

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ARCHITETTURA AMBIENTE E TERRITORIO

S.O. AMBIENTE

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

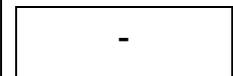
RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA

LOTTO 2

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Relazione Generale

SCALA:



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

RR0P 02 R 22 RG MA0000 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	F. Massari	Maggio 2023	T. Capitano	Maggio 2023	T. Paoletti	Maggio 2023	ITALFERR S.p.A. Dott.ssa Carolina Engelen Ordine Agrotecnici e Agronomi di Roma, N. 1023 di Roma, N. 1023 0245
B	Emissione definitiva	T. Capitano	Giugno 2023	G. Dajelli	Giugno 2023	T. Paoletti	Giugno 2023	

File: RR0P02R22RGMA0000001B.doc

n. Elab. :

INDICE

1.	PREMESSA	6
2.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	8
2.1	GLI INTERVENTI IN PROGETTO	8
2.1.1	<i>Il quadro delle opere e degli interventi in progetto</i>	8
2.1.2	<i>Il tracciato e le opere in progetto</i>	9
2.2	IL MODELLO DI ESERCIZIO.....	13
2.3	LE AREE DI CANTIERE	13
3.	RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI	15
3.1	I RICETTORI.....	15
3.2	PUNTI DI MISURA	16
3.3	TEMPI E FREQUENZE.....	17
3.4	RESTITUZIONE DATI	17
3.5	STRUMENTI PER LA CONDIVISIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO	19
4.	FATTORI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO	21
4.1	QUADRO DEI FATTORI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO	21
4.2	ATMOSFERA.....	21
4.2.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	21
4.2.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	22
4.2.3	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	23

4.2.4	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	25
4.2.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	30
4.3	ACQUE SUPERFICIALI	34
4.3.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	34
4.3.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	34
4.3.3	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	35
4.3.4	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	40
4.3.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	43
4.4	ACQUE SOTTERRANEE	45
4.4.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	45
4.4.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	45
4.4.3	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	47
4.4.4	<i>Specifiche e strumentazione di monitoraggio</i>	50
4.4.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	52
4.5	SUOLO E SOTTOSUOLO	55
4.5.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	55
4.5.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	55
4.5.3	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	56
4.5.4	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	58
4.5.5	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	67
4.6	RUMORE	68

4.6.1	Obiettivi del monitoraggio	68
4.6.2	Criteri di individuazione delle aree da monitorare	68
4.6.3	Parametri oggetto di monitoraggio.....	69
4.6.4	Metodiche e strumentazione di monitoraggio	70
4.6.5	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio	74
4.7	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI.....	76
4.7.1	Obiettivi del monitoraggio	76
4.7.2	Criteri di individuazione delle aree da monitorare	76
4.7.3	Parametri oggetto del monitoraggio.....	77
4.7.4	Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....	78
4.7.5	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio	82
4.8	SISTEMA PAESAGGISTICO	85
4.8.1	Obiettivi del monitoraggio	85
4.8.2	Criteri di individuazione delle aree da monitorare	86
4.8.3	Parametri oggetto del monitoraggio.....	87
4.8.4	Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....	88
4.8.5	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio	89
5.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	91
5.1	ATMOSFERA.....	91
5.1.1	Normativa nazionale	91
5.1.2	Norme tecniche.....	92

5.2	ACQUE SUPERFICIALI	92
5.2.1	<i>Normativa comunitaria</i>	92
5.2.2	<i>Normativa nazionale</i>	93
5.3	ACQUE SOTTERRANEE	95
5.3.1	<i>Normativa comunitaria</i>	95
5.3.2	<i>Normativa nazionale</i>	95
5.4	SUOLO E SOTTOSUOLO	95
5.5	RUMORE	96
5.5.1	<i>Normativa nazionale</i>	96
5.6	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI.....	97
5.6.1	<i>Normativa comunitaria</i>	97
5.6.2	<i>Normativa nazionale</i>	98

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

1. PREMESSA

La presente relazione fa parte degli elaborati relativi al **Progetto di fattibilità tecnico economica del Lotto 2 del Raddoppio ferroviario della linea Decimomannu – Villamassargia**, previsto nell'ambito dell'Accordo Quadro TPL tra RFI e Regione Sardegna, nonché rientrante tra le opere finanziate con i fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

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" – RR0P02R52RGCA0000001A

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2</p>					
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<p>COMMESSA RR0P</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA R22RH</p>	<p>DOCUMENTO MA0000 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 7 di 100</p>

- “Studio di impatto ambientale” - RR0P02R22RGSA0001001A

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

2.1 Gli interventi in progetto

2.1.1 Il quadro delle opere e degli interventi in progetto

L'intervento oggetto del Lotto 2 prevede la realizzazione del raddoppio della tratta compresa tra il km 3+460 circa ed il km 9 circa della Linea Storica per uno sviluppo complessivo di circa 5,5 km, prevedendo l'ampliamento del sedime della Linea Storica.

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

Tabella 2-1 Quadro riepilogativo degli interventi previsti

WBS	Intervento	Pk
<i>Opere ferroviarie di linea</i>		
TR01	Trincea	0+000 – 0+350
RI01	Rilevato	0+350 – 1+420
TR02	Trincea	1+420 – 1+830
RI02	Rilevato	1+830 – 2+750
TR03	Trincea	2+750 – 2+880
RI03	Rilevato	2+880 – 3+200
TR04	Trincea	3+200 – 3+270
RI04	Rilevato	3+270 – 4+000
TR05	Trincea	4+000 – 4+280
RI05	Rilevato	4+280 – 4+730
TR06	Trincea	4+730 – 5+040
RI06	Rilevato	5+040 – 5+240
TR07	Trincea	5+240 – 5+450
<i>Fabbricati tecnologici e relativi piazzali</i>		
FA01	Fabbricato tecnologico	0+585
PT01	Piazzale	

WBS	Intervento	Pk
FA02	Fabbricato tecnologico	4+395
PT02	Piazzale	
<i>Opere viarie connesse</i>		
NV01	Complanare alla linea ferroviaria e NV01A ramo di ricucitura	-
NV02	Nuova viabilità per la soppressione PL con ricucitura della NV02A e NV02B	-
NV03	Complanare alla linea ferroviaria	-
NV04	Nuova viabilità di accesso al piazzale PT01	-
NV05	Nuova viabilità di accesso al piazzale PT02	-
IV01	Cavalcaferrovia	-

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

2.1.2 Il tracciato e le opere in progetto

Il tracciato

La realizzazione del raddoppio della tratta è compresa tra il km 3+460 circa ed il km 9 circa della Linea Storica per uno sviluppo complessivo di circa 5,5 km, prevedendo l'ampliamento del sedime della Linea Storica.

La linea storica presenta uno sviluppo rettilineo in rilevato con altezze limitate rispetto al piano campagna a meno del tratto finale ove la sezione trasversale è caratterizzata da una sezione a mezza costa con un'opera di sostegno sul lato sinistro. Lungo la tratta sono presenti quattro opere di attraversamento idraulico, le quali presentano delle dimensioni geometriche non compatibili ai fini della sicurezza idraulica rispetto alla normativa vigente.

Pertanto, nell'ambito del progetto di raddoppio della linea attuale si rende necessario un innalzamento del piano del ferro al fine di adeguare le dimensioni degli attraversamenti idraulici esistenti, di consentire il transito delle portate di progetto con un adeguato franco di sicurezza. L'innalzamento del piano del

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

ferro previsto dal progetto è in media pari a circa 1,50 m fino a un massimo di 2.20 m circa nei punti ove sono presenti le opere di attraversamento.

Il tracciato lungo la sua estensione presenta un alternarsi di basse trincee e rilevati lungo la sua estensione con l'innalzamento della quota della livelletta ferroviaria in corrispondenza dei nuovi attraversamenti idraulici.

Il progetto ferroviario, lungo il suo sviluppo prevede la realizzazione di due fabbricati tecnologici (FA01 e FA02) e relativi piazzali PT01 e PT02, posti rispettivamente al km 0+600 e al km 4+425, e delle relative viabilità di accesso.

Inoltre, al km 4+260 circa (7+615 circa della LS), è prevista la soppressione dell'attuale PL e la realizzazione di una nuova viabilità (NV02) che consente di ricucire la maglia viaria esistente e attraverso il nuovo cavalcaferrovia di progetto (IV01), scavalcare la nuova linea ferroviaria.

Il Lotto 2 si chiude a circa 4,3 km dalla stazione di Siliqua, ove il tracciato prevede il collegamento con la Linea Storica mediante uno scambio che consente il passaggio dal nuovo doppio binario al singolo binario esistente.

L'intervento in progetto viene realizzato in assenza di esercizio della Linea Storica, e presenterà un unico rettilineo con il binario di raddoppio previsto lato sud, ad interasse di 4.00m rispetto al binario esistente.

Le opere d'arte principali: Cavalcaferrovia IV01

La realizzazione della nuova viabilità NV02 necessaria, a seguito della soppressione dell'attuale PL, a ricucire la maglia viaria esistente comporta la realizzazione del cavalcaferrovia stradale IV01 avente una lunghezza complessiva pari a circa 270 m, a due corsie, una per ognuno senso di marcia.

Il cavalcaferrovia IV01 è composto da 9 campate da 30 m in semplice appoggio costituite da un impalcato in misto acciaio-clc; la scelta della tipologia di impalcato e la scansione regolare delle pile è stata sviluppata in modo tale da risolvere l'interferenza con il nuovo tracciato ferroviario sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, assicurando il rispetto dei franchi orizzontali e verticali.

Dal punto di vista planimetrico, le pile sono state disposte ad interasse costante pari a 30m e in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario la distanza misurata perpendicolarmente dall'asse del

binario più vicino alla pila risulta superiore a 4.50 m, distanza minima prevista dal Manuale di Progettazione.

Dal punto di vista altimetrico, l'altezza tra il piano ferro ed intradosso dell'impalcato stradale risulta maggiore di 6.90m, valore minimo previsto dal Manuale di Progettazione, ed è compatibile con il futuro progetto di elettrificazione.

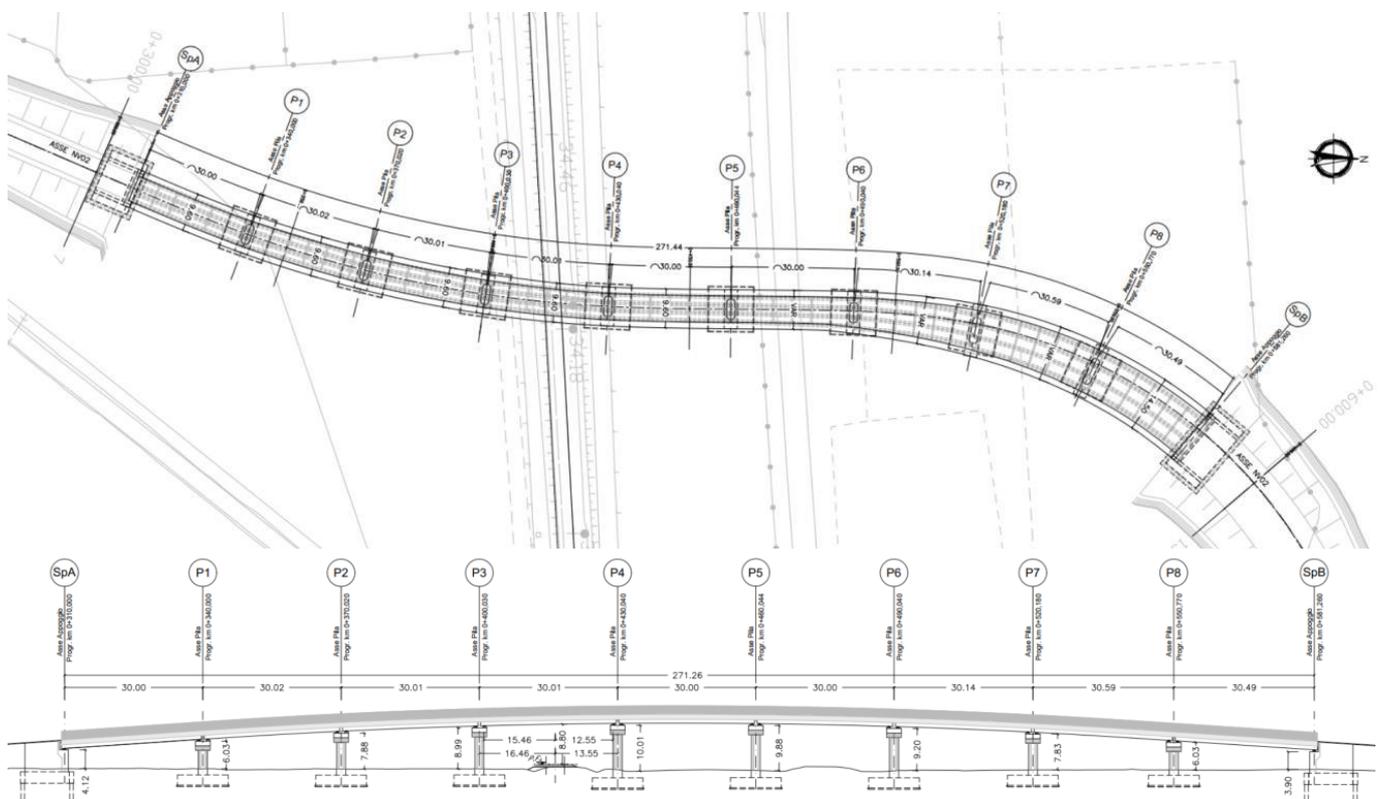


Figura 2-1 Planimetria e Prospetto

Le opere di fondazione sono di due tipologie:

- per le pile, vengono realizzate fondazioni superficiali quadrate di lato pari a 11 m, al di sotto delle quali si prevede il consolidamento del terreno attraverso colonne di jet grouting di diametro D1500 ad interasse 2.20 m.
- per le spalle, vengono previsti pozzi di fondazione, di altezza massima pari a 6.30m, costituiti da coronelle rettangolari di pali D800 con interasse 1 m, attestati per una lunghezza pari a 1D nel substrato roccioso sottostante. All'interno di ogni singola coronella viene consolidato il terreno in sito, al di sopra del quale verrà successivamente gettato il plinto di fondazione.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

Le opere connesse: Fabbricati tecnologici e relativi piazzali

Nell'ambito del progetto di raddoppio ferroviario sono previsti i seguenti due Fabbricati tecnologici e relativi piazzali:

Tabella 2-2 Fabbricati tecnologici e relativi piazzali di progetto

WBS	Tipo	Piazzale	Progressiva
FA01	PP/ACC	PT01	0+585
FA02	PP/ACC	PT02	4+395

Le opere viarie connesse

La realizzazione del raddoppio ferroviario relativo al Lotto 2 necessita la realizzazione delle seguenti opere viarie:

- NV01 - Complanare alla linea ferroviaria e NV01A ramo di ricucitura;
- NV02 - Nuova viabilità per la soppressione PL con ricucitura della NV02A e NV02B;
- NV03 - Complanare alla linea ferroviaria;
- NV04 - Nuova viabilità di accesso al piazzale PT01;
- NV05 - Nuova viabilità di accesso al piazzale PT02.

Tabella 2-3 Opere viarie connesse: Quadro riepilogativo

Lotto 2						
Viabilità	Descrizione Intervento	Categoria	Sviluppo	Corsia	Banchina	Larghezza piattaforma
NV01	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	1860	2	-	4
NV01_A	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	82	2	-	4
NV02	Nuova viabilità per Soppr PL	Strada locale a destinazione particolare	805	2,75	0,5	6,5
NV02_A	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	146	2,75	0,5	6,5
NV02_B	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	86	2,75	-	5,5
NV03	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	656	2	-	4
NV04	Nuova viabilità accesso al piazzale PT01	Strada locale a destinazione particolare	87	2,75	0,5	6,5
NV05	Nuova viabilità accesso al piazzale PT02	Strada locale a destinazione particolare	64	2,75	0,5	6,5

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

2.2 Il modello di esercizio

Il Modello di Esercizio di progetto, riferibile al raddoppio della intera tratta Decimomannu – Villamassargia, è di 4 coppie di treni all'ora, con un cadenzamento ogni 15' per direzione. Il servizio svolto sarà esclusivamente di tipo Regionale.

Nella presente fase transitoria, comprendente la realizzazione del Lotto 2 oggetto del presente studio, non è previsto un incremento del Modello di Esercizio attuale.

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 2-4 Aree di cantiere fisso

Codice	Tipologia	Superficie (mq)	Comune
CB.01	Cantiere Base	12.000 mq	Villaspeciosa

Codice	Tipologia	Superficie (mq)	Comune
CO.01	Cantiere Operativo	5.000 mq	Villaspeciosa
AT.01	Area Tecnica	2.500 mq	Villaspeciosa
AT.02	Area Tecnica	2.500 mq	Villaspeciosa
AT.03	Area Tecnica	700 mq	Villaspeciosa
AT.04	Area Tecnica	3.000 mq	Villaspeciosa
AT.05	Area Tecnica	2.500 mq	Villaspeciosa
AT.06	Area Tecnica	3.500 mq	Villaspeciosa
AT.07	Area Tecnica	2.000 mq	Villaspeciosa
AT.08	Area Tecnica	4.000 mq	Villaspeciosa
AT.09	Area Tecnica	6.000 mq	Villaspeciosa
AT.10	Area Tecnica	3.000 mq	Villaspeciosa
AT.11	Area Tecnica	3.200 mq	Villaspeciosa
AT.12	Area Tecnica	2.500 mq	Villaspeciosa
AS.01	Area di Stoccaggio	6.500 mq	Villaspeciosa
AS.02	Area di Stoccaggio	6.000 mq	Villaspeciosa
DT.01	Deposito Temporaneo	13.000 mq	Villaspeciosa

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

3. RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI

3.1 I ricettori

Assumendo, ai fini della descrizione del tema della presenza e tipologia dei ricettori, la porzione territoriale corrispondente alla fascia buffer di ampiezza pari a 300 metri per lato dall'asse della tratta in progetto, sulla scorta dell'analisi della Carta dell'uso del suolo (RR0P02R22N5SA0001004A) e dell'analisi delle ortofoto, detta porzione può essere distinta nelle due seguenti parti (cfr. Figura 3-1):

- Ambito produttivo (A)

La prima parte, corrispondente - all'incirca – ai primi 400m del tratto della linea ferroviaria oggetto di intervento, è costituita da un tessuto insediativo formato, in modo esclusivo, da manufatti ad uso produttivo.

- Ambito agricolo (B)

La seconda parte, corrispondente al tratto della linea in esame compreso tra le progressive 0+450 e la fine intervento, ed in corrispondenza della quale è previsto il viadotto stradale IV01, è rappresentata da un ambito agricolo all'interno del quale i manufatti presenti sono in massima parte costituiti da strutture legate alla conduzione dei campi ed all'allevamento.

Per quanto specificatamente riguarda i ricettori ad uso abitativo, il numero di quelli presenti all'interno dell'area di studio (fascia di 300m per lato dall'asse della linea in esame) ammonta complessivamente a sette.

Oltre alla loro esiguità, un altro elemento che rileva ai fini della comprensione del tema concerne la loro localizzazione rispetto alle aree di cantiere ed alle aree di lavoro lungo linea. In tal senso si evidenzia che:

- Tutti i ricettori, con esclusione di uno solo, sono localizzati ad una distanza dalle aree di lavoro lungo linea superiore a 100m.
- Tutti i ricettori, sempre con l'esclusione di uno solo, sono localizzati ad una distanza superiore a 100m dalle aree di cantiere fisso, mentre solo due di questi sono localizzati ad una distanza compresa tra i 100m ed i 200m

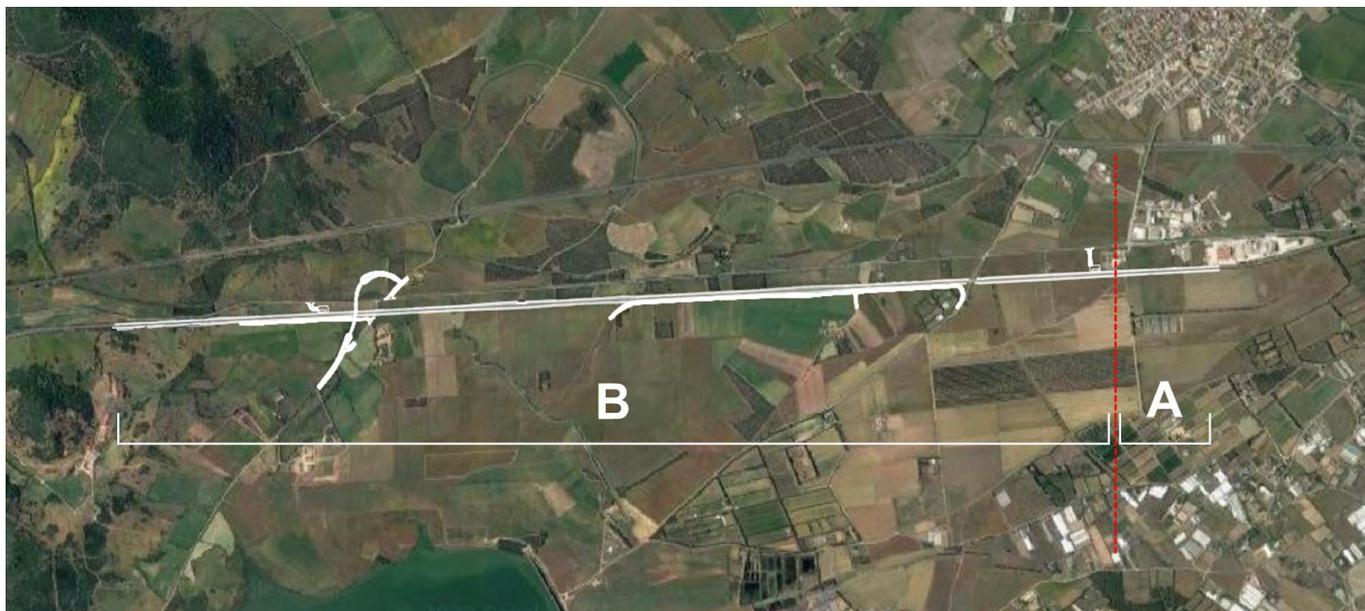


Figura 3-1 Articolazione del contesto localizzativo

A completamento del presente quadro descritto si evidenzia l'assenza, entro l'ambito di studio, di ricettori classificabili come "sensibili" (strutture scolastiche e strutture sanitarie) e di aree di pregio ambientale riconosciuto (aree naturali protette ex lege 394/91 ed aree della Rete Natura 2000).

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

L'esatta localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle tavole allegate "RR0P02R22P5MA0000001 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;
- la descrizione e la localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

- 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;
 - elemento progettuale compreso nell'area di indagine (es. porzione di tracciato ferroviario, aree di cantiere, opere di mitigazione);

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

- 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.

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 avanzeranno richiesta.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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 (RR0P02R22RGSA0001001A) e nel Progetto Ambientale della Cantierizzazione ("Relazione Generale" - RR0P02R52RGCA0000001A), le attività di monitoraggio descritte nei successivi paragrafi riguarderanno i seguenti fattori ambientali:

- Atmosfera
- Acque superficiali
- Acque sotterranee
- Suolo e sottosuolo
- Rumore
- 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 RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

I parametri rilevati durante il monitoraggio, opportunamente acquisiti ed elaborati, permetteranno 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 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 emmissive, non imputabili all'opera, che possano generare interferenze con il monitoraggio;
- caratteristiche geometriche (in base alla tipologia - puntuale, lineare, areale, volumetrica) ed emmissive (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 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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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 in termini di produzione di inquinanti atmosferici.

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. 1 punti influenzati dalle attività di cantiere (ATC)**
- **n. 1 punto di monitoraggio non influenzato dalle attività di cantiere (NI)**

Il numero totale dei punti di monitoraggio risulta, pertanto, pari a **2 punti**.

Posto che, in ragione della tipologia di opera in progetto non si prevede che questa possa determinare effetti nel corso della fase di suo esercizio, tutti i punti sopra indicati saranno monitorati sia in fase ante operam che in corso d’opera.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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 µm (PM₁₀)
 - particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM_{2.5})
- 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 (PM₁₀ e PM_{2.5}).

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
- temperatura
- precipitazioni atmosferiche
- pressione barometrica

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B



Figura 4-1 Campionatore sequenziale automatico

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

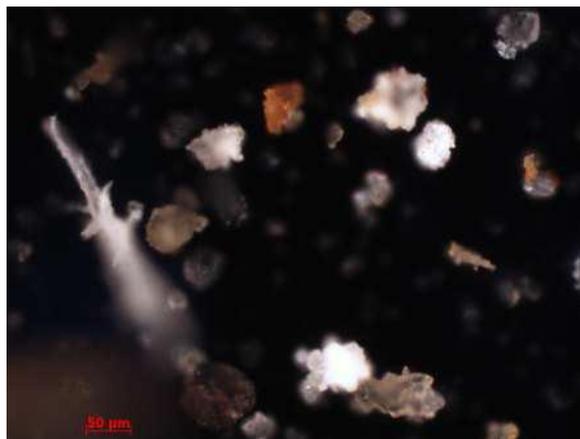


Figura 4-3 Campione di particolato atmosferico al microscopio

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
WHITE ELEMENTS	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	10570	3468	1674	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.;
- 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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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 PM₁₀ e PM_{2.5} del particolato raccolto tramite campionatori gravimetrici.

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 PM₁₀ e PM_{2.5}.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B



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 contenete 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_{10} e $\text{PM}_{2.5}$ 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;
- Corso d'opera: durante la realizzazione delle attività di cantiere

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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;
- 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;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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: 6 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

Con riferimento agli aspetti temporali si precisa che:

- La durata complessiva della fase di realizzazione (attività di costruzione) è stimata in 550 giorni dalla consegna lavori all'ultimazione degli stessi, pari a circa 1,5 anni
- 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 (6 MESI)	CO N. CAMPAGNE (~1,5 ANNI)	LOCALIZZAZIONE
ATC 01	trimestrale	2	6	CO.01
ATNI.01	trimestrale	2	6	Sp90

A tal riguardo si specifica che:

- La localizzazione dei punti di monitoraggio è rappresentata negli elaborati cartografici “RR0P02R22P5MA0000001 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 di corso d’opera 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 Sp90, a circa 2 chilometri dal sito di intervento (cfr. Figura 4-5).



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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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:

- **Corso d'acqua opera di attraversamento IN03**
- **Corso d'acqua opera di attraversamento IN06**

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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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 dalle 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 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.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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.

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 4-3 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 ₂ /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

Parametro	Metodo	U.M.
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
Piombo	EPA6020	mg/l
Zinco	EPA6020	mg/l
Rame	EPA6020	mg/l
Nichel	EPA6020	µg/l
Cadmio	EPA6020	mg/l

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

lasciata all'esperienza dell'operatore. Le verticali dovranno essere più frequenti laddove il fondo è irregolare.

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

- Micromulinello con elica da 5 cm
 - Da 5 a 8 cm di altezza della verticale: 1 misura a 2.5 cm di profondità;
 - Da 8 a 10 cm 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 $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)/3$ e $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*2/3$;
 - Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)/4$, $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*2/4$, $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*3/4$;
 - 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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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

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

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.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

- **Fase Post operam (PO)**

- Durata: 6 mesi
- 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 550 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 4-4 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 "RR0P02R22P5MA0000001 Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

Tabella 4-4 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	Opera di attraversamento IN03	Trimestrale (2 volte)	6 (4 volte / anno)	Trimestrale (2 volte)
ASU.02	Valle				
ASU.03	Monte	Opera di attraversamento IN06	Trimestrale (2 volte)	6 (4 volte / anno)	Trimestrale (2 volte)
ASU.04	Valle				

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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,

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

In tal senso, nel caso in specie, il criterio assunto nella localizzazione dei punti di monitoraggio ha tenuto conto delle caratteristiche idrogeologiche del contesto territoriale di intervento (direzione di deflusso della falda; grado di permeabilità, etc.), così come definite nella “Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica” (RR0P02R69RGGE0001001A), e delle tipologie di opere e lavorazioni previste.

I punti di monitoraggio sono determinati individuando 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 4-5, è costituita da:

- **n. 2 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 4-5.

Tabella 4-5 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	4+280	-10,5	20.02.2023	S4_L2_PZ	IV.01
ASO.02	Valle	4+160	nd	-	Nuovo piezometro	

Si specifica che 1 punto di misura risulta corrispondente a sondaggi già effettuati, mentre per quello restante un nuovo piezometro che andrà eseguito in tempo utile per poter permettere le attività di monitoraggio Ante Operam.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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 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)*
- *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 4-6.

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 4-6 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	
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>solfati</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>nitrati</i>	<i>APAT4020</i>	<i>mg/l</i>
<i>nitriti</i>	<i>APAT4020</i>	<i>µg/l</i>
<i>ammonio</i>	<i>APAT CNR IRSA 4030 B Man 29</i>	<i>mg/l</i>

ATTIVITÀ DI CAMPO	METODICA	U.M.
	2003	
<i>solidi disciolti totali (TDS)</i>	UNI EN 15216:2008	mg/l
<i>Solidi sospesi totali (TSS)</i>	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	mg/l
<i>ferro</i>	EPA6020	µg/l
<i>cromo totale</i>	EPA6020	µg/l
<i>piombo</i>	EPA6020	µg/l
<i>zinco</i>	EPA6020	µg/l
<i>rame</i>	EPA6020	µg/l
<i>nicel</i>	EPA6020	µg/l
<i>cadmio</i>	EPA6020	µg/l
<i>idrocarburi totali (cone n-esano)</i>	EPA5021 8015 UNI 9377	µg/l

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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
- 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:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

- 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)**
 - 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 550 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 4-7 Acque sotterranee: Punti di monitoraggio e frequenza

MISURE	TIPOLOGIA	PROGR. KM	AO N. CAMPAGNE (6 MESI)	CO N. CAMPAGNE (~1,5 ANNI)	PO N. CAMPAGNE (6 MESI)
ASO.01	Monte	4+280	2	6	2
ASO.02	Valle	4+160	2	6	2



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA
RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA
LOTTO 2

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R22RH	MA0000 001	B	54 di 100

La localizzazione dei punti è riportata negli elaborati cartografici “RR0P02R22P5MA0000001 Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio”.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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

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 4-8 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
	Efflorescenze saline
Fenditure o fessure	
Ph	
Parametri chimici (Analisi di laboratorio)	Capacità di scambio cationico
	Azoto totale
	Azoto assimilabile

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO (FASI AO E PO)	
	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.

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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 aerea 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

SCALA NUMERICA	GRANULOMETRIA	PERMEABILITÀ
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

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.":

Classe tessiturale (codice)
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	$\text{CaCO}_3 \approx 0,5\%$
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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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;
- 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 CO₂ che si sviluppa trattando il suolo con HCl. Il contenuto di carbonati totali (o calcare totale) viene espresso in % di CaCO₃ 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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.

Tabella 4-9 Suolo e sottosuolo: Attività di monitoraggio

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

La localizzazione dei punti è riportata negli elaborati cartografici "RR0P02R22P5MA0000001 Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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
- RUF, per il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario (ante operam - post operam)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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**

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.
- *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"> • LA_{eq} (durata misura 24h in continuo, Diurno, Notturno e intervalli orari di 1H da confrontare con i limiti di attenzione relativi alla 	<ul style="list-style-type: none"> • LA_{eq} durata misura 24h in continuo, Diurno, Notturno e intervalli orari di 1H da confrontare con i limiti di attenzione 	-

Tipo	Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
	zonizzazione acustica) <ul style="list-style-type: none"> Indici Statistici: L1, L10, L50, L90, L95 (24 ore, Diurno, Notturmo e orario 1h) Lmax (24h diurno notturno e orario) Lmin (24h diurno notturno e orario) Spettro livello dei minimi ad 1/3 di banda d'ottava diurno e notturno (Ricerca KT) Determinazione del livello di pressione sonora equivalente che 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. Questo calcolato per i due periodi di riferimento diurno e notturno. 	relativi alla zonizzazione acustica <ul style="list-style-type: none"> Indici Statistici: L1, L10, L50, L90, L95 (24 ore, Diurno, Notturmo e orario 1h) LMax (24h diurno notturno e orario) Lmin (24h diurno notturno e orario) Spettro livello dei minimi ad 1/3 di banda d'ottava diurno e notturno (Ricerca KT) Determinazione Livello Ambientale (LA) diurno e notturno (LA 24h = LAeq 24H, LA diurno = LAeq diurno, LA notturno = LAeq Notturmo) Livello di emissione sorgente (LS) secondo le metodiche UNI 10855:1999 	

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".

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2							
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale			COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

ferroviario (LAeq,TR), si procederà con la misura del livello equivalente del rumore ambientale LAeq 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) 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

Metodo A: Valutazione di una sorgente sonora disattivabile anche se il livello residuo (L_R) 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. 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 (L_A'), 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 (L_A') che il rumore residuo (L_R'), risultano stazionari e se $L_A' - L_R' > 6 \text{ dB}$, allora è possibile applicare il Metodo B, determinando il contributo specifico della sorgente con l'utilizzo della seguente formula:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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 (L90, L80 ...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 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.

4.6.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Nella Tabella 4-10 si riportano i punti di monitoraggio per la verifica delle emissioni acustiche, nonché la tipologia di punto (RUC, RUL, RUF).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

Nel complesso si prevedono:

- **n. 1 postazione fonometrica di tipo RUC, misure a cadenza trimestrale**

Il numero totale delle postazioni è pari a 1.

In merito alle tempistiche riportate nella seguente Tabella 4-10 si evidenzia che:

- La durata complessiva della fase di realizzazione è stimata in 550 giorni dalla consegna lavori all'ultimazione degli stessi, pari a circa 1,5 anni

Tabella 4-10 Rumore: Punti di monitoraggio

PUNTO	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE	FASE	N. CAMPAGNE	DURATA
RUC.01	AT.04	AO	1	24 h
		CO	6	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 *RR0P02R22P5MA0000001* "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

4.7 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

4.7.1 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.

4.7.2 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, con riferimento a 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 RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

- 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

4.7.3 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.

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 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 rinvergono comunemente ai bordi delle strade o presso i ruderi, le avventizie naturalizzate, le specie sfuggite

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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.

4.7.4 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:

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2						
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale		COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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

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

Le aree verranno georeferenziate mediante l'utilizzo del GPS, al fine di renderne agevole il ritrovamento in occasione dei successivi monitoraggi e verrà disposto, possibilmente presso ogni area, un cartello identificativo dell'area di rilevamento al fine di evitare che i paletti vengano rimossi da ignoti.

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 foto-documentate. 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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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.

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

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 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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).

<u>Risultati attesi</u>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Analisi composizionale secondo metodo Braun-Blanquet: <ul style="list-style-type: none"> ○ 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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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.

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.

4.7.5 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 4-11.

Tabella 4-11 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)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

ATTIVITÀ	ANTE OPERAM (12 MESI) (FREQUENZA)	CORSO D' OPERA (FREQUENZA)	POST OPERAM (12 MESI) (FREQUENZA)
Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere (Indagine di tipo "4")	-	semestrale (Primavera/tarda estate)	-

Con riferimento agli aspetti temporali si precisa che:

- La durata complessiva della fase di realizzazione (attività di costruzione) è stimata in 550 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 4-12.

Tabella 4-12 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	VEG9 – Indagine di tipo "4"	AS.01	-	3	-
VEG.02	VEG4.1 - Indagine tipo C	2+920	4	6	4
	VEG5 - Indagine tipo D		2	6	2
VEG.03	VEG8 – Indagine di tipo "3"	3+650	-	-	2
VEG.04	VEG8 – Indagine di tipo "3"	4+300	-	-	2
VEG.05	VEG8 – Indagine di tipo "3"	4+460	-	-	2

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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 *RR0P02R22P5MA0000001*
“Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

4.8 Sistema paesaggistico

4.8.1 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;
- *capacità di assorbimento visuale*: attitudine ad assorbire visivamente le modificazioni, senza diminuzione sostanziale della qualità.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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).

4.8.2 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;
- 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;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

- i vincoli ambientali, archeologici, architettonici, artistici e storici.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

Tabella 4-13 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.

4.8.4 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,
 - c. i risultati ottenuti a seguito del rilievo fotografico in termini sensibilità percettiva rispetto all'infrastruttura ferroviaria.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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. 4.8.3).

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.

4.8.5 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.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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 4-14.

Tabella 4-14 Sistema paesaggistico: Quadro riepilogativo attività di monitoraggio

PUNTO	PK	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE	FASE FREQUENZA					
			AO	Frequenza	CO	Frequenza	PO	Frequenza
PAE.01	3+970	IV.01	•	1 volta	•	semestrale	•	1 volta
		AT.08 / AT.09 / AT.10	•	1 volta	•	semestrale	-	-

La localizzazione dei punti è riportata negli elaborati cartografici "RR0P02R22P5MA0000001 Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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 PM₁₀ o PM_{2,5}.
- 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).
- 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

- 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 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.
- 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;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

- 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).

5.4 Suolo e sottosuolo

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

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);
- 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;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R22RH	DOCUMENTO MA0000 001	REV. B

- 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 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:

5.6.1 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;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA RADDOPPIO DECIMOMANNU – VILLAMASSARGIA LOTTO 2					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale					
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
RR0P	02	R22RH	MA0000 001	B	98 di 100	

- 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;
- 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.

5.6.2 **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”.

6. Sintesi del Progetto di Monitoraggio

Con riferimento a quanto riportato nel presente PMA di seguito si restituisce il quadro sinottico del monitoraggio ambientale correlato alle opere in progetto.

Tabella 6-1 Quadro riepilogativo generale delle attività di monitoraggio

ATMOSFERA					
CODICE PUNTO	FREQUENZA	AO N. CAMPAGNE (6 MESI)	CO N. CAMPAGNE (~1,5 ANNI)	LOCALIZZAZIONE	
ATC 01	trimestrale	2	6	CO.01	
ATNI.01	trimestrale	2	6	Sp90	
ACQUE SUPERFICIALI					
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	Opera di attraversamento IN03	Trimestrale (2 volte)	6 (4 volte / anno)	Trimestrale (2 volte)
ASU.02	Valle				
ASU.03	Monte	Opera di attraversamento IN06	Trimestrale (2 volte)	6 (4 volte / anno)	Trimestrale (2 volte)
ASU.04	Valle				
ACQUE SOTTERRANEE					
MISURE	TIPOLOGIA	PROGR. KM	AO N. CAMPAGNE (6 MESI)	CO N. CAMPAGNE (~1,5 ANNI)	PO N. CAMPAGNE (6 MESI)
ASO.01	Monte	4+280	2	6	2
ASO.02	Valle	4+160	2	6	2
SUOLO					
MISURE	AREA DI CANTIERE		AO (6 MESI)	PO (6 MESI)	
SUO.01	Cantiere base CB.01		1 volta	1 volta	

SUO.02	Area di stoccaggio AS.01 / Cantiere operativo CO.01	1 volta		1 volta				
SUO.03	Area di stoccaggio AS.02 / Deposito temporaneo DT.01	1 volta		1 volta				
RUMORE								
PUNTO	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE	FASE	N. CAMPAGNE		DURATA			
RUC.01	AT.04	AO	1		24 h			
		CO	6		24 h			
VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA								
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	VEG9 – Indagine di tipo “4”	AS.01	-	3	-			
VEG.02	VEG4.1 - Indagine tipo C	2+920	4	6	4			
	VEG5 - Indagine tipo D		2	6	2			
VEG.03	VEG8 – Indagine di tipo “3”	3+650	-	-	2			
VEG.04	VEG8 – Indagine di tipo “3”	4+300	-	-	2			
VEG.05	VEG8 – Indagine di tipo “3”	4+460	-	-	2			
<ul style="list-style-type: none"> • 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 								
PAESAGGIO								
PUNTO	PK	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE	FASE FREQUENZA					
			AO	Frequenza	CO	Frequenza	PO	Frequenza
PAE.01	3+970	IV.01	•	1 volta	•	semestrale	•	1 volta
		AT.08 / AT.09 / AT.10	•	1 volta	•	semestrale	-	-