

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**U.O. ARCHITETTURA AMBIENTE E TERRITORIO**

**S.O. AMBIENTE**

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA**

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Relazione Generale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RR00 10 R 22 RG MA0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	F. Massari	Novembre 2022	T. Capitano	Novembre 2022	T. Paolletti	Novembre 2022	C. Ercolani Novembre 2022

ITALFERR S.p.A.  
Dott.ssa Carolina Ercolani  
Ordine Agronomico e Agronomico  
di Roma, Rieti e Viterbo  
C.A.45

File: RR0010R22RGMA0000001A.doc

n. Elab. :

## INDICE

1.	PREMESSA .....	7
2.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	9
2.1	GLI INTERVENTI IN PROGETTO .....	9
2.1.1	<i>Il quadro delle opere e degli interventi in progetto.....</i>	<i>9</i>
2.1.2	<i>Il collegamento ferroviario con l'Aeroporto di Olbia Costa Smeralda e Bivio Micaleddu.....</i>	<i>11</i>
2.2	IL MODELLO DI ESERCIZIO.....	21
2.3	LE AREE DI CANTIERE .....	23
3.	RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI .....	25
3.1	I RICETTORI.....	25
3.2	PUNTI DI MISURA .....	27
3.3	TEMPI E FREQUENZE.....	28
3.4	RESTITUZIONE DATI .....	28
3.5	STRUMENTI PER LA CONDIVISIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO .....	31
4.	FATTORI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO .....	32
4.1	QUADRO DEI FATTORI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO .....	32
4.2	ATMOSFERA.....	32
4.2.1	<i>Obiettivi del monitoraggio .....</i>	<i>32</i>
4.2.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....</i>	<i>33</i>
4.2.3	<i>Parametri oggetto del monitoraggio.....</i>	<i>35</i>

4.2.4	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	36
4.2.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	41
4.3	ACQUE SUPERFICIALI	46
4.3.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	46
4.3.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	46
4.3.3	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	47
4.3.4	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	53
4.3.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	60
4.4	ACQUE SOTTERRANEE	62
4.4.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	62
4.4.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	62
4.4.3	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	64
4.4.4	<i>Specifiche e strumentazione di monitoraggio</i>	68
4.4.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	70
4.5	SUOLO E SOTTOSUOLO	72
4.5.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	72
4.5.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	72
4.5.3	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	73
4.5.4	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	75
4.5.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	84

4.6	RUMORE.....	86
4.6.1	<i>Obiettivi del monitoraggio .....</i>	86
4.6.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....</i>	86
4.6.3	<i>Parametri oggetto di monitoraggio.....</i>	87
4.6.4	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....</i>	90
4.6.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....</i>	96
4.7	VIBRAZIONI .....	98
4.7.1	<i>Obiettivi del monitoraggio .....</i>	98
4.7.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....</i>	98
4.7.3	<i>Strumentazione.....</i>	99
4.7.4	<i>Modalità di monitoraggio e parametri .....</i>	100
4.7.5	<i>Elaborazioni delle misure.....</i>	101
4.7.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....</i>	102
4.8	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI.....	104
4.8.1	<i>Obiettivi del monitoraggio .....</i>	104
4.8.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....</i>	104
4.8.3	<i>Parametri oggetto del monitoraggio.....</i>	105
4.8.4	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....</i>	107
4.8.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....</i>	116
4.9	SISTEMA PAESAGGISTICO .....	120

4.9.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	120
4.9.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	121
4.9.3	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	122
4.9.4	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	123
4.9.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	124
5.	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	126
5.1	<b>ATMOSFERA</b>	126
5.1.1	<i>Normativa nazionale</i>	126
5.1.2	<i>Norme tecniche</i>	127
5.2	<b>ACQUE SUPERFICIALI</b>	127
5.2.1	<i>Normativa comunitaria</i>	127
5.2.2	<i>Normativa nazionale</i>	128
5.3	<b>ACQUE SOTTERRANEE</b>	130
5.3.1	<i>Normativa comunitaria</i>	130
5.3.2	<i>Normativa nazionale</i>	130
5.4	<b>SUOLO E SOTTOSUOLO</b>	131
5.5	<b>RUMORE</b>	131
5.5.1	<i>Normativa nazionale</i>	131
5.6	<b>VIBRAZIONI</b>	132
5.6.1	<i>Norme tecniche</i>	132

5.7	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI.....	135
5.7.1	<i>Normativa comunitaria</i> .....	135
5.7.2	<i>Normativa nazionale</i> .....	136

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>7 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	7 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	7 di 136								

## 1. **PREMESSA**

La presente relazione fa parte degli elaborati relativi al **Progetto di fattibilità tecnico economica del Collegamento ferroviario con l'Aeroporto di Olbia**, intervento che rientra nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Il presente documento è stato redatto ai sensi della Normativa vigente in materia ambientale, e in conformità delle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163" (norme tecniche di attuazione dell'allegato XXI) REV. 2 del 23 luglio 2007" predisposte dalla Commissione Speciale VIA, aggiornate nel 2014: "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici generali REV. 1 del 16 giugno 2014", "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014", "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente fattore ambientale: Ambiente idrico REV.1 del 17/06/2015", "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014", "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) REV. 1 del 13 marzo 2015".

Il progetto di monitoraggio individua le principali componenti ambientali da indagare, le modalità e le tempistiche connesse alle attività di monitoraggio, in base alle risultanze degli studi a valenza ambientale effettuati a supporto del progetto in esame ed in particolare:

- "Progetto Ambientale della Cantierizzazione – Relazione Generale" – RR0010R69RGCA0000001A

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 8 di 136

- “Studio di impatto ambientale” - RR0010R22RGSA0001001A

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale (di seguito PMA) indica gli obiettivi, i requisiti ed i criteri metodologici per il Monitoraggio Ante Operam (AO), il Monitoraggio in Corso d’Opera (CO) ed il Monitoraggio Post Operam o in esercizio (PO), tenendo conto della realtà territoriale ed ambientale in cui il progetto dell’opera si inserisce e dei potenziali impatti che esso determina sia in termini positivi che negativi.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1 Gli interventi in progetto

#### 2.1.1 Il quadro delle opere e degli interventi in progetto

La linea ferroviaria in progetto, avente uno sviluppo di circa 3,4 km in semplice binario, prevede un bivio con la linea esistente in direzione Olbia Terranova, localizzato alla fine dell'attuale centro abitato di Olbia, ed un bivio in località Micaleddu, così da garantire anche il collegamento della nuova linea con la linea esistente in direzione Sassari-Chilivani.

Il tracciato si sviluppa inizialmente in rilevato, proseguendo poi in galleria, per circa 450m con termine dopo il passaggio sotto la SS729, e terminando in direzione aeroporto con un viadotto di circa 900m.

La stazione in aeroporto è prevista a due binari di servizio in viadotto, così ridurre l'impronta a terra della stazione stessa, riducendo l'impatto sulle aree aeroportuali.

La nuova linea non è elettrificata, ma presenterà le caratteristiche tecniche necessarie ad una futura elettrificazione (con altro appalto).

In sintesi, i principali interventi previsti dal PFTE oggetto della presente Relazione sono riportati nella tabella seguente e descritti nei paragrafi a seguire.

Tabella 2-1 Interventi previsti dal PFTE Collegamento Aeroporto di Olbia

WBS	Intervento	Pk (da – a)
<i>Nuovo collegamento ferroviario con l'Aeroporto di Olbia Costa Smeralda</i>		
RI01	Rilevato	0+000 - 0+540
VI01	Ponte idraulico Paule Longa	0+540 - 0+585
RI03	Rilevato	0+585 – 0+607
RI05	Rilevato	0+607 – 0+730
TR01	Trincea	0+730 – 0+958
TR02	Trincea	0+958 – 1+050
TR03	Trincea	1+050 – 1+169
GA01	Galleria Artificiale	1+169 - 1+275
GN01	Galleria Naturale	1+275 – 1+490

WBS	Intervento	Pk (da – a)
GA02	Galleria Artificiale	1+490 - 1+615
TR04	Trincea	1+615 – 1+745
TR05	Trincea	1+745 – 1+950
RI06	Rilevato	1+950 – 2+091
VI03	Viadotto di scavalco Via degli Aviatori e SP24	2+091 - 3+000
SL05	Scatolare di approccio al viadotto di fermata Aeroporto	3+000 – 3+084
VI04	Viadotto di Stazione	3+09 - 3+337
<i>Bivio Micaleddu</i>		
RI02	Rilevato	0+000 - 0+524
VI02	Ponte idraulico Paule Longa	0+524 - 0+569
RI04	Rilevato	0+569 – 0+592
<i>Opere d'arte minori</i>		
SL01	Sottovia stradale – NV01 Via Siena	0+494
SL02	Sottovia stradale – NV01 Via Siena	0+475
SL03	Sottovia stradale – NV02 Via Massa Carrara	0+608
SL04	Sottovia stradale – NV04 SP24	2+061
<i>Opere di sostegno</i>		
MU01	Muro ad U su RI01	0+523 – 0+536
MU02	Muro ad U su RI02	0+504 – 0+518
MU03	Muro di risvolto spalle viadotto VI01 e VI02 su RI03	0+590
MU04	Muro di sostegno su pali su RI05	0+595 – 0+674
MU05	Paratia di pali $\Phi$ 800 su TR05	1+915 – 1+935
MU06	Muro a U su RI06	2+068 – 2+090
MU07	Muro ad U su TR03	1+050 – 1+169
MU08	Muro ad U su TR04	1+615 – 1+745
<i>Stazione ferroviaria</i>		
	Stazione Olbia Aeroporto	
<i>Opere viarie connesse</i>		
NV01	Variante Via Siena	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

WBS	Intervento	Pk (da – a)
NV02	Variante Via Massa Carrara	
NV03	Deviazione provvisoria Via Conca Onica	
NV04	Variante SP24	
NV05	Viabilità di accesso al PT03	

In generale il progetto prevede opere idrauliche, attrezzaggio tecnologico, impianti TLC, impianti LFM, impianti meccanici, safety e security, ed armamento.

### **2.1.2 Il collegamento ferroviario con l'Aeroporto di Olbia Costa Smeralda e Bivio Micaleddu**

#### Il tracciato

Il tracciato della nuova linea, a singolo binario, ha inizio alla progressiva 281+753 della Linea Storica Golfo Aranci- Macomer con un bivio a V= 60 km/h distante circa 1000 m dalla Nuova Stazione di Olbia Terranova e termina in prossimità dell'Aeroporto di Olbia, con una stazione di testa a due binari (Stazione Olbia Costa Smeralda).

L'intero tracciato sviluppa complessivamente 3340 m.

Il tracciato immediatamente piega a sinistra su rilevato e, per consentire l'attraversamento di alcune preesistenze, sono subito previsti nell'ordine il nuovo sottovia SL01 alla pk 0+494 sull'adeguamento di via Siena, il viadotto VI02 alla pk 0+562 previsto sulla nuova sistemazione del fiume Paule Longa ed il sottovia SL03 alla pk 0+607 sulla deviazione di via Massa Carrara.

Dalla progressiva 600 circa il tracciato piega ancora a destra e si affianca al tracciato del bivio Micaleddu per circa 350 m. Il bivio Micaleddu, infatti, si innesta sulla nuova linea alla pk 0+959.

Dalla pk 536 fino alla pk 1+647 il tracciato si sviluppa in galleria per risolvere le interferenze con la SS n.729 Sassari-Olbia e con le viabilità complanari correlate.

Lungo il tratto successivo alla progressiva 1+647 è previsto il nuovo sottovia SL04 per superare la nuova sistemazione della SP n.24 un successivamente il viadotto VI03 di lunghezza 915 m che scavalca le aree a pericolosità idraulica comprese tra la pk 2+075 e 2+700. Anche la viabilità principale di accesso all'aeroporto di via degli Aviatori viene scavalcata con il VI03 mantenendo la sede esistente. Al termine

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

del VI03 inizia l'opera scatolare SL05 di 90 m di sviluppo che consente l'inserimento del secondo binario di attestamento della fermata di Olbia Aeroporto.

La fermata è realizzata totalmente in viadotto (VI04) ed è dotata di marciapiedi di 200 m di lunghezza.

Il PFTE in progetto prevede inoltre il collegamento ferroviario denominato bivio Micaleddu che realizza il collegamento alla nuova stazione Aeroporto per i viaggiatori provenienti da Chilivani/Macomer.

Il bivio Micaleddu sfiocca al Km 0+856 del collegamento con l'Aeroporto e termina al Km 280+960 LS, ha uno sviluppo totale di 941 m con una velocità di tracciato pari a 60 Km/h ed è funzionale al collegamento diretto tra l'Aeroporto e Chilivani.

Come per la linea principale sono previsti nell'ordine: in corrispondenza della deviazione di via Siena, il nuovo sottovia SL01, in corrispondenza della nuova sistemazione del fiume Paule Longa, il viadotto VI01, e in corrispondenza della deviazione di via Massa Carrara, il nuovo sottovia SL03.

### La stazione di Olbia Aeroporto

La stazione di Olbia aeroporto, situata a circa 300m dall'accesso alle partenze dell'aerostazione, si colloca in una porzione di territorio attualmente occupata dal parcheggio riservato agli operatori dell'aeroporto.

Per esigenze di tracciato è situata su viadotto con accesso alle banchine ad una quota di 8 m circa dal piano campagna.

La nuova stazione è stata progettata per essere facilmente distinguibile dall'utente all'interno del piazzale dell'aerostazione e, per tale motivo, si è scelto di richiamare le geometrie decise dell'architettura mediterranea in analogia con le forme e le finiture della recente stazione di Olbia Terranova, che la precede nel tratto ferroviario verso Golfo Aranci. In questo modo le fermate sono dotate di un'identità comune, confermata dall'uso della stessa tipologia di pensiline, dall'utilizzo delle medesime colorazioni e dall'impiego dello stesso materiale (GRFC) che garantisce funzionalità e durevolezza dell'involucro edilizio.

Per quanto concerne le dotazioni funzionali, per agevolare la fruizione della stazione da parte degli utenti oltre alle scale e agli ascensori l'edificio è stato dotato di scale mobili ed il percorso che lo collega all'aerostazione è stato protetto con pensiline che riprendono nel disegno e nei materiali quelle già presenti nei parcheggi al fine di rendere l'intervento armonico. Tale percorso è stato studiato in

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 13 di 136

compatibilità sia con lo stato dei luoghi sia con il futuro ampliamento del complesso aeroportuale previsto dal masterplan 2032.

Il fabbricato di stazione è composto da due livelli. Al piano terra trovano posto, oltre alle scale e agli ascensori per raggiungere il livello superiore, le emettitrici automatiche, un bagno automatico, un locale a disposizione e un deposito. Al primo piano, invece si trova la sala d'attesa e l'accesso alle banchine. La banchina è protetta per un tratto di 150 m da pensiline monopilastro con carterizzazione metallica di colore bianco in analogia con quelle presenti nella stazione di Olbia Terranova. Al fine dell'esodo in caso di incendio sono state disposte scale d'emergenza alla fine delle banchine.

Le aperture della stazione sono state studiate per garantire un'efficace illuminazione naturale e un ricircolo d'aria passivo.

#### Le opere d'arte principali

Le opere d'arte principali previste dal PFTE sono le seguenti:

- **Viadotti**

- VI01 e VI02 - Ponti idraulici Paule Longa

Il ponte idraulico VI01 si estende dal km 0+540 al km 0+585 lungo il tracciato "Collegamento aeroporto", mentre il VI02 si estende dal km 0+524 al km 0+569 lungo il tracciato "Bivio Micaleddu", per consentire lo scavalco del fiume Paule Longa.

L'opera è composta da campate isostatiche in misto acciaio-clc da 45m a via superiore a singolo binario.

- VI03 - Viadotto di scavalco Via degli Aviatori e SP24

Il viadotto VI03 si estende dal km 2+091 al km 3+000 lungo il tracciato "Collegamento aeroporto", consentendo lo scavalco della viabilità stradale di Via degli Aviatori e della Strada Provinciale 24.

Il viadotto si compone di una successione di campate isostatiche da 25 m in c.a.p.; in corrispondenza dello scavalco di Via degli Aviatori viene adottata una sezione in misto acciaio-clc da 50 m, mentre per garantire in franco verticale dalla futura viabilità stradale di collegamento all'aeroporto viene utilizzata una sezione in misto acciaio-clc a travi incorporate da 20 m di luce.

- VI04 - Viadotto di Stazione

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 14 di 136

Il viadotto VI04 si estende dal km 3+090.000 al km 3+337.880 lungo il tracciato "Collegamento aeroporto", l'opera consente l'arrivo nel sedime di competenza aeroportuale.

In questo tratto a doppio binario, il viadotto si compone di una successione di campate isostatiche da 25 m in c.a.p. a 6 cassoncini opportunamente modificata per ospitare il marciapiede e la pensilina, per una larghezza trasversale della sezione di 17 m.

Le opere di fondazione dei viadotti in progetto possono essere suddivise in

- Palificate realizzate con pali di grande diametro, previste su una fondazione a 6, 9 o 11 pali.
- Pozzi, progettate con le seguenti soluzioni:
  - Sezione circolare di diametro 10 m;
  - Sezione ellittica con asse minore pari a 9 m e asse maggiore pari a 14 m.

- **Scotolare di approccio al viadotto di fermata Aeroporto**

Lo scatolare di approccio al viadotto di fermata Aeroporto (SL05), previsto lungo la tratta relativa al collegamento dell'aeroporto di Olbia Costa Smeralda, è di collegamento tra i due viadotti consecutivi VI03 e VI04, di cui ne rappresenta di fatto le Spalle. L'opera è necessaria al passaggio da Viadotto a Singolo Binario (VI03) a Viadotto a Doppio Binario (VI04 di stazione) ed ha lunghezza tale da ospitare interamente al suo interno la punta scambi.

L'opera ha struttura scatolare ed è a fondazione diretta.

Sul lato del piazzale della nuova stazione ferroviaria sono presenti aperture di dimensione variabile per l'accesso ai locali tecnici ed all'area destinata all'utenza.

- **Gallerie Artificiali**

Lungo la tratta relativa al collegamento dell'aeroporto di Olbia Costa Smeralda sono previsti due tratti in Galleria Artificiale denominati GA01 e GA02. Entrambe le gallerie, aventi struttura scatolare in cemento armato, verranno realizzate mediante scavi aperti e successivo riempimento, ad eccezione del tratto di interferenza della GA02 con la Strada SS729 per cui si rimanda agli specifici elaborati di fase.

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche delle gallerie artificiali in oggetto:

WBS	Pk iniziale	Pk finale	L	B	H
Gallerie	[Km]	[Km]	[m]	[m]	[m]
GA01	1+169	1+275	106	8.30	8.30
GA02	1+490	1+615	125	8.30	8.30

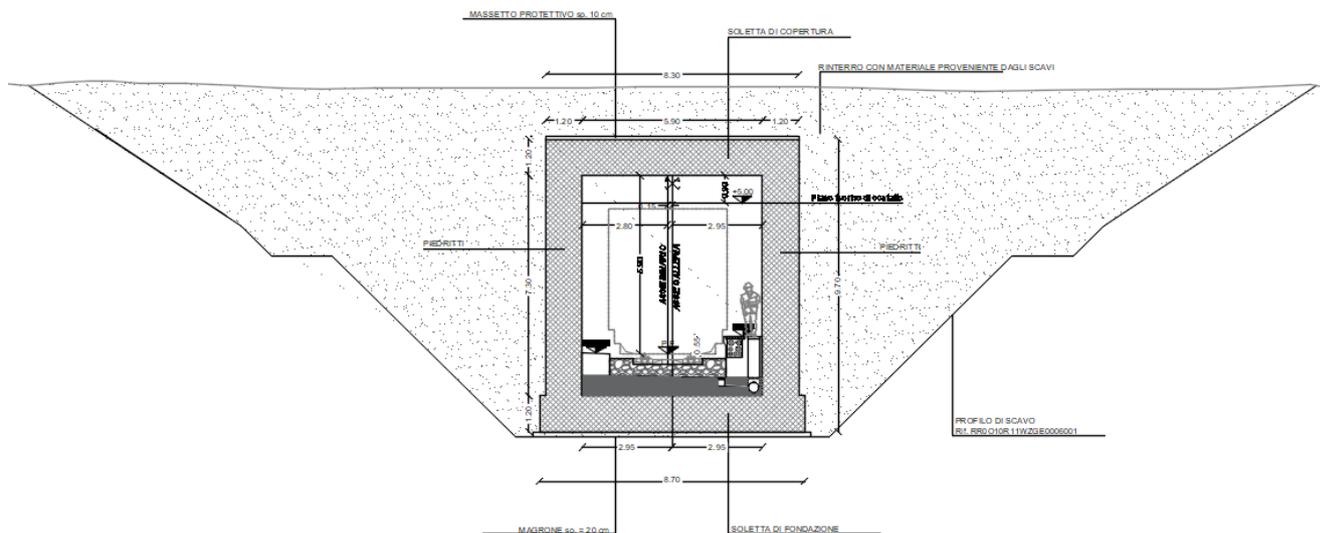


Figura 2-1 Galleria GA.01: Sezione trasversale

Per quanto specificatamente riguarda la galleria artificiale GA.02, la sua realizzazione dovrà garantire la continuità dell'esercizio della SS729. Di conseguenza la porzione della galleria artificiale che interferisce con la viabilità esistente sarà realizzata mediante due tronchi costruiti in fasi successive, al fine di consentire la deviazione e parzializzazione del traffico.

- **Galleria Naturale**

Il tracciato prevede la realizzazione di una galleria di 450 m di cui 215 m di galleria naturale a singolo binario scavata con metodo tradizionale che si sviluppa tra le PK. 1+275 e 1+450.

La linea ferroviaria è prevista a trazione diesel, ma la galleria è comunque predisposta ad un eventuale futura elettrificazione in c.c. a 3 kV.

La sezione ha un raggio di calotta pari a 3.00 metri, il raggio alle reni pari a 5.00 metri e il raggio di piedritto pari a 6.70 metri sviluppando complessivamente un'area libera di 32.3 m<sup>2</sup> ed un perimetro di 21.7 metri.

La realizzazione degli imbocchi è prevista senza l'ausilio di opere provvisorie con "attacco diretto". Le trincee di approccio alle pareti di attacco dello scavo in naturale sono previste

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

mediante scavi aventi pendenza 5/1 (H/L) nel substrato litoide (graniti) mentre nel cappellaccio (graniti fortemente alterati) avranno pendenza 1/1 H/L. Le superfici delle trincee saranno protette nelle fasi provvisorie da uno strato di calcestruzzo proiettato e da una maglia di bullonature passive.

### Le opere minori

- **Sottovia Stradali**

Lungo la tratta relativa al collegamento dell'aeroporto di Olbia Costa Smeralda sono previsti 4 Sottopassi stradali denominati SL01, SL02, SL03, SL04, necessari alla risoluzione delle interferenze viarie preesistenti con la nuova linea.

Tenendo conto delle quote della nuova linea ferroviarie e delle quote delle nuove viabilità a risoluzione di quelle interferite, tutti i sottopassi sono realizzati all'interno del nuovo corpo del rilevato ferroviario a singolo binario e di fatto quindi realizzati a partire dal nuovo piano stradale, prossimo al piano campagna attuale, fuori terra e successiva realizzazione del rilevato di linea.

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche dei sottovia in progetto.

*Tabella 2-2 Sottovia stradali (SL): Quadro riepilogativo*

WBS	NV	pk	L	B	H
Sottovia	Nuova Viabilità	[Km]	[m]	[m]	[m]
SL01	NV01 - Via Siena	0+494.65	14.57	11.75	9.3
SL02	NV01 - Via Siena	0+475.52 (Bivio Micaleddu)	20.47	11.7	9.1
SL03	NV02 - Via Massa Carrara	0+608.71	34.76	9.7	8.8
SL04	NV04 - SP24	2+061.35	13.17	13.74	9.3

- **Opere di sostegno**

Nell'ambito degli interventi di progetto è prevista la realizzazione di una serie di opere di sostegno, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella che segue (cfr. Tabella 2-3).

Tabella 2-3 Opere di sostegno (MU): Quadro riepilogativo

WBS	pk	L (sviluppo longitudinale)	B (larghezza)	Diametro pali	Lunghezza pali
	[Km]	[m]	[m]	(mm)	(m)
MU01	Da 0+523 a 0+536	11.20	8.40	-	-
MU02	Da 0+504 a 0+518	13.80	8.96	-	-
MU03	0+590.95	8.40	5.00	-	-
MU04	Da 0+595 a 0+674	76.90	5.00	800	10
MU05	Da 1+915 a 1+935	20.10	-	800	15
MU06	Da 2+068 a 2+090	21.5	9.20	-	-
MU07	Da 1+050 a 1+169	119.00	8.70	-	-
MU08	Da 1+615 a 1+745	130.00	9.20	-	-

Le tipologie dei muri sono sintetizzate nella seguente Tabella 2-4 ed esemplificate nelle figure seguenti.

Tabella 2-4 Tipologie opere di sostegno: Quadro riepilogativo

WBS	pk	Parti d'opera		Tipologia
		Rilevato	Trincea	
MU01	Da 0+523 a 0+536	RI01	-	Muro ad U
MU02	Da 0+504 a 0+518	RI02	-	Muro ad U
MU03	0+590.95	RI03	-	Muro di risvolto spalle viadotto VI01 e VI02
MU04	Da 0+595 a 0+674	RI05	-	Muro di sostegno su pali con $\Phi 800$ e lunghezza L=10m
MU05	Da 1+915 a 1+935	-	TR05	Paratia di pali in c.a. $\Phi 800$ , di lunghezza pari a 10.0m
MU06	Da 2+068 a 2+090	RI06	-	Muro ad U
MU07	Da 1+050 a 1+169	-	TR03	Muro ad U

WBS	pk	Parti d'opera		Tipologia
		Rilevato	Trincea	
MU08	Da 1+615 a 1+745	-	TR04	Muro ad U

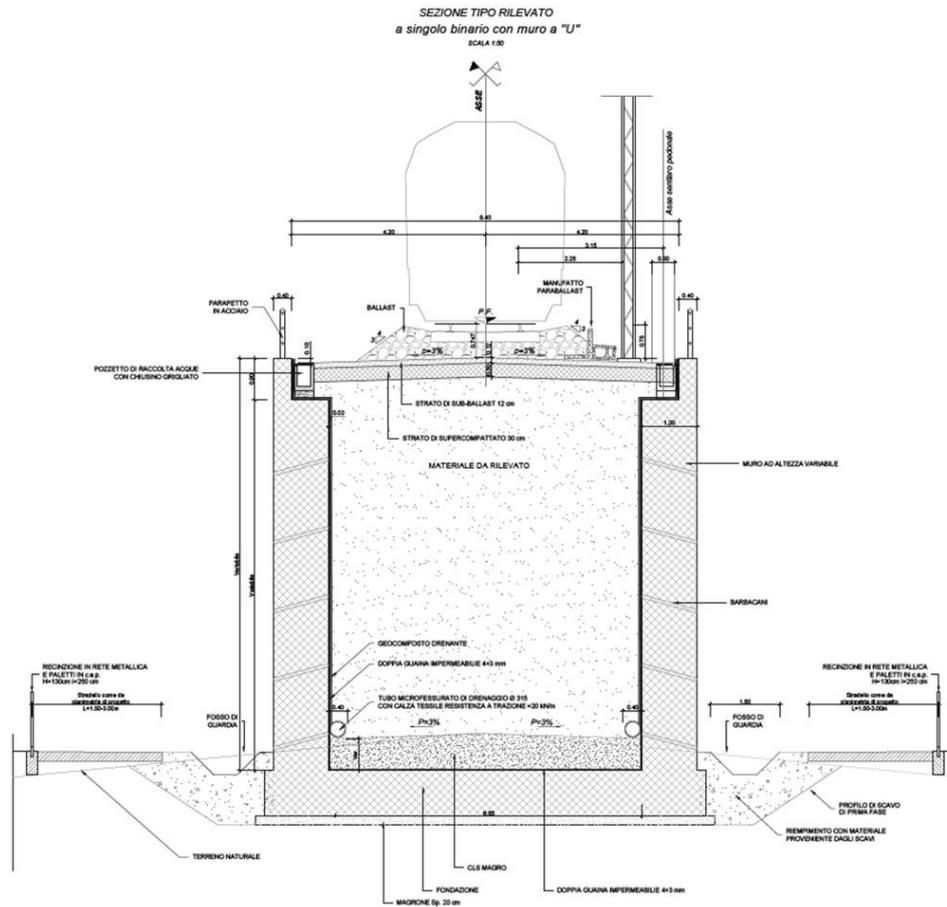


Figura 2-2 Sezione tipologica Rilevato tra Muri ad U

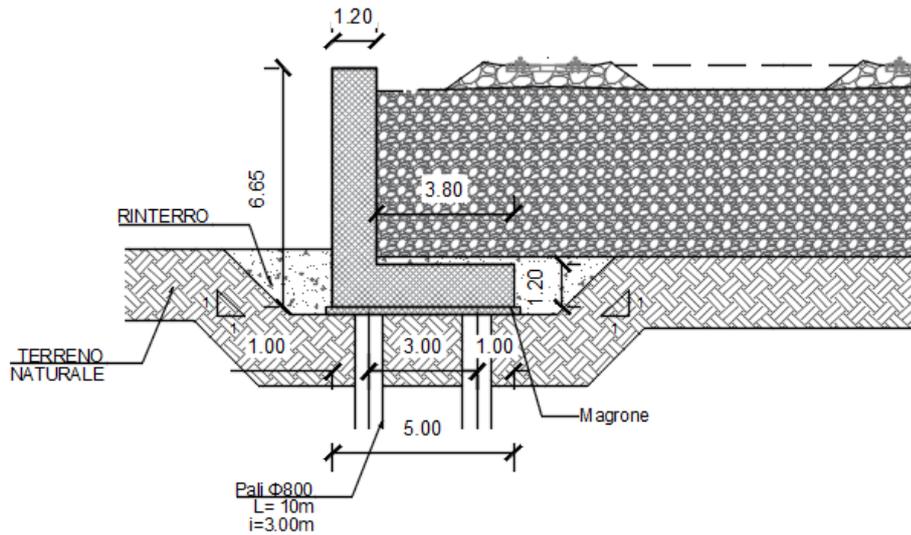


Figura 2-3 Muro MU04 :Sezione trasversale

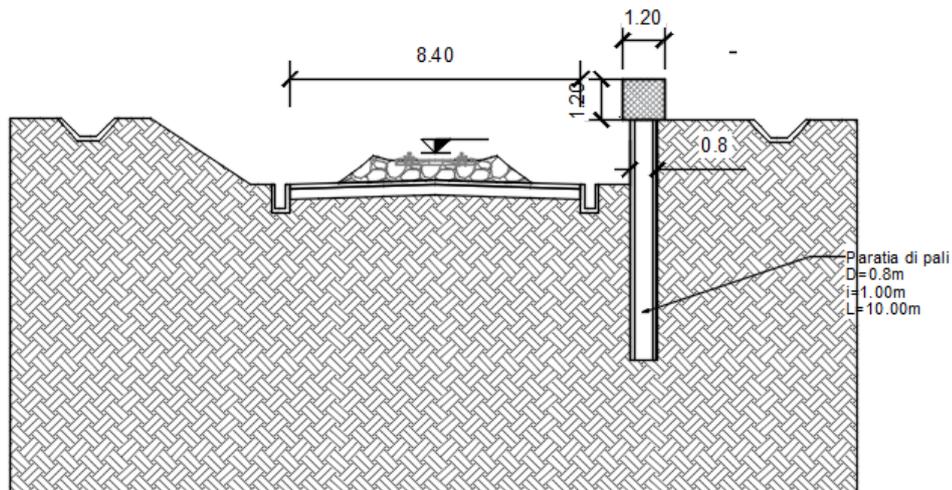


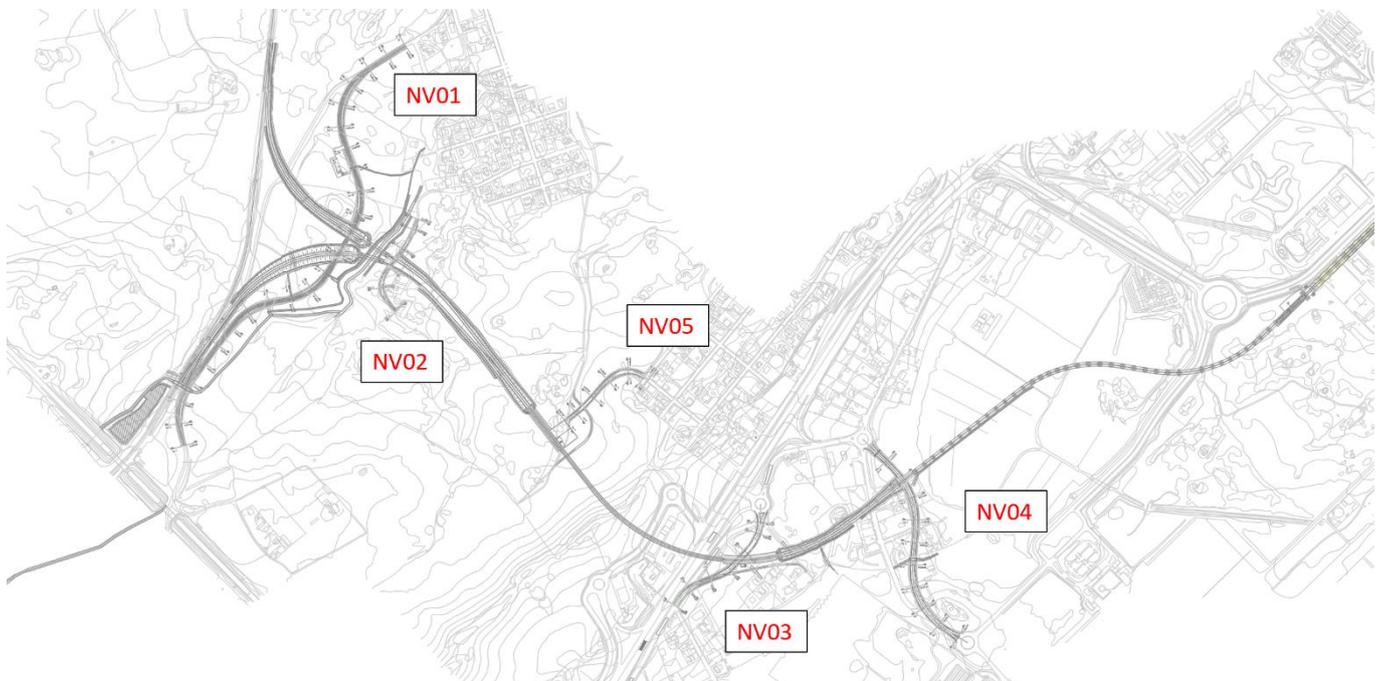
Figura 2-4 Muro MU05 :Sezione trasversale

I muri sono realizzati mediante trincee provvisorie ad eccezione del MU08 dalle pk 1+670-1+745 che è realizzato mediante paratia di pali di medio diametro ( $D=500\text{m}$   $i=0.7\text{m}$   $L=8.00\text{m}$ ) per non interferire con gli edifici adiacenti.

### Le opere viarie connesse

Nell'ambito del Progetto di fattibilità sono previsti interventi riferiti alle viabilità riguardanti:

- Adeguamento di viabilità esistenti interferite dalla nuova linea ferroviaria di progetto;
- Realizzazione di deviazioni provvisorie;
- Realizzazione di nuove viabilità per la continuità di strade esistenti;
- Viabilità di ricucitura per connessione fondi e piccole proprietà a carattere prevalentemente agricolo, a seguito di interferenze con la linea ferroviaria di progetto.



*Figura 2-5 Le opere viarie connesse*

In particolare, le nuove viabilità sono cinque:

- **NV01 - Variante Via Siena**

La realizzazione del collegamento della linea ferroviaria, con l'aeroporto di Olbia, interferisce plano-altimetricamente con via Siena, che per questo motivo deve esser deviata per sottopassare le due interconnessioni ferroviarie in progetto.

La viabilità, in analogia alla viabilità esistente, è inquadrata come una strada a destinazione particolare con sezione assimilabile a un F-urbana (D.M. 05/11/2001), senza marciapiedi e Vp pari a 25-60 km/h. La carreggiata della variante presenta una larghezza totale di 6.50m con corsie da 2.75 e banchine da 0.50 m.

- **NV02 - Variante Via Massa Carrara**

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

La realizzazione del collegamento della linea ferroviaria con l'aeroporto di Olbia interferisce plano-altimetricamente con via Massa Carrara, che per questo motivo deve esser deviata per sottopassare la ferrovia di progetto.

La viabilità è stata inquadrata come una destinazione particolare di riconnessione ai fondi a senso unico alternato, con una corsia da 3.00m e banchine da 0.5m. Alla pk 0+020 viene prevista una piazzola di scambio per l'eventuale incrocio di due veicoli.

- **NV03 - Variante provvisoria di via Conca Onica**

La viabilità in oggetto interferisce planimetricamente con la GA ferroviaria, quindi, necessita una deviazione provvisoria per consentire la realizzazione della stessa, per poi ripristinare come allo stato attuale Via Conca Onica.

Questa variante ha uno sviluppo di circa 295 m e prevede il raccordo temporaneo con una viabilità locale, via dei Falegnami, mentre via dei Librai, rimane collegata all'esistente rotonda.

La variante stradale provvisoria è inquadrata come F1-extraurbana, ma con una Vp imposta di 40km/h per la natura di viabilità provvisoria e la presenza sia del cantiere a tergo che della presenza dei mezzi dello stesso.

- **NV04 - Variante viabilità S.P.24**

La viabilità è stata deviata verso Est in un punto in cui il passaggio sotto la nuova ferrovia è più favorevole, e prossimo all'inizio del viadotto, per garantire il franco minimo di 5m in corrispondenza del sottopasso senza eccessivi abbassamenti.

La viabilità è inquadrata come una strada tipo F1 extraurbana (D.M. 05/11/2001) e Vp pari a 40-100 km/h. La carreggiata della variante, priva di marciapiedi, presenta una larghezza totale di 9.00m con corsie da 3.50 e banchine da 1.00 m.

- **NV05 – Viabilità di accesso Shelter GSM-R**

La viabilità NV05 è inquadrata come destinazione particolare per accesso ai piazzali al PT03. Il tracciato ha origine attraverso una intersezione a T da Via Federico Garcia Lorca.

## 2.2 Il modello di esercizio

Il modello di esercizio della linea attuale è stato desunto da dati effettivi di circolazione estratti dal sistema PIC (Piattaforma Integrata della Circolazione); in considerazione della giornata con intensità maggiore di passaggi.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO          DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

È stata individuata la giornata con un flusso maggiore (rispetto al periodo esaminato), suddivisa per stazione, che ha restituito il numero di treni attualmente in circolazione sulla rete Sarda.

Si riporta il dettaglio del numero di treni/giorno specificando la categoria di servizio.

Tabella 2-5 Modello di esercizio attuale (fonte PicWeb)

Stazione di Olbia Terranova (05:40 - 22:22)			
ORIGINE\CATEGORIA	NCL	REG	TOTALE
Destinazione			
<b>CAGLIARI</b>		<b>4</b>	<b>4</b>
Olbia		4	4
<b>GOLFO ARANCI</b>	<b>1</b>		<b>1</b>
Ozieri Chilivani	1		1
<b>MACOMER</b>		<b>1</b>	<b>1</b>
Olbia		1	1
<b>OLBIA</b>		<b>8</b>	<b>8</b>
Cagliari		3	3
Macomer		1	1
Sassari		4	4
<b>OZIERI CHILIVANI</b>	<b>1</b>		<b>1</b>
Golfo Aranci	1		1
<b>SASSARI</b>		<b>3</b>	<b>3</b>
Olbia		3	3
<b>Totale complessivo</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>18</b>

Il servizio attualmente svolto è esclusivamente di tipo Regionale. La frequenza registrata nella stazione di Olbia Terranova è di 1 treno ogni ora.

Il modello di esercizio di progetto è stato declinato nell'offerta invernale ed estiva (in cui si traguarda un picco di offerta).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

Tabella 2-6 Modello di esercizio di progetto

Tratta	Treni/giorno periodo invernale			Treni/giorno periodo estivo		
	Diurno	Notturmo	Totale	Diurno	Notturmo	Totale
Ozieri Chilivani - Olbia T.	30	2	32	30	2	32
Olbia T. - Olbia Aerop.	30	2	32	46	2	48
Ozieri Chilivani - Olbia Aerop.	7	1	8	7	1	8
<b>TOTALE</b>	<b>67</b>	<b>5</b>	<b>72</b>	<b>83</b>	<b>5</b>	<b>88</b>

### 2.3 Le aree di cantiere

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione nell'ambito dell'intervento di una serie di aree di cantiere, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (strada statale);
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico;
- interferire il meno possibile con il patrimonio culturale esistente.

Le tipologie di aree di cantiere previste sono:

- Cantieri Base (CB)
- Cantieri Operativi (CO)
- Aree Tecniche (AT)
- Aree di Stoccaggio (AS)
- Deposito temporaneo (DT)

Nella tabella che segue si riportano nel dettaglio le aree di cantiere previste.

Tabella 2-7 Aree di cantiere fisso

<i>Codice</i>	<i>Superficie (mq)</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Comune</i>
CB.01	3.000 mq	Cantiere Base	Olbia
CO.01	8.500 mq	Cantiere Operativo	Olbia
AS.01	7.400 mq	Area di Stoccaggio	Olbia
AS.02	51.000 mq	Area di Stoccaggio	Olbia
AS.03	12.000 mq	Area di Stoccaggio	Olbia
AT.01	5.600 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.02	2.200 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.03	3.400 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.04	1.300 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.05	4.700 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.06	5.000 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.07	5.500 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.08	2.200 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.09	2700 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.10	1.700 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.11	6.700 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.12	4.000 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.13	3.200 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.14	2.800 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.15	3.000 mq	Area Tecnica	Olbia
AT.16	1.500 mq	Area Tecnica	Olbia
DT.01	12.000 mq	Deposito Terre	Olbia

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale</p>	<p>COMMESSA RR00</p>	<p>LOTTO 10</p>	<p>CODIFICA R22RH</p>	<p>DOCUMENTO MA0000 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 25 di 136</p>

### 3. RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI

#### 3.1 I ricettori

I ricettori sono stati individuati sulla base di un'analisi del territorio e degli studi ambientali svolti per il progetto in esame, nello specifico considerando una fascia di studio di ampiezza pari a circa 300 metri per lato dall'asse della linea ferroviaria oggetto di intervento, nonché un ambito di pari estensione all'intorno delle aree di cantiere fisso.

In ragione della densità con la quale sono distribuiti i ricettori all'interno della porzione territoriale interessata dall'opera in progetto e della loro tipologia, detta porzione può essere sinteticamente articolata nelle 3 seguenti porzioni:

A. Ambito agricolo prossimo a tessuti discontinui e radi

La porzione A è individuabile in corrispondenza del tratto della linea ferroviaria in progetto compreso tra l'inizio intervento e la progressiva 1+500

La caratteristica fondamentale di tale primo ambito territoriale, interamente ad uso agricolo, è data dalla presenza di due tessuti residenziali radi e nucleiformi, costitutive frange urbane dell'abitato di Olbia, situati ad una distanza di circa 200 metri dalla linea di progetto, dei quali il primo è situato nel tratto a nord della linea ferroviaria in prossimità di inizio intervento del bivio in direzione Olbia Terranova e il secondo è localizzato nel tratto centrale di progetto, nella frazione di Sporula.

In corrispondenza di detti tratti, il tessuto territoriale è a prevalente uso residenziale, caratterizzato da edifici abitativi con un'elevazione che raggiunge circa i due piani

B. Ambito agricolo con fabbricati isolati

La porzione B, corrispondente al tratto della linea di progetto compreso tra le progressive 1+500 e 2+100 e lungo il quale sono previste la GA.02 e le trincee TR.04 e TR.05, è

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 26 di 136

costituita da un tessuto insediativo formato è rappresentato da un tessuto territoriale costituito da fabbricati rurali, con presenza di un esiguo numero di ricettori residenziali isolati, situato su entrambi i lati della linea ferroviaria in prossimità del tratto centrale dell'intervento.

La differenza sostanziale intercorrente tra l'ambito in esame e quello precedente (Ambito A) risiede nella maggiore prossimità intercorrente tra le aree di cantiere/aree di lavoro e la linea ferroviaria in progetto, da un lato, e detto ridotto numeri di ricettori, dall'altro.

In altri termini, se, rispetto alle aree di intervento/nuovo tracciato ferroviario, il tratto precedente si connota per un numero consistente di ricettori ad uso abitativo posti ad una distanza minima di circa 200m, quello in esame – all'opposto – è contraddistinto dalla prossimità di un numero assai contenuto di ricettori.

#### C. Ambito agricolo / commerciale

La porzione C, corrispondente al tratto della linea ferroviaria in progetto compreso tra la progressiva 2+100 e la fine intervento, è connotata dalla pressoché totale assenza di ricettori e, nel tratto terminale, dalla presenza di manufatti ad uso commerciale / magazzini e depositi.

A completamento del presente quadro descritto si evidenzia l'assenza di ricettori classificabili come "sensibili" (strutture scolastiche e strutture sanitarie) entro l'ambito di studio.



*Figura 3-1 Opera in progetto e contesto localizzativo*

### 3.2 Punti di misura

Nel presente PMA per le aree di intervento e per ciascuna area di cantiere sono stati individuati i fattori ambientali da monitorare, la tipologia di monitoraggio (orario, 24 h, settimanale, bisettimanale) e la frequenza delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam (una sola volta, mensile, trimestrale).

Per ognuno dei fattori ambientali selezionati sono stati definiti univocamente i siti nei quali localizzare le stazioni di monitoraggio per eseguire misure e prelievi, a seconda dei casi specifici.

I punti di monitoraggio sono individuati, in termini di tipologia, numero e localizzazione, sulla base delle risultanze emerse, con riferimento ad ogni singola componente ambientale, nel Progetto Ambientale della Cantierizzazione (PAC) e nello Studio di impatto ambientale, nonché in considerazione dei fattori di specificità propri del contesto territoriale interessato dall'opera in progetto.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 28 di 136

L'esatta localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle tavole allegate "RR0010R22RGMA0000001A Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

Ad ogni modo, si sottolinea che il posizionamento finale in sito può subire delle variazioni a seguito di eventi, quali: indisponibilità dei proprietari/recettori, indisponibilità di allaccio alla rete elettrica per l'alimentazione degli strumenti di monitoraggio, variazione della posizione dei cantieri in fase esecutiva, ecc.

### 3.3 Tempi e frequenze

Nel presente PMA per ogni fattore ambientale, in funzione delle aree monitorate sono state individuate le frequenze delle campagne di misura nelle diverse fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam.

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

### 3.4 Restituzione dati

Le modalità di restituzione dei dati seguiranno le indicazioni di cui alle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici generali REV. 1 del 16 giugno 2014", anche ai fini dell'informazione al pubblico

Inoltre, le informazioni ambientali potranno essere riutilizzate per accrescere le conoscenze sullo stato dell'ambiente e sulla sua evoluzione, oltre ad essere riutilizzati per la predisposizione di ulteriori studi ambientali.

Ove richiesti, i **rapporti tecnici** conterranno:

- le finalità specifiche dell'attività di monitoraggio condotta in relazione alla componente/fattore ambientale;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 29 di 136

- la descrizione e la localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;
- i parametri monitorati;
- l'articolazione temporale del monitoraggio in termini di frequenza e durata;
- i risultati del monitoraggio e le relative elaborazioni e valutazioni, comprensive delle eventuali criticità riscontrate e delle relative azioni correttive intraprese.

Inoltre, i rapporti tecnici includeranno per ciascuna stazione/punto di monitoraggio apposite **schede di sintesi** contenenti le seguenti informazioni:

- stazione/punto di monitoraggio: codice identificativo (es. ATM\_01 per un punto misurazione della qualità dell'aria ambiente), coordinate geografiche (espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89), componente/fattore ambientale monitorata, fase di monitoraggio;
- area di indagine (in cui è compresa la stazione/punto di monitoraggio): codice area di indagine, territori ricadenti nell'area di indagine (es. comuni, province, regioni), destinazioni d'uso previste dagli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti (es. residenziale, commerciale, industriale, agricola, naturale), uso reale del suolo, presenza di fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e/o gli esiti del monitoraggio (descrizione e distanza dall'area di progetto);
- ricettori sensibili: codice del ricettore (es. RIC\_01): localizzazione (indirizzo, comune, provincia, regione), coordinate geografiche (espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89), descrizione (es. civile abitazione, scuola, area naturale protetta, ecc.);
- parametri monitorati: strumentazione e metodiche utilizzate, periodicità, durata complessiva dei monitoraggi.

La scheda di sintesi sarà corredata da:

- inquadramento generale che riporti l'intera opera, o parti di essa, la localizzazione della stazione/punto di monitoraggio unitamente alle eventuali altre stazioni/punti previste all'interno dell'area di indagine;
- rappresentazione cartografica su Carta Tecnica Regionale (CTR) e/o su foto aerea (scala 1:10.000) dei seguenti elementi:
  - stazione/punto di monitoraggio;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 30 di 136

- elemento progettuale compreso nell'area di indagine (es. porzione di tracciato ferroviario, aree di cantiere, opere di mitigazione);
- ricettori sensibili;
- eventuali fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e gli esiti del monitoraggio;
- immagini fotografiche descrittive dello stato dei luoghi.

I dati di monitoraggio contenuti nei rapporti tecnici periodici saranno forniti anche in formato tabellare aperto XLS o CSV. Nelle tabelle sarà riportato:

- codice identificativo della stazione/punto di monitoraggio;
- codice identificativo della campagna di monitoraggio;
- data/periodo di campionamento;
- parametro monitorato e relativa unità di misura;
- valori rilevati;
- range di variabilità individuato per lo specifico parametro;
- valori limite (ove definiti dalla pertinente normativa);
- superamenti dei valori limite o eventuali situazioni critiche/anomale riscontrate.

Con riferimento ai dati territoriali georeferenziati necessari per la localizzazione degli elementi significativi del monitoraggio ambientale, si individuerà quanto segue:

- elementi progettuali significativi per le finalità del monitoraggio ambientale (es. area di cantiere, opera di mitigazione, porzione di tracciato ferroviario);
- aree di indagine;
- ricettori sensibili;
- stazioni/punti di monitoraggio.

I dati territoriali saranno predisposti in formato SHP in coordinate geografiche espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 31 di 136

### 3.5 Strumenti per la condivisione dei dati di monitoraggio

Al fine di garantire una più efficace gestione dei dati di monitoraggio e una più rapida consultazione di tutte le informazioni disponibili in relazione alle specifiche opere, Italferr è fornita di una banca dati ambientale, denominata SIGMAP, che, attraverso un portale web GIS, consente la centralizzazione, l'archiviazione, l'analisi e il download sia dei dati territoriali geografici che di quelli cartografici, garantendo la consultazione di mappe tematiche relative in particolare alla Progettazione, al Monitoraggio Ambientale. Tale banca dati è consultabile e visionabile online attraverso un profilo utente, attivabile dagli stakeholder coinvolti nel progetto. All'avvio delle attività di monitoraggio saranno fornite le necessarie credenziali per l'accesso agli Enti competenti che ne avvanzeranno richiesta.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>32 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	32 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	32 di 136								

#### **4. FATTORI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO**

##### **4.1 Quadro dei fattori ambientali oggetto di monitoraggio**

In relazione agli aspetti di specificità propri del contesto di localizzazione dell'opera in progetto ed alle risultanze delle analisi documentate nello Studio di impatto ambientale (RR0010R22RGSA0001001A) e nel Progetto Ambientale della Cantierizzazione ("Relazione Generale" - RR0010R69RGCA0000001A), le attività di monitoraggio descritte nei successivi paragrafi riguarderanno i seguenti fattori ambientali:

- Atmosfera
- Acque superficiali
- Acque sotterranee
- Suolo e sottosuolo
- Rumore
- Vibrazioni
- Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi
- Sistema Paesaggistico

##### **4.2 Atmosfera**

###### **4.2.1 Obiettivi del monitoraggio**

Le finalità del monitoraggio ambientale per la componente atmosfera sono:

- valutare l'effettivo contributo connesso alle attività di cantiere in termini di emissione sullo stato di qualità dell'aria complessivo;
- fornire ulteriori informazioni evidenziando eventuali variazioni intervenute rispetto alle valutazioni effettuate in fase di progettazione, con la finalità di procedere per iterazioni successive in corso d'opera ad un aggiornamento della valutazione delle emissioni prodotte in fase di cantiere;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e delle procedure operative per il contenimento degli impatti connessi alle potenziali emissioni prodotte nella fase di cantierizzazione dell'opera;
- fornire dati per l'eventuale taratura e/o adeguamento dei modelli previsionali utilizzati negli studi di impatto ambientale.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 33 di 136

I parametri rilevati durante il monitoraggio, opportunamente acquisiti ed elaborati, permetteranno nella fase di cantiere ed in quella di esercizio una corretta e tempestiva gestione della componente ambientale in oggetto.

In fase di corso d'opera, si valuterà l'opportunità di eseguire o meno le misure di atmosfera in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze”

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

La scelta della localizzazione delle aree di indagine e, nell'ambito di queste, dei punti (stazioni) di monitoraggio, è effettuata sulla base delle analisi e delle valutazioni degli impatti sulla qualità dell'aria contenute nel SIA e/o nel Progetto Ambientale della Cantierizzazione.

Di seguito si elencano i principali criteri per la localizzazione dei punti di monitoraggio nelle diverse fasi (AO, CO, PO), così come riportati nelle Linee Guida ministeriali:

- presenza di ricettori sensibili in relazione alla protezione della salute, della vegetazione e degli ecosistemi, dei beni archeologici e monumentali e dei materiali;
- punti di massima rappresentatività territoriale delle aree potenzialmente interferite e/o dei punti di massima di ricaduta degli inquinanti (CO e PO) in base alle analisi e alle valutazioni condotte mediante modelli e stime nell'ambito dello SIA;
- caratteristiche microclimatiche dell'area di indagine (con particolare riferimento all'anemologia);
- presenza di altre stazioni di monitoraggio afferenti a reti di monitoraggio pubbliche/private che permettano un'efficace correlazione dei dati;
- morfologia dell'area di indagine;
- aspetti logistici e fattibilità a macroscala e microscala;
- tipologia di inquinanti e relative caratteristiche fisico-chimiche;
- possibilità di individuare e discriminare eventuali altre fonti emissive, non imputabili all'opera, che possano generare interferenze con il monitoraggio;
- caratteristiche geometriche (in base alla tipologia - puntuale, lineare, areale, volumetrica) ed emissive (profilo temporale) della/e sorgente/i (per il monitoraggio CO).

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è stata effettuata valutando sia il posizionamento dei ricettori, sia

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 34 di 136

l'entità dei potenziali effetti (legata alla tipologia delle lavorazioni e alla sensibilità del territorio) e della durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio verrà effettuato in alcuni punti significativi denominati "stazioni di monitoraggio".

Per "stazione" si intende una zona definita in cui si ritiene necessario prevedere la determinazione del potenziale contributo derivante dalle attività di cantierizzazione e dal traffico ferroviario in termini di produzione di inquinanti atmosferici. In particolare, nel caso in specie si definiscono due tipologie di sezione di monitoraggio:

- monitoraggio delle aree di cantiere presenti per tutta la durata dei lavori.
- monitoraggio del traffico ferroviario

Per ciascuna sezione di monitoraggio, sempre secondo le finalità definite sopra, si prevede l'ubicazione di almeno due tipologie di punti di monitoraggio, in particolare:

- un punto di monitoraggio in un'area interessata da emissioni atmosferiche prodotte dall'attività di cantiere (Influenzata);
- un secondo punto di monitoraggio in una postazione di misura assolutamente equivalente alla prima in termini di condizioni ambientali al contorno, ma non influenzato dal cantiere e, ovviamente, non influenzato da altri cantieri o punti di immissione singolare (Non Influenzata).

Nel caso in esame, in ragione del rapporto intercorrente tra sistema della cantierizzazione / tracciato ferroviario e ricettori ad uso residenziale /sensibili, della durata delle attività di costruzione, nonché delle risultanze degli studi modellistici condotti ai fini della stima degli effetti attesi, sono stati complessivamente previsti:

- **n. 4 punti influenzati dalle attività di cantiere (ATC)**
- **n. 2 punti influenzati dal traffico ferroviario (ATF)**
- **n. 1 punto di monitoraggio non influenzato dalle attività di cantiere (NI)**

Il numero totale dei punti di monitoraggio risulta, pertanto, pari a **7 punti**.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 35 di 136

#### 4.2.3 Parametri oggetto del monitoraggio

Sulla base del documento “Linee Guida per il monitoraggio dell’atmosfera nei cantieri di grandi opere” prodotto da Italferr a Giugno 2012, i parametri della qualità dell’aria di cui si prevede il monitoraggio sono di due tipi: il primo tipo si riferisce ad inquinanti convenzionali, ovvero quelli inclusi nella legislazione vigente per i quali sono stati stabiliti limiti normativi, mentre il secondo tipo riguarda una serie di parametri ed analisi non convenzionali che non sono previsti dalla vigente legislazione sulla qualità dell’aria ma che sono necessari per definire il potenziale contributo di inquinanti verosimilmente prodotti durante le fasi di cantierizzazione dell’opera.

Nota la finalità del monitoraggio per detta componente i parametri oggetto di indagine sono:

- Parametri convenzionali
  - particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10  $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>)
  - particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2.5  $\mu\text{m}$  (PM<sub>2.5</sub>)
  - ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)
- Parametri non convenzionali
  - misura ed interpretazione quali-quantitativa dei dati relativi al particolato sedimentabile (deposizioni);
  - analisi della composizione chimica del particolato sedimentabile (deposizioni) relativamente agli elementi terrigeni;
  - misura simultanea della distribuzione granulometrica del particolato ad alta risoluzione temporale mediante contatori ottici (contaparticelle) e delle polveri con metodo gravimetrico (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>).

Sarà inoltre prevista la misura dei parametri meteorologici necessari a valutare i fenomeni di diffusione e di trasporto a distanza dell’inquinamento atmosferico, e ad avere una base sito specifica dei parametri meteo da utilizzare nelle simulazioni atmosferiche:

- velocità del vento
- direzione del vento
- umidità relativa

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>36 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	36 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	36 di 136								

- temperatura
- precipitazioni atmosferiche
- pressione barometrica

#### **4.2.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio**

##### Metodologia di acquisizione dei parametri convenzionali

Per l'acquisizione dei dati di monitoraggio atmosferico è necessario utilizzare stazioni di misura conformi, ai sensi dell'art.1 comma 4 lettera g) del D. Lgs. 155/10 e s.m.i., per quanto riguarda:

- i requisiti richiesti per la strumentazione;
- l'utilizzo di metodiche riconosciute o equivalenti a quelle previste da normative;
- l'utilizzo di strumentazione che permetta un'acquisizione e restituzione dei dati utile ad intervenire tempestivamente in caso di anomalie.

In particolare, per il campionamento e le analisi dei parametri sopra indicati vanno utilizzate strumentazione e metodiche previste dalla normativa vigente in materia (D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.) e le principali norme tecniche (ad esempio, la norma UNI EN 12341:2014 per le polveri sottili). In questo modo è possibile ottenere dei dati validati e confrontabili con quelli delle centraline per la determinazione della qualità dell'aria degli Enti territorialmente competenti (ai sensi dell'art. 1 del D. Lgs. 155/10 e s.m.i.), avere delle indicazioni sull'andamento della qualità dell'aria nei territori in cui insistono le lavorazioni e valutare l'eventuale contributo delle attività di realizzazione dell'opera ferroviaria.

In questa ottica e con l'obiettivo di avere un monitoraggio in grado di rivelare tempestivamente eventuali impatti dei cantieri, per quanto riguarda le polveri sottili si prevede di utilizzare principalmente strumenti ottici certificati in grado di dare un riscontro immediato di eventuali variazioni sensibili delle concentrazioni di polveri (PTS e PM10) aerodisperse.

In alternativa all'utilizzo di strumentazione ottica certificata è possibile utilizzare campionatori con raggi beta in grado di restituire il dato orario di concentrazione rilevato.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b></p>					
<p><b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale</p>	<p>COMMESSA RR00</p>	<p>LOTTO 10</p>	<p>CODIFICA R22RH</p>	<p>DOCUMENTO MA0000 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 37 di 136</p>



*Figura 4-1 Campionatore sequenziale automatico*

Per quanto concerne la strumentazione finalizzata al monitoraggio degli ossidi di azoto, l'analizzatore di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) sarà conforme alle specifiche dell'Al.VI del Dlgs. 155 15/08/10 descritta nella norma UNI EN 14212:2005.

Il principio di misura è basato sulla chemiluminescenza: l'ozono proveniente da un generatore integrato attraversa la camera di reazione dove è presente il campione da misurare. Le molecole di NO reagiscono con quelle di O<sub>3</sub>, dando luogo a NO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> e ad una emissione di fotoni (chemiluminescenza), la cui intensità, proporzionale alla concentrazione di NO nel campione, viene misurata da un fotomoltiplicatore ad elevata sensibilità. La misura di NO<sub>x</sub> (NO + NO<sub>2</sub>) viene effettuata facendo passare ciclicamente il campione in un convertitore catalitico che riduce tutto l'NO<sub>2</sub> ad NO. Un amplificatore differenziale sottrae quindi dal segnale NO<sub>x</sub> il segnale di NO ricavandone il segnale di NO<sub>2</sub>.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 38 di 136

### Metodologia di acquisizione parametri non convenzionali

#### *Deposizione e microscopia*

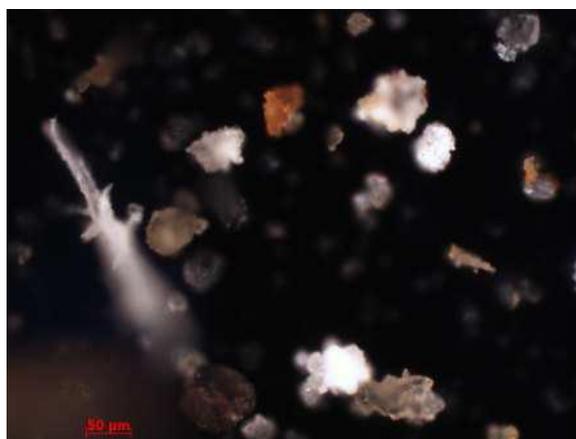
Per l'analisi del particolato sedimentabile è previsto l'utilizzo di un campionatore e della microscopia ottica.

Nella fase di campionamento viene impiegata un'apparecchiatura Wet-Dry (deposimetro, vedi ad esempio Figura 4-2) in modalità "Dry-Only", al fine di raccogliere il materiale sedimentabile in assenza di precipitazioni.

Tale materiale viene successivamente valutato per microscopia ottica automatica dopo essere stato raccolto su adeguato vetrino di osservazione. La Figura 4-3 riportata di seguito si riferisce ad un campione di particolato atmosferico sedimentato.



*Figura 4-2 Campionatore Wet-Dry*



*Figura 4-3 Campione di particolato atmosferico al microscopio*

Questa tecnica combinata prevede il campionamento su periodi prolungati (tipicamente 7 - 10 gg) del particolato atmosferico sedimentabile, ossia la frazione più pesante del particolato aerotrasportato. In questo modo vengono acquisiti i dati di deposizione di massa ( $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{giorno}$ ) delle polveri e, attraverso l'utilizzo di vetrini e microscopio ottico, viene effettuata l'osservazione qualitativa della natura e della distribuzione in termini di colore, aspetto e dimensione delle polveri. Tale osservazione si riferisce, in pratica, a particelle sedimentate di dimensioni superiori a  $3 \mu\text{m}$  circa.

L'analisi automatica dell'immagine permette di acquisire informazioni relative alla distribuzione granulometrica delle polveri e alla loro classificazione/suddivisione in classi di "colore". Tali informazioni vengono tipicamente riportate in tabelle (vedi Tabella 4-1 di esempio) ove sono mostrate 8 classi granulometriche da 1 a  $200 \mu\text{m}$  di diametro e tre classi di colore (nero, bianco, marrone).

Tabella 4-1 Esempio di tabella per analisi dimensionale e di colore

		Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8
		1 10	10 20	20 30	30 40	40 50	50 100	100 200	>200
WHITELEMENTS	site 7	4152	634	276	144	95	141	27	4
	site 10	3058	483	212	118	72	141	32	4
	site 4	2500	417	207	87	54	47	7	2
	site 9	246	45	30	7	9	3	2	1
BLACK ELEMENTS	site 7	8696	1140	306	90	37	33	3	1
	site 10	6852	1623	665	276	124	92	5	0
	site 4	10576	3468	1074	611	229	134	8	0
	site 9	2222	436	169	97	38	55	11	2
BROWN ELEMENTS	site 7	9403	717	241	104	53	90	19	1
	site 10	5831	537	195	114	54	86	6	2
	site 4	2412	176	70	34	12	18	1	0
	site 9	1928	37	7	3	4	5	2	1

L'analisi del colore delle deposizioni atmosferiche avviene tramite il confronto con la tavola dei colori del sistema R.A.L. e la conseguente suddivisione secondo le 3 sopracitate classi di colore, così caratterizzate:

- grigio/nero: associabile principalmente a particolato connesso a sorgenti di tipo antropico, quali emissioni derivanti dall'uso di combustibili fossili (autoveicoli, camini domestici e non), dall'usura di pneumatici, freni e manto stradale, da processi industriali, da termovalorizzazione di rifiuti, ecc.;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 40 di 136

- bianco: associabile principalmente a un particolato connesso a sale marino, polvere domestica, materiale da erosione di rocce, ecc.;
- marrone: associabile principalmente a un particolato connesso a lavorazioni agricole con dispersione in atmosfera di terra (sabbia, limo, argilla tipicamente di colore giallastro-marrone), a piante (pollini e residui vegetali) e spore, a materiale di erosione di rocce, ecc.

Resta inteso che la colorazione delle polveri va contestualizzata nell'area di indagine prendendo in considerazione le caratteristiche del territorio monitorato e le attività ivi presenti.

#### *Composizione chimica (elementi terrigeni)*

Per determinare la concentrazione di elementi di origine terrigena (Silicio, Alluminio, Ferro, Calcio, Magnesio, Potassio, Titanio, Fosforo ed altri eventuali) viene effettuata un'analisi chimica del particolato con la tecnica XRF (X-Ray Fluorescence), che consente di individuare gli elementi chimici costitutivi di un campione grazie all'analisi della radiazione X (fluorescenza X caratteristica) emessa dallo stesso in seguito ad eccitazione atomica con opportuna energia. L'analisi è non distruttiva, non richiede alcun tipo di preparazione del campione, può operare in aria e non altera il materiale analizzato.

Nel caso in esame può essere effettuata un'analisi XRF a dispersione di energia (acronimo ED-XRF) con un opportuno spettrometro o, in alternativa, può essere utilizzato un microscopio elettronico a scansione (SEM), nel qual caso l'analisi viene definita SEM-EDX (Energy Dispersive X-ray Analysis). Tali metodiche permettono un'analisi simultanea di molti elementi anche su piccolissime parti di campione, quali quelle derivanti dal campionamento del particolato sedimentabile (deposizioni) su opportuni supporti.

L'analisi qualitativa prevede l'identificazione delle righe X caratteristiche di emissione di ogni elemento chimico (disponibili nella bibliografia scientifica di settore), mentre l'analisi quantitativa richiede di correlare i dati di intensità delle diverse righe X emesse con le analoghe emissioni di campioni standard contenenti quantità conosciute dell'elemento da stimare.

In questo modo viene eseguita la determinazione dei principali elementi terrigeni e l'analisi di detti elementi sotto forma di ossidi per la valutazione della percentuale in massa delle polveri terrigene rispetto alla massa complessiva di particolato. Se necessario questo tipo di analisi può essere svolta anche sulle frazioni PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> del particolato raccolto tramite campionatori gravimetrici.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO          DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

### *Distribuzione granulometrica*

L'analisi della distribuzione granulometrica delle polveri compatibilmente alle variazioni dei parametri meteo ed emissivi viene effettuata con contatori ottici (contaparticelle, vedi Figura 4-4) ad alta risoluzione temporale (tipicamente 1 dato al secondo) che coprono l'intervallo sotteso dalle PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>.



*Figura 4-4 – Contaparticelle*

Al fine di determinare il rapporto tra particelle fini e grossolane e verificare la loro evoluzione nel tempo, i conta-particelle sfruttano metodi ottici di diffusione/scattering della luce, dove un fascio laser emesso da un diodo (fonte di luce) investe un flusso d'aria di portata nota contenente le particelle in sospensione, mentre al contempo un sensore ottico misura la luce diffusa per restituire il diametro ottico delle particelle e non il diametro aerodinamico equivalente (utilizzato dai campionatori gravimetrici quale metodo di selezione dimensionale). Tali contatori sono generalmente in grado di misurare particelle aventi un diametro minimo di 0.3 µm e un diametro massimo di 10 µm. Alcuni di questi strumenti sono in grado di calcolare la concentrazione di massa equivalente per le frazioni PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> utilizzando apposite curve di calibrazione. Tali misure consentono di verificare il rapporto tra particelle fini e grossolane in integrazione alle analisi gravimetriche e chimiche.

#### **4.2.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

Il monitoraggio della componente atmosfera viene svolto nelle fasi di:

- Ante operam: in assenza di attività di cantiere;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 42 di 136

- Corso d'opera: durante la realizzazione delle attività di cantiere
- Post opera: durante l'esercizio secondo il modello di esercizio di progetto

Di seguito si riporta il dettaglio delle attività di monitoraggio previste, delle misure e le relative frequenze riferite alle diverse metodiche di rilievo selezionate.

### Monitoraggio ante-operam

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di AO sono così definite:

- analisi bibliografica e conoscitiva;
- sopralluogo ed identificazione dei punti di monitoraggio;
- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari;
- esecuzione delle campagne di rilievo;
- analisi ed elaborazione dei risultati;
- restituzione dei risultati secondo quanto indicato nelle schede di rilevamento;
- produzione del rapporto descrittivo e inserimento dei dati nel sistema informativo.

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

### Monitoraggio corso d'opera

Le attività di monitoraggio dovranno essere precedute da un'analisi dell'effettiva cantierizzazione che sarà eseguita in fase di progetto esecutivo.

Italferr provvederà a confermare o eventualmente modificare le ubicazioni delle sezioni di monitoraggio e a comunicarle agli Enti competenti.

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase di CO sono da eseguirsi per ogni anno di durata dei lavori e sono così definite:

- verifica della tempistica di campionamento in funzione delle fasi di costruzione dell'opera e delle relative attività di lavorazione;
- sopralluogo e riconoscimento dei punti di monitoraggio;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 43 di 136

- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alle reti necessarie alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari con particolare riferimento all'installazione delle centraline per il monitoraggio in continuo;
- esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche;
- restituzione dei risultati nelle schede di rilievo;
- valutazione dei risultati;

### Monitoraggio post-operam

- esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche;
- restituzione dei risultati nelle schede di rilievo;
- valutazione dei risultati;

Le misure saranno condotte secondo le metodiche di riferimento indicate al par. 4.2.4, con durata e frequenza come di seguito riportato:

- **Fase ante operam (AO)**
  - Durata: 12 mesi
  - Frequenza: due volte nell'anno precedente l'inizio lavori per postazione
- **Fase corso d'opera (CO)**
  - Durata: per tutta la durata dei lavori
  - Frequenza: quattro volte l'anno per tutta la durata dei lavori
- **Fase post operam (PO)**
  - Durata: 12 mesi
  - Frequenza: due volte nell'anno (periodo invernale e periodo estivo) a valle dell'attivazione della linea secondo il modello di esercizio di progetto

Con riferimento agli aspetti temporali si precisa che:

- La durata complessiva della fase di realizzazione (attività di costruzione) è stimata in 540 giorni dalla consegna lavori all'ultimazione degli stessi, pari a circa 1,5 anni

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

- Le campagne di misura in ciascun punto di monitoraggio avranno durata di 15 giorni.
- Ciascuna campagna dovrà avere una durata tale da permettere la raccolta di almeno 14 giorni di dati validi relativi a giorni non piovosi, intendendo come “giornata piovosa” quella con più di 1,0 mm di pioggia cumulata giornaliera. In caso di eventi di questo tipo, la campagna dovrà essere prolungata fino ad un massimo di 21 giorni, al termine dei quali la campagna sarà considerata comunque valida.

La tabella che segue riporta il numero di campagne di monitoraggio previste per ogni fase.

*Tabella 4-2 Atmosfera: Programmazione del monitoraggio – Campagne AO - CO*

CODICE PUNTO	FREQUENZA	AO N. CAMPAGNE (12 MESI)	CO N. CAMPAGNE (~1,5 ANNI)	LOCALIZZAZIONE
ATC 01	trimestrale	2	6	CO.01
ATC 02	trimestrale	2	6	AT.02
ATC 03	trimestrale	2	6	AT.03
ATC 04	trimestrale	2	6	VI01

*Tabella 4-3 Atmosfera: Programmazione del monitoraggio – Campagne AO - PO*

CODICE PUNTO	FREQUENZA	AO N. CAMPAGNE (12 MESI)	PO N. CAMPAGNE (12 MESI)	LOCALIZZAZIONE
ATF 01	semestrale	2	2	0+650
ATF 02	semestrale	2	2	1+740

A tal riguardo si specifica che:

- La localizzazione dei punti di monitoraggio è rappresentata negli elaborati cartografici “RR0010R22RGMA0000001A Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio”.
- L’ubicazione dei punti di monitoraggio, operata sulla base dei risultati delle analisi ambientali e delle condizioni di contesto presenti all’intorno delle aree di cantiere fisso / aree di lavoro, potrà essere modificata durante la fase di corso d’opera in funzione degli esiti di accertamenti sul campo per la verifica della fattibilità logistica (allacci corrente, permessi in aree private, ecc.).

- Resta ovviamente inteso che l'eventuale diversa localizzazione dei punti di misura dovrà essere sempre finalizzata ad evidenziare il contributo delle emissioni di cantiere
- L'ubicazione dei punti di monitoraggio per la fase ante operam e per quella post sarà la medesima, così da rendere rappresentativo il confronto tra i valori rilevati

Per quanto concerne i punti non influenzati, il punto previsto è localizzato lungo Via Bazzoni-Sircana, ritenuta assimilabile alla SS729 in quanto asse di penetrazione urbana (cfr. Figura 4-5).



Figura 4-5 Localizzazione dei Punti Non Influenzati - N.I.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 46 di 136

### 4.3 Acque superficiali

#### 4.3.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale è finalizzato a valutare le eventuali variazioni delle caratteristiche dei corpi idrici dovute alla realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio AO ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche dei corsi d'acqua in assenza di eventuali disturbi provocati dalle lavorazioni e dalle opere in progetto.

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

Nel caso in cui sia evidenziata una possibile correlazione tra il superamento e le lavorazioni di cantiere, il Direttore dei Lavori emette un Ordine di Servizio nei confronti dell'Appaltatore per verificare se tale circostanza sia generata dalle lavorazioni eseguite, dal mancato rispetto o dalla insufficienza delle mitigazioni ambientali. In caso di accertata responsabilità dell'Appaltatore, quest'ultimo provvede ad eliminare le cause di perturbazione dell'ambiente idrico per far rientrare i parametri di indagine nei limiti prestabiliti.

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

Inoltre, il monitoraggio AO ha anche lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO o PO, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche dei corsi d'acqua tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico.

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

#### 4.3.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Ambiente idrico REV. 1 del 17 giugno 2015" (ISPRA).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>47 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	47 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	47 di 136								

In tal senso, le aree oggetto di monitoraggio sono state scelte in ragione della tipologia di opera e della sensibilità e/o vulnerabilità dell'area interessata; pertanto l'individuazione dei punti dovrà essere strettamente connessa a:

- rapporto opera – ambiente idrico e alla valutazione dei relativi effetti;
- reti di monitoraggio (nazionale, regionale e locale) meteo idro–pluviometriche e quali – quantitative esistenti, in base alla normativa di settore.

Al fine di eseguire un'analisi a scala di sito e, quindi, strettamente calata sulle emergenze idriche da monitorare, i punti di monitoraggio sono stati individuati secondo il criterio idrologico Monte-Valle (M-V) rispetto ai corsi d'acqua interessati dalle attività di cantiere, così da poter valutare le variazioni di specifici parametri/indicatori derivanti da un'eventuale contaminazione connessa a dette attività (ad esempio a seguito di sversamenti accidentali di sostanze inquinanti). Tali punti di indagine rimangono fissi per tutte le fasi di monitoraggio, previa verifica che nel tratto ricompreso non vi siano derivazioni, scarichi o immissioni d'acqua.

In ragione della modesta articolazione che presenta il reticolo idrografico in corrispondenza della porzione territoriale interessata dall'opera in progetto e del conseguente ridotto numero delle opere di attraversamento, i corsi d'acqua oggetto di monitoraggio sono stati così individuati:

- **Rio Paule Longa**

Per quanto specificatamente riguarda le acque di ruscellamento delle aree di cantiere destinate allo stoccaggio temporaneo delle terre, si specifica che la loro gestione, qualora presenti, sarà regolamentata nel momento in cui l'appaltatore chiederà le necessarie autorizzazioni per la raccolta, smaltimento e/o scarico presso le autorità competenti.

#### **4.3.3 Parametri oggetto del monitoraggio**

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>48 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	48 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	48 di 136								

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

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

- Indagini quantitative: misure di portata;
- Indagini qualitative, a loro volta articolate in:
  - Parametri chimico-fisici
  - Parametri chimici e batteriologici
  - Parametri biologici e fisiografico-ambientali

#### Indagini quantitative

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

- **Portata (in situ)**

È il parametro che quantifica l'entità dei deflussi, fornendo un dato che può essere messo in correlazione sia al quadro di riferimento idrologico del corso d'acqua, per identificare eventuali impatti dovuti alle lavorazioni limitrofe impattanti il regime idrologico, sia ai parametri chimico-fisici di qualità dell'acqua per valutare l'entità dei carichi di inquinanti che defluiscono nella sezione di controllo (dato essenziale per la stima di bilanci di inquinanti nella rete idrografica).

#### Indagini qualitative

- **Parametri chimico-fisici**

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

- Temperatura acqua

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

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali e può variare a seguito del rilascio/scarico di sostanze acide e/o basiche.

La conducibilità elettrica varia in funzione del contenuto di sali disciolti, quindi è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e solubilità delle rocce a contatto con le acque, ma può variare in maniera importante in presenza di inquinanti.

La concentrazione di ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali/parametri ambientali, quali: pressione atmosferica, temperatura, salinità, attività fotosintetica, condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni del contenuto di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli; infatti, una carenza di ossigeno può indicare la presenza di sostanza organica o inorganica riducente. La solubilità dell'ossigeno varia sensibilmente in funzione della temperatura e della pressione barometrica, pertanto i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni registrate al momento del prelievo. Anche la presenza di organismi fotosintetici (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne.

I solidi sospesi totali sono indicativi, anche in associazione alla torbidità rilevata strumentalmente e alla misura del trasporto solido in sospensione, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o a interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo e/o l'erosione del suolo/sponda (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, cava o discarica, dissesti, ecc.). Concentrazioni elevate di solidi in sospensione per tempi prolungati possono avere ripercussioni sulla quantità degli habitat per i macroinvertebrati e la fauna ittica.

- **Parametri chimici e microbiologici acqua**

Le analisi chimiche e microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua. Verranno

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 50 di 136

analizzati parametri tipicamente legati alle attività di lavorazione e secondariamente all'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria. Verranno rilevati i seguenti parametri:

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

I cloruri sono sempre presenti nell'acqua in quanto possono avere origine minerale. Valori elevati possono essere collegati a scarichi civili, industriali e allo spandimento di fertilizzanti clorurati e all'impiego di sali antigelo sulle piattaforme stradali. Possono inoltre derivare da processi di depurazione dovuti ad attività di cantiere, dove viene utilizzato l'acido cloridrico (HCL) come correttore di pH, oppure derivano dal processo di potabilizzazione per aggiunta di ipoclorito di sodio NaClO, utilizzato per ossidare le sostanze presenti nell'acqua, liberando ossigeno.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 51 di 136

Cromo, Nichel, Zinco sono metalli potenzialmente riferibili al traffico veicolare. Il Cadmio è indicativo della classe di qualità dei corsi d'acqua ed è correlabile alle possibilità di vita dei pesci. La presenza di alcuni metalli può essere inoltre correlata alle lavorazioni, in quanto presenti nel calcestruzzo (cromo) o tramite vernici, zincature e cromature. La presenza di oli e idrocarburi è riconducibile all'attività di macchine operatrici di cantiere, a sversamenti accidentali, al lavaggio di cisterne e automezzi e al traffico veicolare.

- **Parametri biologici e fisiografico-ambientali**

- STAR.ICMI
- Indice NISECI

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

L'indice NISECI (Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche) utilizza come principali criteri per la valutazione dello stato ecologico di un determinato corso d'acqua la naturalità della comunità ittica (intesa come completezza della composizione in specie indigene attese in relazione al quadro zoogeografico ed ecologico), e la condizione biologica delle popolazioni presenti (quantificata positivamente per le specie indigene attese e negativamente per le aliene), in termini di abbondanza e struttura di popolazione tali da garantire la capacità di autoriprodursi ed avere normali dinamiche ecologico-evolutive. Tale metodo di valutazione della fauna ittica per la classificazione dei corpi idrici fluviali, oltre alle metriche definite dalla WFD (composizione, abbondanza e struttura di età), prende in considerazione anche la presenza di specie endemiche e quella di specie aliene e di ibridi.

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

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

*Tabella 4-4 Acque superficiali: Parametri da monitorare (fasi AO, CO e PO)*

Parametro	Metodo	U.M.
Temperatura acqua	APAT2100-campo	°C
Temperatura aria	Strumentale - campo	°C
pH	APAT2060-campo	upH
Conducibilità elettrica	APAT2030-campo	μS/cm
Ossigeno disciolto	ASTM D888-campo	mgO <sub>2</sub> /l
Solidi disciolti Totali (TDS)	UNI 15216	mg/l
Solidi Sospesi Totali (TSS)	APAT2090 B	mg/l
Portata	Correntometro - strumentale	mc/s
Calcio	EPA 6010D	mg/l
Sodio	EPA 6010D	mg/l
Potassio	EPA 6010D	mg/l
Magnesio	EPA 6010D	mg/l
Cloro attivo	APAT4080	mg/l
Fluoruri	APAT4020	mg/l
Solfati	APAT4020	mg/l
Bicarbonati	APAT2010B	mg/l
Nitrati	APAT4020	mg/l
Nitriti	APAT4020	mg/l
Ammonio	APAT 4030 B	mg/l
Ferro	EPA6020	μg/l
CromoVI	EPA7199	μg/l
Cromo totale	EPA6020	μg/l
Btexs	EPA5030 + EPA8260	μg/l
idrocarburi totali (cone n-esano)	EPA5021 + EPA8015 + UNIENISO9377	mg/l

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

Parametro	Metodo	U.M.
Piombo	EPA6020	mg/l
Zinco	EPA6020	mg/l
Rame	EPA6020	mg/l
Nichel	EPA6020	µg/l
Cadmio	EPA6020	mg/l
Indice STAR-ICMI	MANUALE ISPRA 2017	-
Indice NISECI	Protocollo Ispra	-

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

#### **4.3.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio**

##### Misure di Portata

Nelle campagne di misura, il punto preciso di indagine sarà a discrezione dell'esperienza dell'operatore e delle condizioni del corso d'acqua.

La rilevazione della portata verrà eseguita effettuando misure correntometriche. Tali misure saranno eseguite utilizzando mulinelli, provvisti di un set di eliche, idonee per misure in qualsiasi condizione di velocità; quando, per via delle condizioni idrologiche, non sarà possibile utilizzare il mulinello (metodo correntometrico), la portata sarà determinata con il metodo volumetrico o con il galleggiante.

Le sezioni di misura verranno predisposte al rilievo, eseguendo la pulizia del fondo e delle sponde o i manufatti esistenti per applicare i dispositivi di supporto e di calata.

Sulla stessa sezione fluviale, nel caso di misure ripetute in periodi diversi, verranno, per quanto possibile, mantenute metodiche e condizioni di misura analoghe, per favorire la confrontabilità dei dati.

Prima di ogni campagna di misura dovrà essere verificata l'efficienza e la manutenzione della strumentazione. La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore. Le verticali dovranno essere più frequenti laddove il fondo è irregolare.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>54 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	54 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	54 di 136								

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

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

### Campionamento per Analisi di Laboratorio

Il campionamento sarà realizzato tramite sonda a trappola che sarà immersa nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero. Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere.

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

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

Tutte le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

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

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

#### Indice STAR ICMI

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

*Tabella 4-5 Metriche compongono lo STAR-ICMI e peso attribuito nel calcolo*

<i>Tipo di informazione</i>	<i>Tipo di metrica</i>	<i>Nome della metrica</i>	<i>Taxa considerati nella metrica</i>	<i>Rif. bibliografico</i>	<i>Peso</i>
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	Armitage et al. 1983	0,333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log <sub>10</sub> (Sel_EPTD+1)	Log <sub>10</sub> (somma di Heptagenidae, Ephemeridae, Leptophlebidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae + 1)	Buffagni et al. 2004; Buffagni & Erba, 2004	0,266
Ricchezza/ Diversità	Abbondanza	1-GOLD	1-(Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al. 2004	0,067
Numero taxa	Numero totale di famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	Ofenböck et al. 2004	0,167	

Numero taxa	Numero di famiglie EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	Böhmer et al. 2004	0,083	
Indice diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{s-w} = -\sum(n_i/A) \cdot \ln(n_i/A)$	Hering et al. 2004; Böhmer et al. 2004		

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

Il calcolo dell'indice prevede i seguenti passaggi:

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

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

### Indice NISECI

Lo stato ecologico di un corpo idrico può essere considerato come la misura degli effetti dell'attività umana sugli ecosistemi acquatici ed è misurato mediante elementi di qualità biologici, supportato da elementi idromorfologici e fisico-chimici. Per la definizione dello stato ecologico di fiumi e laghi, la Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive, WFD) prende in considerazione elementi biologici riferiti ai diversi livelli trofici: flora acquatica (fitoplancton, fitobenthos, macrofite),

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>58 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	58 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	58 di 136								

macroinvertebrati bentonici, fauna ittica, di quest'ultima valutandone, per i fiumi, composizione tassonomica, abbondanza e struttura della popolazione. La classificazione di ciascun corpo idrico viene effettuata mediante l'espressione di un singolo giudizio complessivo, definito "Stato ecologico", che viene calcolato mediante l'attribuzione del giudizio più basso tra gli elementi di qualità biologici considerati (principio "one out/all out").

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

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

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

### **Struttura dell'indice**

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

$$\begin{aligned}
 \text{NISECI} = & 0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) - 0.1 (1 - x_3) \\
 & \times \left( 0.1 x_1^{0.5} + 0.1 x_2^{0.5} + 0.8 (x_1 \times x_2) \right)
 \end{aligned}$$

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

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

Poiché i valori di stato ecologico, ai sensi della normativa europea, devono essere espressi sotto forma di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), ovvero il rapporto tra lo stato della comunità ittica osservata e quello della corrispondente comunità di riferimento, sono stati calcolati i valori soglia di NISECI in modo da definire intervalli RQE di uguale ampiezza per ciascuna delle 5 classi previste. La relazione tra NISECI e  $RQE_{NISECI}$  è stata ottenuta tramite simulazione di 21000 casi, nel corso della quale le 3 metriche dell'indice sono state fatte variare da 0 a 1 per incrementi di 0.1:

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

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

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

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

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

Per la metrica Presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene, le specie aliene sono state suddivise in tre gruppi in funzione della loro nocività, definita sulla base del livello di impatto sulla fauna ittica autoctona. Gli elenchi delle specie

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>60 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	60 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	60 di 136								

appartenenti ai tre diversi gruppi sono riportati nell'Allegato 3 del Manuale e linee guida 159/2017 "Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI)" pubblicato da ISPRA, sulla base delle valutazioni effettuate da Zerunian et al. (2009).

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

#### **4.3.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

Il monitoraggio verrà eseguito in 3 fasi:

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

Come già indicato in precedenza, il monitoraggio su un corso d'acqua, in ognuna delle suddette fasi, sarà eseguito attraverso una sezione composta da due punti di monitoraggio, uno a monte ed uno a valle idrologico rispetto alle opere da realizzare, nonché rispetto alle aree di cantiere prossime al corso d'acqua in oggetto.

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

Le misure saranno condotte, per i parametri e seguendo le metodiche riportate nel precedente paragrafo 4.3.4, secondo durata e frequenza come di seguito riportato:

- **Fase Ante operam (AO)**
  - Durata: 6 mesi
  - Frequenza: trimestrale, 2 volte nell'anno precedente l'inizio lavori per postazione
- **Fase Corso d'opera (CO)**
  - Durata: per tutta la durata dei lavori
  - Frequenza: trimestrale, per un totale di 4 volte l'anno
- **Fase Post operam (PO)**
  - Durata: 6 mesi

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

- Frequenza: trimestrale, 2 volte nei 6 mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura

Con riferimento agli aspetti temporali si precisa che:

- La durata complessiva della fase di realizzazione è stimata in 540 giorni dalla consegna lavori all'ultimazione degli stessi, pari a circa 1,5 anni
- La frequenza del monitoraggio in CO e in PO potrà variare in funzione delle caratteristiche torrentizie/stagionali dei corsi d'acqua interessati e sulla base degli esiti del monitoraggio eseguito in fase AO. Inoltre, per quanto riguarda la fase CO, le indagini saranno svolte a seguito dell'inizio delle lavorazioni che possono avere delle ricadute sui corpi idrici monitorati.

Sulla base della articolazione temporale prima indicata, la seguente Tabella 4-6 riporta il quadro complessivo delle attività di monitoraggio previste e la localizzazione dei punti di misura.

La localizzazione dei punti è altresì riportata negli elaborati cartografici "RR0010R22RGMA0000001A Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

*Tabella 4-6 Acque superficiali: Programmazione delle attività di monitoraggio*

MISURE	POSIZIONE	CORSO D'ACQUA DA MONITORARE/PK	ANTE OPERAM (6 MESI)	CORSO D'OPERA N. CAMPAGNE (~1,5 anni)	POST OPERAM (6 MESI)
ASU.01	Monte	Rio Paule Longa (IN01-IN03)	Trimestrale (2 volte)	6 (4 volte / anno)	Trimestrale (2 volte)
ASU.02	Valle				
ASU.03	Monte	Rio Paule Longa (VI.01 – VI.02)	Trimestrale (2 volte)	6 (4 volte / anno)	Trimestrale (2 volte)
ASU.04	Valle				

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 62 di 136

#### 4.4 Acque sotterranee

##### 4.4.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare gli effetti generati dalla realizzazione e presenza dell'opera in progetto sul sistema idrogeologico, al fine di prevenirne le alterazioni, ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

##### 4.4.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio per la componente in esame è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Ambiente idrico REV. 1 del 17 giugno 2015", in linea generale il monitoraggio della componente acque sotterranee è rivolto ai seguenti ambiti:

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO          DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

In tal senso, nel caso in specie, il criterio sulla scorta del quale localizzare i punti di monitoraggio ha tenuto conto delle caratteristiche idrogeologiche del contesto territoriale di intervento, così come definite nella "Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica" (RR0010R69RGGE0001001A), e delle opere e delle lavorazioni previste, privilegiando, nella scelta degli areali di localizzazione di detti punti, quelli nei quali le aree di lavoro interessano zone aventi grado di permeabilità maggiore rispetto a quello individuato lungo l'intero tracciato in progetto.

I punti di monitoraggio sono determinati individuando, per ognuno dei suddetti areali, una coppia di punti di rilevazione disposti secondo il criterio Monte-Valle rispetto alla direzione di deflusso della falda. In questo modo sarà possibile valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo, ed individuare "tempestivamente" eventuali variazioni di un determinato parametro e, conseguentemente, valutare se tali impatti siano riconducibili alla realizzazione dell'opera.

La rete di monitoraggio, come riportato in Tabella 4-7, è costituita da:

- **n. 6 postazioni di rilievo utilizzate in coppia (M-V).**

Qualora emerga la necessità di installare ulteriori punti, l'esatta ubicazione sarà stabilita in situ, tenendo in considerazione le lavorazioni e le opere da realizzare nell'area, cioè posizionando ogni piezometro in una zona protetta da danni accidentali o atti di vandalismo e al contempo facilmente accessibile. I piezometri di nuova realizzazione saranno installati in modo tale da intercettare la falda, quindi, presenteranno un tratto filtrante compatibile con lo spessore dell'acquifero.

Le misure sono condotte in corrispondenza dei punti riportati in Tabella 4-7.

*Tabella 4-7 Acque sotterranee: Punti di monitoraggio*

MISURE	TIPOLOGIA	PROGR. KM	PROFONDITÀ FALDA DAL P.C. [M]	DATA LETTURA	CODICE SONDAGGIO	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE
ASO.01	Monte	0+660	nd	nd	nuovo piezometro	MU.04 / VI.01
ASO.02	Valle	0+590	nd	nd	nuovo piezometro	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

MISURE	TIPOLOGIA	PROGR. KM	PROFONDITÀ FALDA DAL P.C. [M]	DATA LETTURA	CODICE SONDAGGIO	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE
ASO.03	Monte	1+420	8,8	07.2022	S03_PZ	GN.01
ASO.04	Valle	1+450	nd	nd	nuovo piezometro	
ASO.05	Monte	2+510	nd	nd	nuovo piezometro	VI.03
ASO.06	Valle	2+520	2,4	07.2022	S05_PZ	

Si specifica che 2 punti di misura risultano corrispondenti ai sondaggi già effettuati; i restanti 4 punti sono nuovi piezometri che andranno eseguiti in tempo utile per poter permettere le attività di monitoraggio Ante Operam.

#### **4.4.3 Parametri oggetto del monitoraggio**

I parametri descrittivi che verranno indagati sono quelli ritenuti più significativi, perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria, alle attività previste, agli scarichi di cantiere, ad eventuali sversamenti accidentali, e all'eventuale filtrazione delle acque superficiali di ruscellamento e percolazione provenienti dalle aree di stoccaggio temporaneo dei materiali di scavo.

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

##### Indagini quantitative

- *livello piezometrico su pozzi*

Il monitoraggio quantitativo è mirato alla valutazione di massima degli andamenti stagionali della falda e delle modalità di deflusso delle acque sotterranee, al fine di individuare eventuali interferenze che le opere in trincea e galleria possono operare sul deflusso di falda. Il conseguimento di tali finalità richiede la disponibilità di dati sufficienti a definire le curve di ricarica e di esaurimento della falda. Pertanto, all'avvio del monitoraggio dovranno essere a disposizione tutte le informazioni idonee a restituire un quadro conoscitivo completo e dettagliato dei pozzi e delle sorgenti presenti nell'areale di progetto, inoltre dovranno essere aggiornati i dati relativi ai pozzi esistenti mediante sopralluoghi ad hoc, e dovranno essere redatte delle schede sintetiche descrittive dei dati

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>65 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	65 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	65 di 136								

caratteristici di tutti i punti monitorati.

### Indagini qualitative

- Parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- *Temperatura*
- *pH*
- *Conducibilità*

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

- Parametri fisici e chimici inorganici

- *Potassio*
- *Magnesio*
- *Cloruri*
- *Cloro attivo*
- *Fluoruri*
- *Solfati*
- *Bicarbonati*
- *Nitrati*
- *Nitriti*
- *Ammonio*
- *Solidi disciolti totali (TDS)*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

- *Solidi sospesi totali (TSS)*
- Elementi metallici nei sedimenti
  - *Calcio*
  - *Sodio*
  - *Ferro*
  - *Cromo totale*
  - *Piombo*
  - *Zinco*
  - *Rame*
  - *Nichel*
  - *Cadmio*

Il set di parametri descrittivi della qualità della componente oggetto di studio, sono quelli ritenuti più significativi perché correlabili alle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria.

In definitiva, per la definizione delle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite misure di campagna o di laboratorio, i parametri riportati nella tabella Tabella 4-8.

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

I parametri si riferiscono a tutte le fasi: Ante Operam (AO), Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO). Preliminarmente, in fase ante operam, saranno inoltre eseguite tutte le operazioni finalizzate all'installazione dell'attrezzatura di perforazione per la realizzazione dei sondaggi, fatto salvo quanto anticipato sopra relativamente all'eventuale presenza di piezometri già esistenti e ritenuti idonei allo scopo del monitoraggio.

*Tabella 4-8 Parametri monitorati per la componente acque sotterranee*

ATTIVITÀ DI CAMPO	METODICA	U.M.
Misura del livello statico/piezometrico	-	
Misure speditive dei parametri chimico-fisici	Multiparametrica	

ATTIVITÀ DI CAMPO	METODICA	U.M.
Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche	-	
INDAGINI DI LABORATORIO		
Determinazione in laboratorio dei parametri fisici e chimici inorganici:		
<i>calcio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>sodio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>potassio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>magnesio</i>	<i>EPA6010</i>	<i>mg/l</i>
<i>cloruri</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>cloro attivo libero</i>	<i>APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>fluoruri</i>	<i>APAT4020</i>	<i>µg/l</i>
<i>solfat</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>bicarbonati</i>	<i>APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003</i>	<i>meq/l HCO3</i>
<i>nitrat</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>nitrit</i>	<i>APAT4020</i>	<i>µg/l</i>
<i>ammonio</i>	<i>APAT CNR IRSA 4030 B Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>solidi disciolti totali (TDS)</i>	<i>UNI EN 15216:2008</i>	<i>mg/l</i>
<i>Solidi sospesi totali (TSS)</i>	<i>APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>ferro</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>cromo totale</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>piombo</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>zinco</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>rame</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>nichel</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>cadmio</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>idrocarburi totali (cone n-esano)</i>	<i>EPA5021 8015 UNI 9377</i>	<i>µg/l</i>

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 68 di 136

#### 4.4.4 Specifiche e strumentazione di monitoraggio

##### Misure in situ

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

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

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

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

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

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>69 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	69 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	69 di 136								

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

#### Prelievo campioni per analisi di laboratorio

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

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

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

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

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

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

- sigla identificativa del pozzo o del piezometro

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>70 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	70 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	70 di 136								

- data e ora del campionamento

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

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

#### **4.4.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

Il monitoraggio verrà eseguito in 3 fasi:

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

Le misure saranno condotte secondo la durata e frequenza come di seguito riportata:

- **Fase Ante operam (AO)**
  - Durata: 6 mesi
  - Frequenza: trimestrale, n.2 campagne da eseguirsi prima dell'inizio lavori
- **Fase Corso d'opera (CO)**
  - Durata: per tutta la durata dei lavori
  - Frequenza: trimestrale, per un totale di 4 campagne/anno
- **Fase Post operam (PO)**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO          DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

- Durata: 6 mesi
- Frequenza: trimestrale, n.2 campagne da eseguirsi nei 6 mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura

In merito alle tempistiche sopra riportate si evidenzia che:

- La durata complessiva della fase di realizzazione è stimata in 540 giorni dalla consegna lavori all'ultimazione degli stessi, pari a circa 1,5 anni
- Si prevede un'intensificazione del monitoraggio nel caso di eventi piovosi di particolare intensità, quando il livello della falda possa risalire fino a raggiungere il livello delle lavorazioni; tale accorgimento è di carattere puntuale, in base alle valutazioni in corso d'opera.

*Tabella 4-9 Acque sotterranee: Punti di monitoraggio e frequenza*

MISURE	TIPOLOGIA	PROGR. KM	AO	CO	PO
			N. CAMPAGNE (6 MESI)	N. CAMPAGNE (~1,5 ANNI)	N. CAMPAGNE (6 MESI)
ASO.01	Monte	0+660	2	6	2
ASO.02	Valle	0+590	2	6	2
ASO.03	Monte	1+420	2	6	2
ASO.04	Valle	1+450	2	6	2
ASO.05	Monte	2+510	2	6	2
ASO.06	Valle	2+520	2	6	2

La localizzazione dei punti è riportata negli elaborati cartografici "RR0010R22RGMA0000001A Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 72 di 136

## 4.5 Suolo e sottosuolo

### 4.5.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio della componente suolo e sottosuolo ha la funzione di:

- garantire il controllo della qualità del suolo intesa come capacità agro-produttiva e fertilità
- rilevare eventuali alterazioni dei terreni al termine dei lavori
- garantire un adeguato ripristino ambientale delle aree di cantiere

Le attività di monitoraggio consentono di valutare le eventuali modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni nelle aree sottoposte ad occupazione temporanea dai cantieri, dove possono avvenire modifiche delle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni per: compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, sversamenti accidentali.

In tal senso, si ritiene necessario prevedere le seguenti fasi di monitoraggio:

- ante-operam (AO) al fine di costituire un database di informazioni sugli aspetti pedologici iniziali di confronto per la restituzione all'uso agricolo delle aree occupate temporaneamente dai cantieri
- post-operam (PO) al fine di evidenziare eventuali alterazioni subite dal terreno a seguito delle attività dei cantieri. Questo consentirà di determinare le eventuali aree in cui sarà necessario effettuare le operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva

### 4.5.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

In coerenza con gli obiettivi di monitoraggio, il criterio sulla scorta del quale sono stati individuati i punti di monitoraggio è risieduto nel riferirlo a quelle aree di cantiere fisso per le quali si verificano le seguenti condizioni:

- Localizzazione in corrispondenza di aree allo stato ante operam non artificializzate
- Presenza, in fase di cantierizzazione, di una pavimentazione ancorché temporanea
- Ripristino allo stato attuale al termine dei lavori.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 73 di 136

Per quanto specificatamente riguarda le aree di cantiere adibite allo stoccaggio delle terre e rocce da scavo che saranno gestite in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017, si specifica che le modalità di loro gestione e, con essa, anche le attività di monitoraggio sono dettagliate all'interno del Piano di Utilizzo dei materiali da scavo, redatto in conformità al predetto decreto ed al quale si rimanda ai fini di ogni approfondimento.

#### **4.5.3 Parametri oggetto del monitoraggio**

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

- parametri pedologici
- parametri chimico – fisici
- parametri chimici
- parametri topografico-morfologici e piezometrici

Più in dettaglio, le caratteristiche dei suoli saranno investigate, descritte e dimensionate fino a profondità massima di 1.5 m, mediante l'esecuzione di scavi (di larghezza di almeno 2 m) che consentano accurate descrizioni di profili pedologici.

Per ogni punto di monitoraggio, oltre ai riferimenti geografici (comprese le coordinate) e temporali, saranno registrati i caratteri stazionali dell'area di appartenenza: quota, pendenza, esposizione, uso del suolo e pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere, vegetazione, substrato pedogenetico, rocciosità affiorante, pietrosità superficiale, altri aspetti superficiali, stato erosivo, permeabilità, profondità della falda.

Nella descrizione del profilo del suolo saranno definiti i diversi orizzonti e, relativamente a ciascuno di questi, i seguenti parametri: profondità, tipo e andamento del limite inferiore; umidità; colore; screziature; tessitura; contenuto in scheletro; struttura; consistenza; presenza di pori e fenditure; presenza di attività biologica e di radici; presenza (e natura) di pellicole, concrezioni, noduli, efflorescenze saline; reazione (pH); effervescenza all'HCl.

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO          DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

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

*Tabella 4-10 Set di analisi per la componente suolo e sottosuolo (fasi ao e po)*

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO (FASI AO E PO)	
Parametri pedologici	Esposizione
	Pendenza
	Uso del suolo
	Microrilievo
	Pietrosità superficiale
	Rocciosità affiorante
	Fenditure superficiali
	Vegetazione
	Stato erosivo
	Permeabilità
	Classe di drenaggio
	Substrato pedogenetico
	Profondità falda
Parametri chimico – fisici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio)	Designazione orizzonte
	Limiti di passaggio
	Colore allo stato secco e umido
	Tessitura
	Struttura
	Consistenza
	Porosità
	Umidità
Contenuto in scheletro	
Concrezioni e noduli	

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO (FASI AO E PO)	
	Efflorescenze saline
	Fenditure o fessure
	Ph
PARAMETRI CHIMICI (Analisi di laboratorio)	Capacità di scambio cationico
	Azoto totale
	Azoto assimilabile
	Fosforo assimilabile
	Carbonati totali
	Sostanza organica
	Capacità di ritenzione idrica
	Conducibilità elettrica
	Permeabilità
	Densità apparente

#### **4.5.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio**

##### Generalità

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

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

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 76 di 136

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

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

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

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

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

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

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

### Profilo del suolo

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>77 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	77 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	77 di 136								

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

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

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

Ultimate le operazioni di scavo, le superfici scelte per la descrizione vanno ripulite accuratamente e se una parte è molto umida, in contrasto con una parte poco umida, sarebbe consigliabile attendere (se c'è tempo disponibile e le condizioni ambientali sono favorevoli) fino a che la superficie più umida sia in parte asciugata. Nel caso di suoli, od orizzonti, con forme strutturate rilevanti, la preparazione della superficie dovrebbe essere fatta "a coltello" (agendo cioè sulle fessure naturali tra aggregato ed aggregato) in modo da evidenziare queste strutture, sia per realizzare una ripresa fotografica più significativa, sia per facilitare l'individuazione di orizzonti specifici. I piani scelti per foto e descrizione possono essere lisciati grattando la superficie con un coltello od una cazzuola in modo uniforme, per rimuovere tutti i segni lasciati dagli strumenti di scavo. Le condizioni migliori per evidenziare le forme aggregate naturali sono legate al contenuto idrico, e così è anche per molti colori, perciò le classi da umido a poco umido sono considerate le più favorevoli. Se il suolo è troppo secco le eventuali aggregazioni diventano prominenti, ma i contrasti di colore risultano molto attenuati. In queste condizioni sarà opportuno inumidire la faccia del profilo prima della ripresa fotografica con un nebulizzatore, in

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

modo da esaltarne gli aspetti cromatici (meglio ancora, per sottolineare questi aspetti, inumidire solo una striscia ad es. tra un lato della faccia ed il nastro graduato delle profondità posto verso il centro del profilo, lasciando l'altra metà in condizioni secche). Il "make up" preparatorio per foto e descrizione comprende anche la rimozione di tutte le imbrattature dei materiali estranei agli orizzonti che si realizzano durante lo scavo, la verticalizzazione del piano (cercando però di lasciare in loco le pietre, anche se sporgenti, e gli spezzoni di radici in modo da rispettare l'architettura dei sistemi radicali), la rimozione di tutti i materiali caduti sul fondo durante queste operazioni.

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

#### Parametri pedologici

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

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

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

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

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

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

- Rocciosità affiorante: percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 mq attorno al punto di monitoraggio;
- Fenditure superficiali: indicare per un'area di circa 100 mq il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità (valori più frequenti di circa 10 misurazioni) in cm delle fessure presenti in superficie;
- Vegetazione: descrizione, mediante utilizzo di unità sintetiche fisionomiche o floristiche, della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno areale del punto di monitoraggio;

- Stato erosivo: presenza di fenomeni di erosione o deposizione di parti di suolo;
- Permeabilità: velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuibile allo stato a granulometria più fine presente nel suolo, utilizzando la seguente scala numerica:

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

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO          DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

### Designazione orizzonti e parametri fisico-chimici

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

- Designazione orizzonte: designazione genetica mediante codici alfanumerici e secondo le convenzioni definite in IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999) e SOIL SURVEY STAFF (1998);
- Limiti di passaggio: confine tra un orizzonte e quello immediatamente sottostante, definito quanto a "profondità" (distanza media dal piano di campagna), "tipo" (ampiezza dell'intervallo di passaggio), "andamento" (geometria del limite);
- Colore allo stato secco e umido: colore della superficie interna di un aggregato di suolo in condizioni secche e umide, definito mediante confronto con le "Tavole Munsell" (Munsell Soil Color Charts) utilizzando i codici alfanumerici previsti dalla stessa notazione Munsell (hue, value, chroma);
- Tessitura: stima delle percentuali di sabbia, limo e argilla presenti nella terra fine, determinate rispetto al totale della terra fine, come definite nel triangolo tessiturale della "SoilTaxonomy - U.S.D.A.":

<b>Classe tessiturale (codice)</b>
Sabbiosa (S)
Sabbioso franca (SF)
Franco sabbiosa (FS)
Franca (F)
Franco limosa (FL)
Limosa (L)
Franco sabbioso argillosa (FSA)
Franco argillosa (FA)
Franco limoso argillosa (FLA)
Argillosa (A)
Argilloso sabbiosa (AS)
Argilloso limosa (AL)

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

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

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

Codice	Descrizione	Stima quantità carbonato di calcio
0	Nessuna effervescenza	$\text{CaCO}_3 \leq 0,1\%$
1	Effervescenza molto debole	$\text{CaCO} \approx 0,5\%$
2	Effervescenza debole	$\text{CaCO}_3 1\div 2\%$
3	Effervescenza forte	$\text{CaCO}_3 \approx 5\%$
4	Effervescenza molto forte	$\text{CaCO}_3 \geq 10\%$

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

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

### Parametri chimici

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

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

Capacità Scambio Cationico (C.S.C.)	
Bassa	< 10 meq/100 g
Media	10÷20 meq/100 g
Elevata	20÷30 meq/100 g
Molto elevata	> 30 meq/100 g

- Azoto totale: espresso in %, determinato tramite il metodo Kjeldhal;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 84 di 136

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

#### **4.5.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

Le attività di monitoraggio del suolo prevedono le seguenti fasi:

- Ante Operam (AO), utile a costituire un database di informazioni sugli aspetti pedologici iniziali delle aree occupate temporaneamente dai cantieri;
- Post Operam (PO), utile a evidenziare eventuali alterazioni subite dal terreno a seguito delle attività di cantiere e determinare la necessità o meno di effettuare operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva.

Le attività di monitoraggio del suolo e sottosuolo nelle fasi di AO e PO prevedono una campagna nei 6 mesi antecedenti l'inizio dei lavori.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa dei punti di misura.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO          DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

*Tabella 4-11 Suolo e sottosuolo: Attività di monitoraggio*

MISURE	AREA DI CANTIERE	Ao (6 MESI)	Po (6 MESI)
SUO.01	Area di stoccaggio – AS.01	1 volta	1 volta
SUO.02	Deposito temporaneo - DT.01	1 volta	1 volta
SUO.03	Area di stoccaggio – AS.02	1 volta	1 volta
SUO.04	Cantiere base – CB.01	1 volta	1 volta
SUO.05	Area di stoccaggio – AS.03	1 volta	1 volta
SUO.06	Cantiere operativo – CO.01	1 volta	1 volta

La localizzazione dei punti è riportata negli elaborati cartografici “RR0010R22RGMA0000001A Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio”.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 86 di 136

## 4.6 Rumore

### 4.6.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio del rumore ha l'obiettivo di controllare l'evolversi della situazione ambientale per la componente in oggetto nel rispetto dei valori imposti dalla normativa vigente.

Il monitoraggio per lo stato corso d'opera è finalizzato a verificare gli effetti generati sui ricettori nelle localizzati nelle aree limitrofe a quelle di lavoro, il contributo alla loro mitigazione derivante dalla presenza delle barriere antirumore, e, in caso di accertati superamenti rispetto ai valori limite, ad intervenire tempestivamente con misure idonee. Per la fase post operam, l'obiettivo del monitoraggio è quello di verificare gli effetti acustici dovuti all'esercizio della linea ferroviaria secondo il modello di esercizio di progetto, accertare la reale efficacia degli interventi di mitigazione e predisporre le eventuali nuove misure per il contenimento del rumore.

### 4.6.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio acustico mira a controllare il rispetto degli standard o dei valori limite definiti dalle leggi, in particolare il rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti in base alla classificazione acustica del territorio.

In tal senso, le tipologie di misure che in termini generali sono previste per il monitoraggio acustico nelle diverse fasi (ante operam, corso d'opera e post operam) sono le seguenti:

- RUC, per il monitoraggio del rumore prodotto dalle attività di cantiere (ante operam - corso d'opera)

Le postazioni RUC, finalizzate a verificare i livelli acustici generati dalle attività svolte nelle aree di cantiere e l'efficacia delle barriere antirumore di cantiere previste a protezione dei ricettori, sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi maggiormente esposti alle attività di cantiere rumorose (realizzazione di opere in elevazione, trincee e rilevati).

- RUL, per il monitoraggio del rumore prodotto dal FAL (ante operam - corso d'opera)

Le postazioni RUL, volte a monitorare gli effetti acustici prodotti dalle lavorazioni condotte lungo le aree di lavoro ed il contributo derivante dalle barriere antirumore mobili, sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi più prossimi al fronte avanzamento lavori e, quindi, maggiormente esposti alle attività di realizzazione delle opere

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>87 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	87 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	87 di 136								

- RUF, per il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario (ante operam - post operam)  
 Le postazioni RUF, dedicate al monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario, sono finalizzate alla verifica l'efficacia degli interventi di mitigazione acustica e della necessità di prevedere interventi di mitigazione diretti.

Nel caso in esame, stanti la localizzazione delle aree di cantiere fisso, le lavorazioni previste e la distribuzione dei ricettori ad uso abitativo all'interno del contesto di localizzazione dell'opera in progetto, sono state previste le seguenti tipologie di misure:

- **RUC - monitoraggio del rumore prodotto dalle attività di cantiere**
- **RUL - monitoraggio del rumore prodotto dal fronte avanzamento lavori**
- **RUF - monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario**

#### 4.6.3 Parametri oggetto di monitoraggio

Nel corso delle campagne di monitoraggio acustico vengono misurate le seguenti tipologie di dati:

- dati acustici: i parametri da misurare possono differenziarsi a seconda della fase e del target del monitoraggio. Si riportano di seguito le principali grandezze da registrare ai fini del monitoraggio acustico ambientale in ambienti esterni:  $LA_{eq}$ ,  $LA_{eqTR}$  (Tempo di riferimento diurno e notturno), livelli statistici ( $L_1$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{95}$ )  $L_{min}$ ,  $L_{Max}$ , Spettro minimo delle frequenze a 1/3 di banda d'ottava per il rilevamento delle componenti tonali. In caso di monitoraggio Post Operam con misure di tipo RUF, oltre ai parametri sopracitati, ad esclusione delle componenti tonali non applicabili alle infrastrutture dei trasporti (DMA 16/03/98 – Allegato A art. 14), devono essere acquisiti i parametri riportati nell'Allegato C, 1 "Metodologia di misura del rumore ferroviario", del DMA 16/03/98 associati al numero di treni transitati per ciascun periodo di riferimento; in egual modo le metodiche di acquisizione dati previste per le misure di tipo RUV sono riportate nell'Allegato C, 2 "Metodologia di misura del rumore stradale", dello stesso decreto e associati ai volumi di traffico per ogni periodo di riferimento.
- dati meteorologici: i parametri da registrare sono, tipicamente, la temperatura ambientale esterna [°C], la velocità [m/s] e la direzione [°N] del vento, la piovosità [mm] e l'umidità relativa [UR%];

- dati di inquadramento territoriale: le informazioni da registrare sono principalmente la geolocalizzazione del ricettore, la classificazione acustica dell'area in cui si inserisce il ricettore e desumibile, ove approvato dall'amministrazione comunale di competenza, dal Piano di Zonizzazione acustica, documentazione fotografica, e una descrizione delle caratteristiche acustiche, presenza di sorgenti specifiche nell'area nell'intorno di indagine).

Di seguito si riporta una tabella sintetica che riepiloga i parametri acustici da misurare in funzione della fase di monitoraggio da gestire:

Tipo	Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
RUC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LAeq (durata misura 24h in continuo, Diurno, Notturmo e intervalli orari di 1H da confrontare con i limiti di attenzione relativi alla zonizzazione acustica)</li> <li>• Indici Statistici: L1, L10, L50, L90, L95 (24 ore, Diurno, Notturmo e orario 1h)</li> <li>• Lmax (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Lmin (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Spettro livello dei minimi ad 1/3 di banda d'ottava diurno e notturno (Ricerca KT)</li> <li>• Determinazione del livello di pressione sonora equivalente che rappresenterà il <b>livello di rumore ambientale di "riferimento" (L<sub>AR</sub>)</b>, ovvero, il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si misura in assenza della sorgente specifica "cantiere" e che caratterizza le aree territoriali in cui si innesterà il cantiere per la realizzazione della nuova infrastruttura. Questo calcolato per i due periodi di riferimento diurno e notturno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LAeq durata misura 24h in continuo, Diurno, Notturmo e intervalli orari di 1H da confrontare con i limiti di attenzione relativi alla zonizzazione acustica</li> <li>• Indici Statistici: L1, L10, L50, L90, L95 (24 ore, Diurno, Notturmo e orario 1h)</li> <li>• LMax (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Lmin (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Spettro livello dei minimi ad 1/3 di banda d'ottava diurno e notturno (Ricerca KT)</li> <li>• Determinazione Livello Ambientale (LA) diurno e notturno (LA 24h = LAeq 24H, LA diurno = LAeq diurno, LA notturno = LAeq Notturmo)</li> <li>• Livello di emissione sorgente (LS) secondo le metodiche UNI 10855:1999</li> </ul>	-

Tipo	Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
<b>RUL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LAeq (durata misura 24h in continuo, Diurno, Notturno e intervalli orari di 1H da confrontare con i limiti di attenzione relativi alla zonizzazione acustica)</li> <li>• Indici Statistici: L1, L10, L50, L90, L95 (24 ore, Diurno, Notturno e orario 1h)</li> <li>• LMax (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Lmin (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Spettro livello dei minimi ad 1/3 di banda d'ottava diurno e notturno (Ricerca KT)</li> <li>• Determinazione del livello di pressione sonora equivalente che rappresenterà il <b>livello di rumore ambientale di "riferimento" (LAR)</b>, ovvero, il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si misura in assenza della sorgente specifica "cantiere" e che caratterizza le aree territoriali in cui si innesterà il cantiere per la realizzazione della nuova infrastruttura. Questo calcolato per i due periodi di riferimento diurno e notturno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LAeq (durata misura 24h in continuo, Diurno, Notturno e intervalli orari di 1H da confrontare con i limiti di attenzione relativi alla zonizzazione acustica)</li> <li>• Indici Statistici: L1, L10, L50, L90, L95 (24 ore, Diurno, Notturno e orario 1h)</li> <li>• LMax (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Lmin (24h diurno notturno e orario)</li> <li>• Spettro livello dei minimi ad 1/3 di banda d'ottava diurno e notturno (Ricerca KT)</li> <li>• Determinazione Livello Ambientale (LA) diurno e notturno (LA 24h = LAeq 24H, LA diurno = LAeq diurno, LA notturno = LAeq Notturno)</li> <li>• Livello di emissione sorgente (LS) secondo le metodiche UNI 10855:1999</li> </ul>	-
<b>RUF</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LAeq,TR (durata misura non inferiore a 24h in continuo diurno, notturno)</li> <li>• Data/ora rilevamento transito</li> <li>• Durata</li> <li>• LAeq (diurno notturno e singolo transito)</li> <li>• Lmax transito</li> <li>• SEL (diurno, notturno e transito)</li> <li>• SEL - 10dB transito</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LAeq,TR (durata misura non inferiore a 24h in continuo diurno, notturno)</li> <li>• Data/ora rilevamento transito</li> <li>• Durata</li> <li>• LAeq (diurno notturno e singolo transito)</li> <li>• Lmax transito</li> <li>• SEL (diurno, notturno e transito)</li> </ul>

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

Tipo	Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Numero treni (diurno e notturno)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>SEL - 10dB transito</li> <li>Numero treni (diurno e notturno)</li> </ul>

#### 4.6.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Il monitoraggio acustico nelle diverse fasi (ante operam, corso d'opera e post operam) si svolge secondo i seguenti stadi:

- sopralluoghi, acquisizione permessi e posizionamento strumentazione
- monitoraggio per il rilievo in corrispondenza dei punti di misura
- elaborazione dei dati
- emissioni di reportistica ed inserimento in banca dati

L'esecuzione dei rilievi avviene a mezzo di fonometri di classe 1, conformi agli standard prescritti dall'articolo 2 del D.M. 16/03/98: *"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"*.

I requisiti minimi della catena strumentale per approntare le postazioni di misura per il monitoraggio sono i seguenti:

- fonometro integratore di classe 1 con idonea capacità di memorizzazione dei dati registrati;
- microfono per esterni con schermo antivento;
- calibratore;
- cavalletti, stativi o aste microfoniche a seconda della tipologia di installazione da approntare;
- mini-cabine o valigette stagne, antiurto, complete di idonee batterie di alimentazione della strumentazione e per il ricovero della stessa;
- sistema di acquisizione in continuo e registrazione dei dati meteorologici richiesti;
- Metodiche di misura.

Le metodiche di misura si differenziano a seconda delle fasi di monitoraggio e delle caratteristiche delle sorgenti di rumore monitorate.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 91 di 136

### Fase Ante Operam

L'obiettivo del monitoraggio durante la fase che precede le lavorazioni consiste nel caratterizzare il clima acustico preesistente dell'area oggetto di monitoraggio. Il livello di pressione sonora equivalente misurato rappresenterà il **livello di rumore ambientale di "riferimento" ( $L_{AR}$ )**, ovvero, il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si misura in assenza della sorgente specifica "cantiere" e che caratterizza le aree territoriali in cui si innesterà il cantiere per la realizzazione della nuova infrastruttura. Il livello equivalente del rumore ambientale deve essere calcolato per i due periodi di riferimento, quello diurno, che interessa la fascia oraria 06:00 ÷ 22:00, e quello notturno per la fascia oraria 22:00 ÷ 06:00. Questi due valori verranno confrontati con i limiti normativi vigenti per verificare l'eventuale sussistenza di superamenti degli stessi limiti. Questa misura, dunque, ha un duplice valore: è utile per la identificazione di eventuali criticità acustiche in essere prima dell'inizio dei lavori, confrontando tale misura con i limiti vigenti, e rappresenta un valido strumento per le valutazioni sul rumore "residuo" che verranno effettuate nella fase di corso d'opera.

Per quanto concerne le misure di rumore dovuto al traffico ferroviario sarà eseguita una misura AO per determinare l'inquinamento acustico preesistente ai sensi del DMA 16/03/1998 Allegato C1.

In caso di recettori situati in prossimità delle aree di stazione, qualora si ravvisasse l'impossibilità tecnica di individuare correttamente i transiti ferroviari e di derivare il livello equivalente derivante da traffico ferroviario ( $LA_{eq,TR}$ ), si procederà con la misura del livello equivalente del rumore ambientale  $LA_{eq}$  calcolato per i due periodi di riferimento, quello diurno (06:00 ÷ 22:00) e quello notturno (22:00 ÷ 06:00) da confrontare con i limiti normativi vigenti.

### Fase Corso d' Opera

L'obiettivo del monitoraggio è quello di valutare l'impatto acustico prodotto dal cantiere, attraverso la determinazione del **livello di rumore ambientale ( $L_A$ )**, ovvero il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e per un determinato periodo temporale. Il rumore ambientale è costituito dalla sovrapposizione del rumore residuo, l'insieme di tutte le sorgenti acustiche esterne al cantiere, e del rumore prodotto dalle sorgenti specifiche "cantiere" d'impatto; dal rumore ambientale sono esclusi gli eventi sonori di natura eccezionale che non appartengono al clima acustico di zona. Il livello equivalente del rumore ambientale anche in questo caso deve essere calcolato per i due periodi di riferimento, quello diurno (06:00 ÷ 22:00)

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO          DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

e quello notturno (22:00 ÷ 06:00). L'operazione successiva alla misura del livello ambientale è quella di misurare il cosiddetto rumore "residuo", ossia il rumore prodotto da tutte le sorgenti in una zona, con esclusione della sorgente specifica, ossia il cantiere. Nei contesti in cui la sorgente cantiere può essere "disattivata", banalmente interrompendo la lavorazione o durante la pausa pranzo, è sufficientemente semplice misurare il livello equivalente residuo. In contesti più complessi dove questa operazione non è possibile è necessario adottare metodiche differenti per poter valutare il rumore residuo. La valutazione del rumore residuo è necessaria per poter quantificare il rumore emesso dal cantiere ad esempio in facciata ad un ricettore: "sottraendo" al rumore ambientale il rumore residuo otteniamo il contributo di rumorosità prodotto in facciata dal solo cantiere, il valore di emissione acustica del cantiere da confrontare con i limiti normativi vigenti.

Come da indicazioni riportate nelle linee guida ISPRA per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grande Opera (doc. n 26/12), applicando le metodiche descritte nella norma tecnica UNI 10855 - "Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti", è possibile stimare il livello di emissione del cantiere.

Di seguito si riporta una breve descrizione delle metodiche maggiormente utilizzate per la valutazione dei livelli acustici di emissione generati dal rumore di cantiere.

*METODO A: Valutazione di una sorgente sonora disattivabile anche se il livello residuo (LR) è fluttuante:*

Il Metodo A è il metodo di base per valutare il contributo di una sorgente specifica ( $L_S$ ), ed è applicabile quando il livello del rumore ambientale ( $L_A$ ) supera di oltre 3 dB il livello del rumore residuo ( $L_R$ ), allora per cui, se:

$$L_A - L_R > 3 \text{ dB}$$

allora:

$$L_{S=} 10 \log \left[ 10^{(L_A/10)} - 10^{(L_R/10)} \right]$$

Nel caso in cui non si verifichi tale condizione, per cui  $L_A - L_R \leq 3 \text{ dB}$  allora non è possibile trarre informazioni precise e alcuna conclusione pertanto è necessario utilizzare il metodo successivo.

*METODO B1: valutazione in base ad analisi temporale*

Il successivo Metodo B è applicabile qualora la sorgente in esame (cantiere) presenti carattere stazionario (variazioni del livello sonoro non maggiori di 5 dB) ed il rumore residuo è fluttuante.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

L'applicazione di tale metodo comporta l'analisi temporale del rumore ambientale e, una volta accertata la sua stazionarietà, anche l'analisi temporale del rumore residuo.

Al fine di attribuire la stazionarietà al rumore emesso dal cantiere si impone che per almeno il 25% del periodo giornaliero di attività del cantiere, il rumore ambientale ( $LA'$ ), risulti stazionario. In tale valutazione vengono considerati solamente intervalli temporali con livelli sonori stazionari prolungati per almeno cinque minuti.

Inoltre, nel caso in cui la stazionarietà del rumore ambientale risulti compresa tra il 20% ed il 25% del periodo giornaliero di attività del cantiere, si ritiene opportuno valutare il contributo del cantiere sia con il Metodo B (sorgente stazionaria), sia con il Metodo C (sorgente fluttuante).

Una volta determinati gli intervalli temporali per cui, sia il rumore ambientale ( $LA'$ ) che il rumore residuo ( $LR'$ ), risultano stazionari e se  $LA' - LR' > 6$  dB, allora è possibile applicare il Metodo B, determinando il contributo specifico della sorgente con l'utilizzo della seguente formula:

$$L_{S=} = 10 \log \left[ 10^{(L_{A'}/10)} - 10^{(L_{R'}/10)} \right]$$

In caso contrario, si procede al calcolo del contributo sonoro della sorgente tramite il Metodo C.

#### *METODO B2: valutazione in base ad analisi statistica*

In assenza di idonea strumentazione per l'esecuzione dell'analisi temporale, precedentemente descritta, questa può essere sostituita dall'analisi statistica, scegliendo opportunamente il parametro da misurare ( $L_{90}$ ,  $L_{80}$  ...ecc): è essenziale comunque che sia utilizzato lo stesso parametro sia per il rumore ambientale che per il residuo. Si rimanda alla normativa tecnica UNI 10855:1999 per maggiori approfondimenti.

#### *METODO C: valutazione in base all'analisi di frequenza*

L'applicazione di tale metodo presuppone che la sorgente sia disattivabile, successivamente, si determina lo spettro per terzi di ottava del livello ambientale ( $L_A$ ) e del rumore residuo ( $L_R$ ); si identificano le bande di frequenza in cui i livelli di rumore ambientale ( $L_{fA}$ ) siano maggiori di almeno 3dB

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

dei relativi livelli del rumore residuo ( $L_{fR}$ ) e per tali bande di frequenza si calcola il livello del rumore specifico secondo la relazione:

$$L_{fS} = 10 \log \left[ 10^{(L_{fA}/10)} - 10^{(L_{fR}/10)} \right]$$

Per le restanti bande, si stima che il livello della sorgente ( $L_fS$ ), sia compreso fra due valori: un valore massimo ovvero  $L_{fA} - 3\text{dB}$  ed un valore minimo trascurabile.

In base ai risultati ottenuti è possibile costruire uno spettro massimo ed uno spettro minimo entro i quali si trova lo spettro della sorgente in esame. Per valutare una situazione maggiormente cautelativa è preferibile considerare il  $L_{Aeq}$  derivante dallo spettro massimo della sorgente  $L_{fS}$ .

I metodi sopra citati estrapolati dalla norma UNI 10855:1999 "*Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti*" risultano più che esaustivi nel calcolo del contributo della sorgente in esame, tuttavia, non è da escludere il presentarsi di casi particolari in cui sia necessario l'applicazione di ulteriori metodi riportati nella norma stessa.

### Fase Post Operam

Il monitoraggio Post Operam (PO) ha un unico obiettivo, quello di misurare l'impatto acustico prodotto dall'esercizio ferroviario dell'opera di nuova realizzazione; pertanto la tipologia di misura sarà svolta ai sensi del DMA 16/03/1998, Allegato C1 "Metodologia di misura del rumore ferroviario", i cui risultati saranno confrontati con il DPR 18/11/1998 n.459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario."

Per una corretta determinazione del livello equivalente derivante da traffico ferroviario ( $L_{Aeq,TR}$ ), ai sensi del DMA 16/03/1998 Allegato C1, occorre individuare i transiti ferroviari sulla Time History, i cui valori di  $L_{AFmax}$  siano almeno 10 dB(A) superiori al livello di rumore residuo (LR). Il valore  $L_{Aeq, TR}$  ottenuto, andrà confrontato con i limiti sanciti dal DPR 18/11/1998 n.459 a seconda della tipologia di progetto se superiore ai 200 Km/h o inferiore e della fascia di pertinenza in cui ricade il ricettore.

In caso di recettori situati in prossimità delle aree di stazione, qualora si ravvisasse l'impossibilità tecnica di individuare correttamente i transiti ferroviari e di derivare il livello equivalente derivante da traffico ferroviario ( $L_{Aeq,TR}$ ), si procederà con la misura del livello equivalente del rumore ambientale  $L_{Aeq}$

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 95 di 136

calcolato per i due periodi di riferimento, quello diurno (06:00 ÷ 22:00) e quello notturno (22:00 ÷ 06:00) da confrontare con i limiti normativi vigenti.

In accordo con quanto previsto nell'Allegato D, "Presentazione dei Risultati", del DMA 16/03/98, le attività di monitoraggio condotte saranno documentate in un report con un contenuto minimo come da indicazioni sotto riportate:

- data, luogo, ora del rilevamento e descrizione delle condizioni meteorologiche (velocità e direzione del vento);
- tempo di riferimento, di osservazione e di misura;
- catena di misura completa, riportando la strumentazione impiegata e relativo grado di precisione, dinamica e risposta in frequenza, nel caso di utilizzo di un sistema di registrazione o riproduzione, e certificato di verifica della taratura;
- livelli di rumore rilevati;
- classe di destinazione d'uso alla quale appartiene il luogo di misura;
- analisi e considerazioni/conclusioni sulla misura effettuata;
- elenco nominativo degli osservatori che hanno presenziato alla misurazione;
- identificativo e firma leggibile del tecnico competente che ha eseguito le misure.

Si precisa che nel caso in cui le misure condotte evidenzino situazioni di superamenti dei limiti normativi di riferimento, che siano riconducibili alla realizzazione o all'esercizio dell'opera in progetto, detta circostanza dovrà essere registrata e prontamente segnalata, così da poter intervenire tempestivamente con le tipologie di azioni correlate alla fase all'interno della quale sono stati registrati detti superamenti.

In tal senso, qualora si dovessero determinare dei superamenti nel corso della fase realizzativa, si provvederà ad impartire un Ordine di servizio verso l'Appaltatore, attraverso il quale gli sarà ordinato di porre in essere tutte le azioni necessarie a ridurre i livelli acustici prodotti. Nel caso in cui detti superamenti dovessero determinarsi nella fase di esercizio, si provvederà ad indagarne le cause e, qualora necessario, alla realizzazione di interventi diretti sui ricettori.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b></p>												
<p><b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>96 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	96 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	96 di 136								

#### **4.6.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

Nella Tabella 4-12 si riportano i punti di monitoraggio per la verifica delle emissioni acustiche, nonché la tipologia di punto (RUC, RUL, RUF).

Nel complesso si prevedono:

- **n. 3 postazioni fonometriche di tipo RUC, misure a cadenza trimestrale**
- **n. 2 postazioni fonometriche di tipo RUL, misure a cadenza semestrale**
- **n. 2 postazioni fonometriche di tipo RUF**

**Il numero totale delle postazioni è pari a 7.**

In merito alle tempistiche riportate nella seguente Tabella 4-12 si evidenzia che:

- La durata complessiva della fase di realizzazione è stimata in 540 giorni dalla consegna lavori all'ultimazione degli stessi, pari a circa 1,5 anni

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

Tabella 4-12 Rumore: Punti di monitoraggio

PUNTO	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE	FASE	N. CAMPAGNE	DURATA
RUC.01	AS.01	AO	1	24 h
		CO	6	24 h
RUC.02	AT.10 / AS.03	AO	1	24 h
		CO	6	24 h
RUC.03	AS.03 / CB.01	AO	1	24 h
		CO	6	24 h
RUL 01	MU.04 / RI.05	AO	1	24 h
		CO	3	24 h
RUL 02	MU.05 / RI.06	AO	1	24 h
		CO	3	24 h
RUF 01	0+650	AO	1	24 h
		PO	1	24 h
RUF 02	1+930	AO	1	24 h
		PO	1	24 h

Con riferimento a quanto riportato nella tabella precedente ed alle tempistiche di svolgimento delle misure, si precisa che:

- In fase di corso d'opera, le misure saranno condotte in concomitanza dello svolgimento delle lavorazioni e, per quanto attiene a quelle riguardanti le aree di cantiere fisse, in occasione dell'esecuzione delle lavorazioni più rilevanti sotto il profilo acustico.
- In fase di esercizio, le misure saranno condotte a valle della messa in esercizio della linea secondo il modello di esercizio di progetto

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è riporta negli elaborati cartografici *RR0010R22RGMA0000001A* "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 98 di 136

## 4.7 Vibrazioni

### 4.7.1 Obiettivi del monitoraggio

L'obiettivo del monitoraggio vibrazionale proposto nel presente PMA è quello di prevenire e controllare il disturbo indotto sugli edifici e sulla popolazione provocato dall'esposizione alle sorgenti vibrazionali, verificandolo, per la fase costruttiva, secondo quanto previsto dalla norma UNI 9614:2017, ed in quella di esercizio, rispetto alla norma UNI 9614:1990.

### 4.7.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

In termini generali, per la definizione della rete di monitoraggio sono state considerate le aree sensibili, tenendo conto dei ricettori posti nella fascia di territorio circostante le fonti di emissione e dei seguenti parametri:

- tipo di fonte di vibrazioni (livelli, spettro, durata nel tempo, etc.);
- condizioni geolitologiche e singolarità geolitologiche (caratteristiche geomeccaniche delle formazioni in posto, bancate di strati a maggiore consistenza, falde, etc.);
- presenza di infrastrutture sotterranee tali da interferire nella distribuzione del campo vibrazionale (tunnels, opere in fondazione, etc.);
- sensibilità dei ricettori dipendente da: destinazione d'uso, valore storico testimoniale;
- svolgimento di funzioni di servizio pubblico (ad es.: ospedali), etc.

Ai fini del monitoraggio delle vibrazioni, sempre in termini generali, sono previste tre tipologie di postazioni di misura:

- Postazioni di tipo VIC, specifiche per la verifica degli effetti delle attività di cantiere, da monitorare nelle fasi AO e CO;
- Postazioni di tipo VIL, specifiche per la verifica degli effetti delle attività del fronte avanzamento lavori, da monitorare nella fase CO
- Postazioni di tipo VIF, specifiche per la verifica degli effetti derivanti dal transito ferroviario, da monitorare nelle fasi AO e PO

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO          DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

Nel caso in esame, stanti la localizzazione delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro, le lavorazioni previste e la distribuzione dei ricettori all'interno del contesto di localizzazione dell'opera in progetto, sono state previste le seguenti tipologie di misure:

- **VIL - monitoraggio delle vibrazioni prodotte dal fronte avanzamento lavori**

#### **4.7.3 Strumentazione**

La valutazione del disturbo può essere effettuata con l'impiego di strumentazione dedicata che, oltre alla acquisizione e registrazione del segnale accelerometrico, esegue l'elaborazione in linea dei dati. In alternativa è possibile far ricorso a sistemi acquisizione dati che memorizzano la storia temporale della accelerazione in forma digitale e di un software specifico per l'elaborazione fuori linea. Di tale software, degli algoritmi, delle librerie utilizzate e della loro versione deve essere riportata indicazione nei rapporti di misurazione, ferma rimanendo la rispondenza alle caratteristiche di analisi richieste dalla UNI EN ISO 8041-1.

Le caratteristiche metrologiche della catena di misura (sensore + sistema di acquisizione e di condizionamento del segnale) quali: curva di risposta in frequenza, dinamica del sistema di acquisizione, rumore di fondo della catena ecc. devono essere conformi alla UNI EN ISO 8041-1. Devono essere implementati i filtri "*band limiting*" con le caratteristiche indicate nella UNI EN ISO 8041-1 e di ponderazione  $W_m$  definita dalla ISO 2631-2 [3].

Più in particolare sono da rispettare i seguenti requisiti:

- sensibilità nominale non minore di 10 mV/(m/s<sup>2</sup>);
- risposta in frequenza della catena di misura, comprensiva dell'acquisizione, lineare con tolleranza  $\pm 5\%$  da 0,5 Hz a 250 Hz;
- acquisizione in forma digitale con frequenza di campionamento non minore di 1 500 Hz, presenza di filtro anti-aliasing con frequenza non minore di 600 Hz, risoluzione preferenziale di 24 bit e minima di 16 bit;
- valore efficace del rumore strumentale, legato al complesso di fenomeni di natura casuale presenti nella catena di misurazione e non dipendenti né dalle vibrazioni immesse né da quelle residue, almeno cinque volte inferiore al minimo valore efficace dei segnali da misurare.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

#### 4.7.4 Modalità di monitoraggio e parametri

I rilievi sono eseguiti posizionando la strumentazione al centro della stanza, le postazioni di misurazione devono essere scelte sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti. Le modalità di rilevamento possono variare da caso a caso e, in generale, dipendono dai seguenti fattori:

- tipologia delle fonti di vibrazione;
- evoluzione temporale del fenomeno vibratorio (vibrazioni stazionarie o transitorie);
- tipologia del macchinario da misurare;
- natura del suolo su cui viene effettuato il rilevamento.

Dall'analisi delle misure il valore che viene estrapolato ai fini del confronto con i limiti è  $a_{w,95}$  ovvero il livello di massima accelerazione ponderata statistica stimata al 95° percentile della distribuzione cumulata di probabilità della massima accelerazione ponderata  $a_{w,max}$ .

$$a_{w,95} = \overline{a_{w,max}} + 1,8 \cdot \sigma$$

*Equazione 1 Massima accelerazione ponderata al 95° percentile*

Dove:

$\overline{a_{w,max}}$  = è la media aritmetica delle massime accelerazioni ponderate relative agli eventi considerati (minimo 15) ovvero:

$$a_{w,max,j} = \max(a_w(t))$$

*Equazione 2 accelerazione massima*

$\sigma$  = è lo scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni ponderate  $a_{w,max,j}$  calcolate mediante l'equazione:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (a_{w,max,j} - \overline{a_{w,max}})^2}{N - 1}}$$

*Equazione 3 Scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni (N è il numero degli eventi misurati)*

Mentre:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

$a_w(t)$  = è il valore istantaneo del modulo del vettore accelerazione calcolato come somma vettoriale delle sue tre componenti cartesiane, la  $w$  sta per la ponderazione in frequenza ottenuta utilizzando la curva  $W_m$

$$a_w(t) = \sqrt{a_{w,rms,x}^2(t) + a_{w,rms,y}^2(t) + a_{w,rms,z}^2(t)}$$

*Equazione 4 Accelerazione ponderata globale lungo i tre assi*

$a_{w,rms,j}(t)$  = Valore efficace totale valutato all'istante  $t$  sui tre assi di  $a_{w,j}(t)$  calcolato in conformità alla UNI EN ISO 8041-1:2017 punto 3.1.2.3

$$a_{w,rms,j}(t) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \left( \int_{t-\tau}^t a_{w,j}^2(\varepsilon) d\varepsilon \right)}$$

$per j = x, y, z; e \tau = 1s$

*Equazione 5 Calcolo del valore efficace dell'accelerazione ponderata*

#### 4.7.5 Elaborazioni delle misure

Per il calcolo delle vibrazioni associate alla sorgente oggetto di indagine è necessario procedere alla misurazione delle Vibrazioni immesse ( $V_{imm}$ ) e di quelle residue ( $V_{res}$ ). Entrambi i valori sono determinati dal valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$  (Equazione 1), nello specifico le vibrazioni immesse ( $V_{imm}$ ) sono le vibrazioni rilevate all'interno dell'edificio generate da tutte le sorgenti attive di qualsiasi origine, mentre le vibrazioni residue vengono misurate in assenza della specifica sorgente oggetto di indagine.

Al fine di determinare le vibrazioni residue, risulta rilevante lo studio preliminare della sorgente in esame, nel caso in cui si tratti di un cantiere è fondamentale individuare i momenti della giornata in cui la sorgente non è in funzione, durante la pausa pranzo ad esempio, in caso di lavorazioni continue è necessaria una misura in fase di Ante Operam. Conseguentemente la misurazione delle vibrazioni immesse verrà svolta con sorgente attiva.

In entrambe le rilevazioni è indispensabile discretizzare gli eventi (minimo 15). In generale così come riportato dalla norma UNI stessa, un evento si distingue da un altro quando il valore efficace dell'accelerazione ponderata,  $a_w(t)$  decresce di almeno il 30% fra i due eventi.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

Per esempio, se la storia temporale di  $a_w(t)$  ha due massimi relativi con valore  $10 \text{ mm/s}^2$  e  $12 \text{ mm/s}^2$  rispettivamente, si è in presenza di due eventi distinti se fra i due massimi relativi il valore istantaneo di  $a_w(t)$  ha un minimo relativo non superiore a  $7 \text{ mm/s}^2$ .

Una volta misurati i 15 eventi per le vibrazioni residue e 15 eventi per quelle immesse, si procede con il calcolo delle vibrazioni generate dalla sorgente ( $V_{sor}$ ) come da seguente formula:

$$V_{sor} = \sqrt{V_{imm}^2 - V_{res}^2}$$

*Equazione 6 Calcolo delle vibrazioni generate dalla sorgente oggetto di indagine*

Ad evidenza della buona applicazione della metodica è importante riportare, in formato tabellare nella scheda elaborazione della misura, sia per le vibrazioni residue ( $V_{res}$ ) che per quelle immesse ( $V_{imm}$ ), tutti gli eventi individuati con i rispettivi valori efficaci totali valutati all'istante  $t$  sui tre assi  $a_{w,rms,j}(t)$  da cui è possibile ricavare, previo calcolo dello scarto tipo della distribuzione ( $\sigma$ ) delle massime accelerazioni ponderate di accelerazione ( $a_{w,max,j}$ ), il rispettivo valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$  (Equazione 1) da associare sia per le Vibrazioni residue ( $V_{res}$ ) che per quelle immesse ( $V_{imm}$ ).

Si precisa che qualora le vibrazioni residue  $V_{res}$  abbiano un valore maggiore del 50% di quelle immesse di  $V_{imm}$  allora il disturbo prodotto della Vibrazione della sorgente  $V_{sor}$  è da considera trascurabile.

#### **4.7.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

Nella Tabella 4-13 si riportano i punti di monitoraggio per la verifica delle emissioni vibrazionali, nonché la tipologia di punto (VIC, VIL, VIF).

Nel complesso si prevedono:

- n. 2 punti di monitoraggio di tipo VIL

**per un totale di 2 postazioni di misura**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO          DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

Per quanto riguarda le misure di tipo VIL, nella fase Ante Operam sarà svolta una campagna di misura per la caratterizzazione del fondo vibrazionale del sito, mentre in quella Corso d'Opera sono previste due campagne di misura.

La tabella seguente riporta l'indicazione delle postazioni di rilievo, e la frequenza e durata del monitoraggio nelle diverse fasi.

*Tabella 4-13 Vibrazioni: Quadro riepilogativo delle attività di monitoraggio*

PUNTO	OPERA DA MONITORARE	FASE	N. CAMPAGNE	DURATA
VIL.01	MU.04 / RI.05	AO	1	24 h
		CO	2	24 h
VIL.02	MU.05 / RI.06	AO	1	24 h
		CO	2	24 h

Per quanto riguarda le modalità di svolgimento delle misure sopra riportate, si precisa che, qualora emerga la disponibilità da parte dei proprietari delle residenze private, al posto delle misure della durata di 24 verranno eseguite misure presidiate della durata di 2 ore sia in fase CO che PO. Detta possibilità, ancorché contemplata, potrà tuttavia trovare definizione finale solo in fase di esecuzione delle misure e previa autorizzazione dei privati cittadini.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è riportata negli elaborati cartografici *RR0010R22RGMA0000001A* "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b></p>												
<p><b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>104 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	104 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	104 di 136								

## 4.8 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

### 4.8.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio ambientale, relativamente all'ambito vegetazionale e faunistico, consiste nel documentare lo stato attuale della componente nella fase ante operam al fine di definire, nelle fasi successive del monitoraggio (corso d'opera e post operam), l'evolversi delle caratteristiche che connotano le componenti stesse. In particolare gli accertamenti non sono finalizzati esclusivamente agli aspetti botanici ma riguardano anche i popolamenti faunistici.

Il monitoraggio ha anche lo scopo di verificare, durante la costruzione, la situazione ambientale, in modo da rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste e predisporre le necessarie azioni correttive.

Il monitoraggio verrà eseguito nelle tre fasi AO, CO e PO.

Le aree da monitorare sono state scelte in funzione della sensibilità del territorio attraversato e della presenza di ambiti con maggior pregio ecologico quali, a titolo esemplificativo, aree naturali protette, aree boscate ed alvei di fossi e torrenti.

Il monitoraggio permetterà di attenzionare lo stato della vegetazione presente e il suo decorso nelle fasi AO, CO, PO, in fase di Post Operam sarà effettuato un controllo sullo stato manutentivo degli interventi di ripristino e di mitigazione ambientale, nelle aree oggetto di interventi di rinaturalizzazione.

### 4.8.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

In termini generali, la scelta delle aree da monitorare è stata effettuata sulla base di criteri differenziati, come sotto descritti:

- Rappresentatività in relazione alle diverse unità di vegetazione, intese come ambiti naturalistici a diversa idoneità faunistica
- Sensibilità, nel senso che dovranno essere oggetto di controllo diretto in campo tutte quelle aree che risultano avere particolari caratteristiche in relazione al valore naturalistico e/o alla fragilità degli equilibri in atto (aree verdi ricadenti in ambiti vincolati dal punto di vista ambientale)
- Presenza di attività connesse alla costruzione dell'Opera particolarmente critiche sotto il profilo del potenziale impatto sulla vegetazione e fauna (cantieri)

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

- Ripristini delle aree occupate temporaneamente per le attività di costruzione della linea ed opere accessorie
- Presenza di interventi di mitigazione ambientale, al fine di verificare il conseguimento delle finalità per le quali sono stati progettati

Di seguito si riportano le specifiche relative alle tre fasi di monitoraggio (ante operam, corso d'opera e post operam).

#### **4.8.3 Parametri oggetto del monitoraggio**

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.

##### Vegetazione e flora

###### *Analisi floristica fascia campione distale alla linea ferroviaria*

Il censimento della flora sarà eseguito secondo il metodo Daget Ph., Poissonet J. 1969. *Analyse phytologique des prairies - Application agronomique* al fine di fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse e verificarne l'indice di naturalità, basandosi 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:

- appartengono alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione (cod. 9). La categoria

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 106 di 136

corologica rappresenta anche il carattere preso in considerazione nel calcolo del citato indice di sintesi (Menichetti, Petrella, Pignatti, 1989);

- 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.

#### *Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere*

Tale attività consiste nel monitorare i cumuli di materiale vegetale gestiti nell'ambito dell'opera in attesa di sistemazione finale. Oltre all'analisi sul mantenimento del cumulo (dimensioni, altezza, pendenza sponde), si effettueranno analisi per definire le specie autoctone, sinantropiche ed infestanti.

#### *Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora*

Tale attività consiste nel rilevare una serie di parametri e/o caratteri significativi (quali, a titolo esemplificativo, parametri morfometrici quali altezza, diametro del fusto e dimensioni della chioma degli individui arborei e/o arbustivi, grado di copertura e altezza del manto erboso, nonché eventuali segni di sofferenza a carico delle parti verdi come ingiallimento o perdita delle foglie) su superfici campione di ca. 100mq, scelte opportunamente in funzione delle differenti tipologie presenti (almeno 1 superficie-campione per ogni tipologia), per monitorare le condizioni degli impianti a verde nelle aree soggette ad interventi di mitigazione e comprendere, così, il grado di riuscita del singolo intervento.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 107 di 136

## Fauna

### *Fauna mobile terrestre*

Il principale obiettivo di questa indagine è la verifica di eventuali effetti di interruzione della continuità faunistica da parte dell'opera.

Nell'indagine, la corretta attribuzione dei reperti sarà verificata con la consultazione della più aggiornata documentazione bibliografica (manuali, atlanti, guide scientifiche e lavori scientifici).

Saranno inoltre evidenziate le specie animali presenti nelle Liste Rosse.

### *Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche degli ecosistemi*

Le comunità ornitiche si prestano bene a rappresentare e descrivere la situazione qualitativa ambientale e le sue variazioni nel tempo, in quanto questo gruppo faunistico risponde velocemente agli eventuali cambiamenti degli habitat, grazie alla sua elevata mobilità e sensibilità.

La metodologia scelta per effettuare i rilievi è inoltre particolarmente idonea ad essere applicata in ambienti uniformi ed omogenei, come sono le unità agroecosistemiche, e lungo ambienti che si sviluppano linearmente come le fasce ripariali dei corsi d'acqua.

#### **4.8.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio**

##### Vegetazione e flora

Le attività di monitoraggio relative alla vegetazione e flora saranno effettuate attraverso i seguenti tipi di indagine:

1. Censimento floristico
2. Rilievo fitosociologico
3. Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli
4. Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora

Le aree verranno georeferenziate mediante l'utilizzo del GPS, al fine di rendere agevole il ritrovamento dell'area esatta negli anni successivi di monitoraggio. Verrà disposto, possibilmente presso ogni area, un

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>108 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	108 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	108 di 136								

cartello identificativo dell'area di rilevamento al fine di evitare che i paletti vengano rimossi da ignoti. All'interno di queste aree verranno effettuate le analisi come nel seguito descritto.

La localizzazione precisa delle aree di indagine sarà definita in campo, al fine di scegliere in loco le aree ritenute idonee al monitoraggio.

I risultati di tali attività sono raccolti in specifiche schede, check-list e su elaborati grafici. In particolare, viene redatta la Carta Fisionomica Strutturale della Vegetazione, rappresentabile su base cartografica o su ortofoto.

In corrispondenza di ciascuna area indagata verranno quindi ricavati l'indice di ricchezza totale (numero di specie dell'area) e l'indice di sinantropicità (rapporto tra la differenza tra le specie presenti e le specie sinantropiche ed il numero delle specie in totale), al fine di verificare possibili alterazioni delle fitocenosi autoctone (in particolare l'ingresso di specie infestanti dovute alle attività di cantiere).

#### *Rilievo della composizione floristica e della copertura percentuale delle singole specie*

L'analisi floristica consiste nell'individuazione delle specie vegetali presenti all'interno di quadrati permanenti opportunamente predisposti in zone campione significative dal punto di vista ecologico e rappresentative dell'area in esame.

Per ogni punto di campionamento, i censimenti della flora vengono realizzati lungo fasce di interesse, di larghezza non superiore ai 30 m, poste ai lati del tracciato dell'opera, opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine.

Il censimento delle specie vegetali viene realizzato percorrendo due itinerari paralleli al tracciato in modo tale da distinguere la flora della fascia prossimale alla linea ferroviaria, più esposta all'infiltrazione di specie estranee alla flora originaria, da quella della fascia distale, meno esposta, dove si ritiene persista, almeno in parte, la composizione floristica originaria (o quanto meno più intatta). Si procede per tratti successivi di 100 m con percorsi ad "U". I rilevamenti si considerano conclusi quando l'incremento delle specie censite, con il procedere dei tratti, è inferiore al 10% del totale rilevato fino a quel momento.

Il riconoscimento delle specie è effettuato in campo (quando il campione è certo al livello di specie; viceversa, i campioni per i quali sussistono dubbi vengono portati in laboratorio per un'analisi più approfondita): vengono segnalate le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico, e fotografate. Inoltre, per meglio evidenziare le variazioni che la realizzazione dell'infrastruttura produce nella flora, vengono distinte le entità sinantropiche presenti nelle due fasce. Il rapporto specie sinantropiche/totale specie censite rappresenta, infatti, uno degli indici previsti per il confronto dei

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>109 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	109 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	109 di 136								

risultati delle fasi di monitoraggio ed un modo per evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura.

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.

<b><u>Risultati attesi</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lista floristica:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fascia prossimale</li> <li>○ Fascia distale</li> </ul> </li> <li>➤ Emergenze floristiche</li> <li>➤ Specie sinantropiche</li> <li>➤ Specie invasive/banalizzatrici</li> <li>➤ Mappatura percorsi</li> <li>➤ Indice di variazione:</li> </ul>
<b>SPECIE SINANTROPICHE / TOT. SPECIE CENSITE</b>

### *Rilievo fitosociologico*

Il rilievo fitosociologico è finalizzato all'individuazione delle variazioni prodotte nella struttura delle formazioni vegetali e consiste in rilievi fitosociologici con il metodo Braun-Blanquet.

Le stazioni di rilevamento vengono identificate sulla base dei caratteri fisionomici indicatori dell'unitarietà strutturale della vegetazione considerata. Nella superficie campione (stazione di rilevamento), congruente col minimo areale di sviluppo del popolamento indagato, viene effettuato il censimento delle entità floristiche presenti, che sarà riportato sulla relativa scheda di rilevamento insieme alla percentuale di terreno coperta da ciascuna specie.

Per la stima del grado di copertura della singola specie si utilizza il metodo di Braun-Blanquet (1928). Nel corso dell'indagine l'area in esame deve essere delimitata temporaneamente da una fettuccia metrica. Nel caso di vegetazione pluristratificata, le specie dei diversi strati vengono rilevate separatamente (strato arboreo, arbustivo ed erbaceo).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO          DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

#### Risultati attesi

- Analisi composizionale secondo metodo Braun-Blanquet:
  - Strato
  - Composizione floristica
  - Copertura
  - Forma
- Fisionomia e struttura della vegetazione

#### *Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere*

La metodologia da applicare deve consentire la redazione di una lista delle specie reperite sul cumulo, specificando per ciascuna di esse l'eventuale carattere sinantropico-opportunista-ruderale: è pertanto possibile applicare la medesima indagine in uso per il monitoraggio delle fasce campione (indagine di tipo "4").

I dati raccolti devono essere riassunti in tabelle di sintesi in cui saranno riportati alcuni parametri riferiti ai cumuli campionati.

Saranno effettuate indagini floristiche volte a individuare le specie esotiche invasive riportate nella lista delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale.

In caso di rilevamento di tali specie, verrà emesso un Ordine di Servizio verso l'Appaltatore in cui verrà ordinato di eliminare le specie invasive.

#### *Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora*

Le successive indagini finalizzate al controllo della correttezza ed efficacia degli impianti con finalità di mitigazione ambientale dovranno prevedere:

- il controllo della corretta localizzazione ed esecuzione dei reimpianti
- la verifica del grado di attecchimento e accrescimento (con misura dei valori incrementali di altezza e diametro) di individui e specie arborei e arbustivi

I dati raccolti devono essere riassunti in tabelle e grafici di sintesi in cui saranno riportati alcuni parametri riferiti agli individui arborei e arbustivi campionati.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 111 di 136

Per quanto riguarda l'annotazione delle condizioni vegetative si deve fare riferimento all'aspetto complessivo del fogliame, dalla cui osservazione si possono ricavare informazioni utili e, nel contempo, facili da rilevare. Si suggerisce di usare una scala qualitativa a 3 livelli: "condizioni buone", "condizioni precarie", "condizioni pessime".

Le verifiche verranno effettuate con una frequenza pari a 2 volte l'anno, nel periodo primaverile e in quello tardo-estivo nel 1° anno di esercizio dell'opera in progetto.

### Fauna

In merito ai popolamenti faunistici, nell'ambito del PMA, si svolgono i censimenti volti ad individuare la presenza di popolamenti significativi.

Vista la tipologia del contesto attraversato dall'opera in progetto, si ritiene di effettuare l'indagine della fauna in corrispondenza dei tratti a maggior naturalità, prevedendo censimenti volti ad individuare la presenza dei seguenti Taxa:

- Mammiferi terrestri
- Anfibi e rettili
- Avifauna

Si precisa che, in ragione delle caratteristiche del contesto attraversato dall'opera in progetto, non si ritiene necessario il monitoraggio dell'ittiofauna.

La caratterizzazione della fauna sarà effettuata attraverso due tipi di indagine, la cui metodologia è descritta nei paragrafi seguenti:

- Fauna mobile terrestre – Mammiferi grandi e piccoli
- Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili
- Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche degli ecosistemi fluviali e agricoli

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 112 di 136

### *Fauna mobile terrestre – Mammiferi grandi e piccoli*

Relativamente alla Fauna mobile terrestre - Mammiferi, le specie verranno rilevate attraverso l'osservazione diretta e mediante l'utilizzo dei cosiddetti segni di presenza, efficaci soprattutto per i Mammiferi con abitudini notturne.

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

1. I metodi utilizzati per la componente dei grandi mammiferi devono consentire la determinazione di parametri ecologici delle popolazioni in esame (es. densità, struttura di popolazione, densità relativa, distribuzione della popolazione, uso dell'habitat). I metodi per il monitoraggio della microteriofauna (talpe, toporagni, arvicole, ghiri, topi, ratti) non permettono, di solito, di ottenere una stima della densità delle popolazioni in esame, in quanto risulta spesso impossibile ricondurre il campionamento ad una determinata misura di superficie; il conteggio e l'identificazione degli individui catturati forniscono tuttavia un indice di abbondanza della popolazione, nonché una rappresentazione della biodiversità dei micromammiferi in una data regione
2. Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:
  - Il censimento estensivo mediante unità di osservazione (block count) (target: grandi ungulati)
  - Il rilevamento di indici di presenza (target: grandi carnivori, mustelidi, ungulati, lagomorfi)
  - Il conteggio delle tane attive (target: grandi carnivori, mustelidi)
  - Le analisi delle borre, con raccolta e dissezione delle borre, dei frammenti delle prede indigerite e che vengono regolarmente rigurgitati da alcuni uccelli rapaci
3. 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
4. L'indagine sarà inoltre estesa sia in ante operam che nei controlli delle fasi successive, a tappeto sull'intera area di indagine e non soltanto lungo itinerari all'interno di fasce di interesse parallele alla linea ferroviaria

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 113 di 136

I parametri che verranno raccolti saranno i seguenti:

- elenco delle specie presenti;
- loro frequenza e distribuzione all'interno dell'area campionata.

Tutte le verifiche effettuate si traducono, in cartografie in scala 1:1.000, al fine di eventuali azioni alla tutela di habitat che ospitano specie di pregio. In tal senso, i luoghi di ritrovamento dei campioni saranno posizionati sulle carte di progetto (al fine di uno specifico posizionamento attraverso coordinate geografiche), nonché fotografati, riportando sulla cartografia i coni visuali delle foto.

Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento.

Un'indagine di tipo "E" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte. Il protocollo di campionamento prevede l'esecuzione di 3 distinte sessioni di campionamento: Prima sessione: maggio; Seconda sessione: giugno; Terza sessione: settembre.

#### *Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili*

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

1. Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:
  - L'osservazione diretta, con ricerca e conteggio degli esemplari lungo transetti o all'interno di aree rappresentative del territorio
  - I richiami acustici, con conteggio dei richiami dei maschi in corrispondenza dei punti d'ascolto
  - Possono inoltre essere applicati altri metodi a supporto dei precedenti, quali il transetto notturno effettuato su automezzo (night driving, utile per il monitoraggio degli anfibi notturni) e/o la raccolta e l'identificazione degli esemplari uccisi sulle strade (roadkill analysis)
2. L'indagine sarà inoltre estesa sia in ante operam che nei controlli delle fasi successive, a tappeto su l'intera area di indagine e non soltanto lungo itinerari all'interno di fasce di interesse parallele alla linea ferroviaria

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 114 di 136

Tutte le verifiche effettuate si traducono, in cartografie in scala 1:1.000 al fine di eventuali azioni alla tutela di habitat che ospitano specie di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento. In tal senso, i luoghi di ritrovamento dei campioni saranno posizionati sulle carte di progetto (al fine di uno specifico posizionamento attraverso coordinate geografiche), nonché fotografati, riportando sulla cartografia i con i visuali delle foto.

Un'indagine di tipo "E" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, in particolare, si suggerisce di eseguire il monitoraggio tre volte (tre sessioni di campionamento), durante la stagione riproduttiva, e due volte (ulteriori due sessioni di campionamento), durante la stagione post-riproduttiva.

#### *Avifauna*

Per quanto riguarda l'avifauna, lo studio sarà condotto sulla base di metodologie approvate dalle seguenti istruzioni: MITO2000 (Monitoraggio ITaliano Ornitologico); INFS (Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica); CISO (Centro Italiano Studi Ornitologici).

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

1. Lo studio sull'avifauna sarà condotto nel corso dei mesi primaverili-estivi e riguarderà la raccolta di dati sulla comunità delle specie nidificanti attraverso il metodo dei sentieri campione (Transect Method)
2. Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:
  - Il rilievo mediante stazioni di ascolto (point counts), metodo qualitativo, è particolarmente adatto per ambienti boschivi e/o specie difficili da osservare
  - Il rilievo su transetti lineari, con registrazione dei contatti (visivi od auditivi) ottenuti da un osservatore durante il tempo impiegato a percorrere un transetto di lunghezza predeterminata
  - Le tecniche di inanellamento, basata sul marcaggio individuale degli uccelli

Per le specie particolarmente elusive o rare (es. rapaci) potranno essere applicate metodiche particolari, quali ad esempio battute di ascolto in particolari momenti della giornata (es. al tramonto per gli strigiformi), ricerca dei nidi o dei segni di presenza, induzione di risposta canora (censimento al playback)

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 115 di 136

3. In ante operam verranno registrati tutti gli individui osservati od uditi all'interno di una fascia di 100 metri di ampiezza, ai due lati dell'itinerario campione, mentre nelle fasi successive si effettueranno i controlli di quanto osservato preliminarmente, per verificare eventuali scostamenti.
4. I luoghi di ritrovamento dei campioni o di osservazione saranno posizionati sulle carte di progetto in scala 1:1.000 e fotografati, riportando in cartografia i coni visuali.

I parametri e gli indici che saranno considerati ed elaborati sono i seguenti:

- S = ricchezza di specie, numero totale di specie nel biotopo o nell'area esaminata; questo valore è direttamente collegato all'estensione del biotopo campionato ed al grado di maturità e complessità, anche fisionomico-vegetazionale, dello stesso (Mac Arthur & Mac Arthur, 1961);
- H = indice di diversità calcolato attraverso l'indice Shannon & Wiener (1963) già in precedenza descritto
- 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); l'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 Frochot, 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); si tratta del numero di individui della specie i-esima sul numero totale di individui presenti lungo il transetto effettuato. 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. Si utilizzeranno entrambi gli indici per effettuare confronti e verifiche con rilievi svolti da altri autori in ambienti analoghi del comprensorio padano-veneto.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

La localizzazione delle aree campione e dei transetti di censimento verrà rappresentata in un opportuno elaborato grafico, alla scala 1:1.000 o adeguate, su base cartografica oppure su ortofoto. I risultati delle attività di censimento verranno riportati in opportune schede di rilevamento, check-list, tabelle.

Un'indagine di tipo "F" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, ed è da considerarsi rappresentativa per anno di monitoraggio, fatto salvo la necessità di replicare mensilmente alcuni tipi di campionamento.

#### **4.8.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

##### Flora e vegetazione

Il monitoraggio della vegetazione e flora riguarderà le fasi di AO, CO e PO.

La durata delle attività di monitoraggio nella fase di ante operam e di post operam sarà di 12 mesi, mentre in quella di corso d'opera sarà estesa all'intera durata dei lavori, secondo le frequenze riportate nella seguente Tabella 4-14.

*Tabella 4-14 Flora e vegetazione: Tipologia di rilievi e frequenza prevista*

ATTIVITÀ	ANTE OPERAM (12 MESI) (FREQUENZA)	CORSO D' OPERA (FREQUENZA)	POST OPERAM (12 MESI) (FREQUENZA)
Censimento floristico Flora - analisi floristica per fasce campione distale e prossimale all'opera (Indagine Tipo C)	4 volte /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	4 volte /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	4 volte /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)
Rilievo Fitosociologico Comunità vegetali - rilievo fitosociologico con metodo di Braun-Blanquet (Indagine Tipo D)	2 volta /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	2 volta /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)	2 volta /anno (in condizioni stagionali e meteo-climatiche ottimali)
Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora (Indagine di tipo "3")	-	-	semestrale (Primavera/tarda estate)
Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere (Indagine di tipo "4")	-	semestrale (Primavera/tarda estate)	-

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

Con riferimento agli aspetti temporali si precisa che:

- La durata complessiva della fase di realizzazione è stimata in 540 giorni dalla consegna lavori all'ultimazione degli stessi, pari a circa 1,5 anni
- Rinvii temporanei di prelievi e/o misure potranno essere previsti in corrispondenza delle singole aree in presenza di:
  - precipitazioni e contestuali di intensità tali da rendere impossibili le indagini;
  - oggettivi e documentati impedimenti all'accesso ai siti di indagini.
- I rilievi in campo dovranno essere effettuati nel periodo primaverile (I campagna) e nel periodo tardo estivo (II campagna) escludendo il periodo estivo, in presenza di temperature alte e clima secco; coerentemente sarà escluso anche il periodo invernale in cui le temperature risultano essere molto basse e avverse alla vegetazione.

Il quadro riepilogativo delle attività di monitoraggio è riportato nella seguente Tabella 4-15.

*Tabella 4-15 Flora e Vegetazione: Quadro riepilogativo delle attività di monitoraggio*

PUNTO	TIPO DI INDAGINE	PROGR. KM/AREA DI CANTIERE	AO N. CAMPAGNE (12 MESI)	CO N. CAMPAGNE (~1,5 ANNI)	PO N. CAMPAGNE (12 MESI)
VEG.01	VEG8 – Indagine di tipo “3”	IN17 / Rio Paule Longa	-	-	2
VEG.02	VEG8 – Indagine di tipo “3”	0+400 (RI.02)	-	-	2
VEG.03	VEG8 – Indagine di tipo “3”	0+350	-	-	2
VEG.04	VEG4.1 - Indagine tipo C	0+580	4	6	4
	VEG5 - Indagine tipo D		2	3	2
VEG.05	VEG8 – Indagine di tipo “3”	0+700	-	-	2
VEG.06	VEG9 – Indagine di tipo “4”	AS.02	-	3	-
VEG.07	VEG8 – Indagine di tipo “3”	1+320	-	-	2
VEG.08	VEG9 – Indagine di tipo “4”	AS.02	-	3	-
VEG.09	VEG4.1 - Indagine tipo C	1+600	4	6	4
	VEG5 - Indagine tipo D		2	3	2

PUNTO	TIPO DI INDAGINE	PROGR. KM/AREA DI CANTIERE	AO	CO	PO
			N. CAMPAGNE (12 MESI)	N. CAMPAGNE (~1,5 ANNI)	N. CAMPAGNE (12 MESI)
VEG.10	VEG8 – Indagine di tipo “3”	1+990	-	-	2
VEG.11	VEG4.1 - Indagine tipo C	2+300	4	6	4
	VEG5 - Indagine tipo D		2	3	2
VEG.12	VEG4.1 - Indagine tipo C	2+950	4	6	4
	VEG5 - Indagine tipo D		2	3	2

Al fine di una più immediata lettura della tabella sopra riportata, la corrispondenza intercorrente tra le codifiche in essa indicate e le tipologie di analisi previste risulta la seguente:

- VEG4.1 – Indagine di tipo “C”: Flora - Analisi floristica per fasce campione distale e prossimale all’opera
- VEG5 - Indagine di tipo “D”: Comunità vegetali - Rilievo fitosociologico con metodo di Braun-Blanquet
- VEG8: Indagine di tipo “3”: Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora
- VEG9 - indagine di tipo “4”: Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere

L’ubicazione dei punti di monitoraggio è riporta negli elaborati cartografici *RR0010R22RGMA0000001A* “*Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio.*”

### Fauna

Il monitoraggio della Fauna riguarderà le fasi di AO, CO e PO.

La durata delle attività di monitoraggio nella fase di ante operam e di post operam sarà di 12 mesi, mentre in quella di corso d’opera sarà estesa all’intera durata dei lavori, secondo le frequenze riportate nella seguente Tabella 4-16.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

Tabella 4-16 Fauna: Tipologia di rilievi e frequenza delle attività di monitoraggio

Attività	ANTE OPERAM (12 MESI) (FREQUENZA)	CORSO D' OPERA (FREQUENZA)	POST OPERAM (12 MESI) (FREQUENZA)
Fauna mobile terrestre – Mammiferi di medie e piccole dimensioni (MT)	3 volte	3/anno	3 volte
Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili (MT)	5 volte	5/anno	5 volte
Avifauna	2 volte	2/anno	2 volte

Per quanto concerne l'opera in progetto, la durata complessiva della fase di realizzazione è stimata in 540 giorni dalla consegna lavori all'ultimazione degli stessi, pari a circa 1,5 anni

Il quadro riepilogativo delle attività di monitoraggio è riportato nella seguente Tabella 4-17.

Tabella 4-17 Fauna: Quadro riepilogativo delle attività di monitoraggio

Punto	Tipo di indagine		Opera /pk	Classe			Indagini previste		
				Mammiferi	Anfibi e rettili	Avifauna	A.O. (12 mesi)	C.O. (~1,5 anni)	P.O. (12 mesi)
FAU.01	FAU.1	Indagine di tipo "E"	0+390	-	•	-	5	7	5
	FAU.2	Indagine di tipo "E"		•	-	-	3	4	3
	FAU.4	Indagini di tipo "F"		-	-	-	-	-	-
FAU.02	FAU.1	Indagine di tipo "E"	0+580	-	•	-	5	7	5
	FAU.2	Indagine di tipo "E"		•	-	-	3	4	3
	FAU.4	Indagini di tipo "F"		-	-	•	2	3	2

La localizzazione dei punti è riportata negli elaborati cartografici "RR0010R22RGMA0000001A Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>120 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	120 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	120 di 136								

## 4.9 Sistema paesaggistico

### 4.9.1 Obiettivi del monitoraggio

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

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

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

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

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 121 di 136

- *capacità di assorbimento visuale*: attitudine ad assorbire visivamente le modificazioni, senza diminuzione sostanziale della qualità.

Le stesse linee guida prevedono in sede di monitoraggio ambientale la verifica della rispondenza del progetto con gli obiettivi di qualità paesaggistica definiti dai piani paesaggistici per ogni ambito territoriale da essi individuati come disposto dal D.Lgs. 42/2004 e smi.

Secondo tale Decreto, i piani paesaggistici, con riferimento al territorio considerato, ne riconoscono gli aspetti e i caratteri peculiari, nonché le caratteristiche paesaggistiche, e ne delimitano i relativi ambiti. Per ogni ambito i piani predispongono specifiche normative d'uso ed attribuiscono adeguati obiettivi di qualità da perseguire mediante apposite prescrizioni.

Attraverso la interpretazione degli atti normativi inerenti al paesaggio si evince che il Sistema paesaggistico costituisce un fenomeno culturale di notevole complessità che rende particolarmente articolata l'indagine, la valutazione delle sue componenti e l'individuazione degli indicatori che lo descrivono.

Muovendo da tali considerazioni il PMA per il sistema paesaggistico è finalizzato alla verifica degli effetti dovuti alla presenza dell'opera, in particolare nelle aree di maggior pregio e interesse paesaggistico.

Lo scopo principale è quello di controllare, individuare e prevenire i possibili effetti negativi prodotti sul paesaggio allo stato Ante Operam (AO), in Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO).

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

I nuovi orientamenti introdotti dalla Convenzione Europea del Paesaggio coinvolgono inevitabilmente anche gli aspetti relativi alla valutazione della qualità paesaggistica e sulla definizione di indicatori atti a misurarla.

Sulla base di tali riferimenti, il presente PMA considera i criteri, di seguito elencati, definiti dal Decreto in merito all'analisi degli impatti sulla qualità del paesaggio in sede di Studio di Impatto Ambientale:

- il paesaggio nei suoi dinamismi spontanei, mediante l'esame delle componenti naturali;
- il sistema delle attività agricole, residenziali, produttive, turistiche, ricreative, delle presenze infrastrutturali in esso riscontrabili;
- le condizioni naturali e umane che ne hanno generato l'evoluzione;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 122 di 136

- lo studio strettamente visivo o culturale-semiologico del rapporto tra soggetto ed ambiente, nonché delle radici della trasformazione e creazione del paesaggio da parte dell'uomo;
- i piani paesistici e territoriali;
- i vincoli ambientali, archeologici, architettonici, artistici e storici.

#### **4.9.3 Parametri oggetto del monitoraggio**

Come anticipato, il riferimento d'obbligo è costituito dalla Convenzione Europea del Paesaggio che richiama la complessità di tale concetto determinato dall'interazione di diversi fattori e che individua la qualità paesistica nella composizione relazionale tra tali fattori.

In tal senso il Paesaggio si configura come un insieme di aspetti eterogenei costituiti da:

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

Il rischio principale legato all'introduzione di nuovi elementi consiste nella possibilità che si possano generare fenomeni di occultamento visivo parziale o totale, o l'alterazione dell'equilibrio percettivo del paesaggio per effetto di strutture estranee al contesto per forma, dimensione, materiali o colori.

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

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

L'indagine di monitoraggio dei caratteri visuali e percettivi da tali aree viene effettuato rapportando le caratteristiche salienti del contesto paesaggistico e, contemporaneamente, lo stato di frequentazione dei siti rispetto alla presenza dell'opera infrastrutturale.

Per far sì, sono stati individuati una serie di parametri di monitoraggio partendo dalla consultazione dell'Allegato al DPCM 12.12.2005 in merito alla analisi delle condizioni paesaggistiche allo stato attuale

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

e alla valutazione degli effetti con riferimento alle principali tipologie di modificazione o alterazione. I parametri così individuati sono:

*Tabella 4-18 Parametri oggetto di monitoraggio per il Sistema paesaggistico*

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

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

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

#### **4.9.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio**

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

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

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 124 di 136

- c. i risultati ottenuti a seguito del rilievo fotografico in termini sensibilità percettiva rispetto all'infrastruttura ferroviaria.

Facendo riferimento a quanto espressamente previsto dal DPCM 12.12.2005, il presente PMA prevede l'esecuzione dell'indagine da "luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici". Ne consegue quindi che la prima operazione da condursi risulta essere quella della individuazione di quei punti di vista individuati come sensibili secondo i parametri precedentemente elencati (cfr. 4.9.3).

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

La tecnica migliore per fotografare tutta la visuale di interesse è quella di posizionare il corpo macchina su un cavalletto e scattare in sequenza un numero sufficiente di immagini in modo che, una volta accostate, permettano di ricostruire l'intero orizzonte.

Il cavalletto dovrà essere posizionato in modo tale che la fotocamera possa essere orientata con il lato lungo del fotogramma parallelo alla linea di orizzonte. Occorrerà avere cura che nelle immediate vicinanze non vi siano ostacoli di dimensioni rilevanti tali da oscurare il campo visivo da inquadrare.

Per evitare deformazioni geometriche si utilizzerà un obiettivo di focale pari a 35 mm. Per la rappresentazione del paesaggio si consiglia l'utilizzo di tale focale, in quanto l'angolo di campo coperto dal 35 mm corrisponde ad un'immagine più vicina alla percezione generale dell'occhio umano nell'ambiente. Un paesaggio ripreso con un 35 mm è analogo alla percezione ricevuta mentre si osserva attivamente il panorama.

#### **4.9.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio**

Il PMA necessita di una precisa programmazione delle attività di raccolta, elaborazione e restituzione delle informazioni.

Date le caratteristiche qualitative e quantitative delle indagini previste, le attività di monitoraggio dovranno seguire l'evoluzione della realizzazione e dell'esercizio dell'opera in un arco temporale prolungato nel tempo.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

C'è da evidenziare che la specificità degli accertamenti, che sono di carattere visuale – percettivo e basati su campagne fotografiche, richiede che gli stessi vengano realizzati nel periodo primaverile e autunnale e comunque in condizioni meteorologiche favorevoli. La presenza di fenomeni meteorologici perturbativi può alterare la qualità e i risultati dell'indagine.

Il quadro riepilogativo delle attività di monitoraggio è riportato nella seguente Tabella 4-19.

*Tabella 4-19 Sistema paesaggistico: Quadro riepilogativo attività di monitoraggio*

PUNTO	PK	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE	FASE   FREQUENZA					
			AO	Frequenza	CO	Frequenza	PO	Frequenza
PAE.01	2+720	VI.03	•	1 volta	•	semestrale	•	1 volta
		AT.12	•	1 volta	•	semestrale	-	-
PAE.02	2+950	VI.03	•	1 volta	•	semestrale	•	1 volta
		AT.12	•	1 volta	•	semestrale	-	-

La localizzazione dei punti è riportata negli elaborati cartografici "RR0010R22RGMA0000001A Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>126 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	126 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	126 di 136								

## 5. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

### 5.1 **Atmosfera**

#### 5.1.1 **Normativa nazionale**

I principali riferimenti sono rappresentati da:

- D.P.C.M. 28/3/1983 - Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno;
- D.P.R. 203/88 (relativamente agli impianti preesistenti) ed altri decreti attuativi - Attuazione Direttive n. 80/779, 82/884, 84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell'art. 15 della Legge 16/4/87 n. 183;
- D.M. 15/4/1994 - Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli artt. 3 e 4 del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203 e dell'art. 9 del D.M. 20 maggio 1991;
- D.M. 25/11/1994 - Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994;
- D.M. 16/5/1996 - Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono;
- D.Lgs. 4/8/99 n. 351 - Attuazione della direttiva 96/62 in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria;
- D.M. 1/10/2002 n.261 - Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione dei piani e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351;
- D. Lgs. 3/8/2007 n.152 - Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente;
- D. Lgs. 13/8/2010 n.155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D. Lgs. 250/2012, Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>127 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	127 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	127 di 136								

### 5.1.2 Norme tecniche

- UNI EN 12341:2014 - Aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub>.
- UNI EN 14211:2012 - Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza.

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio della componente atmosfera, descritto di seguito, è stato redatto in conformità delle “Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera REV. 1 del 16 giugno 2014”.

## 5.2 Acque superficiali

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

### 5.2.1 Normativa comunitaria

- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 12 agosto 2013, n. 2013/39/UE - Direttiva che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.
- Direttiva della Commissione delle Comunità europee 31 luglio 2009, n. 2009/90/Ce - Direttiva che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.
- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 16 dicembre 2008, n. 2008/105/CE - Direttiva sugli standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque (modifica e abrogazione delle Dir. 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE e modifica della Dir. 2000/60/CE).

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b></p>												
<p><b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>128 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	128 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	128 di 136								

- Direttiva del Parlamento europeo, 15 febbraio 2006, n. 2006/11/CE - Direttiva 2006/11/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 febbraio 2006 concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità.
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
- Direttiva 1991/271/CE del 21 maggio 1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane, ovvero la tipologia di trattamento che devono subire le acque reflue che confluiscono in reti fognarie prima dello scarico.
- Direttiva del Consiglio del 4 maggio 1976, n. 76/464/CEE - Direttiva concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità.

### 5.2.2 **Normativa nazionale**

- Legge 28 dicembre 2015, n. 221 - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali.
- D.Lgs. 13 ottobre 2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque. Entrata in vigore del provvedimento: 11/11/2015.
- Legge 22 maggio 2015, n. 68 - Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 27 novembre 2013, n. 156 - Regolamento recante i criteri tecnici per l'identificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- D.Lgs. 10 dicembre 2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/Ce relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/Cee, 83/513/Cee, 84/156/Cee, 84/491/Cee, 86/280/Cee, nonché modifica della direttiva 2000/60/Ce e recepimento della direttiva 2009/90/Ce che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/Ce, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.
- D.M. 8 novembre 2010, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO          DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> <b>Relazione Generale</b>	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.

- Legge 25 febbraio 2010, n. 36 - Disciplina sanzionatoria dello scarico di acque reflue.
- D.M. 14 aprile 2009, n. 56 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo".
- Legge 27 febbraio 2009, n. 13 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente.
- D.L. 30 dicembre 2008, n. 208 e ss.mm.ii. - Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente.
- D.M. 16 giugno 2008, n. 131 - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto.
- D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
- D.Lgs. 8 novembre 2006, n. 284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
- D.M. 2 maggio 2006 - Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue, ai sensi dell'articolo 99, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale). In particolare, la Parte Terza del suddetto decreto, concernente: "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche" e successivi Decreti legislativi correttivi (D.Lgs. n. 284 del 8 novembre 2006, D.Lgs. n. 4 del 16 gennaio 2008).
- Direttiva del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare 27 maggio 2004 - Disposizioni interpretative delle norme relative agli standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose.
- D.M. 6 aprile 2004, n.174 - Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>130 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	130 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	130 di 136								

- D.M. 12 giugno 2003, n. 185 – Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152;
- D. M. 18 settembre 2002 e s.m.i. - Modalità di informazione sullo stato di qualità delle acque, ai sensi dell'art. 3, comma 7, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 52;
- D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 e s.m.i. - Attuazione della direttiva 98/83/Ce - Qualità delle acque destinate al consumo umano.

### 5.3 Acque sotterranee

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

#### 5.3.1 Normativa comunitaria

- Direttiva della Commissione 20 giugno 2014, n. 2014/80/UE - Direttiva che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- Direttiva del Parlamento europeo, 12 dicembre 2006, n. 2006/118/CE - Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- Direttiva del Parlamento europeo, 15 febbraio 2006, n. 2006/11/CE - Direttiva 2006/11/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 febbraio 2006 concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità.

#### 5.3.2 Normativa nazionale

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

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b></p>												
<p><b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RR00</td> <td>10</td> <td>R22RH</td> <td>MA0000 001</td> <td>A</td> <td>131 di 136</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	131 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RR00	10	R22RH	MA0000 001	A	131 di 136								

## 5.4 Suolo e sottosuolo

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

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

## 5.5 Rumore

### 5.5.1 Normativa nazionale

- D. Lgs. 19/08/05 n. 194 Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (GU n. 222 del 23-9-2005) Testo coordinato del Decreto-Legge n. 194 del 19 agosto 2005 (G.U. n. 239 del 13/10/2005) Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005);
- Presidenza del Consiglio dei Ministri 30 giugno 2005: Parere ai sensi dell'art.9 comma 3 del decreto legislativo 28 agosto 1997 n.281 sullo schema di decreto legislativo recante recepimento della Direttiva 2002/49CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale;
- Circolare 6 Settembre 2004 – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004);
- Decreto 1° aprile 2004 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale (GU n. 84 del 9-4-2004);

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

- DECRETO LEGISLATIVO 4 settembre 2002, n.262 Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto;
- D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459: Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario;
- Decreto Ministeriale 16 marzo 1998 -Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO";
- Il DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio della componente rumore è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014".

## 5.6 Vibrazioni

Il fenomeno delle vibrazioni negli ambienti di vita, attualmente, non è disciplinato da alcuna normativa nazionale. Pertanto, qualora si intenda procedere ad una valutazione strumentale di tale fenomeno fisico è bene affidarsi alle corrispettive norme tecniche. Nello specifico, il riferimento è costituito dalla normativa tecnica in capo alla UNI 9614 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, aggiornata alla recente versione in vigore.

### 5.6.1 Norme tecniche

#### ISO 2631 "Valutazione sull'esposizione del corpo umano alle vibrazioni"

La ISO 2631-2:2003 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1-80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione  $a_{rms}$  definito come:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

dove  $a(t)$  è l'accelerazione in funzione del tempo,  $T$  è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione. La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava) che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X,Y e alla combinazione dei tre assi. Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante.

#### **UNI 9614:1990 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”**

La norma definisce il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi. Inoltre, la norma prevede criteri di valutazione differenziati a seconda della tipologia della vibrazioni (di livello costante, di livello non costante e impulsive).

I locali o gli edifici in cui sono immesse le vibrazioni sono classificati a seconda della loro destinazione d'uso in: aree critiche, abitazioni, uffici, fabbriche.

Le vibrazioni possono essere misurate rilevando il valore efficace dell'accelerazione che può essere espresso in  $m/s^2$  o  $mm/s^2$  o in termini di livello dell'accelerazione espresso in dB. Il livello dell'accelerazione è definito dalla seguente relazione:

$$L = 10 \cdot \log \left( \frac{a^2}{a_0^2} \right)$$

dove  $L$  è il livello espresso in dB,  $a$  è l'accelerazione espressa in  $m/s^2$  e  $a_0 = 10^{-6} m/s^2$  è il valore dell'accelerazione di riferimento.

Le vibrazioni sono rilevate lungo i tre assi di propagazione. Tali assi sono riferiti alla persona del soggetto esposto: l'asse x passa per la schiena ed il petto, l'asse y per le due spalle, l'asse z per la testa e i piedi (per la testa e i glutei se il soggetto è seduto).

Come prescritto dalla norma UNI 9614 le accelerazioni da valutare sono quelle comprese nel range di frequenza tra 1 e 80 Hz e il dato da considerare è il valore quadratico medio delle accelerazioni presenti durante l'intervallo di tempo esaminato.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A

Considerando, inoltre, che la percezione da parte dei soggetti esposti varia a seconda della frequenza e dell'asse di propagazione, i valori rilevati sono ponderati in frequenza al fine di attenuare le componenti esterne agli intervalli di sensibilità, ottenendo così il livello equivalente ponderato dell'accelerazione  $L_{w,eq}$ .

### UNI 9614: 2017 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2:2003. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore della vibrazione della sorgente  $V_{sor}$  (vibrazioni immesse negli edifici dalla specifica sorgente oggetto di indagine. Sono caratterizzate dal valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$ ) il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (*giorno*, dalle 06:00 alle 22:00, e *notte*, dalle 22:00 alle 06:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 5-1: Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017)

	AMBIENTE AD USO ABITATIVO	ASILI CASE DI RIPSO	LUOGHI LAVORATIVI	SCUOLE UNIVERSITA	OSPEDALI, CASE DI CURA. CLINICHE ED AFFINI
DIURNO	7,2 mm/s <sup>2</sup>	3,6 mm/s <sup>2</sup>	-	-	-
NOTTURNO	3,6 mm/s <sup>2</sup>	3,6 mm/s <sup>2</sup>	-	-	-
GIORNATE FESTIVE	5,4 mm/s <sup>2</sup>	-	-	-	-
LIMITATAMENTE AI PERIODI DI ESERCIZIO	-	-	14 mm/s <sup>2</sup>	5,4 mm/s <sup>2</sup>	-
INDIPENDENTEMENTE DALL'ORARIO	-	-	-	-	2 mm/s <sup>2</sup> (misurate ai piedi del letto del paziente)

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 135 di 136

Le misure devono essere eseguite in conformità alla suddetta norma tecnica. In particolare, la durata complessiva è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessaria ad assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di misura.

Nel caso di fenomeni caratterizzati da un elevato numero di eventi distinti devono essere acquisiti i segnali relativi ad almeno 15 eventi scelti con i criteri indicati dall'appendice A della suddetta norma tecnica (appendice A2 "Vibrazioni prodotte da traffico ferrotranviario" e A4 "Vibrazioni prodotte da attività di cantiere").

## 5.7 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

Di seguito sono elencati i principali riferimenti normativi di interesse per l'ambito biotico che sono stati considerati per la redazione del presente progetto di monitoraggio:

### 5.7.1 Normativa comunitaria

- Direttiva 97/62/CE del Consiglio del 27 ottobre 1997: G.U.C.E n. L 305 dell'8/11/1997, recante adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Regolamento CEE 1390/97 della Commissione del 18/07/97 (G.U.C.E. 19/07/97, L.190) che modifica il Regolamento CEE 1021/94 della Commissione relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 1091/94 della Commissione del 29/04/94 (G.U.C.E. 18/06/94, L.126) relativo, alle modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 2157/92 del Consiglio del 23/07/92 (G.U.C.E. 31/07/92, L. 217) che modifica il Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Direttiva (CEE) 92/43 del Consiglio, 21 maggio 1992: G.U.C.E. 22 luglio 1992, n. L 206. Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Direttiva (CEE) 79/409 del Consiglio, 2 aprile 1979: G.U.C.E. 25 aprile 1979, n. L 103 (e s.m.i.) Conservazione degli uccelli selvatici;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON L'AEROPORTO DI OLBIA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	COMMESSA RR00	LOTTO 10	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. A	FOGLIO 136 di 136

- Regolamento CEE 1696/87 della Commissione del 10/06/87 (G.U.C.E. 17/06/87, L.161) relativo, alle modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio del 17/11/86 (G.U.C.E. 20/11/86, L.326) relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico.

### 5.7.2 *Normativa nazionale*

- Decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357: Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi-naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche (G.U. N. 284 DEL 23-10-1997, S.O. n.219/L). Testo coordinato al D.P.R. n. 120 del 2003 (G.U. n.124 del 30.05.2003);
- Legge 6 dicembre 1991, n. 394 "Legge quadro sulle aree protette" che detta i principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree protette al fine di conservare e valorizzare il patrimonio naturale del paese;
- Legge 8 agosto 1985, n. 431 "Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale";
- Ex Decreto 431/1985 dei beni vincolati (ora art. 146 D. Lgs. 490/99; D. Lgs. 42/04 – Codice dei beni culturali e del paesaggio -, modificato dal D. Lgs. 22 gennaio 2006) relativo alla tutela dei beni paesaggistici e ambientali di notevole interesse pubblico, in particolare le aree ricoperte da boschi o vegetazione naturale (zone boscate) e fasce di rispetto dei corsi d'acqua.

Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio delle componenti in oggetto descritto di seguito è stato redatto in conformità delle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) – Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) REV. 1 del 13 marzo 2015".