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 una volta l'anno 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 sei mesi dopo la dismissione delle aree di cantiere e sottocantiere.

## 5.10 DOCUMENTI DI SINTESI DEL MONITORAGGIO

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*.

## 6 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE – FLORA E FAUNA

### 6.1 DESCRIZIONE DELLA ZONA DI MONITORAGGIO FLORA E FAUNA

La “Zona di monitoraggio della flora e della fauna” identifica un’area ritenuta significativa all’analisi quali-quantitativa della vegetazione e della fauna in relazione alla costruzione della struttura lineare del Lotto 2. Sulla base delle ultime prescrizioni del SAVI contenute nella nota dell’11/11/2014 protocollo n. 24541, la zona interessata dal monitoraggio dovrà comprendere l’intera area di sedime e le aree di cantiere connesse con la realizzazione del lotto 2 della strada Sassari-Olbia nonché le zone attigue influenzate direttamente o indirettamente dalla stessa.

Non essendo possibile definire in maniera aprioristica tale area d’influenza, la “Zona di monitoraggio della flora e della fauna” sarà definita planimetricamente al termine del monitoraggio AO e sarà indicata nella “Carta degli habitat” e nella “Carta delle aree d’interesse faunistico” in scala 1:5.000 già previste come accompagnamento della “Relazione di monitoraggio ante operam”, in modo tale che possano costituire riferimento certo durante il monitoraggio in corso d’opera ed in post operam.

La “Zona di monitoraggio della flora e della fauna” si estenderà su un paesaggio pianeggiante dal quale emergono basse colline a lieve pendenza, caratterizzate da campi aperti coltivati con seminativi, anche in irriguo, che definiscono la trama agricola, filari di sempreverdi di piante ad alto fusto del genere *Eucalyptus* che delimitano alcune strutture lineari ed edifici rurali, zone di margine in prossimità della viabilità, corridoi verdi tra i campi coltivati, canali e pascoli arborati.

L’ecosistema agricolo nell’area di bonifica, risente della possibilità di poter estendere la pratica irrigua per l’intero arco dell’anno favorendo quindi colture specializzate spesso legate alle attività zootecniche.

Il paesaggio agricolo risulta quello maggiormente rappresentato e gli ecosistemi naturali e seminaturali presenti nel territorio sono soggetti a significativi mutamenti condizionati dalla componente antropica. Il variare della componente biotica si manifesta quindi con specie che si affermano a discapito di altre che scompaiono.

### 6.2 PMA – VEGETAZIONE E FLORA

#### 6.2.1 Premessa metodologica

La redazione della presente parte del Piano di Monitoraggio per gli ambiti vegetazionali e floristici ha lo scopo di rilevare le variazioni della qualità naturalistica ed ecologica nelle aree direttamente e indirettamente interessate dalla costruzione del Lotto 2 della strada Sassari-Olbia.

Il monitoraggio consiste quindi nel caratterizzare, ante operam, lo stato della componente vegetazione e degli habitat e di tutti i recettori prescelti con specifico riferimento alla copertura del suolo e allo stato della vegetazione naturale e seminaturale; nel verificare, nelle fasi di costruzione, la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione delle componenti; nel controllare

nelle fasi di costruzione e post opera l'evoluzione della vegetazione e degli habitat presenti e predisporre, ove necessario adeguati interventi correttivi; nell'accertamento della corretta applicazione delle misure di mitigazione e compensazione ambientale indicate nel SIA, al fine di intervenire per risolvere impatti residui; nella verifica dello stato evolutivo della vegetazione di nuovo impianto nelle aree soggette a ripristino ambientale; nel verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione realizzati per diminuire l'impatto sulla copertura faunistica.

Il progetto di monitoraggio ambientale relativo agli ambiti vegetazionali e floristici registrerà quindi le tipologie di impatto, se presenti, e consentirà di prevedere interventi correttivi in corso d'opera allo scopo di limitare l'entità del danno sulla componente interessata.

In particolare recependo la nota della RAS – Servizio SAVI del settembre 2014, il monitoraggio della vegetazione studierà, con particolare dettaglio, specie ed habitat (6220\*, 6310, 9330) caratteristici del SIC e ZPS del Campo di Ozieri e pianure comprese tra Tula e Oschiri.

Il monitoraggio della vegetazione fornirà anche dati utili a caratterizzare e seguire l'evoluzione dello stato fitosanitario della componente al fine di individuare alterazioni legate all'attività di costruzione dell'opera stradale.

La vegetazione ed in particolare le piante di interesse comunitario e quelle endemiche con areale localizzato eventualmente rinvenute in fase AO, verranno monitorate durante l'intervento con medesima cadenza della fase AO ed in particolare nei mesi di marzo-aprile-maggio, nel periodo di maggior sviluppo vegetativo delle piante, e nel periodo autunnale (ottobre-novembre). Inoltre in corso d'opera e in post operam verrà effettuato un monitoraggio nel periodo estivo (luglio-agosto) al fine di verificare le interferenze dell'opera durante il periodo maggiormente critico sia per la vegetazione esistente sia, in particolare, per i reimpianti ed i nuovi impianti.

I periodi sopra indicati potrebbero subire modesti scostamenti in funzione del particolare andamento climatico che si potrebbe registrare nel corso degli anni.

## 6.2.2 Riferimenti scientifici e normativi

Di seguito vengono riportati i riferimenti scientifici riguardanti le modalità e le tecniche che saranno utilizzate nel corso delle operazioni di monitoraggio. Vengono inoltre indicati i riferimenti normativi relativi alle aree di interesse naturalistico e quelli riguardanti le specie rare o di pregio.

## 6.2.3 Comunità vegetali

I rilevamenti fitosociologici saranno eseguiti secondo il metodo di Braun Blanquet (Braun-Blanquet J. 1964; Pignatti S. 1959; Pirola A., 1970; Westhoff V. E Van Der Maarel E. 1978; Giacomini V., Fenaroli L. 1958) e permetteranno (ove il rilievo sia effettuabile rispettando tutti i criteri previsti dal metodo stesso) l'attribuzione delle porzioni vegetazionali rilevate a fitocenosi note e ad una loro classificazione gerarchica di naturalità, e quindi ad un loro eventuale scostamento da tali categorie durante le fasi successive.

## 6.2.4 Flora

Al fine di fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse sarà utilizzato un indice di naturalità, basato sul rapporto tra le percentuali dei corotipi multizonali (definiti secondo S. Pignatti, 1982 appartenenti alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione, codice 9) a quelli eurimediterranei (appartenenti, sempre secondo Pignatti alla omonima categoria corologica).

Tale rapporto è stato messo a punto da Menichetti, Petrella e Pignatti nel 1989. In fase di *ante operam* la presenza delle specie sinantropiche permette di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituisce un riferimento per il confronto nelle fasi successive. Il rapporto "specie sinantropiche/totale specie censite" rappresenta, infatti, uno degli indici utilizzabili per il confronto dei risultati delle fasi di monitoraggio ed un modo per evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura.

Per quanto concerne la sinantropia, si sottolinea che tale attributo non è standardizzato in maniera esaustiva in alcun testo; pertanto si includeranno nella categoria "sinantropiche" quelle specie che:

1. appartengono alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione (cod. 9). La categoria corologica rappresenta anche il carattere preso in considerazione nel calcolo del citato indice di sintesi (Menichetti, Petrella, Pignatti, 1989);
2. sono tipiche di un habitat ruderale; rientrano in questo gruppo le entità che si rinvencono comunemente ai bordi delle strade o presso i ruderi, le avventizie naturalizzate, le specie sfuggite a coltura ed inselvatichite, alcune infestanti di campi ed incolti.

Tutte le specie con tali caratteristiche saranno contrassegnate, nelle schede di indagine, con "**Sin**". Nelle schede di rilevamento le specie vegetali rare o molto rare in Italia saranno contrassegnate dalle sigle **R** ed **RR** rispettivamente, quelle rare o molto rare nelle regioni interessate con **r** ed **rr**.

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

Un ulteriore riferimento per la flora è costituito dalle Liste Rosse (Conti et al., 1992, 1997) elaborate dalla Società Botanica Italiana e dal WWF con il contributo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Saranno contrassegnate con **LR**.

### 6.2.5 Disegno di campionamento e analisi quali-quantitativa della vegetazione

Il progetto di monitoraggio per la componente vegetazionale e floristica è articolato nelle tre fasi con una precisa programmazione della raccolta, elaborazione e restituzione dei dati delle "aree direttamente e indirettamente interessate dalla costruzione del Lotto 2 della strada Sassari-Olbia": il monitoraggio *ante operam*, che si conclude con l'insediamento dei cantieri, si effettuerà durante la stagione primaverile precedente, quindi, l'apertura di questi, quello in corso d'opera, che comprende tutto il periodo di costruzione della strada, dall'apertura allo smantellamento e al ripristino dei siti seguendo le verifiche su uno specifico recettore delle fasi lavorative potenzialmente più dannose per la componente e, infine, quello in *post operam* che comprende i primi cinque anni della fase di esercizio.

I dati delle tre fasi dovranno essere raccolti nello stesso periodo per essere confrontabili tra loro, questa esigenza sarà armonizzata con quella legata all'avanzamento dei lavori in fase di corso d'opera. Nelle aree coltivate si coordineranno i tempi dei rilievi con i proprietari dei terreni al fine di evitare che le pratiche colturali precedenti ai rilievi possano invalidare il dato.

Il monitoraggio floristico-vegetazionale prevede il disegno di campionamento sulle aree intercettate dalla strada dell'intero lotto 2 e sulle aree interessate dal ripristino e dal reimpianto eventualmente previste nel progetto esecutivo.

L'analisi della vegetazione si effettua mediante un rilievo fitosociologico metodo di Braun-Blanquet (vedi scheda) che si basa sulla raccolta dati sia qualitativi (elenchi di specie=flora) sia quantitativi (grado di copertura della singola specie), la raccolta dei dati fornisce quindi informazioni sulla flora e sul grado di copertura essenziali per definire i tipi di vegetazione.

**SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLA VEGETAZIONE**

Numero ril. .... Operatore ..... Data .....

Regione ..... Comune ..... I.G.M. ....

Località .....

Esposizione	N	NE	E	SE
	S	SW	W	NW

Giacitura .....

Altitudine ..... Inclinazione (°) ..... Substrato geologico .....

**Formazione-vegetale** .....

Serie di vegetazione .....

Governo e trattamento .....

Metodo di rilievo ..... Superficie mq ..... Copertura totale ..... %

**ANALISI STRUTTURALE**

Strato n.	Altezza	Copertura %	Altezza media m	Tipo biologico			Formula e note
				Forma	Periodicità	Foglie	
7	> 25 m						
6	12 - 25 m						
5	5 - 12 m						
4	2 - 5 m						
3	0,5 - 2 m						
2	25 - 50 cm						
1	0 - 25 cm						

Questi dati quindi permetteranno l'attribuzione delle porzioni vegetazionali rilevate a fitocenosi note e ad una loro classificazione gerarchica di naturalità rilevando quindi un'eventuale modifica da tali categorie durante le fasi successive.

Le variazioni specifiche delle comunità erbacee riscontrabili nei diversi stati di monitoraggio (ante operam, corso d'opera e post operam) saranno considerati come indicatori utili alla identificazione di fenomeni di degrado e ruderalizzazione del sistema.

Sarà inoltre rilevato attraverso un indice di naturalità messo a punto da Menichetti, Petrella e Pignatti 1989, basato sul rapporto tra le percentuali dei carotipi multizonali (definiti da S.Pignatti 1982) e quelli eurimediterranei (definiti da S.Pignatti 1982) allo scopo di fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse comprese nell'area di indagine.

Per la scelta dei punti di monitoraggio, si considereranno nello specifico le seguenti tipologie vegetazionali:

- specie ed habitat (6220\*, 6310, 9330) caratteristici del Sic e ZPS del Campo di Ozieri e pianure comprese tra Tula e Oschiri;
- vegetazione della macchia, alberi ad alto fusto, seminativi, corridoi ecologici, pascoli.

Le aree di indagine, come già affermato nel paragrafo 6.1, coincideranno con l'intero tracciato dell'opera e le aree di influenza diretta ed indiretta nonché quelle interessate dalle aree di cantiere e quelle soggette a interventi a verde previsti per le opere di mitigazione.

Per rilevare è necessario individuare preliminarmente delle aree omogenee, in base a criteri fisiografico-paesagistici, che costituiscano il campione rappresentativo della vegetazione che si vuole analizzare. All'interno della singola area omogenea verranno individuate più superfici rappresentative da rilevare la cui dimensione sarà uguale o maggiore a quella che corrisponde al "minimo areale" (prato da 10 a 50 mq, aree di pascolo arborato da 100 a 500 mq).

Il tempo di campionamento delle superfici rappresentative dipende dalle caratteristiche fisiche e biologiche dell'area di indagine e richiederà diversi giorni da computarsi all'interno del singolo periodo di monitoraggio.

Le indagini nelle aree agricole saranno di tipo puntuale e interesseranno le superfici specifiche poste lungo il corridoio di progetto e in prossimità della viabilità e delle aree di cantiere.

Le indagini puntuali riguarderanno anche il controllo fitosanitario di un numero compreso tra 5 e 10 specie ad alto fusto, ubicati in aree di indagine preventivamente identificate, allo scopo di rilevare patologie conseguenti alla realizzazione dell'opera. Gli esemplari arborei saranno scelti all'interno di fasce parallele al tracciato dell'infrastruttura e delle opere connesse, il monitoraggio sarà effettuato per tutti gli stadi, gli esemplari saranno marcati e localizzati su una carta al 1:2.000 e fotografati rilevando le misure morfometriche di ciascuno.

Le indagini di tipo continuo saranno condotte lungo un corridoio sufficientemente ampio (500 m circa) che comprenderà anche la viabilità e le aree di cantiere.

Il numero e la posizione dei punti di campionamento saranno individuati in fase di ante operam e definiti in situ con il posizionamento dei picchetti i cui vertici saranno georeferenziati con strumentazione GPS.

Tutti i dati rilevati in AO saranno finalizzati alla redazione di una carta degli habitat (scala 1:5.000) secondo la classificazione "Natura 2000" da realizzarsi con le citate indagini in campo e con l'ausilio delle ortofoto di dettaglio disponibili.

Infine, come riportato nella già citata nota della RAS del 5 settembre 2014, verrà vigilato sull'effettivo utilizzo di solo specie autoctone per gli interventi di ripristino.

## 6.2.6 Articolazione temporale degli accertamenti

In accordo con le disposizioni previste dallo SIA, dalla già richiamata nota dell'ARPAS del 16.10.2013 Prot. n.27808, dalle indicazioni emerse la durante riunione tecnica di coordinamento svoltasi in data 25/03/2014 presso l'Assessorato Ambiente della Regione Sardegna – Servizio SAVI, dal parere ex art.5 del DPR 357/1997 e s.m.i. emesso dalla RAS – Servizio SAVI con prot. 0018825 in data 05.09.2014 e trasmesso con Prot. 20948 del 30.09.2014, dalla “Prescrizione 12” del Servizio SAVI contenuta nella nota del 11 novembre 2014 n. protocollo 24541, nonché da ragioni connesse con il naturale ciclo di sviluppo annuale della vegetazione mediterranea, l'articolazione temporale dei monitoraggi è stata programmata nelle seguenti modalità:

- ❖ *ante operam*: in relazione alla necessità di verificare le condizioni *ante operam* della vegetazione in due distinti momenti di ciclo vegetazionale lungo tutto il percorso del lotto 2, sono stati previsti un periodo di monitoraggio primaverile nei mesi di marzo, aprile e maggio ed un periodo di monitoraggio autunnale compreso tra i mesi di ottobre e novembre;
- ❖ *in operam*: verranno eseguiti due periodi di monitoraggio all'anno, un periodo di monitoraggio primaverile nei mesi di marzo, aprile e maggio ed un periodo di monitoraggio autunnale compreso tra i mesi di ottobre e novembre. Verrà inoltre eseguito un monitoraggio estivo in un periodo compreso tra luglio e agosto, quest'ultimo per la verifica, come descritto, dei nuovi impianti e dei reimpianti in un periodo di stress vegetazionale quale quello estivo;
- ❖ *post operam*: il monitoraggio *post operam* avrà una durata, come richiesto dallo SIA, di cinque anni allo scopo di valutare sia gli impatti sulla vegetazione esistente sia, soprattutto, valutare l'efficacia degli interventi di mitigazione proposti dallo specifico "Piano di monitoraggio e manutenzione degli interventi" relativo ai nuovi impianti vegetazionali, nonché indicare eventuali misure correttive dopo la realizzazione delle opere di mitigazione. La cadenza dei monitoraggi sarà quadrimestrale.

## 6.2.7 Prescrizioni finali Servizio SAVI

Al fine di ottemperare in maniera esaustiva alle già richiamate prescrizioni della RAS – Assessorato della Difesa dell'Ambiente – Servizio SAVI – Prot. 24541 dell'11.11.2014, qui di seguito si riporta il contenuto integrale della prescrizione per la componente vegetazionale.

1. In fase *ante operam* verrà eseguito un rilievo di tutte le specie floristiche di interesse comunitario ed endemiche rare/localizzate nonché degli habitat di interesse comunitario intercettati dalla strada sull'intero lotto 2, con particolare riferimento ai corsi d'acqua anche temporanei e alle aree oggetto di allagamento. Verranno pianificate e realizzate tutte le opere (recinzioni, cure colturali, espianto e reimpianto, dislocazione delle aree di cantiere etc) necessarie alla tutela delle specie e degli habitat rilevati. Un esperto botanico è stato incaricato dei rilievi su campo in fase *ante operam* utili alla produzione di una carta degli habitat secondo la classificazione Natura 2000 in scala 1:5000. Tale carta degli habitat verrà considerata sostitutiva della prevista carta della vegetazione. L'esperto botanico darà tutte le indicazioni utili alla conservazione in uno stato soddisfacente di tutte le specie e degli habitat rilevati. Verrà data priorità alle misure di conservazione in loco e solo qualora ricadessero nella precisa area di sedime dell'opera saranno adottate tutte le misure necessarie all'espianto e all'impianto in aree continue ed idonee per le specie e saranno predisposti e poi realizzati interventi di ricostruzione di habitat in aree idonee. Le

misure di tutela avranno carattere prescrittivo per la società che ha ricevuto in appalto la realizzazione dell'opera sul Lotto 2.

I rilievi, la carta e tutte le misure di tutela opportunamente argomentate saranno trasmesse alla Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato della Difesa dell'Ambiente ed agli altri Enti Competenti all'interno di una Relazione di monitoraggio ante operam del lotto 2.

Come da rilievo tutte le aree con presenza di specie floristiche di interesse comunitario, endemiche e localizzate, nonché quelle con habitat di interesse comunitario prioritari e infine quelle eventualmente oggetto di nuovo impianto o ricostruzione naturalistica, saranno oggetto di un monitoraggio mensile<sup>1</sup> in itinere e di monitoraggio almeno quadrimestrale in fase ex post. Durante i monitoraggi in itinere il botanico verificherà lo stato di conservazione delle specie e degli habitat e fornirà tutte le indicazioni gestionali correttive opportune per la tutela. Anche tali misure assumeranno carattere prescrittivo per l'impresa appaltante;

...omissis...

## 6.2.8 Interventi di mitigazione degli impatti sulla flora

In adempimento alle richieste di ANAS, formulate durante la riunione svoltasi l'11.12.2014 presso gli uffici della Regione Sardegna, di indicare quali dovrebbero essere gli interventi di mitigazione degli impatti sulle possibili criticità che potrebbero essere rilevate in fase AO e CO, e recependo la nota della RAS del 5 settembre 2014, ribadita dalla prescrizione 12 del SAVI dell'11 novembre 2014, qui di seguito sono elencate le azioni che, a parere degli scriventi, potranno, in modo prioritario, essere attuate sulle aree in cui si rinvengono areali localizzati con specie di interesse comunitario ed endemiche.

1. Segnalazione attraverso la delimitazione delle aree d'interesse con il posizionamento di pali in legno verticali bassi (altezza fuori terra 50 cm) posti a una distanza gli uni dagli altri di circa 1 m al fine di evidenziare la zona senza precludere alla fauna di poterla attraversare senza essere intrappolata. La segnalazione delle aree d'interesse avrà lo scopo di sensibilizzare gli addetti dell'impresa al non accantonare, in prossimità dell'area, materiali di varia origine e di non utilizzarla come area di percorrenza e di sosta.
2. Individuazione di aree idonee nelle quali poter effettuare dei trapianti e semine di specie appartenenti ad habitat prioritari che dovessero ricadere in aree di sedime dell'opera. Le aree di ricostruzione dell'habitat dovranno essere attigue a quelle interessate dall'intervento di costruzione dell'opera. I sestri d'impianto e la disposizione planimetrica dei reimpianti e delle semine sarà finalizzata a ricreare e rispettare le caratteristiche di naturalità dell'habitat. Gli espianti e i trapianti e le semine rispetteranno le caratteristiche fenologiche delle specie al fine di favorire l'attecchimento e la germinazione. Si potrà far ricorso a irrigazioni di soccorso per favorire l'attecchimento di alcune specie.

<sup>1</sup> Rispetto a quanto prescritto nel parere SAVI Prot. n.24541 dell'11.11.2014, nell'incontro del 19.12.2014 si è concordato con il SAVI che l'articolazione temporale degli accertamenti per la vegetazione in CO, rimarrà quella periodica prevista dalla precedente versione del PMA invece che "mensile" come richiesto.

## 6.3 PMA – FAUNA

### 6.3.1 Premessa ed obiettivi del PMA della fauna

L'area oggetto di studio è caratterizzata da una componente faunistica strettamente legata alle zone a pascolo aperto o a pascolo arborato tra cui spiccano diverse specie di interesse conservazionistico e biogeografico.

Di seguito si indicano alcune delle specie di maggior interesse, appartenenti alle Classi degli Anfibi, dei Rettili, degli Uccelli e dei Mammiferi presenti nell'area in studio.

Tra gli Anfibi si ricordano la Raganella (*Hyla arborea*), il Rospo smeraldino (*Bufo viridis*) ed il Discoglossino (*Discoglossus sardus*).

I Rettili sono presenti con diverse specie tra cui la Testuggine comune (*Testudo hermanni*) e la Tartaruga d'acqua (*Emys orbicularis*).

La comunità faunistica degli Uccelli è in assoluto quella più numerosa e a questa appartengono diverse specie incluse nell'Articolo 4 della Direttiva 2009/147. Tra queste si ricordano: Calandra (*Melanocorypha calandra*), Calandrella (*Calandrella brachydactyla*), Tottavilla (*Lullula arborea*), Calandro (*Anthus campestris*), Averla piccola (*Lanius collurio*), Pernice sarda (*Alectoris barbara*), Averla capirossa (*Lanius senator*), Occhione (*Burhinus oedicnemus*), Cicogna (*Ciconia ciconia*), Falco di palude (*Circus aeruginosus*), Albanella reale (*Circus cyaneus*), Albanella minore (*Circus pygargus*), Gru (*Grus grus*), Gallina prataiola (*Tetrax tetrax*), Magnanina sarda (*Sylvia sarda*); Magnanina (*Sylvia undata*).

La Comunità potenziale dei Mammiferi vede la presenza, tra i Carnivori, di specie come la Volpe (*Vulpes vulpes*) e la Donnola (*Mustela nivalis*). Tra i Lagomorfi si ricordano la Lepre (*Lepus capensis*) ed il Coniglio (*Oryctolagus cuniculus*) e tra gli Insettivori il Mustiolo (*Suncus etruscus*) e la Crocidura (*Crocidula russula*).

### 6.3.2 Fauna

#### 6.3.2.1 Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche significative e stabili degli ecosistemi e delle comunità ornitiche migratrici

L'analisi della componente nidificante e migratrice nell'area interessata sarà condotta mediante i seguenti metodi:

1. Transect Method; tale metodologia è ampiamente sperimentata e di uso consolidato (Merikallio, 1946; Jarvinen & Vaisanen, 1976).
2. Censimento al canto per punti di ascolto senza limiti di distanza (Blondel et al., 1988), La durata di ciascun punto è di 10 minuti (Fornasari et al., 1999).
3. Conteggio con richiamo acustico. Questa tecnica consiste nel censire le specie mediante la stimolazione canora utilizzando richiamo pre-registrati emessi da un riproduttore (lettore MP3) con cassa amplificata (10 W).

#### 6.3.2.2 Fauna terrestre: Anfibi, Rettili e Mammiferi (esclusi i Chiroteri)

Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso l'osservazione diretta e/o mediante l'utilizzo dei cosiddetti segni di presenza, efficaci soprattutto per i Mammiferi con

abitudini notturne. Per il riconoscimento delle specie si prenderanno in considerazione le tracce, le feci, gli scavi, le tane e, la dove possibile, si effettuerà l'analisi delle borre di Barbagianni.

Per la batracofauna e l'erpetofauna saranno effettuate delle osservazioni dirette e quando possibile verranno effettuate le foto che potranno tornare utili nella determinazione dei casi dubbi.

Le tracce di Mammiferi verranno identificate ed attribuite alle diverse specie fin dal loro ritrovamento in campagna. Per quanto riguarda i Mammiferi, è opportuno sottolineare che, al fine di ottenere un campionamento meno condizionato dalla casualità delle osservazioni, sarebbe necessario effettuare numerosi rilevamenti in diversi periodi dell'anno, almeno uno per stagione. Soltanto uno studio di questo tipo è, infatti, in grado di fornire informazioni precise ed attendibili sulla presenza di tutte le specie agenti nell'area, e permette di stimare le densità e la struttura di popolazione. Tuttavia, al fine di migliorare l'efficienza dell'indagine ed ottenere risultati utili a conoscere sufficientemente almeno la presenza/assenza delle specie sul territorio, verranno effettuati almeno due giorni di rilevamenti in campagna per ciascuna area campione.

Per la corretta attribuzione dei reperti sarà verificata con la consultazione di manuali, atlanti e guide scientifiche e lavori scientifici.

Saranno inoltre evidenziate le specie animali presenti nelle Liste Rosse Europea, Italiana e Sarda e nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE e nell'Art 4 Direttiva 2009/147/ CE.

### 6.3.2.3 Componente Macroinvertebrati dei corsi d'acqua

Il monitoraggio finalizzato alla valutazione della qualità generale dei siti fluviali interessati dall'opera, sarà realizzato mediante l'analisi della componente dei macroinvertebrati e il successivo calcolo dell'Indice STAR-ICMi\* (che sostituisce l'Indice Biotico Estes).

I macroinvertebrati bentonici sono caratterizzati da una limitata mobilità, da un lungo ciclo vitale, dalla presenza di gruppi con differente sensibilità alle cause di alterazione e da molteplici ruoli nella catena trofica. Inoltre la relativa facilità di campionamento e di identificazione di questi organismi e la loro ampia diffusione nei corsi d'acqua rendono i macroinvertebrati bentonici particolarmente adatti all'impiego nel biomonitoraggio e nella valutazione della qualità dei fiumi.

La metodologia utilizzata sarà quella contenuta nel documento "Protocollo di campionamento dei Macroinvertebrati Bentonici dei corsi d'acqua guadabili" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

### 6.3.2.4 I parametri e indici considerati

I dati raccolti saranno elaborati mediante i seguenti indici e parametri:

**S = ricchezza di specie**, numero totale di specie nel biotopo; questo valore è direttamente collegato all'estensione del biotopo campionato ed al grado di maturità e complessità, anche fisionomico-vegetazionale dello stesso (Mac Arthur e Mac Arthur, 1961)

**H = indice di diversità calcolato attraverso l'indice Shannon & Wiener** (1963) in cui:

$$H = - \sum p_i \ln p_i$$

dove  $p_i$  è la frequenza (Fr) dell'iesima specie ed  $\ln$  il logaritmo naturale; questo indice dà una misura della probabilità di incontrare nel corso del campionamento individui diversi; in pratica ad H maggiori corrispondono biotopi più complessi, con un numero maggiore di specie e con abbondanze ben ripartite;

**J = indice di equiripartizione** di Lloyd & Ghelardi (1964) in cui  $J = H/H_{max}$ ,

dove  $H_{max} = \ln S$ ; l'indice misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità o in altri termini il grado di lontananza da una equiripartizione (una comunità costituita da specie con eguale numero di individui); tale indice varia tra 0 e 1;

**% non-Pass. = percentuale delle specie non appartenenti all'ordine dei Passeriformi;**

il numero di non-Passeriformi è direttamente correlato, almeno negli ambienti boschivi, al grado di maturità della successione ecologica (Ferry e Frochet, 1970);

**d = dominanza;** sono state ritenute dominanti quelle specie che compaiono nella comunità con una frequenza relativa uguale o maggiore di 0,05 (Turcek, 1956; Oelke, 1980); le specie dominanti diminuiscono con l'aumentare del grado di complessità e di maturità dei biotopi.

**Abbondanza: numero di individui/15'** = numero di individui osservati di una determinata specie nell'unità di tempo di 15'; numero di individui/1000 m = numero di individui osservati di una determinata specie in 1000 metri di transetto.

**Lo STAR\_ICMi** è un indice multimetrico composto da sei metriche opportunamente normalizzate e ponderate, che includono i principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare. Le sei metriche sono: ASPT,  $\log_{10}(\text{sel\_EPTD}+1)$ , 1-GOLD, Numero Famiglie di EPT, Numero totale di Famiglie e indice di diversità di Shannon-Weiner. Il livello di identificazione tassonomica richiesto per il calcolo dell'indice STAR\_ICMi è la Famiglia. Alcune delle metriche componenti necessitano, per poter essere calcolate correttamente, di dati relativi all'abbondanza delle singole famiglie di organismi bentonici.

### 6.3.3 Bibliografia essenziale

- ❖ Arnold, Burton, 1985. Guida dei rettili e degli anfibi d'Europa. Franco Muzzio Editore
- ❖ Bulgarini F., Calvario E., Fraticelli, Petreff F. e 5. Sarrocco (Eds), 1998. Libro Rosso degli Animali d'Italia. Vertebrati. WWF Italia, Roma.
- ❖ Blondel, Jacques; Ferry, Camille; Frochet, Bernard, 1981 -Point counts with unlimited distance. In: Ralph, C. John; Scott, J. Michael, editors. Estimating numbers of terrestrial birds. Studies in Avian Biology 6: 414-420.
- ❖ Brown R.W., Lawrence M.J., Pope J., 1996. Le tracce degli animali. Arnoldo Mondadori ed.
- ❖ Corbet, Ovenden, 1985. Guida ai mammiferi d'Europa. Franco Muzzio Editore.
- ❖ Corbet, Jarvinen o. & Vaisanen RA. 1976. Finnish Line Transect Censuses. Ornis Fennica, 53:115-118.
- ❖ S. Debrot, G. Fivaz, C. Mermod e J.M. Weber, 1982, Atlas des poils the marmmiferes d'Europe. Neuchatei Institute de Zoologie.
- ❖ Lang A., 1989. Tracce di animali (impronte, escrementi, pasti, borre, tane e nidi). Zanichelli ed.
- ❖ Llyod M., Ghelardi R.J., 1964. A tabe for calculating the equitability component of specie diversity, Animal Ecology, 33: 217-225.
- ❖ Mac Arthur R.H., Mac Arthur J.W. 1961. On bird species diversity. Ecology 42: 594-598.
- ❖ M.G Day, 1966, "Identification of hair and theather remains in the gut and faices ofstoats and weasels". Journal of zoology, London, 148: 201-217.
- ❖ Merikallio E., 1946. Uber regionale Verbeitung und Anzahl der Landvogel in Sud und mittei Finland,
- ❖ besonders in deren ostuchen Teilen, im Lickte von quantitativen Untersuchungen.

- ❖ Ann.Zool.Soc.9'Vanano1', 12:1 - 143, 12:1 - 120.
- ❖ Oelke H. 1980. The bird structure of the central european spruce forest biome - as regarded for breeding bird censuses. Proc. VI mt. Conf Bird Census Work Gottingen: 201-209.
- ❖ Shannon C.E. & Wiener W., 1963. Mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana.
- ❖ Stokes D., 1986. A guide to animal tracking and behaviour Stokes nature guides.
- ❖ Turcek F.J. 1956. Zur Frage der Dominanze in Vogelpopulationen, Waldhygiene 8: 249-257.

### 6.3.4 Documentazione di base per la redazione del PMA

La documentazione che è stata utilizzata ai fini della redazione del PMA per le componenti in esame è costituita da:

Elaborati di progetto:

- ❖ planimetrie del tracciato e delle opere di cantierizzazione;
- ❖ riprese aeree: mosaico fotografico;
- ❖ interventi tipologici di mitigazione ambientale;
- ❖ Elaborati del S.I.A. elaborato per il progetto preliminare del marzo 2008.

### 6.3.5 Accertamenti programmati

#### 6.3.5.1 Finalità del monitoraggio e parametri oggetto del rilevamento

Le indagini predisposte nel presente progetto sono impostate con l'obiettivo principale di verificare la variazione della qualità naturalistica ed ecologica nelle aree direttamente o indirettamente interessate dalla realizzazione dell'opera, con specifico riferimento ai recettori maggiormente sensibili individuati in sede di VIA. ("Linee guida per il PMA" predisposte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio)

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

Le indagini condotte in fase di realizzazione avranno il principale scopo non solo di accertare le eventuali condizioni di stress indotte dalle lavorazioni sulle componenti indagate, ma anche di verificare la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione di queste, monitorando le condizioni fitosanitarie del recettore, e di predisporre, ove necessario, adeguati interventi correttivi.

Nella fase post operam le indagini saranno finalizzate per lo più ad accertare la corretta applicazione delle misure di mitigazione e compensazione ambientale indicate nel SIA, al fine di intervenire per risolvere eventuali impatti residui e verificare lo stato evolutivo della vegetazione di nuovo impianto nelle aree soggette a ripristino vegetazionale.

Tutte le informazioni raccolte, opportunamente confrontate con quelle raccolte durante il monitoraggio degli altri ambiti, permetteranno di comporre, per la situazione attuale e per il post operam in particolare, un esaustivo quadro di riferimento sullo stato di salute degli ecosistemi delle

cite aree; ciò sarà finalizzato anche alla possibilità di effettuare valutazioni complessive lungo tutto il tracciato.

In questo senso la Banca Dati del Monitoraggio permetterà di ottenere un flusso di informazioni costante tra i differenti ambiti. Le informazioni raccolte costituiscono il riferimento base con cui saranno confrontate le modificazioni che si avranno nel corso della realizzazione dell'opera, integrate, ove necessario, dai risultati delle azioni di monitoraggio sulle altre componenti.

### 6.3.5.2 Articolazione temporale degli accertamenti

Il progetto di monitoraggio ambientale necessita di una precisa programmazione delle attività di raccolta, elaborazione e restituzione delle informazioni; sarà quindi articolato in tre fasi distinte:

1. Monitoraggio ante operam, che si conclude prima dell'insediamento dei cantieri;
2. Monitoraggio in corso d'opera, che comprende tutto il periodo di costruzione, dall'apertura dei cantieri fino allo smantellamento e al ripristino dei siti;
3. Monitoraggio post-operam, che comprende i primi 5 anni della fase di esercizio.

La specificità degli accertamenti faunistici, impone al progetto di monitoraggio un vincolo relativo al periodo in cui è possibile eseguire i rilievi, che risulta limitato al periodo marzo-luglio (per le specie che si riproducono nell'area), novembre e febbraio (per l'avifauna migratrice).

In particolare le attività di monitoraggio ante operam avranno inizio prima della data prevista per l'inizio dei lavori su tutto il tracciato del lotto 2, sulle aree di cantiere nonché sulle aree di diretta ed indiretta influenza. Le indagini in fase di realizzazione e post operam dovranno seguire l'evoluzione della realizzazione dell'opera ed avranno, per alcune specie, cadenza mensile in itinere e di monitoraggio almeno quadrimestrale in fase ex post.

La componente indagata impone che le indagini di tutte e tre le fasi siano svolte nello stesso periodo al fine di rendere i dati raccolti pienamente confrontabili tra loro. Tale esigenza sarà armonizzata con quella tecnico esecutiva legata all'avanzamento dei lavori in corso d'opera.

Inoltre, siccome le indagini riguardano anche aree coltivate, la cui conduzione prevede delle pratiche che se effettuate in tempi di poco precedenti l'indagine vanificherebbero la stessa, si coordineranno anche i tempi dei rilievi con i proprietari dei terreni.

## 6.3.6 Specifiche tecniche per l'esecuzione delle indagini

### 6.3.6.1 Aspetti generali

I potenziali impatti individuati sulla base delle indagini e dei contenuti dello S.I.A. per le componenti in esame sono sintetizzabili nelle seguenti categorie:

#### **Fase di costruzione:**

- ❖ circolazione e funzionamento dei mezzi di cantiere;
- ❖ spostamento di masse di terra;
- ❖ apertura delle piste di servizio.

Le componenti ambientali vulnerabili a questi impatti sono:

- ❖ ecosistema agricolo;
- ❖ ecosistema antropico.

I tipi di impatto rilevabili sono i seguenti:

- ❖ inquinamento da gas di scarico, polveri, rumore e vibrazioni
- ❖ calpestio del territorio, spostamento di masse di terra

- ❖ intorbidamento delle acque
- ❖ traffico dei mezzi di cantiere

### **Fase di esercizio**

A differenza di quanto avviene durante la fase di costruzione, nella fase di esercizio gli impatti prodotti sono da considerarsi permanenti. Le cause principali di impatto in fase di esercizio sono :

- ❖ presenza della strada come barriera fisica;
- ❖ inquinamento da rumore;
- ❖ inquinamento atmosferico;
- ❖ fonte di mortalità diretta della fauna;
- ❖ rilascio di inquinanti da acque meteoriche di dilavamento piattaforma.

Le componenti ambientali che risultano vulnerabili sono:

- ❖ ecosistema agricolo;
- ❖ ecosistema antropico.

Gli impatti rilevabili comprendono:

- ❖ effetto barriera della strada sulle popolazioni di vertebrati.
- ❖ traffico veicolare, rumore e vibrazioni
- ❖ inquinamento atmosferico e idrico

Il progetto di monitoraggio ambientale relativo agli ambiti faunistici deve pertanto verificare l'insorgere di tali tipologie di impatto e, laddove possibile, consentire interventi correttivi in corso d'opera al fine di minimizzarne l'entità.

### *6.3.6.2 Tipologie e caratteristiche delle indagini*

I seguenti "Campi d'indagine" sono stati individuati considerando le caratteristiche della componente faunistica dell'area d'indagine e al fine di monitorare l'impatto dell'opera in modo efficace.

- ❖ Fauna terrestre: Anfibi, Rettili, Mammiferi (esclusi i Chiroteri)
- ❖ Avifauna nidificante con particolare riferimento alla Gallina prataiola e all'Occhione
- ❖ Avifauna mitigatrice non nidificante
- ❖ Avifauna legata agli ambienti umidi

### **Indagine Fauna terrestre**

L'indagine sarà compiuta mediante la metodologia descritta nei paragrafi precedenti e sarà estesa sia ante operam che nei controlli delle fasi successive, lungo una areale di indagine più esteso del semplice itinerario lungo l'infrastruttura in progetto, per evitare di rendere poco rappresentativa l'entità dei reperti.

I risultati di questo tipo d'indagine permetteranno di analizzare le possibili interferenze tra la realizzazione dell'opera ed i vertebrati rinvenuti, di avanzare ipotesi da verificare nelle fasi successive e di suggerire, ove necessario, opportuni accorgimenti al fine di mitigare gli impatti specifici riscontrati. A tal riguardo dovranno, ad esempio, essere segnalati gli eventuali abbattimenti di fauna generati dal traffico dei mezzi di cantiere durante le fasi di realizzazione dell'opera.

I parametri che verranno raccolti saranno l'elenco delle specie presenti, loro frequenza e distribuzione all'interno dell'area campionata.

I luoghi di ritrovamento dei campioni saranno posizionati sulle carte di progetto in scala 1:5.000 specificando il posizionamento attraverso coordinate geografiche, e producendo idonea documentazione fotografica, i cui coni visuali saranno riportati sulla cartografia.

Tutte le verifiche effettuate saranno illustrate su elaborati utilizzabili anche al fine di eventuali azioni alla tutela di habitat che ospitano specie di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento. Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine in modo da essere facilmente raffrontabili.

### **Indagine quali-quantitativa dell'avifauna nidificante e indagine qualitativa delle specie migratrici**

L'avifauna, a causa della elevatissima capacità di spostamento, risponde in tempi molto brevi alle variazioni ambientali e può pertanto essere utilizzata come un efficace indicatore ecologico, soprattutto se il livello di studio prende in considerazione l'intera comunità delle specie presenti nei differenti biotopi.

Per il rilevamento dell'avifauna occorre individuare percorsi lineari rappresentativi al fine di registrare tutti gli individui delle diverse specie presenti nelle stazioni di rilevamento e descrivere in modo sufficientemente approfondito la comunità avifaunistica presente e le sue caratteristiche ecologiche e qualitative.

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

Lo studio sull'avifauna nidificante sarà condotto nel corso dei mesi primaverili-estivi mentre quello dell'avifauna migratrice sarà effettuato nel mese di novembre, per la migrazione post-riproduttiva, e nel mese di febbraio per quello pre-riproduttiva. Coerentemente con la "Prescrizione 12" del SAVI, il monitoraggio in itinere della Gallina prataiola, dell'Occhione e delle altre specie indicate nel punto 2 della nota sarà svolto mensilmente.

Il metodo utilizzato sarà quello dei sentieri campione (Transect Method), poiché particolarmente adatto per essere applicato in tutte le stagioni e permette di raccogliere una discreta quantità di informazioni con uno sforzo di ricerca contenuto. Il metodo consiste nel percorrere ad andatura costante un itinerario con andamento rettilineo e nell'annotare tutti gli individui delle diverse specie osservate od udite.

Per le sole specie nidificanti si utilizzeranno, inoltre, come già riportato precedentemente, il Censimento al canto per punti di ascolto senza limiti di distanza (Blondel et al., 1988, Fornasari et al., 1999) e il Conteggio con richiamo acustico. Questa tecnica consiste nel censire le specie mediante la stimolazione canora utilizzando richiamo pre-registrati emessi da un riproduttore (lettore MP3) con cassa amplificata (10 W).

In ante operam verranno registrati tutti gli individui osservati od uditi all'interno di una fascia indicativamente di circa 100 metri di ampiezza, ai due lati dell'itinerario dell'intero lotto 2. Nelle fasi successive si eseguiranno i controlli di quanto osservato preliminarmente, per eventuali scostamenti. I luoghi di ritrovamento dei campioni o di osservazione saranno posizionati sulle carte di progetto in scala 1:5.000 e saranno fotografati; individuando sulla cartografia i coni visuali delle foto.

I sentieri verranno percorsi tenendo presenti le indicazioni di Jarvinen & Vaisanen (1976), ossia scegliendo in anticipo il percorso su una mappa in modo che sia rappresentativo dell'area da studiare e percorrendo il tragitto nelle prime ore del mattino ed in assenza di vento e pioggia, camminando lentamente e fermandosi spesso per ascoltare le vocalizzazioni ed annotare le osservazioni.

I parametri e gli indici che saranno elaborati e valutati sono quelli riportati nel paragrafo “Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche significative e stabili degli ecosistemi”.

Tutte le indagini effettuate saranno tradotte in appositi elaborati, che saranno utilizzati anche al fine di eventuali azioni finalizzate alla tutela di habitat che ospitano specie di pregio nidificanti e/o migratrici. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento. Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine in modo da essere facilmente raffrontabili.

### **Monitoraggio quali-quantitativa dell'avifauna migratrice non nidificante**

Tale attività prevede l'osservazione dei rapaci e l'inanellamento scientifico nel periodo migratorio individuato nei mesi di aprile-maggio e settembre-ottobre.

La possibilità di svolgere le attività di inanellamento scientifico è strettamente legata alla disponibilità di una porzione di terreno sorvegliato dove posizionare le reti e di un piccolo edificio, anche un prefabbricato in legno, dove poter svolgere le attività di inanellamento e di prelievo dei dati biometrici degli uccelli catturati.

Quanto di seguito descritto sarà attuato unicamente se durante il monitoraggio ante operam saranno rilevate le specie indicate nella prescrizione della RAS del settembre 2014.

Gli aspetti di dettaglio di quanto di seguito descritto convoglieranno nelle monografia che verranno redatte al termine dei periodi annuali di monitoraggio.

### **Monitoraggio della Gallina prataiola – *Tetrax tetrax***

#### **a) Metodologia di lavoro**

##### **a1) Tecnica di censimento**

Si utilizzeranno due tecniche di rilevamento:

##### **a.1.1 Punti di ascolto senza limiti di distanza (Blondell et al, 1988)**

La tecnica dei punti di ascolto senza limiti di distanza che consiste nel conteggio di tutti gli individui rilevabili acusticamente o visivamente entro e oltre un certo raggio, da un punto fisso, in un determinato intervallo di tempo. Verrà effettuata una distinzione tra gli individui visti o sentiti entro un raggio di 100 m e quelli oltre tale raggio per poter correlare con precisione i dati ornitologici alle variabili ambientali.

La durata di ciascun punto d'ascolto/osservazione sarà di 10 minuti dopo 5 minuti di pausa iniziale in accordo con la metodologia adottata nell'ambito del programma di monitoraggio degli uccelli nidificanti in Italia "Mito 2000".

##### **a.1.2 Punti di ascolto con play-back**

Il metodo consiste nell'inviare il canto del maschio in modo da stimolare una risposta territoriale dei maschi di Gallina prataiola. E' un metodo che rappresenta grandi vantaggi in quanto permette di censire vaste superfici in relativo poco tempo. Questo metodo sarà utilizzato nei punti di ascolto in cui non si rilevano canti spontanei di adulti e in ore in cui normalmente i maschi non cantano.

##### **a2) Frequenza dei monitoraggi**

I rilevamenti ante operam saranno effettuati con cadenza bimensile a partire dalla metà del mese di marzo fino alla metà del mese di luglio, per un totale di otto rilevamenti annui. I rilevamenti in itinere saranno realizzati con cadenza mensile mentre nel periodo ex post verranno effettuati un monitoraggio nel periodo compreso tra gennaio e metà marzo, uno nel periodo compreso tra aprile

e giugno e uno nel periodo autunnale. Nel periodo riproduttivo, compreso tra marzo e luglio, i rilevamenti avranno inizio a partire da 30 minuti dopo l'alba fino alle ore 11,00 e un'ora prima dell'imbrunire. I punti di ascolto verranno individuati prima dell'inizio dei rilevamenti e indicati su cartografia. Infine, di ciascun maschio censito sarà rilevato il punto gps..

### **a3) Numero di monitoraggi**

In totale i monitoraggi della popolazione nidificante di Gallina prataiola prevedono 8 censimenti ex ante, 12 censimenti/annui in itinere e 3 censimenti/annui ex post.

### **a4) Finalità ed obiettivi del monitoraggio**

I monitoraggi ante operam avranno la funzione di individuare la consistenza della popolazione e la sua distribuzione prima dell'inizio lavori. Tali dati costituiranno il punto 0 del monitoraggio e di conseguenza saranno il punto di riferimento per tutte le analisi successive.

Inoltre, a seguito del monitoraggio ante operam verranno individuate le eventuali misure di conservazione e mitigazione che, come previsto dalle prescrizioni dell'Assessorato Ambiente, dovranno avere carattere prescrittivo per l'intervento.

Tutti i dati faunistici verranno riportati su uno specifico data base al fine di individuare eventuali variazioni della popolazione nell'arco di tempo considerato. Inoltre, i punti gps rilevati saranno riportati in cartografia al 5.000 in modo da poter rilevare eventuali dislocazioni delle popolazioni all'interno delle aree considerate.

### **a5) Valutazione dello stato della popolazione**

Come già affermato precedentemente, i dati dei monitoraggi realizzati durante i lavori confrontati con quelli del monitoraggio ex ante, permetteranno di individuare eventuali riduzioni numeriche della popolazione e le eventuali dislocazioni della stessa causate dal disturbo e/o dalla sottrazione di habitat di specie derivanti dai lavori in corso.

Qualora il peggioramento dello stato di conservazione della specie dovesse dipendere dal disturbo arrecato dai lavori in corso, si procederà a sospendere i lavori fino alla fine del periodo riproduttivo.

Qualora, invece, il peggioramento dello stato di conservazione della specie dovesse dipendere dalla sottrazione di porzioni di habitat di specie dovuta all'utilizzo dello stesso per la realizzazione dell'opera, si procederà ad individuare porzioni di terreno di pari superficie e tipologia dove verranno realizzati interventi finalizzati alla mitigazione delle opere.

### **a6) Personale impiegato nei monitoraggi**

N. 1 ornitologo senior con ampia esperienza nei monitoraggi ornitologici

N. 1 tecnico faunista junior con buona esperienza nel campo dei monitoraggi ornitologici.

## **Monitoraggio dell'Occhione - *Burhinus oedicnemus***

### **a) Metodologia di lavoro**

#### **a1) Tecnica di censimento**

Si utilizzeranno due tecniche di rilevamento:

##### **a.1.1 Punti di ascolto senza limiti di distanza (Blondell et al, 1988)**

La tecnica dei punti di ascolto senza limiti di distanza che consiste nel conteggio di tutti gli individui rilevabili acusticamente o visivamente entro e oltre un certo raggio da un punto fisso in un



determinato intervallo di tempo. Verrà effettuata una distinzione tra gli individui visti o sentiti entro un raggio di 100 m e quelli oltre tale raggio per poter correlare con precisione i dati ornitologici alle variabili ambientali.

La durata di ciascun punto d'ascolto/osservazione sarà di 10 minuti dopo 5 minuti di pausa iniziale in accordo con la metodologia adottata nell'ambito del programma di monitoraggio degli uccelli nidificanti in Italia "Mito 2000".

#### **a.1.2 Punti di ascolto con play-back**

Il metodo consiste nell'inviare il canto del maschio in modo da stimolare una risposta territoriale dei maschi di Occhione. E' un metodo che rappresenta grandi vantaggi in quanto permette di censire vaste superfici in relativo poco tempo. Questo metodologia sarà utilizzato nei punti di ascolto in cui non si rilevano canti spontanei di adulti e in ore in cui normalmente i maschi non cantano.

#### **a2) Frequenza dei monitoraggi**

I rilevamenti ante operam saranno effettuati con cadenza bimensile a partire dalla metà del mese di marzo fino alla metà del mese di luglio, per un totale di otto rilevamenti annui. I rilevamenti in itinere saranno realizzati con cadenza mensile mentre nel periodo ex post verranno effettuati un monitoraggio nel periodo compreso tra gennaio e metà marzo, uno nel periodo compreso tra aprile e giugno e uno nel periodo autunnale. Nel periodo riproduttivo, compreso tra marzo e luglio, i rilevamenti avranno inizio a partire da 30 minuti dopo l'alba fino alle ore 11,00 e un'ora prima dell'imbrunire. I punti di ascolto verranno individuati prima dell'inizio dei rilevamenti e indicati su cartografia. Infine, di ciascun maschio censito sarà rilevato il punto gps.

#### **a3) Numero di monitoraggi**

In totale i monitoraggi della popolazione nidificante di Occhione prevedono 8 censimenti ex ante, 12 censimenti/annui in itinere e 3 censimenti/annui ex post.

#### **a4) Finalità ed obiettivi del monitoraggio**

I monitoraggi ante operam avranno la funzione di individuare la consistenza della popolazione e la sua distribuzione prima dell'inizio lavori. Tali dati costituiranno il punto 0 del monitoraggio e di conseguenza saranno il punto di riferimento per tutte le analisi successive.

Inoltre, a seguito del monitoraggio ante operam verranno individuate le eventuali misure di conservazione e mitigazione che, come previsto dalle prescrizioni dell'Assessorato Ambiente, dovranno avere carattere prescrittivo per l'intervento.

Tutti i dati faunistici verranno riportati su uno specifico data base al fine di individuare eventuali variazioni della popolazione nell'arco di tempo considerato. Inoltre, i punti gps rilevati saranno riportati in cartografia al 5.000 in modo da poter rilevare eventuali dislocazioni delle popolazioni all'interno dell'area considerata.

#### **a5) Valutazione dello stato della popolazione**

Come già affermato precedentemente, i dati dei monitoraggi realizzati durante i lavori confrontati con quelli del monitoraggio ex ante, permetteranno di individuare eventuali riduzioni numeriche della popolazione e le eventuali dislocazioni della stessa causate dal disturbo e/o dalla sottrazione di habitat di specie derivanti dai lavori in corso.

Qualora il peggioramento dello stato di conservazione della specie dovesse dipendere dal disturbo arrecato dai lavori in corso, si procederà a sospendere i lavori fino alla fine del periodo riproduttivo.

Qualora, invece, il peggioramento dello stato di conservazione della specie dovesse dipendere dalla sottrazione di porzioni di habitat di specie dovuta all'utilizzo dello stesso per la realizzazione dell'opera, si procederà ad individuare porzioni di terreno di pari superficie e tipologia dove verranno realizzati interventi finalizzati alla mitigazione delle opere.

#### **a6) Personale impiegato nei monitoraggi**

N. 1 ornitologo senior con ampia esperienza nei monitoraggi ornitologici

N. 1 tecnico faunista junior con buona esperienza nel campo dei monitoraggi ornitologici.

### **Monitoraggio dell'Albanella reale - *Circus cyaneus* e Albanella minore – *Circus pygargus***

#### **a) Metodologia di lavoro**

##### **a1) Tecnica di censimento**

In una prima fase, al fine di individuare le eventuali coppie in riproduzione e i siti riproduttivi, verrà utilizzata la tecnica del transetto senza misurazione delle distanze. Tale metodologia è ampiamente sperimentata e di uso consolidato. Il rilevatore, muovendosi all'interno di un transetto lineare prefissato, nel nostro caso lungo le strade e le piste sterrate, conterà gli esemplari delle due specie presenti nell'area.

Il rilevamento sarà fondamentalmente di tipo visivo. Infatti attraverso l'osservazione dei comportamenti degli individui delle due specie oggetto di studio, (volo a festoni, accoppiamento, passaggio della preda al volo) verranno identificate le aree della probabile nidificazione.

Una volta individuati i siti potenziali di nidificazione si procederà a trasferire le loro coordinate su carta topografica CTR 1:5.000.

I siti riproduttivi verranno controllati con cadenza mensile da una distanza di rispetto tale da non determinare disturbo alla coppia. Un'ulteriore fase del monitoraggio sarà quello del controllo delle attività connesse alla cura parentale ivi compreso l'involto dei giovani ed il successo riproduttivo.

##### **a2) Frequenza dei monitoraggi**

I rilevamenti ante operam saranno effettuati con cadenza bimensile a partire dalla metà del mese di marzo fino alla metà del mese di luglio, per un totale di otto rilevamenti annui. Nei periodi in itinere ed ex post saranno realizzati tre monitoraggi annui; uno nel periodo compreso tra febbraio e marzo, uno nel periodo compreso tra aprile e luglio e uno nel periodo autunnale. Nel periodo riproduttivo, compreso tra marzo e luglio i rilevamenti avranno inizio a partire dalle ore 10 e termineranno alle ore 18.

##### **a3) Numero di monitoraggi**

In totale i monitoraggi della popolazione dell'Albanella reale e minore prevedono 8 censimenti ex ante, 3 censimenti/annui in itinere e 3 censimenti/annui ex post.

##### **a4) Finalità ed obiettivi del monitoraggio**

I monitoraggi ante operam avranno la funzione di individuare la consistenza della popolazione e la sua distribuzione prima dell'inizio lavori. Tali dati costituiranno il punto 0 del monitoraggio e di conseguenza saranno il punto di riferimento per tutte le analisi successive.

Inoltre, a seguito del monitoraggio ante operam verranno individuate le eventuali misure di conservazione e mitigazione che, come previsto dalle prescrizioni dell'Assessorato Ambiente, dovranno avere carattere prescrittivo per l'intervento. Tutti i dati faunistici verranno riportati su uno

specifico data base al fine di individuare eventuali variazioni della popolazione nell'arco di tempo considerato. Inoltre, come già affermato nel paragrafo a1, su una carta CTR 1:5.000 verranno riportati tutti i dati rilevati nei tre diversi monitoraggi (ex ante, in corso d'opera ed ex post) relativi alle osservazioni degli individui e alla posizione dei siti riproduttivi. Grazie a questa carta, sarà possibile individuare visivamente eventuali dislocazioni delle popolazioni all'interno dell'area considerata.

#### **a5) Valutazione dello stato della popolazione**

Come già affermato precedentemente, i dati dei monitoraggi realizzati durante i lavori confrontati con quelli del monitoraggio ex ante, permetteranno di individuare eventuali riduzioni numeriche della popolazione e le eventuali dislocazioni della stessa causate dal disturbo e/o dalla sottrazione di habitat di specie derivanti dai lavori in corso.

Qualora il peggioramento dello stato di conservazione della specie dovesse dipendere dal disturbo arrecato dai lavori in corso, si procederà a sospendere i lavori fino alla fine del periodo riproduttivo.

Qualora, invece, il peggioramento dello stato di conservazione della specie dovesse dipendere dalla sottrazione di porzioni di habitat di specie dovuta all'utilizzo dello stesso per la realizzazione dell'opera, si procederà ad individuare porzioni di terreno di pari superficie e tipologia dove verranno realizzati interventi finalizzati alla mitigazione delle opere.

#### **a6) Personale impiegato nei monitoraggi**

N. 1 ornitologo senior con ampia esperienza nei monitoraggi ornitologici

N. 1 tecnico faunista junior con buona esperienza nel campo dei monitoraggi ornitologici.

#### **Monitoraggio delle coppie di Cicogna bianca – *Ciconia ciconia***

##### **a) Metodologia di lavoro**

###### **a1) Tecnica di censimento**

La prima fase del monitoraggio sarà dedicata a verificare che i due nidi situati nei pressi di Chilivani siano ancora occupati. Si procederà, quindi, a monitorare i nidi, mediante la tecnica del conteggio a vista sui siti di riproduzione, al fine di valutare il successo riproduttivo delle due coppie.

###### **a2) Frequenza dei monitoraggi**

I rilevamenti ante operam saranno effettuati con cadenza bimensile a partire dalla metà del mese di marzo fino alla fine del mese di luglio, per un totale di otto rilevamenti annui. I rilevamenti in itinere saranno realizzati con la medesima cadenza mentre nel periodo ex post verranno realizzati tre monitoraggi; uno nel mese di marzo, uno a maggio ed uno a luglio.

###### **a3) Numero di monitoraggi**

In totale i monitoraggi della popolazione della Cicogna bianca prevedono 8 censimenti ex ante, 8 censimenti/annui in itinere e 2 censimenti/annui ex post.

###### **a4) Finalità ed obiettivi del monitoraggio**

I monitoraggi ante operam avranno la funzione di individuare la consistenza della popolazione e la sua distribuzione prima dell'inizio lavori. Tali dati costituiranno il punto 0 del monitoraggio e di conseguenza saranno il punto di riferimento per tutte le analisi successive.

Inoltre, a seguito del monitoraggio ante operam verranno individuate le eventuali misure di conservazione e mitigazione che, come previsto dalle prescrizioni dell'Assessorato Ambiente, dovranno avere carattere prescrittivo per l'intervento.

Tutti i dati faunistici verranno riportati su uno specifico data base al fine di individuare eventuali variazioni della popolazione nell'arco di tempo considerato.

#### **a5) Valutazione dello stato della popolazione**

Come già affermato precedentemente, i dati dei monitoraggi realizzati durante i lavori confrontati con quelli del monitoraggio ex ante, permetteranno di individuare eventuali riduzioni numeriche della popolazione e le eventuali dislocazioni della stessa causate dal disturbo e/o dalla sottrazione di habitat di specie derivanti dai lavori in corso.

Qualora il peggioramento dello stato di conservazione della specie dovesse dipendere dal disturbo arrecato dai lavori in corso, si procederà a sospendere i lavori fino alla fine del periodo riproduttivo compreso tra il mese di aprile e il mese di luglio.

#### **a6) Personale impiegato nei monitoraggi**

N. 1 ornitologo senior con ampia esperienza nei monitoraggi ornitologici

N. 1 tecnico faunista junior con buona esperienza nel campo dei monitoraggi ornitologici.

### **Monitoraggio della garzaia di Nitticora – *Nycticorax nycticorax***

#### **a) Metodologia di lavoro**

##### **a1) Tecnica di censimento**

La prima fase del monitoraggio sarà dedicata all'individuazione della colonia lungo il corso del Rio Mannu. A tal fine si sceglieranno tre o quattro punti sopraelevati rispetto al corso del fiume in modo da poter individuare il luogo esatto dove la stessa si è posizionata. Una volta individuata la posizione della colonia, utilizzando la tecnica del conteggio a vista sui siti di riproduzione, si procederà al conteggio del numero totale di individui e delle coppie.

##### **a2) Frequenza dei monitoraggi**

I rilevamenti ex ante, in itinere e ex post saranno effettuati con cadenza bimensile a partire dalla metà del mese di aprile fino alla metà del mese di luglio, ed uno nel mese di novembre per contare i nidi quando le foglie degli alberi cadono, per un totale di cinque rilevamenti annui. Per poter individuare i nidi effettivamente occupati si eviteranno il mattino presto e l'imbrunire, momenti della giornata in cui gli adulti sono lontani dei nidi. I censimenti si svolgeranno, quindi, dalle ore 10 alle ore 18.

##### **a3) Numero di monitoraggi**

In totale i monitoraggi della popolazione della garzaia di Nitticora prevedono 10 censimenti ex ante, 10 censimenti/annui in itinere e 10 censimenti/annui ex post. Naturalmente i monitoraggi in itinere e in ex post verranno effettuati solo ed esclusivamente vengano identificate garzaie in ante operam, l'ubicazione delle quali verranno riportate nella "Carta delle aree d'interesse faunistico".

##### **a4) Finalità ed obiettivi del monitoraggio**

I monitoraggi ante operam avranno la funzione di individuare la consistenza della popolazione e la sua distribuzione prima dell'inizio lavori. Tali dati costituiranno il punto 0 del monitoraggio e di conseguenza saranno il punto di riferimento per tutte le analisi successive.

Inoltre, a seguito del monitoraggio ante operam verranno individuate le eventuali misure di conservazione e mitigazione che, come previsto dalle prescrizioni dell'Assessorato Ambiente, dovranno avere carattere prescrittivo per l'intervento.

Tutti i dati faunistici verranno riportati su uno specifico data base al fine di individuare eventuali variazioni della popolazione nell'arco di tempo considerato.

#### **a5) Valutazione dello stato della popolazione**

Come già affermato precedentemente, i dati dei monitoraggi realizzati durante i lavori confrontati con quelli del monitoraggio ex ante, permetteranno di individuare eventuali riduzioni numeriche della popolazione e le eventuali dislocazioni della stessa causate dal disturbo e/o dalla sottrazione di habitat di specie derivanti dai lavori in corso.

Qualora il peggioramento dello stato di conservazione della specie dovesse dipendere dal disturbo arrecato dai lavori in corso, si procederà a sospendere i lavori fino alla fine del periodo riproduttivo compreso tra il mese di aprile e il mese di luglio.

#### **a6) Personale impiegato nei monitoraggi**

N. 1 ornitologo senior con ampia esperienza nei monitoraggi ornitologici

N. 1 tecnico faunista junior con buona esperienza nel campo dei monitoraggi ornitologici.

#### **Indagine quali-quantitativa dell'avifauna legata agli habitat d'acqua dolce denominati "Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei Littorelletea uniflorae e/o degli Isoëto-Nonojuncetea" cod. 3130 e Stagni temporanei mediterranei" cod. 3170\*.**

Come per il censimento delle garzaie, si procederà in un primo momento ad individuare, all'interno dell'area di monitoraggio che verrà definita dall'AO, gli eventuali habitat d'acqua dolce. Una volta individuati, si procederà al censimento quali-quantitativo delle specie presenti.

Il metodo di censimento consiste in un conteggio totale che viene effettuato, a distanza, con l'ausilio di un cannocchiale terrestre. Tale attività prevede l'osservazione in periodo di svernamento (dicembre/febbraio) e di passo migratorio (ottobre-novembre e febbraio-marzo).

### 6.3.7 Scelta delle aree da sottoporre a monitoraggio

#### 6.3.7.1 Aspetti generali

La scelta delle aree da sottoporre a monitoraggio per la componente fauna, che verranno meglio definite planimetricamente al termine del monitoraggio AO nella "Carta delle aree d'interesse faunistico", è avvenuta sulla base delle conoscenze acquisite con lo SIA ed in funzione, come detto in premessa, dei dati forniti dalla Regione Sardegna relativi alla presenza della Gallina prataiola lungo il tracciato e verrà affinata mediante fotointerpretazione e dai rilievi di dettaglio previsti dal monitoraggio AO.

La fascia di territorio investigata è, pertanto, comprensiva del territorio interessato dall'opera nel progetto esecutivo che comprende l'intera area di sedime, le aree di cantiere connesse con la realizzazione dell'opera e le zone attigue influenzate direttamente o indirettamente dalla stessa.

Gli effetti negativi sulla biologia delle specie animali e vegetali derivanti dall'inquinamento o da altre modifiche dell'ambiente sono riassumibili come segue:

- ❖ incremento della mortalità o diminuzione della consistenza numerica delle popolazioni locali di specie animali;

- ❖ aumento della mortalità dei piccoli.

La valutazione della qualità e della vulnerabilità delle tipologie vegetazionali è legata anche al loro valore per la fauna e per la sussistenza delle reti trofiche ed energetiche degli ecosistemi.

### 6.3.7.2 Metodologia nella localizzazione delle aree di indagine

Come affermato nel capitolo precedente, le aree all'interno delle quali verranno svolte le indagini per il monitoraggio, verranno individuate, oltre che in base alle caratteristiche vegetazionali anche per la loro posizione rispetto al tracciato, durante il monitoraggio AO. Questo perché si è ritenuto opportuno che la scelta dei punti di campionamento all'interno delle aree di indagine sia effettuata, in accordo con gli Enti Competenti, sulla base di un sopralluogo approfondito e dettagliato che definisca le specie faunistiche realmente presenti nel territorio e la loro effettiva distribuzione areale che attualmente, sulla base unicamente dei dati bibliografici, non ha il dettaglio necessario.

Gli elaborati realizzati in fase di indagine ante operam, pertanto, costituiranno la base essenziale sulla quale pianificare e condurre le successive verifiche, che dovranno essere analoghe per quantità, localizzazione, qualità e orizzonte temporale al fine di rendere possibile la comparazione dei risultati.

### 6.3.8 Articolazione temporale delle indagini

Nello schema seguente sono sintetizzate, per ciascun gruppo faunistico, la durata ed i periodi dei monitoraggi da effettuare per ciascuna fase (ante operam, in corso d'operam e post operam).

Fase	Durata	Periodo
Ante operam	7 mesi	marzo-luglio (uccelli – periodo riproduttivo) febbraio e novembre (uccelli migratori) gennaio (uccelli acquatici) marzo-luglio (erpetofauna) marzo-luglio (mammalofauna)
Corso d'opera	30 mesi	mensile (Gallina prataiola e Occhione - come da prescrizione SAVI) marzo-luglio (uccelli – periodo riproduttivo) febbraio e novembre (uccelli migratori) gennaio (uccelli acquatici) marzo-luglio (erpetofauna) marzo-luglio (mammalofauna)
Post operam	5 anni	marzo-luglio (uccelli periodo riproduttivo) febbraio e novembre (uccelli migratori) gennaio (uccelli acquatici) marzo-luglio (erpetofauna) marzo-luglio (mammalofauna)

### 6.3.9 Prescrizioni finali Servizio SAVI

Al fine di ottemperare in maniera esaustiva alle già richiamate prescrizioni della RAS – Assessorato della Difesa dell’Ambiente – Servizio SAVI – Prot. 24541 dell’11.11.2014, qui di seguito si riporta, ad ogni buon conto, il contenuto integrale della prescrizione per la componente vegetazionale.

...omissis...

2. In fase ante operam sarà eseguito un rilievo di tutte le specie faunistiche di interesse comunitario nonché tutelate dalla Direttiva Uccelli presenti nelle aree influenzate dall’opera del lotto 2. Verranno identificate e cartografate da esperti faunisti su un intorno che coinvolga l’intero lotto 2, anche le aree che rivestono un ruolo importante per la tutela delle specie (es. corsi d’acqua e pozze, aree di foraggiamento, aree di riproduzione etc.) e che possano essere anche indirettamente danneggiate dalla strada. Tali aree verranno sottoposte a monitoraggio e tutela. Saranno pianificate e realizzate tutte le opere (es. recinzioni, cure colturali, divieto di accesso, dislocazione delle aree di cantiere, temporanea interruzione dei lavori, impianto di specie foraggere, posizionamento di nidi artificiali, ricostruzione di habitat faunistici etc.) necessarie alla tutela delle specie e dei siti di interesse faunistico rilevati. Le misure di tutela avranno carattere prescrittivo per la società che ha ricevuto in appalto la realizzazione dell’opera sul Lotto 2.

I rilievi, la carta delle aree di interesse faunistico e tutte le misure di tutela opportunamente argomentate saranno trasmesse alla Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato della Difesa dell’Ambiente ed agli altri Enti Competenti all’interno di una Relazione di monitoraggio ante operam del lotto 2.

Come da rilievo effettuato tutte le aree di interesse faunistico saranno oggetto di un monitoraggio mensile<sup>2</sup> in itinere e di monitoraggio almeno quadrimestrale in fase ex post. Durante i monitoraggi in itinere i faunisti verificheranno lo stato di conservazione delle specie e degli habitat delle specie e forniranno tutte le indicazioni gestionali correttive opportune per la tutela. Anche tali misure assumeranno carattere prescrittivo per l’impresa appaltante;

3. Nelle aree intorno a quelle coinvolte dalla strada - lotto 2 è accertata la presenza della Gallina prataiola e dell’Occhione; pertanto il monitoraggio di tali specie verrà considerato obbligatorio, nelle modalità indicate nella “Relazione sul Piano di Monitoraggio Ambientale” (T00MO00MOARE01\_D) già trasmessa, non solo nelle “aree di monitoraggio” individuate dal suddetto PMA, ma saranno estese sull’intera area influenzata dalle opere di tutto il lotto 2. Saranno oggetto di monitoraggio anche le altre specie tutelate come da prescrizione n.2.

<sup>2</sup> Rispetto a quanto prescritto nel parere SAVI Prot. n.24541 dell’11.11.2014, nell’incontro del 19.12.2014 si è concordato con il SAVI di specificare che il monitoraggio mensile prescritto riguarderà unicamente la Gallina prataiola (*Tetrax tetrax*) e l’Occhione (*Burhinus oedicephalus*), mentre per il resto della fauna sarà mantenuta l’articolazione periodica prevista dal precedente PMA.

## 6.3.10 Interventi di mitigazione degli impatti sulla fauna

Come per la flora al cap. 6.2.8, anche per la fauna saranno indicate le azioni che, a parere degli scriventi, potranno, in modo prioritario, essere attuate per gli interventi di mitigazione degli impatti sulle possibili criticità che potrebbero essere rilevate in fase AO e CO. Di seguito vengono indicate le principali criticità potenzialmente riscontrabili a seguito dei lavori per la realizzazione del lotto 2 della strada Sassari-Olbia e le mitigazioni da attuare.

### 1) Criticità: impatto diretto per sottrazione di habitat riproduttivi e di alimentazione derivante dall'ingombro dell'asse stradale

**1) Mitigazioni:** Qualora durante i monitoraggi ex ante si dovessero individuare coppie di Gallina prataiola e/o Occhione e/o Albanella minore in riproduzione in aree comprese all'interno del sedime del lotto 2, si dovrà procedere all'individuazione ed all'esproprio/acquisto/affitto di ambienti naturali di uguale tipologia di quelli sottratti dalla realizzazione dell'opera e alla loro gestione al fine di mantenerne le caratteristiche di idoneità richiesta per almeno 5 anni dopo la realizzazione dell'opera.

### 2) Criticità: Disturbo durante i lavori

**2) Mitigazioni:** Qualora durante i monitoraggi ex ante si dovessero individuare coppie di Gallina prataiola e/o Occhione e/o Albanella minore in riproduzione in aree comprese all'interno del sedime del lotto 2 o in aree adiacenti, non si potrà procedere con l'esecuzione dei lavori durante il periodo riproduttivo solo ed esclusivamente nell'area interessata dalla presenza di coppie in riproduzione e in quella immediatamente limitrofa ad essa.

### 3) Criticità: Impatto diretto sulla fauna a causa del traffico stradale.

**3) Mitigazioni:** Nei tratti del lotto 2 che attraversano aree interessate dalla riproduzione di Gallina prataiola e/o Occhione e/o Albanella minore, qualora, durante i monitoraggi ex ante e in itinere, in corrispondenza di dette aree si dovesse riscontrare la presenza di coppie di tali specie in riproduzione, al fine di evitare la morte per collisione di quegli esemplari che tentano di attraversare la carreggiata, ad entrambi i lati dell'asse stradale interessato da tali presenze si dovrà procedere alla piantumazione di impianto arboreo e arbustivo piuttosto denso e di altezza minima di 4 metri in modo tale che la fauna tenda, nell'attraversamento in fase PO, a sorvolare lo schermo arboreo e gli automezzi percorrenti la strada. L'impianto dovrà essere costituito da essenze autoctone.

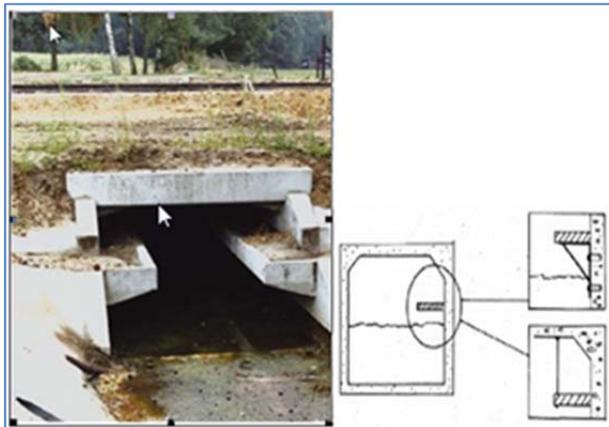
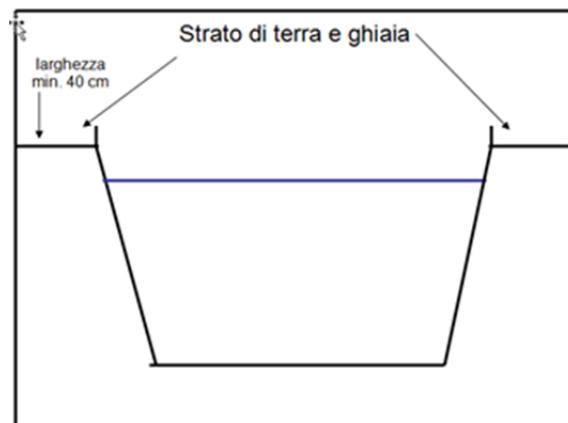
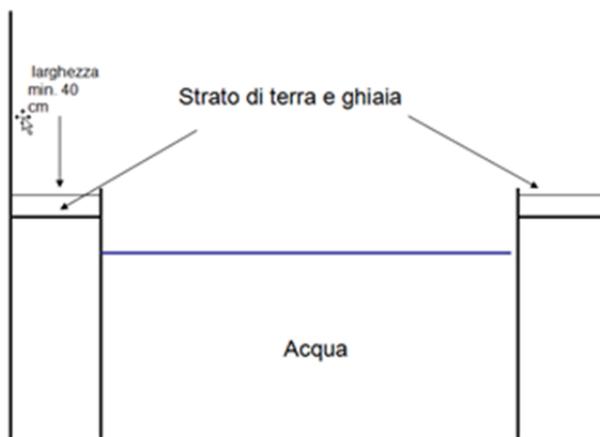
### 4) Criticità: Impatto indiretto a causa della frammentazione degli habitat e della recisione dei corridoi ecologici.

La barriera fisica di una strada determina i seguenti fattori negativi:

- Impedimento dei movimenti dispersivi e delle migrazioni (soprattutto Anfibi). Gli anfibi nell'arco dell'anno effettuano un massiccio spostamento dai luoghi di nascita a quelli di alimentazione ed uno, verso le pozze dove sono nati, per riprodursi. Nel caso sorgano ostacoli fisici, gli individui possono cessare di riprodursi.
- Riduzione dell'home range delle specie. La costruzione di una strada riduce la superficie utilizzata dalle singole specie e dai singoli individui per la loro alimentazione, per la loro riproduzione e per il loro riposo.
- Induzione di estinzioni di popolazioni frammentate. In ambienti eterogenei come quelli riscontrati lungo l'asse stradale in costruzione, le popolazioni animali legate ai singoli habitat sono costituite da insiemi di subpopolazioni (meta popolazioni) che sono collegate tra di loro da singoli individui che si spostano da una subpopolazione ad un'altra. In questi casi, una strada

costituisce una barriera che ostacola tale flusso impedendo la ricolonizzazione di nuovi frammenti di habitat o il rafforzamento di piccole subpopolazioni già esistenti.

**4) Mitigazioni:** adeguamento dei sottopassi, scatolati e tombini previsti in progetto al transito della fauna selvatica (mammiferi, rettili e anfibi). La soluzione ideale sarebbe la realizzazione di sottopassi dedicati, ma se non fossero previsti, anche i tombini in progetto, adeguatamente adattati possono essere utilizzati dalla fauna terrestre per attraversare l'asse stradale. Affinché tali passaggi siano utilizzati dalla fauna è necessario, però, che all'interno sia garantita la presenza di un camminamento sempre asciutto. Per questo motivo l'acqua deve essere canalizzata lasciando una o due banchine o una mensola laterali asciutte. Al fine di evitare il rischio di allagamento anche delle banchine, si consiglia eventualmente di ricalcolare la sezione del tombino in modo che l'acqua arrivi, anche nei periodi di piena, a un'altezza tale da garantire sempre una porzione asciutta.



*Esempi di tombino con mensola per passaggio animali e predisposizione sottopassi*

Nei sottopassi previsti in progetto, si consiglia di predisporre una mensola da collocare a 70-100 cm dal soffitto del sottopasso di larghezza di 40-50 cm. La mensola può essere in cemento o legno e dovrà avere un invito realizzato in cemento e pietra (linea rossa).

## 7 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE – RUMORE

### 7.1 INTRODUZIONE E OBIETTIVI

La valutazione del rumore, quale effetto che interviene sulle componenti ambientali e in particolare su quella insediativa, è uno degli elementi del monitoraggio che misura la qualità ambientale di un contesto ante operam e le variazioni che intercorrono in seguito alla realizzazione delle opere previste nel progetto, e nella fase di esercizio del nuovo tracciato stradale. Questa valutazione consente di individuare gli interventi che possono mitigare gli effetti dovuti ai possibili incrementi di rumore sulla popolazione residente lungo o in prossimità del nuovo tracciato.

### 7.2 CENSIMENTO DEI RICETTORI

Per la predisposizione della presente relazione si è aggiornato il censimento dei ricettori presenti nell'intorno della infrastruttura da realizzare. Tale aggiornamento è riportato interamente nell'allegato "Rumore – Aggiornamento del censimento recettori" (T00MO00MOARE02\_B) dove è presente una tabella di sintesi che riporta, per ogni ricettore individuato, i principali dati relativi al fabbricato.

Nelle pagine seguenti è illustrato il riepilogo aggiornato del censimento in cui sono stati inseriti, per ogni costruzione, i livelli di pressione sonora con le simulazioni effettuate nel 2008 oltre alla attuale destinazione d'uso e la distanza dalla strada in progetto.



TRONCO 1 KM 8-10																				
Codice ricettore		Fasce censimento			Note catastali		run		Diurno post operam				Notturmo post operam				Notturmo post operam con mitigazione			
									Lp dB(A)				Lp dB(A)				Lp dB(A)			
									ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor
50 m	100 m	250 m																		
R034		X		F. 9 MAPP 90	R17	60,00				52,00										
R035		X			R18	60,10				52,00										
R036	X	X			R19	62,90	64,70			54,80	56,60									
R037		X			R20	59,50	61,70			51,40	53,60									
R038		X		F. 9 MAPP 96	R21	54,20	54,90			46,10	46,80									
R039		X		F. 9 MAPP 102	R22	55,10	57,00			47,00	48,90									
R040		X		F. 9 MAPP 105-85	-															
R041		X	X	F. 9 MAPP 107 F. 9 MAPP 97 F. 9 MAPP 98	R24	46,30				38,20										
R042		X		F. 9 MAPP 108	R23	48,90				40,80										
R043		X		F. 37 MAPP 191	-															
R044		X			-															
R045		X			-															



						TRONCO 1 KM 12-13											
						Diurno post operam				Notturmo post operam				Notturmo post operam con mitigazione			
						Lp dB(A)				Lp dB(A)				Lp dB(A)			
Codice ricettore	Fasce censimento			Note catastali	run	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor
	50 m	100 m	250 m			ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor
R046		X	X	F. 37 MAPP 74	R1	58,30				50,20							
					R2	56,10				48,00							
R047			>	F. 35 MAPP 95	-												
R048		X		F. 37 MAPP 210	R3	59,70				51,60							
R049		X	X	F. 37 MAPP 210	R5	58,10				50,00							
					R6	57,40				49,30							
R050			X	F. 37 MAPP 45	R7	55,90	56,40			47,80	48,30						
					R8	55,90				47,80							
R051			X	F. 37 MAPP 179	R9	54,60				46,50							
R052			>	F. 37 MAPP 28	-												
R053			>	F. 37 MAPP 167	-												



TRONCO 1 KM 14-15																	
						Diurno post operam				Notturmo post operam				Notturmo post operam con mitigazione			
						Lp dB(A)				Lp dB(A)				Lp dB(A)			
Codice ricettore	Fasce censimento			Note catastali	run	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor
	50 m	100 m	250 m			ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor
R054		X		F. 38 MAPP 362	R6	61,10				53,00							
R055			>	F. 38 MAPP 356	-												
R056		X		F. 38 MAPP 261	R7	61,60				53,50							
R057			X	F. 38 MAPP 352-353	R8	54,60	55,00			46,50	46,90						
					R9	56,00				47,90							
R058		X		F. 36 MAPP 390	R1	63,20				55,10							
R059		X			R4	59,30	62,00	62,80		51,20	53,90	54,70					
R060		X			R5	60,50	61,40			52,40	53,30						
R061		X		F. 38 MAPP 358	R10	61,80				53,70							
					R11	61,10				53,00							
R062	X			Non censiti	-												
R063	X			Non censiti	-												
R064		X		F. 38 MAPP 287-375	R12	58,80				50,70							
					R13	61,50				53,40							
R065		X		F. 38 MAPP 285	R15	59,80				51,70							
R066		X		F. 38 MAPP 310	R16	59,20	59,60			51,20	51,50						
R067		X		F. 38 MAPP 333	R17	59,60				51,50							
					R18	58,40				50,30							



SEGUE TRONCO 1 KM 14-15																	
						Diurno post operam				Notturno post operam				Notturno post operam con mitigazione			
						Lp dB(A)				Lp dB(A)				Lp dB(A)			
Codice ricettore	Fasce censimento			Note catastali	run	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor
	50 m	100 m	250 m			ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor
R068		X		F. 38 MAPP 360	R20	59,10				51,00							
R069		X	X	F. 38 MAPP 301	R19	57,60				49,50							
R070		X		F. 38 MAPP 36	R21	59,00	60,50			50,90	52,40						
R071			X	F. 36 MAPP 371-372	-												
R072			X	F. 36 MAPP 373-374	-												
R073			>	F. 38 MAPP 344-345	-												
R073-bis	X	X		F. 33 MAPP 46													
R074	X			F. 33 MAPP 117	-												
R075			X	F. 33 MAPP 164-165 e 162-166	-												
R076			>	F. 34 MAPP 251-252-321													



TRONCO 1 KM 19-20																	
						Diurno post operam				Notturmo post operam				Notturmo post operam con mitigazione			
						Lp dB(A)				Lp dB(A)				Lp dB(A)			
Codice ricettore	Fasce censimento			Note catastali	run	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor
	50 m	100 m	250 m														
R077	X	X		F. 34 MAPP 104	R1	63,40				55,30							
R078			X	Non censiti	-												
R079			X	Non censiti	-												
R080			X	F. 34 MAPP 249-286	R5	48,00				39,90							
R081			X	F. 34 MAPP 287	R4	55,30				47,20							
R082		X		F. 34 MAPP 253-255 e 254-256	R3	56,60				48,50							
R083		X		F. 34 MAPP 54	R6	62,40				54,20							
R084	X	X		F. 23 MAPP 98	-												
R085			X	F. 23 MAPP 74	-												
R086		X		F. 24 MAPP 75-76-77-81	-												
R087			X	F. 24 MAPP 86	-												
R088			X	F. 24 MAPP 85	-												



						TRONCO 1 BRETELLA											
						Diurno post operam				Notturmo post operam				Notturmo post operam con mitigazione			
						Lp dB(A)				Lp dB(A)				Lp dB(A)			
Codice ricettore	Fasce censimento			Note catastali	run	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor	ground floor	first floor	second floor	3th floor
	50 m	100 m	250 m														
BR01			X	FOG 38 MAPP 312													
BR02	X			FOG 38 MAPP 259													
BR03	X	X		FOG 38 MAPP 346													
BR04		X		FOG 38 MAP 381-382													
BR05		X	X	FOG 38 MAP 298-384-387-388													
BR06		X		FOG 38 MAP 296													

## 7.3 RILEVAMENTI FONOMETRICI

Si riporta di seguito l'estratto dell'Appendice 3: Rilevamenti fonometrici ante-operam al vol. 9 - quadro di riferimento ambientale - rumore e vibrazioni allegato allo SIA studio di impatto ambientale redatto nel 2008.

In tale studio sono state identificate sette postazioni di rilievo:

Punto di misura	Individuazione
1	In corrispondenza dello svincolo per Ardara in prossimità del km. 16 della SS n. 597 del Logudoro
2	In zona denominata Monte Codin'alva in prossimità del km. 22 della SS. n. 597 del Logudoro
3	In prossimità dello svincolo per Tula in corrispondenza del km. 32 della SS n. 597 del Logudoro
4	In prossimità dello svincolo per Oschiri della SS n. 597 del Logudoro
5	In prossimità della zona chiamata Malchittia in prossimità della SS n. 597 del Logudoro
6	In località "Su Canale" dove è ubicata la Scuola
7	In prossimità delle abitazioni ubicate sullo svincolo per la località Enas sulla S.S. n. 199

La tabella che segue riporta la sintesi dei dati registrati in ciascun punto di misura.

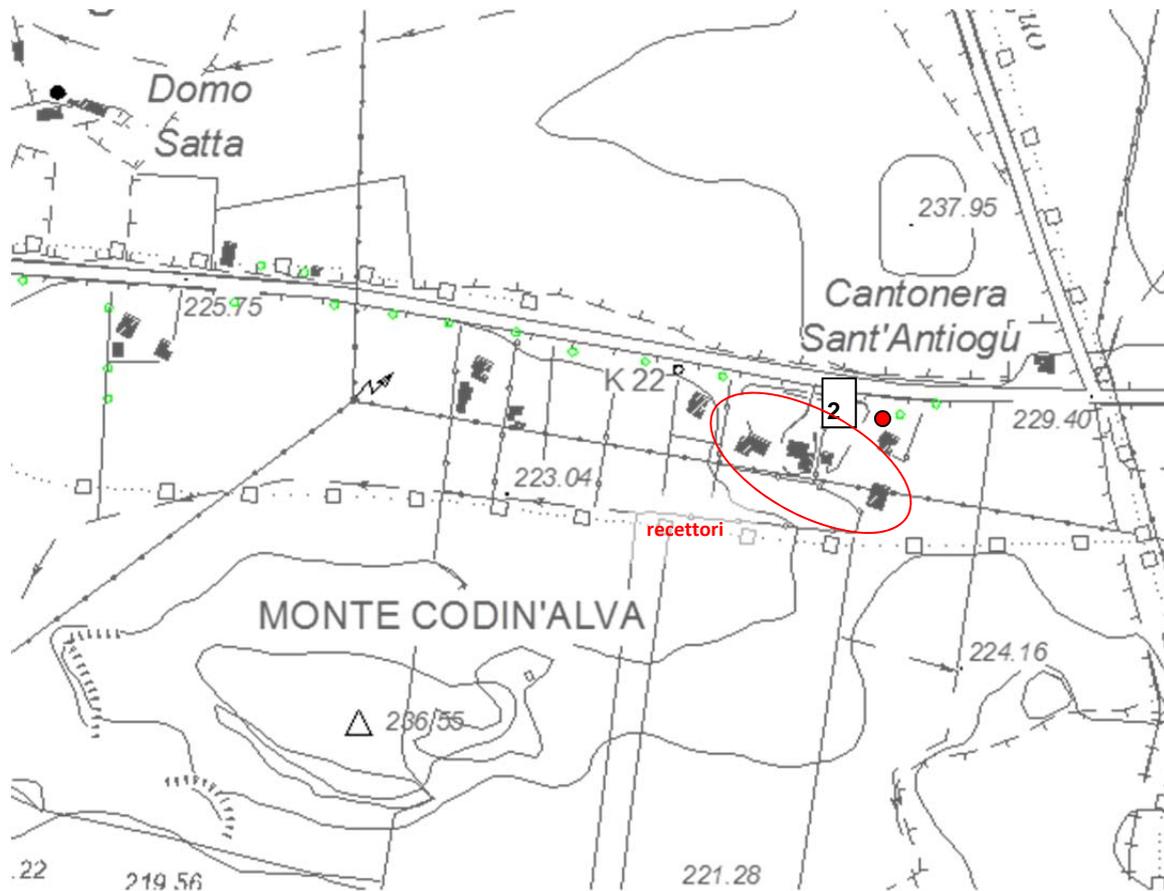
POSIZIONE	PERIODO			Posizione rispetto al nuovo tracciato
	diurno	diurno	notturno	
1	55.6	60.3	56.3	Progressiva Km. 8.400
2	67.6	68.7	65.9	Progressiva Km. 15.000
3	73.0	72.4	71.3	Progressiva Km. 24.000
4	72.8	70.8	68.0	Progressiva Km. 35.000
5	52.9	54.2	50.2	Progressiva Km. 50.000
6	52.5	51.1	50.6	Progressiva Km. 66.000
7	52.0	50.6	49.5	Progressiva Km. 68.000

In relazione al lotto 2 di cui si tratta va evidenziato che sul suo tracciato è stato analizzato il punto 2 (in corrispondenza dei ricettori R065-R070 toponimo Cantonera Sant'Antiogu) mentre il punto 1 ed il punto 3 sono ubicati a discreta distanza rispettivamente dall'inizio e dalla fine del lotto 2.

Si riportano di seguito i dati relativi a tali punti di misura.

**Punto di misura n. 2**

Note Il rilievo è stato effettuato sul ciglio della strada in zona denominata Monte Codin'Alva in prossimità del km. 22 della SS. n. 597 del Logudoro. Il microfono è stato posizionato nelle vicinanze di alcune abitazioni. Le misurazioni sono state eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento rilevata è risultata inferiore a 5 m/s. Il microfono è stato comunque munito di cuffia antivento.



Identificazione planimetrica del rilievo. In rosso è stata evidenziata la postazione di misura.

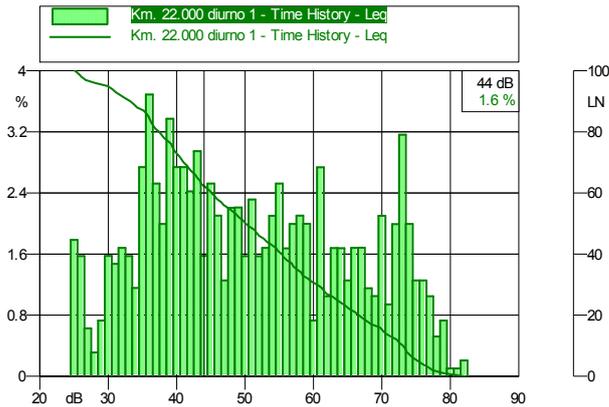
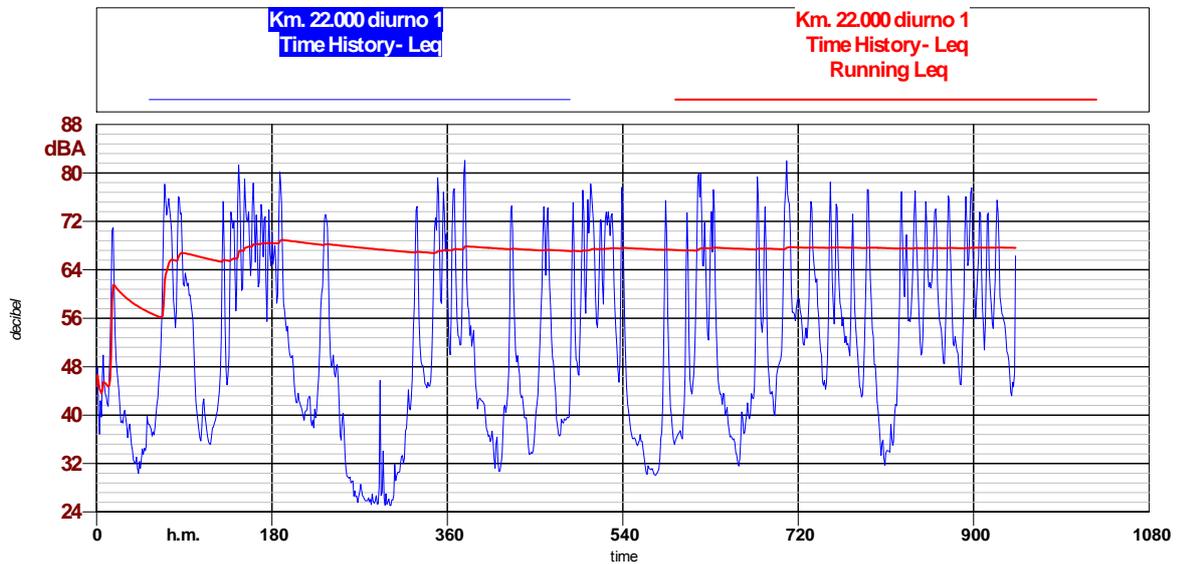


Nome misura: Km. 22.000 diurno 1  
 Località: S.S. Sassari Olbia  
 Strumentazione: Larson-Davis 820  
 Nome operatore: Ing Alberto Collu  
 Data, ora misura: 31/07/2008 11.30.00

Condizioni meteo: assenza di precipitazioni  
 Vento: di brezza- inferiore a 5 m/s

Leq = 67.6 dBA

L1: 79.1 dB(A)	L50: 50.0 dB(A)
L5: 75.3 dB(A)	L90: 33.2 dB(A)
L10: 73.1 dB(A)	L95: 29.9 dB(A)



**Censimento della circolazione durante il rilievo**

Durata lettura	Moto ciclomotori	Autoveicoli	Furgoni commerciali	Autocarri	Autotreni Autoarticolati	Autobus
15'	1	74	3	8	8	1

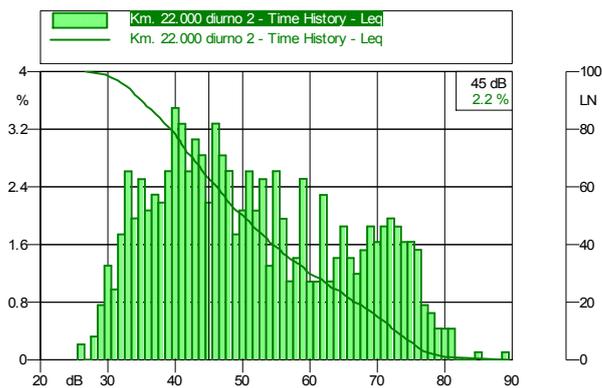
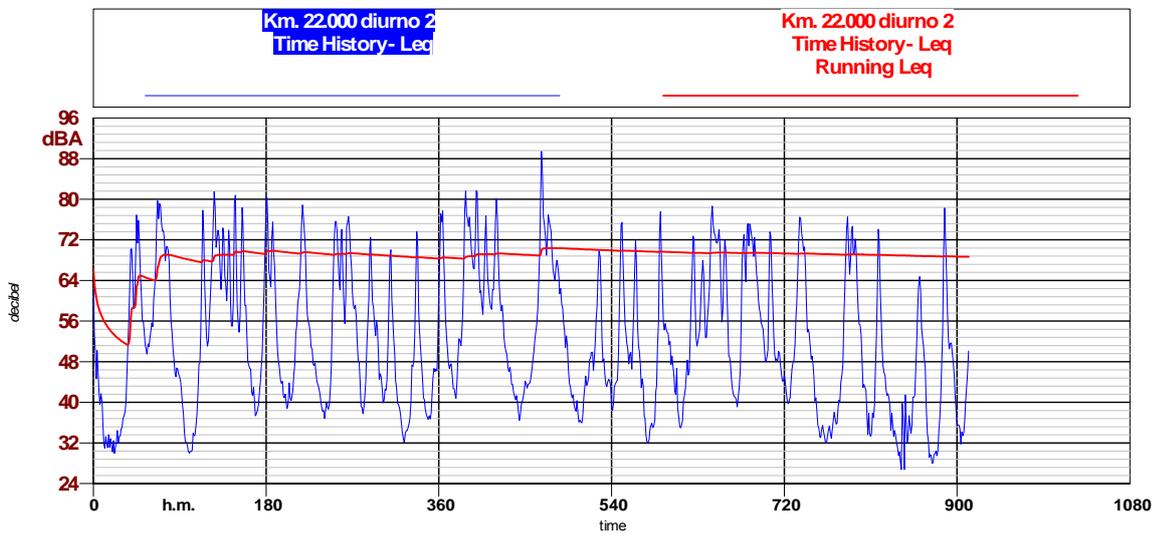


Nome misura: Km. 22.000 diurno 2  
 Località: S.S. Sassari Olbia  
 Strumentazione: Larson-Davis 820  
 Nome operatore: Ing Alberto Collu  
 Data, ora misura: 31/07/2008 17.30.00

Condizioni meteo: assenza di precipitazioni  
 Vento: di brezza- inferiore a 5 m/s

Leq = 68.7 dBA

L1: 80.1 dB(A)	L50: 50.1 dB(A)
L5: 75.6 dB(A)	L90: 35.0 dB(A)
L10: 72.7 dB(A)	L95: 32.8 dB(A)



**Censimento della circolazione durante il rilievo**

Durata lettura	Moto ciclomotori	Autoveicoli	Furgoni commerciali	Autocarri	Autotreni Autoarticolati	Autobus
15'	1	61	4	6	10	1

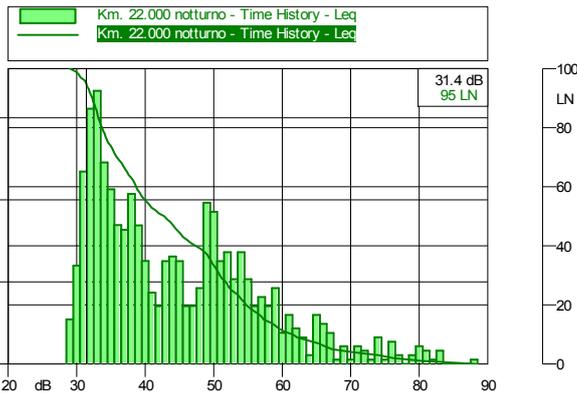
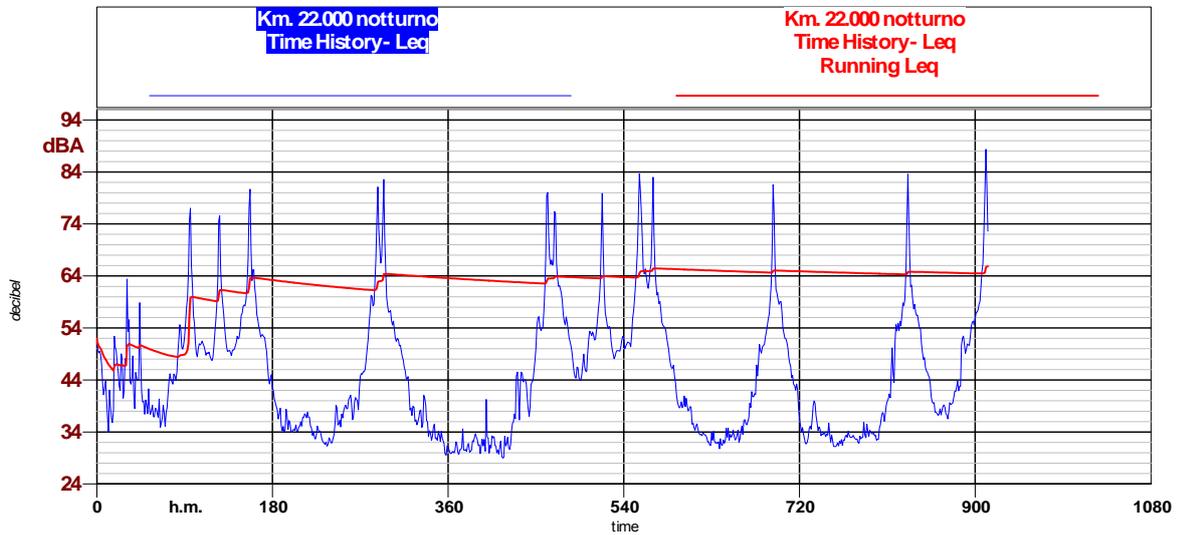


Nome misura: Km. 22.000 notturno  
 Località: S.S. Sassari Olbia  
 Strumentazione: Larson-Davis 820  
 Nome operatore: Ing Alberto Collu  
 Data, ora misura: 01/08/2008 1.30.00

Condizioni meteo: assenza di precipitazioni  
 Vento: di brezza- inferiore a 5 m/s

**Leq = 65.9 dBA**

L1: 80.7 dB(A)	L50: 42.8 dB(A)
L5: 67.3 dB(A)	L90: 32.3 dB(A)
L10: 61.5 dB(A)	L95: 31.4 dB(A)



Censimento della circolazione durante il rilievo

Durata lettura	Moto ciclomotori	Autoveicoli	Furgoni commerciali	Autocarri	Autotreni Autoarticolati	Autobus
15'	/	11	/	/	2	/



Attraverso il Piano di Monitoraggio oggetto della presente relazione è necessario verificare le condizioni di rumore prima durante e dopo la realizzazione delle opere in progetto. Il livello sonoro attuale o ante operam rappresenta il livello attuale di riferimento e il suo monitoraggio sarà finalizzato a:

- ❖ 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;
- ❖ individuare delle aree di monitoraggio sufficientemente rappresentative delle condizioni attuali di rumorosità, e proporre degli strumenti adeguati di quantificazione dei livelli attuali.

Nelle due fasi successive, in corso d'opera (CO), il monitoraggio sarà finalizzato ad accertare eventuali incrementi, comunque temporanei, nel livello di rumorosità a causa delle attività di cantiere e sua viabilità, movimenti terra, realizzazione di opere d'arte, ecc. mentre nella fase post operam (PO) dovranno essere accertati gli eventuali incrementi, da ritenersi permanenti, connessi all'incremento di traffico sia lungo l'estesa, sia nelle pertinenze alla stessa, quali svincoli, aree di servizio, ecc.

## 7.4 RIFERIMENTI TECNICI E 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.

### 7.4.1 Normative:

#### 7.4.1.1 Normativa Europea

Direttiva 2002/49/CE del parlamento europeo e del consiglio del 25/06/2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore

UNI 9884 del 1997 Caratterizzazione Acustica del territorio mediante descrizione del rumore ambientale.

#### 7.4.1.2 Normativa nazionale

DPCM 01/03/91 Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno

Legge n. 447/95 Legge Quadro sul Rumore e relativi decreti attuativi

D.P.C.M. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"



DECRETO 16 Marzo 1998 Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico

D.M.A. 29/11/00 Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore

D.M. 23/11/01 Modifiche dell'allegata 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 – Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.

D.Lgs. 262/02 Attuazione della direttiva 2000/14/CE 8 maggio 2000 concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.

D.P.R. 30/03/04 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"

D.Lgs. 19 agosto 2005, n.194 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale".

#### 7.4.1.3 Normativa regionale

Circolare n. 13285 del 20/04/2006

Circolare esplicativa del paragrafo 15 "Classificazione della viabilità stradale e ferroviaria", Parte II dei "Criteri e linee-guida sull'inquinamento acustico (art. 4 della legge-quadro 26 ottobre 1995, n. 447)" di cui alla Delib. G.R. 8 luglio 2005, n. 30/9. Ottimizzazione della zonizzazione acustica del territorio in riferimento al traffico stradale e ferroviario. (B.U.R. Sardegna 23 maggio 2006, n. 16.)

Linee guida rumore del 14/11/2008

Linee guida sul rumore in vigore, del 14 novembre 2008.

Delibera G.R. n. 62/9 del 14/11/2008 – Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale e disposizioni in materia di acustica ambientale

## 7.5 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.

Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle tre 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.

## 7.6 Parametri 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.

## 7.7 Parametri meteorologici

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

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

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



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

## 7.8 Parametri di inquadramento territoriale

E' 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 un'immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

## 7.9 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 dB(A) sui livelli di rumore.

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto di standard o di valori limite definiti dalle normative (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 integratori, strumenti che registrano, nel tempo, i livelli di pressione sonora (espressi in dB(A)) 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.

### Criteria temporali di campionamento

Tipo di misura	Descrizione	Durata	Fasi		
			Ante Operam	Corso Opera	Post Operam
			Frequenza		
TV	Rilevamento di rumore indotto da traffico veicolare	Una settimana	Una volta	-	Almeno una volta nelle condizioni più critiche
LF	Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori	24H	Una volta	Una volta	-
LC	Rilevamento del rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere	24H	Una volta	Trimestrale	-
LM	Rilevamento di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere	Una settimana	Una volta	Semestrale	-

## 7.10 Misurazioni fonometriche ANTE-OPERAM

Le misure fonometriche in questa fase 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 monitoraggio, in particolari casi vengono determinati anche i valori percentili 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 (D.M. 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. 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.

### 7.10.1 Tipologia di misura LF – Fronte avanzamento lavori

La tipologia di misura LF prevede:

- ❖ 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;
- ❖ rilocalizzazione periodica dei punti di misurazione in funzione dello spostamento del fronte dei cantieri.

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 una sola volta prima dell'inizio dei lavori (fase ante-operam) e durante le lavorazioni quando il fronte dei lavori si troverà in prossimità dei recettori prescelti.

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).



## 7.10.2 Tipologia di misurazione LC – Aree di cantiere

La tipologia di misura LC prevede:

- ❖ 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 3 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).

## 7.10.3 Tipologia di misura LM - Viabilità dei mezzi di cantiere

La tipologia di misura LM prevede:

- ❖ Monitoraggio in continuo per una settimana mediante centraline fisse rilocabili in punti coincidenti con quelli relativi alla fase ante-operam o, se è variata la rete di viabilità, ubicati in prossimità degli edifici più esposti e/o più sensibili al fonoinquinamento;
- ❖ elaborazione e restituzione dei dati 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;
- ❖ determinazione dei valori dei SEL degli eventi sonori associati al transito dei mezzi di cantiere e del numero di passaggi dei medesimi (postazioni di misura mobili);
- ❖ calcolo del contributo al rumore totale indotto dal transito dei soli mezzi di cantiere (discriminazione tra rumore ambientale e rumore residuo);
- ❖ elaborazioni dei dati su base quindicinale, verifica dei risultati e stesura di rapporti bisettimanali con i risultati delle misurazioni avendo particolare riguardo alla



determinazione dell'incidenza del rumore generato dal transito dei mezzi di cantiere sul rumore ambientale complessivo, come indicato al punto precedente.

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

## 7.11 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 dallo studio acustico nella fase di progetto definitivo e inclusi nel progetto esecutivo.

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, almeno una volta, dopo la dismissione dei cantieri, nelle condizioni più critiche nei primi mesi di esercizio della nuova arteria stradale.

Le eventuali ulteriori indagini saranno a carico del piano di manutenzione dell'infrastruttura a regime.

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.

## 7.12 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.

### 7.12.1 Svolgimento del monitoraggio tipo

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

Si verifica preliminarmente l'effettiva possibilità di svolgere il rilevamento nel punto ipotizzato nel progetto di monitoraggio.

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 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.

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 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.

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.

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.

## 7.12.2 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.

## 7.13 SCELTA DEI PUNTI DA SOTTOPORRE A MONITORAGGIO

### 7.13.1 Criteri di criticità ambientale

La scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio ambientale 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.

### 7.13.2 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 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.

### 7.13.3 Ubicazione dei punti di monitoraggio

La scelta dei punti di misura è legata alle caratteristiche di prossimità dei recettori individuati alle aree che saranno interessate dalle attività di cantiere, di deposito ed alle viabilità corso d'opera di servizio. Il monitoraggio in corso d'opera sarà effettuato sui medesimi punti selezionati in fase di monitoraggio ante operam.

Si riportano di seguito i punti di monitoraggio scelti perché in prossimità di recettori rappresentati da edifici a scopo residenziale e/o ricreativo (Domo Paule, Cantonera Sant'Antiogu, Figos, Punto di Ristoro 597).

La localizzazione dei punti è in corrispondenza delle aree di cantiere prossime ai recettori come indicato nella cartografia allegata al Piano.

Codice monitoraggio	Localizzazione
PMA_RUMO_L2_01	Km 13,440, in corrispondenza del recettore R043 in località Domo Paule ed in prossimità del sottocantiere L2_01 – Rio Badu Ruju
PMA_RUMO_L2_02	Km 17,200, in corrispondenza del recettore R067 in località Cantonera Sant'Antiogu ed in prossimità del sottocantiere L2_04 – Svincolo Ozieri
PMA_RUMO_L2_03	In prossimità del recettore BR02 in località Domo Peralta ed in prossimità della bretella collegamento "Svincolo Ozieri"
PMA_RUMO_L2_04	Km 20,460, in corrispondenza del recettore R074 – Catastalmente "Residenza abituale" attualmente occupata
PMA_RUMO_L2_05	Km 23,240, in corrispondenza del recettore R084 - Bar Caffè Punto di Ristoro 597 – Cantiere principale

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 nella tabella seguente.

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



## 7.14 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE INDAGINI

Si riportano di seguito le misure previste sui recettori sede di monitoraggio e la frequenza dei rilievi.

Fase	Codice punto MA	Frequenza	Durata
A.O. Analisi TV	PMA_RUMO_L2_01 PMA_RUMO_L2_02 PMA_RUMO_L2_03 PMA_RUMO_L2_04 PMA_RUMO_L2_05	1 volta	7 gg
A.O. Analisi LF	PMA_RUMO_L2_01 PMA_RUMO_L2_02 PMA_RUMO_L2_05	1 volta	24H
A.O. Analisi LC	PMA_RUMO_L2_01 PMA_RUMO_L2_02 PMA_RUMO_L2_05	1 volta	24H
A.O. Analisi LM	PMA_RUMO_L2_01 PMA_RUMO_L2_02 PMA_RUMO_L2_05	1 volta	7 gg
C.O. Analisi LF	PMA_RUMO_L2_01 PMA_RUMO_L2_02 PMA_RUMO_L2_05	1 volta	24H
C.O. Analisi LC	PMA_RUMO_L2_01 PMA_RUMO_L2_02 PMA_RUMO_L2_05	trimestrale	24H
C.O. Analisi LM	PMA_RUMO_L2_01 PMA_RUMO_L2_02 PMA_RUMO_L2_05	semestrale	7 gg
P.O. Analisi TV	PMA_RUMO_L2_01 PMA_RUMO_L2_02 PMA_RUMO_L2_03 PMA_RUMO_L2_04 PMA_RUMO_L2_05	1 volta	7 gg

Note alle osservazioni dell'ARPAS del 18.06.2014 prot. 16964 e del 07.07.2014 prot. 18824 e 18826 nella quale i riferimenti ai punti sono relativi alla numerazione della precedente stesura:

I punti precedentemente nominati e riportati nelle precedenti relazioni e cartografie con i numeri [PMA\\_RUMO\\_L2\\_01](#), e [PMA\\_RUMO\\_L2\\_03](#), sono stati soppressi. Il punto [PMA\\_RUMO\\_L2\\_02](#) è stato spostato presso il ricettore R043 e rinominato **PMA\_RUMO\_L2\_01**. Il punto [PMA\\_RUMO\\_L2\\_04](#) è stato rinominato **PMA\_RUMO\_L2\_02**. Presso il nuovo ricettore BR02 posto entro la fascia dei 50 m della bretella "Svincolo Ozieri" è stato posto un nuovo punto denominato **PMA\_RUMO\_L2\_03**. Il punto [PMA\\_RUMO\\_L2\\_05](#) è stato rinominato **PMA\_RUMO\_L2\_04** ed è stato posizionato vicino al ricettore R074. Il punto [PMA\\_RUMO\\_L2\\_06](#), posto all'interno del cantiere principale, è stato rinominato **PMA\_RUMO\_L2\_05**.



## 8 METODI E LIMITI DI RILEVABILITÀ

Qui di seguito si riportano i metodi ed i limiti di rilevabilità di tutti i parametri che verranno analizzati durante i monitoraggi.

<i>Parametro</i>	<i>UM</i>	<i>Metodo</i>	<i>Min.Ril</i>
solidi sospesi totali	mg/l	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	0,1
T.O.C. (Carbonio Organico Totale)	mg/l	APAT CNR IRSA 5040 Man 29 2003	1
fosforo totale	mg/l P	APAT CNR IRSA 4110 A2 Man 29 2003	0,02
alcalinità	meq/l	APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003	0,1
arsenico	µg/l	EPA 6010C 2007	5
calcio	µg/l	EPA 6010C 2007	10
cadmio	µg/l	EPA 6010C 2007	0,1
cromo	µg/l	EPA 6010C 2007	1
rame	µg/l	EPA 6010C 2007	1
ferro	µg/l	EPA 6010C 2007	5
potassio	µg/l	EPA 6010C 2007	10
manganese	µg/l	EPA 6010C 2007	1
magnesio	µg/l	EPA 6010C 2007	10
sodio	µg/l	EPA 6010C 2007	10
nichel	µg/l	EPA 6010C 2007	1
piombo	µg/l	EPA 6010C 2007	0,1
zinco	µg/l	EPA 6010C 2007	1
cromo VI	µg/l	EPA 7199 1996	0,5
mercurio	µg/l	MPI 118 rev 3 2008	0,1
antimonio	µg/l	EPA 6010C 2007	5
selenio	µg/l	EPA 6010C 2007	5
stagno	µg/l	EPA 6010C 2007	5
vanadio	µg/l	EPA 6010C 2007	5
azoto ammoniacale	mg/l	APAT CNR IRSA 4030 A2 Man 29 2003	0,05
ione nitrato	mg/l	UNI EN ISO 10304-1: 2009	0,1
ione nitrito	mg/l	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003	0,01



<i>Parametro</i>	<i>UM</i>	<i>Metodo</i>	<i>Min.Ril</i>
azoto totale	mg/l N	APAT CNR IRSA 4060 Man 29 2003	0,1
ione cloruro	mg/l	UNI EN ISO 10304-1: 2009	0,1
ione solfato	mg/l	UNI EN ISO 10304-1: 2009	0,1
ione fluoruro	mg/l	UNI EN ISO 10304-1: 2009	0,1
cianuri liberi	µg/l	UNI EN ISO 14403:2005 annex B	1
idrocarburi totali	µg/l	ISO 9377-2:2000	10
Alifatici clorurati cancerogeni:			
1,1-dicloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,005
1,2-dicloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,3
clorometano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,15
cloruro di vinile	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,05
diclorometano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
esaclorobutadiene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,01
tetracloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
tricloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,15
triclorometano (cloroformio)	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,015
sommatoria organoalogenati	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
Alifatici clorurati no cancerogeni:			
1,1-dicloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	1
1,2-dicloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	1
1,2-dicloropropano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,015
1,1,2-tricloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,02
1,2,3-tricloropropano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,0001
1,1,2,2-tetracloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,005
Aromatici:			
benzene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
etilbenzene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
stirene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
toluene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
p-xilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
xileni	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1

Impresa – A.T.I.:

Mandataria



Mandante



Mandante



Società di consulenza ambientale incaricata:



118

<i>Parametro</i>	<i>UM</i>	<i>Metodo</i>	<i>Min.Ril</i>
Policiclici aromatici:			
benzo(a)antracene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,01
benzo(a)pirene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,001
benzo(b)fluorantene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,01
benzo(k)fluorantene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,005
benzo(g,h,i)perilene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,001
crisene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,01
dibenzo(a,h)antracene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,001
indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,01
pirene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,005
fluorantene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,005
sommatoria (31, 32, 33, 36)	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,001

**ANAS  
S.p.A.**

Adeguamento al tipo (4 corsie)  
dell'itinerario Sassari – Olbia  
LOTTO 2

Relazione sul Piano di  
Monitoraggio Ambientale

11/2014  
T00MO00MOARE01\_E



## 9 PROGRAMMA DEI MONITORAGGI

Si riportano qui di seguito le tabelle riepilogative dei monitoraggi da eseguirsi, distinti per componente ambientale e per cronologia (ante operam, in opera e post operam). Per quanto riguarda la flora e la fauna, trattandosi di un monitoraggio complessivo di più habitat e specie faunistiche che richiedono momenti d'intervento differenti e, spesso, non sovrapponibili fra loro, vengono tabellati, ai fini del computo, i “mesi di monitoraggio” da intendersi come reale impegno complessivo.









