

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. ARCHITETTURA, AMBIENTE E TERRITORIO

S.O. AMBIENTE

PROGETTO DEFINITIVO

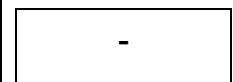
RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELLO

RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Relazione Generale

SCALA:



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

N B 1 R 0 0 D 2 2 R G M A 0 0 0 1 0 0 1 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Massari	Giugno 2020	G. Tucci G. Dajelli	Giugno 2020	M. Berlingeri	Giugno 2020	C. Ercolani Luglio 2022
B	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Massari	Luglio 2021	G. Tucci G. Dajelli	Luglio 2021	M. Berlingeri	Luglio 2021	
C	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Massari	Luglio 2022	S. Potena G. Dajelli	Luglio 2022	M. Berlingeri	Luglio 2022	

ITALFERR S.p.A.
Dott.ssa C. Ercolani
Ordine Agrotecnico Agrotecnici Laureati
di Roma, Rieti e Viterbo
6/2015

File: NB1R00D22RGMA0001001C.doc

n. Elab. :

INDICE

1.	PREMESSA	7
2.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	9
2.1	GLI INTERVENTI IN PROGETTO	9
2.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE	10
3.	RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI	13
3.1	I RICETTORI	13
3.2	PUNTI DI MISURA	14
3.3	TEMPI E FREQUENZE	15
4.	RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI	16
4.1	ATMOSFERA	16
4.1.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	<i>16</i>
4.1.2	<i>Normativa di riferimento</i>	<i>16</i>
4.1.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	<i>18</i>
4.1.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	<i>20</i>
4.1.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	<i>21</i>
4.1.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	<i>23</i>
4.2	ACQUE SUPERFICIALI	26
4.2.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	<i>26</i>

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 22	RG	MA0001 001	C	3 di 117

4.2.2	Normativa di riferimento.....	26
4.2.3	Criteri di individuazione delle aree da monitorare	29
4.2.4	Parametri oggetto del monitoraggio.....	29
4.2.5	Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....	36
	Misure di Portata	36
	Campionamento per Analisi di Laboratorio	38
	Indice STAR ICM1	38
	Indice NISECI	39
	Monitoraggio diatomee	42
4.2.6	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio	44
4.3	ACQUE SOTTERRANEE	47
4.3.1	Obiettivi del monitoraggio	47
4.3.2	Normativa di riferimento.....	47
4.3.3	Criteri di individuazione delle aree da monitorare	47
4.3.4	Parametri oggetto del monitoraggio.....	49
4.3.5	Specifiche e strumentazione di monitoraggio.....	52
4.3.6	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio	54
4.4	SUOLO E SOTTOSUOLO	56
4.4.1	Obiettivi del monitoraggio	56
4.4.2	Normativa di riferimento.....	56
4.4.3	Criteri di individuazione delle aree da monitorare	57
4.4.4	Parametri oggetto del monitoraggio.....	58
4.4.5	Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....	59

4.4.6	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio	68
4.5	RUMORE	70
4.5.1	Obiettivi del monitoraggio	70
4.5.2	Normativa di riferimento.....	70
4.5.3	Criteri di individuazione delle aree da monitorare	72
4.5.4	Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....	73
4.5.5	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio	74
4.6	VIBRAZIONI	77
4.6.1	Obiettivi del monitoraggio	77
4.6.2	Normativa di riferimento.....	77
4.6.3	Criteri di individuazione delle aree da monitorare	79
4.6.4	Strumentazione.....	80
4.6.5	Modalità di monitoraggio e parametri	81
4.6.6	Elaborazioni delle misure.....	82
4.6.7	Articolazione temporale delle attività di monitoraggio	83
4.7	CAMPI ELETTRICO – MAGNETICI.....	86
4.7.1	Obiettivi del monitoraggio	86
4.7.2	Normativa di riferimento.....	86
4.7.3	Criteri di individuazione delle aree da monitorare	87
4.7.4	Modalità di monitoraggio e parametri	87
4.7.5	Elaborazioni delle misure.....	88

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 22	RG	MA0001 001	C	5 di 117

4.7.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	90
4.7.7	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	91
4.8	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI.....	93
4.8.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	93
4.8.2	<i>Normativa di riferimento.....</i>	93
4.8.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	95
4.8.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio.....</i>	96
	<i>Vegetazione e flora</i>	96
	<i>Indagini larga scala – Retinature territorio</i>	96
	<i>Analisi floristica fascia campione distale alla linea ferroviaria.....</i>	96
	<i>Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere</i>	97
	<i>Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora</i>	98
	<i>Fauna</i>	98
	<i>Fauna mobile terrestre.....</i>	98
	<i>Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche degli ecosistemi</i>	98
4.8.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....</i>	98
	<i>Vegetazione e flora</i>	98
	<i>Censimento e analisi floristica</i>	99
	<i>Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere</i>	100
	<i>Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora</i>	101
	<i>Fauna</i>	101
	<i>Fauna mobile terrestre – Mammiferi grandi e piccoli</i>	102
	<i>Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili</i>	103
	<i>Avifauna</i>	104
4.8.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	106
	<i>Flora e vegetazione</i>	106
	<i>Fauna</i>	109
4.9	PAESAGGIO.....	110

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 22	RG	MA0001 001	C	6 di 117

4.9.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	110
4.9.2	<i>Normativa di riferimento.....</i>	111
4.9.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	112
4.9.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio.....</i>	113
4.9.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....</i>	114
4.9.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	116

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

1. **PREMESSA**

La presente relazione fa parte degli elaborati relativi al Progetto Definitivo del raddoppio della tratta ferroviaria "Ponte S. Pietro – Bergamo - Montello".

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", "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: Paesaggio e Beni culturali..

Il progetto di monitoraggio, in base alle risultanze degli studi effettuati a supporto del progetto definitivo "*NB1R00D69RGCA0000002B_Progetto Ambientale della Cantierizzazione*", individua le principali componenti ambientali da indagare, le modalità e le tempistiche connesse alle attività di monitoraggio.

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



**RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO,
SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA'
BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO
PROGETTO DEFINITIVO**

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 22	RG	MA0001 001	C	8 di 117

cui il progetto dell'opera si inserisce e dei potenziali impatti che esso determina sia in termini positivi che negativi.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

2. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

2.1 Gli interventi in progetto

L'intervento in questione ricade all'interno del territorio della Regione Lombardia e, al suo interno, della Provincia di Bergamo. I territori comunali interessati dal progetto sono Ambivere, Ponte San Pietro, Mozzo, Curno, Bergamo, Albano Sant'Alessandro, Brusaporto e Montello.

Il progetto in esame rientra in un'iniziativa progettuale più ampia che si inquadra all'interno della "Intesa sulle strategie e sulle modalità per lo sviluppo del SFR passeggeri, del trasporto merci e degli standard qualitativi per l'interscambio modale", in corso di sottoscrizione tra RFI e Regione Lombardia, nella quale il raddoppio della linea tra Montello-Bergamo-Ponte S. Pietro è finalizzato a potenziare i servizi attualmente esistenti tra Milano Porta Garibaldi e Bergamo.

In particolare, di seguito si riporta una rappresentazione degli interventi in progetto, distinti nei lotti 2, 7 e 8 oggetto di intervento.

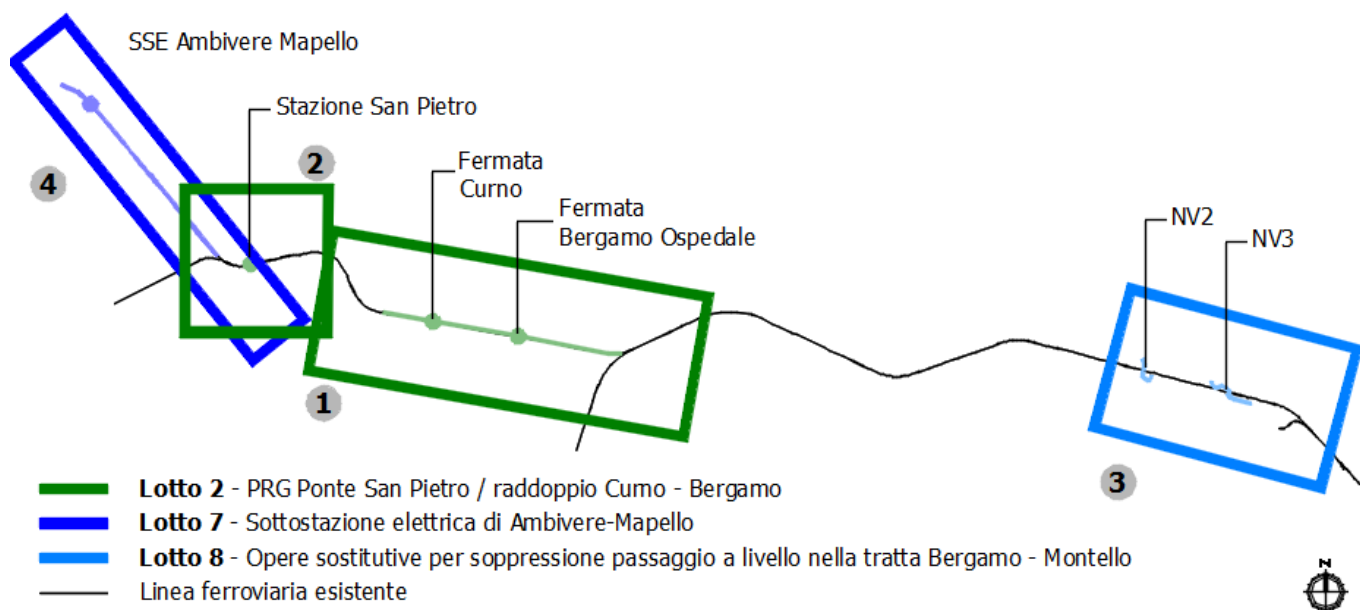


Figura 2-1 Interventi in progetto suddivisi in lotti

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C



Figura 2-2 Inquadramento territoriale dell'intervento

L'intervento in progetto ha ad oggetto la realizzazione del raddoppio della linea da Curno a Bergamo per una lunghezza complessiva di circa 5 km e comprensiva della "Variante Polaresco", ossia del tratto compreso tra le progressive 3+079 e 3+976 sviluppato a seguito dell'intervenuta dichiarazione di interesse culturale del Ponte pedonale ad arco in prossimità della Cascina Polaresco nel Comune di Bergamo e del conseguente diniego alla sua demolizione, prevista nella stesura originaria del Lotto 02. Unitamente alla realizzazione del citato raddoppio, i principali interventi previsti sono i seguenti:

- Sistemazione del PRG di Ponte S. Pietro;
- Viabilità sostitutiva per la soppressione dei passaggi a livello della linea da Bergamo a Montello;
- SSE Ambivere Mapello.

Per un maggior approfondimento si rimanda agli specifici elaborati per tutti i dettagli previsti e per le fasi di realizzazione dell'opera.

2.2 Descrizione del sistema di cantierizzazione

Per la realizzazione delle opere in progetto, è prevista l'installazione delle seguenti tipologie di cantieri:

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 11 di 117

- **cantiere base:** fungono da supporto logistico per tutte le attività relative alla realizzazione degli interventi in oggetto;
- **cantiere operativo:** contiene gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere;
- **aree tecniche:** risultano essere quei cantieri funzionali in particolare alla realizzazione di singole opere (viadotti, cavalcaferrovia, opere di imbocco). Al loro interno sono contenuti gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere;
- **aree di stoccaggio:** sono quelle aree di cantiere destinate allo stoccaggio del materiale proveniente da scotico, scavi, demolizioni, ecc., in attesa di eventuale caratterizzazione chimica e successivo allontanamento per riutilizzo in cantiere, conferimento a siti esterni per attività di rimodellamento o recupero/smaltimento presso impianti esterni autorizzati;
- **cantieri armamento:** tali aree sono di supporto alla esecuzione dei lavori di armamento ed attrezzaggio tecnologico della linea.
- **aree di deposito terre:** sono quelle aree destinate all'eventuale accumulo temporaneo delle terre di scavo. Tale stoccaggio temporaneo è stato previsto con funzione di "polmone" in caso di interruzioni temporanee della ricettività dei siti esterni di destinazione definitiva. Le predette aree di deposito sono state proporzionate onde garantire almeno 8 mesi di accumulo dello scavo al fine di assicurare, su tale periodo, la continuità delle lavorazioni.

Le aree di cantiere 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 ed autostrada);
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico.
- Interferire il meno possibile con il patrimonio culturale esistente

Nelle tabelle che seguono si riportano nel dettaglio le aree di cantiere previste per singolo lotto in oggetto.

Tabella 2-1 Elenco aree di cantiere – Lotto 2

Codice	WBS	Superficie	Comune	Provincia
1.AR.01	-	1.900	Bergamo	BG
1.AR.01 bis	-	2.000	Bergamo	BG
1.AR.02	-	2.400	Ponte San Pietro	BG
1.AT.01	SL01	300	Curno	BG
1.AT.02	FV02	624	Curno	BG
1.AT.03	VI05	1.290	Bergamo	BG
1.AT.04	FV01	3.130	Bergamo	BG
1.AT.05	GA02	630	Bergamo	BG
1.AT.06	GA01	600	Bergamo	BG
1.AT.07	Stazione di Ponte San Pietro	800	Ponte San Pietro	BG
1.AS.01	-	1.050	Curno	BG
1.AS.02	-	6.700	Curno	BG
1.AS.03	-	1.375	Curno	BG
1.AS.04	-	8.750	Treviolo	BG
1.AS.05	-	4.850	Bergamo	BG
1.AS.06	-	800	Bergamo	BG
1.AS.07	-	5.800	Bergamo	BG
1.AS.08	-	9.360	Bergamo	BG
1.AS.09	-	965	Ponte San Pietro	BG
1.AS.10	-	7.000	Bergamo	BG
1.AS.11	-	10.980	Bergamo	BG
1.AS.12	-	1.810	Bergamo	BG
1.CO.01	SL01	950	Curno	BG
1.CO.02	FV01	12.340	Bergamo	BG
1.CO.03	FV02 – FA03	2.500	Curno	BG
1.CO.05	Stazione di Ponte San Pietro	2.300	Ponte San Pietro	BG
1.CB.01	-	11.852	Bergamo – Treviolo	BG
1.DT.01	-	32.345	Curno	BG

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

Tabella 2-2 Elenco aree di cantiere – Lotto 7

Codice	WBS	Superficie	Comune	Provincia
1.AR.03	-	930	Ambivere	BG
7.AS.01	-	2.000	Ambivere	BG
7.CO.01	SSE di Ambivere	1.000	Ambivere	BG

Tabella 2-3 Elenco aree di cantiere – Lotto 8

Codice	WBS	Superficie	Comune	Provincia
2.AT.04	-	1.280	Albano S. Alessandro	BG
2.AT.05	-	1.400	Albano S. Alessandro	BG
2.AS.04	-	2.365	Albano S. Alessandro	BG
2.AS.05	-	3.195	Albano S. Alessandro	BG
2.AS.06	-	1.667	Albano S. Alessandro	BG
2.AS.07	-	2.055	Albano S. Alessandro	BG
2.CO.02	NV02	2.930	Albano S. Alessandro	BG
2.CO.03	NV03	1.351	Albano S. Alessandro	BG
2.CB.01	-	3.000	San paolo D'Argon	BG

Per maggiori dettagli sulla cantierizzazione si rimanda all'elaborato specialistico, quale "Relazione di cantierizzazione" (NB1R02D53RGCA0000001C - NB1R07D53RGCA0000001A - NB1R08D53RGCA0000001A) e relativi allegati

3. RICETTORI, PUNTI DI MISURA E TEMPI

3.1 I ricettori

I ricettori sono stati individuati sulla base di un'analisi del territorio e degli studi ambientali svolti per il progetto in esame.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

Il tracciato di progetto, di lunghezza pari a circa 5 km si sviluppa in affiancamento alla Linea esistente, dalla stazione di Bergamo fino a Curno, attraversando i territori comunali di Curno e Bergamo.

I ricettori presenti sul territorio attraversato dalle opere in progetto, nonché dal sistema di cantierizzazione progettato, sono stati individuati, all'interno di una fascia di 300 metri dall'asse del tracciato, fino alla stazione di Ponte San Pietro, oggetto di intervento, interessando oltre i comuni di Bergamo e Curno, anche Mozzo e Ponte San Pietro.

Per la localizzazione dei ricettori si rimanda alla consultazione degli elaborati grafici allegati allo studio acustico "*NB1R02D22P6IM0004001-5A_Planimetria di censimento dei ricettori*".

3.2 Punti di misura

Nel presente PMA per le aree di intervento e per ciascuna area di cantiere sono state individuate le componenti 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 volta, mensile, trimestrale).

Per ognuna delle componenti ambientali selezionate sono stati definiti univocamente i siti nei quali predisporre le stazioni di monitoraggio per eseguire misure e prelievi, a seconda dei casi specifici.

Ciascun punto di monitoraggio è stato posizionato sulla base di analisi di dettaglio in campo, condotte in questa fase di progettazione definitiva, delle criticità e significatività specifica per singola componente ambientale messa in evidenza nel Piano Ambientale della Cantierizzazione (in seguito denominato PAC) e nello Studio di Impatto Ambientale (SIA), sottoponendo il punto ad accertamento delle condizioni di accessibilità e mappandolo in carta. Per ognuno di tali punti si è previsto di individuarne la fase in cui esso verrà monitorato, le attività di monitoraggio che in esso avranno luogo e le relative frequenze e durate.

L'esatta localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle tavole allegatae "*NB1R00D22P5MA0001001-2C_Planimetria localizzazione punti di monitoraggio*".

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 15 di 117

3.3 Tempi e frequenze

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

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

4. RELAZIONI SPECIFICHE DELLE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI

4.1 Atmosfera

4.1.1 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.

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

In fase di corso d'opera, le misure di atmosfera non verranno eseguite in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze.

4.1.2 Normativa di riferimento

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;

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 17 di 117

- D.M. 20/5/1991 - Criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- 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. 21/05/2004 n.183: Attuazione della direttiva 2002/03/CE relativa all'ozono nell'aria;
- 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.

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".

Inoltre il progetto di monitoraggio della componente atmosfera descritto in questo elaborato è stato definito sulla base del documento "Linee Guida per il monitoraggio dell'atmosfera nei cantieri di grandi opere" prodotto da Italferr a Giugno 2012.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

4.1.3 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 PAC.

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

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

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è stata effettuata valutando sia il posizionamento dei ricettori, sia la severità dei potenziali impatti (legata alla tipologia delle lavorazioni e alla sensibilità del territorio) e della durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera.

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

Per "stazione" si intende una zona definita in cui si ritiene necessario prevedere la determinazione del potenziale contributo della cantierizzazione in termini di inquinanti atmosferici. In particolare, nel nostro caso si definiscono due tipologie di sezione di monitoraggio:

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

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

- monitoraggio del traffico veicolare di cantiere

Per ciascuna sezione di monitoraggio, sempre secondo le finalità definite sopra, si prevede l'ubicazione di almeno due 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 funzione dell'ampiezza delle aree interferite, del numero di ricettori presenti, della severità dei potenziali impatti e della durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera, la rete di monitoraggio sarà composta dalle seguenti sezioni di monitoraggio: 3 punti influenzati dalle attività di cantiere, 1 punto influenzato dal traffico veicolare dei mezzi d'opera e 3 punti di monitoraggio non influenzati dalle attività di cantiere, per un totale di 7 punti di monitoraggio.

Tutti i punti saranno monitorati sia in fase ante operam che in corso d'opera. In virtù della natura dell'opera, non si prevedono elementi di impatto per la componente atmosfera durante l'esercizio dell'opera, quindi non si prevede di eseguire monitoraggi in fase post operam, per detta componente.

La localizzazione delle sezioni di monitoraggio con indicazione dei possibili punti di monitoraggio viene rappresentata negli elaborati grafici "NB1R00D22P5MA0001001-2C_Planimetria localizzazione punti di monitoraggio".

Le sezioni di monitoraggio saranno sia del tipo ATC, ovvero per il monitoraggio delle attività dei cantieri fissi, che del tipo ATV ossia per il monitoraggio dell'impatto sull'aria dovuto al passaggio dei mezzi di cantiere atti all'approvvigionamento e all'allontanamento dei materiali.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio che costituiranno ciascuna stazione è determinata in riferimento ai risultati delle analisi ambientali di progetto e potrà essere modificata durante la fase di corso d'opera, sempre con la finalità di evidenziare nella sezione il contributo delle emissioni di cantiere.

In particolare, l'ubicazione esatta dei punti da monitorare dovrà essere confermata a seguito della verifica:

- dell'effettiva cantierizzazione che sarà effettuata in sede di approfondimento del progetto esecutivo
- della possibilità di accesso alle aree

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

- della possibilità di allaccio alla corrente elettrica

4.1.4 Parametri oggetto del monitoraggio

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

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

- Parametri convenzionali
 - particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM₁₀);
 - particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM_{2.5}).
- Parametri non convenzionali
 - analisi della composizione chimica del particolato nel particolato sedimentabile (deposizioni) relativamente agli elementi terrigeni;
 - misura ed interpretazione quali-quantitativa dei dati relativi al particolato sedimentabile (deposizioni);
 - misura simultanea delle polveri con metodo gravimetrico e della distribuzione granulometrica del particolato ad alta risoluzione temporale mediante contatori ottici.

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;

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

- precipitazioni atmosferiche;
- pressione barometrica;
- radiazione solare;

Il monitoraggio ambientale per la componente atmosfera prevede:

- il monitoraggio della componente atmosfera ante operam: esso risulta infatti necessario per la definizione dello stato della qualità dell'aria prima dell'inizio dei lavori, integrando possibilmente le misure svolte con le informazioni raccolte nel tempo dalle centraline di rilevamento locali;
- il monitoraggio della componente atmosfera in corso d'opera, per le interferenze dovute all'attività dei cantieri fissi (aree tecniche, aree di stoccaggio, etc.) e del traffico veicolare di cantiere.
- Non sono previste attività di monitoraggio post operam in quanto al termine delle lavorazioni di cantiere non saranno più presenti sorgenti potenziali di emissioni.

4.1.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Metodologia di acquisizione parametri convenzionali

Per l'acquisizione dei dati di monitoraggio atmosferico saranno utilizzate stazioni di misura conformi ai sensi dell'art.1 comma g) del D. Lgs. 155/10 e s.m.i.:

In particolare per il campionamento e le analisi dei parametri sopra indicati verranno 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 per le polveri sottili la UNI EN 12341), così da ottenere dei dati validati e confrontabili con le centraline degli Enti territoriali competenti per la determinazione della qualità dell'aria ai sensi dell'art. 1 del D. Lgs. 155/10 e s.m.i. ed avere delle indicazioni sull'andamento della qualità dell'aria delle zone territoriali su cui insistono le aree di cantiere e l'eventuale contributo delle attività di realizzazione dell'opera ferroviaria.

Metodologia di acquisizione parametri non convenzionali

Deposizione e microscopia: questa tecnica consente l'acquisizione, sulla base di periodi più lunghi (ad esempio 7 gg) di campioni di materiale particolato depositato, ossia la frazione più pesante del particolato aerotrasportato. Utilizzando un campionatore che si attiva solo in assenza di precipitazione

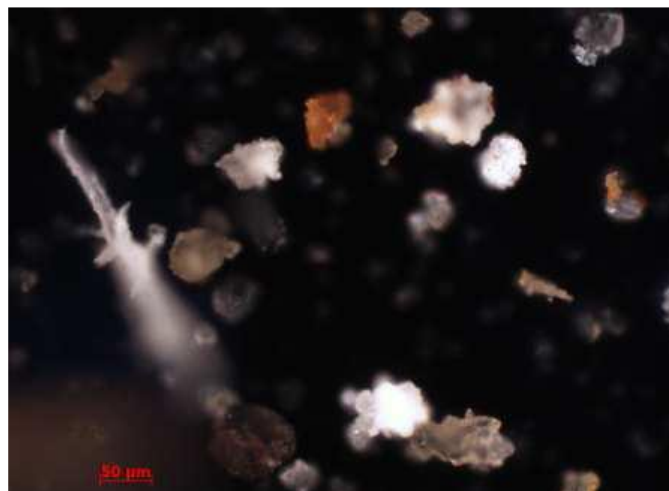
 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<p>COMMESSA NB1R</p>	<p>LOTTO 00 D 22</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO MA0001 001</p>	<p>REV. C</p>	<p>FOGLIO 22 di 117</p>

(Dry-Only), saranno acquisiti i dati di deposizione di massa (mg/mq*giorno) di polveri sedimentate, nonché vetrini per microscopio ottico sul quale effettuare l'osservazione qualitativa della natura delle polveri e della loro distribuzione in termini di colore, aspetto e dimensione, naturalmente in riferimento alle osservazioni da microscopio ottico che, in pratica, si riferiscono a particelle sedimentate di dimensioni superiori a 3 mm circa.

Anche in questo caso, al fine di chiarire meglio il senso delle osservazioni, nelle figure seguenti sono mostrate le apparecchiature per questo tipo di valutazione. Nella fase di campionamento viene impiegata un'apparecchiatura molto simile a quella presentata in fotografia:



Tale apparecchio si attiva in assenza di precipitazioni raccogliendo il materiale sedimentato. Quest'ultimo viene poi valutato per microscopia ottica automatica dopo essere stato raccolto su adeguato vetrino di osservazione. La foto di seguito riportata si riferisce ad un campione di particolato atmosferico sedimentato.



L'analisi automatica dell'immagine rende possibile la valutazione della distribuzione granulometrica e la classificazione del materiale depositato in classi di "colore" aggiungendo importanti informazioni a quelle

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

già acquisite e che possono essere riportate in tabelle simili a quella che viene di seguito mostrata ove appunto sono mostrate 8 classi granulometriche da 1 a 200 mm di diametro e tre classi di colore (Nero, Bianco, Marrone).

4.1.6 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.

Monitoraggio ante-operam:

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

- 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;

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.

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;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

- 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.

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate "NB1R00D22P5MA0001001-2C_Planimetria localizzazione punti di monitoraggio" con le metodiche di riferimento indicate al par. 4.1.5 con durata e frequenza come di seguito riportato:

Fase ante operam

- durata: 6 mesi;
- frequenza: due volte nell'anno precedente l'inizio lavori per postazione.

Fase corso d'opera

- durata: per tutta la durata dei lavori;
- frequenza: quattro volte l'anno per tutta la durata dei lavori.

Le campagne di misura in ciascun punto di monitoraggio avranno durata di 14 giorni; la tabella che segue riporta il numero di campagne di monitoraggio previste per ogni fase.

Codice punto	Frequenza	N° campagne Ante Operam (6 mesi)	N° campagne Corso d'opera	Localizzazione
ATC 01	Trimestrale	2	9	1.AT.04
ATC 02	Trimestrale	2	9	1.AS.06
ATC 03	Trimestrale	2	8	2.CO.02
ATV 01	Trimestrale	2	9	Via Brambilla
NI 01	Trimestrale	2	9	SS42
NI 02	Trimestrale	2	6	Via Ugo Foscolo
NI 03	Trimestrale	2	8	SP89

Nello stralcio di seguito si riporta la posizione dei punti N.I. (punti “non influenzati” dalle attività di cantiere); nella successiva fase progettuale i punti individuati potranno subire variazioni a seguito di ulteriori affinamenti dei modelli previsionale da prevedersi una volta definito il layout di cantiere esecutivo e di accertamenti sul campo per la verifica della fattibilità logistica (allacci corrente, permessi in aree private, ecc.).

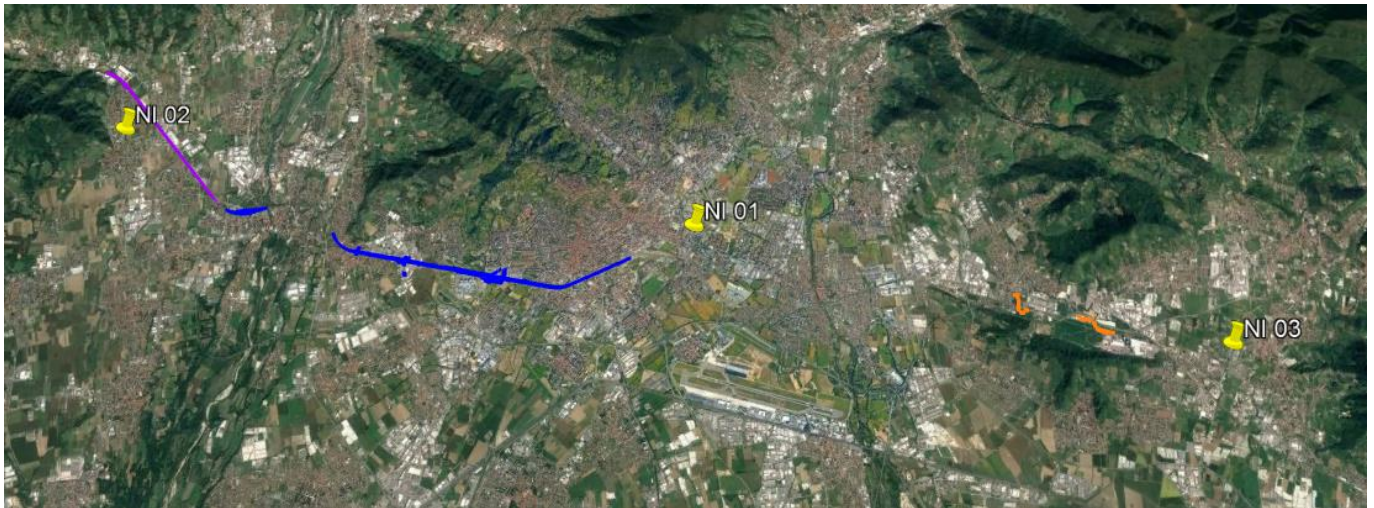


Figura 4-1 Localizzazione dei Punti Non Influenzati - N.I. -

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

4.2 Acque superficiali

4.2.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio relativo alla componente "Ambiente idrico superficiale" è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all'esercizio dell'opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, che intervengono sui corpi idrici superficiali interferiti dall'opera o prossimi ad essa, ed a risalirne le cause, così da ricercare gli eventuali correttivi per ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l'ambiente idrico pre-esistente.

4.2.2 Normativa di riferimento

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 seguenti riferimenti:

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;
- 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.

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

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 28 di 117

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;

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 29 di 117

- 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 ss.mm.ii. - Attuazione della direttiva 98/83/Ce - Qualità delle acque destinate al consumo umano.

4.2.3 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 base ai dettami del documento, le aree oggetto di monitoraggio dovranno essere individuate in base alla tipologia di opera e in relazione alla sensibilità e/o vulnerabilità dell'area potenzialmente interferita, pertanto l'individuazione dei punti dovrà essere strettamente connessa a:

- interferenze opera – ambiente idrico e alla valutazione dei relativi impatti;
- punti di monitoraggio considerati in fase di caratterizzazione ante operam;
- reti di monitoraggio (nazionale, regionale e locale) meteo idro-pluviometriche e quali – quantitative esistenti, in base alla normativa di settore.

Nel PMA saranno indicati i siti di monitoraggio puntuali atti ad eseguire un'analisi a scala di sito, e quindi strettamente calati sulle emergenze idriche da monitorare, pertanto in corrispondenza dei più significativi corpi idrici potenzialmente interferiti dovranno essere posizionati due punti di monitoraggio secondo il criterio "Monte-Valle", così da poter valutare in tutte le fasi del monitoraggio la variazione degli specifici parametri/indicatori tra i due punti "M-V" ed eventualmente individuare gli impatti derivanti dalle attività connesse al progetto.

4.2.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Secondo quanto indicato nelle citate linee guida ministeriali, 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.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici.

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).

Nelle campagne di misura 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 necessario 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.

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, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza d'inquinanti. La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno è in funzione della temperatura e della pressione barometrica pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. 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 in sospensione totali sono indicativi, eventualmente in associazione con la torbidità rilevata strumentalmente e con la misura del trasporto solido in sospensione, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o ad interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosività del suolo (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, di cava o discarica; sistemazioni

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 32 di 117

idrogeologiche, dissesti, ecc.). L'entità e la durata di concentrazioni acute di solidi in sospensione ha ripercussioni sulla quantità degli habitat per macroinvertebrati e 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

Idrocarburi Btex

Idrocarburi Totali

Piombo

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

Zinco

Rame

Nichel

Cadmio

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 calcestruzzo (cromo) o tramite vernici, zincature e cromature. La presenza di oli e idrocarburi è riconducibile all'attività di macchine operatrici di cantiere, a sversamenti accidentali, al lavaggio di cisterne e automezzi e al traffico veicolare.

- **Parametri biologici e fisiografico-ambientali**

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

L'indice NISECI (Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche) utilizza, come principali criteri per la valutazione dello stato ecologico di un determinato corso d'acqua, la naturalità della comunità ittica (intesa come completezza della composizione in specie indigene attese in relazione al quadro zoogeografico ed ecologico), e la condizione biologica delle popolazioni presenti (quantificata positivamente per le specie indigene attese e negativamente

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

per le aliene), in termini di abbondanza e struttura di popolazione tali da garantire la capacità di autoriprodursi ed avere normali dinamiche ecologico-evolutive. Tale metodo di valutazione della fauna ittica per la classificazione dei corpi idrici fluviali, oltre alle metriche definite dalla WFD (composizione, abbondanza e struttura di età), prende in considerazione anche la presenza di specie endemiche e quella di specie aliene e di ibridi.

Le diatomee sono alghe brune, unicellulari, eucariote e autotrofe, appartenenti alla Classe delle Bacillariophyceae, generalmente delle dimensioni di pochi μm , che possono vivere isolate o formare colonie. Sono caratterizzate da una parete cellulare silicea chiamata frustulo costituito da due metà che si incastrano l'una nell'altra come una scatola e il suo coperchio. Esse sono le principali componenti del perifiton.

Le diatomee sono in grado di colonizzare qualsiasi tipo di ambiente umido, dai sistemi lotici a quelli più lentic, permettendo una valutazione della qualità di diverse tipologie ecosistemiche, sia fluviali, che sorgenti, torbiere o prati umidi. In base all'habitat possono essere suddivise in bentoniche, che vivono aderenti al substrato e possiedono meccanismi per l'adesione ad esso e planctoniche che non sono ancorate a substrati e sono trascinate liberamente dalla corrente. A seconda che vivano su ciottoli, su altri elementi vegetali macroscopici o su depositi di limo si parla rispettivamente di diatomee epilitiche, epifitiche ed epipeliche.

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 interessati.

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 4-1 Parametri da monitorare per la componente acque superficiali (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	$\mu\text{S/cm}$

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 22	RG	MA0001 001	C	35 di 117

Parametro	Metodo	U.M.
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
solforati	APAT4020	mg/l
Bicarbonati	APAT2010B	mg/l
Nitrati	APAT4020	mg/l
Nitriti	APAT4020	mg/l
Ammonio	APAT 4030 B	mg/l
ferro	EPA6020	µg/l
CromoVI	EPA7199	µg/l
Cromo totale	EPA6020	µg/l
Btexas	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
nicel	EPA6020	µg/l
cadmio	EPA6020	mg/l
Indice NISECI	Protocollo Ispra	-

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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.

Ad ogni modo, le tipologie di campionature e di analisi periodiche, nonché le normative di riferimento saranno preventivamente concordate con il servizio ARPA di competenza, così come le circostanze e casistiche in cui sarà eventualmente necessario rinfittire i campionamenti.

4.2.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Misure di Portata

Il punto preciso di indagine sarà a discrezione dell'esperienza dell'operatore e delle condizioni del fiume, quando non è possibile per via delle condizioni idrologiche utilizzare il mulinello (metodo correntometrico), la portata sarà determinata con il metodo volumetrico o con il galleggiante. Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del possibile, dalla vegetazione. Prima di ogni campagna di misura dovrà essere verificata l'efficienza e la manutenzione della strumentazione. La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore. Le verticali dovranno essere più frequenti laddove il fondo è irregolare.

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

- Micromulinello con elica da 5 cm
 - Da 5 a 8 cm di altezza della verticale: 1 misura a 2.5 cm di profondità;
 - Da 8 a 10 cm due misure a 2.5 di prof e a 2.5 dal fondo;
 - Da 10 a 15 si aggiunge una misura a profondità= $2.5+(altezza-5)/2$;
 - Da 15 a 35 alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a prof= $2.5+(altezza-5)/3$, prof= $2.5+(altezza-5)*2/3$;

- Da 35 a 70 alle due misure di fondo e di superficie si aggiungono 3 punti a $prof=2.5+(altezza-5)/4$, $prof=2.5+(altezza-5)*2/4$, $prof=2.5+(altezza-5)*3/4$;
- Misure a guado con elica da 12 cm di diametro;
- Da 12 a 13 cm di altezza della verticale una misura a 6 cm di prof.;
- Da 13 a 25 cm si aggiunge una misura al 6 cm dal fondo;
- Da 25 a 50 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge una terza a $prof=6+(altezza-12)/2$;
- Oltre 50 cm di altezza alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a $prof=6+(altezza-12)/3$ e $prof=6+(altezza-12)*2/3$.
- Misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=12 cm
 - Da 18 a 24 cm di altezza della sezione una misura a 6 cm di profondità;
 - Da 25 a 30 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 12 cm dal fondo;
 - Da 31 a 50 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a $prof=6+(altezza-18)/2$;
 - Da 51 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a $prof=6+(altezza-18)/3$ e $prof=6+(altezza-18)*2/3$;
 - Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a $prof=6+(altezza-18)/4$, $prof=6+(altezza-18)*2/4$, $prof=6+(altezza-18)*3/4$;
 - 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 $prof=6+(altezza-26)/2$;
 - Da 66 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a $prof=6+(altezza-26)/3$ e $prof=6+(altezza-26)*2/3$;
 - Da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a $prof=6+(altezza-26)/4$, $prof=6+(altezza-26)*2/4$, $prof=6+(altezza-26)*3/4$;
 - Oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 38 di 117

Campionamento per Analisi di Laboratorio

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

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

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

Tutte le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

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

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

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

Indice STAR ICM I

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

Tabella 4-2 Metriche compongono lo STAR-ICMI e peso attribuito nel calcolo

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Metrica	Descrizione e taxa considerati	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di Famiglia)	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10} (\text{Sel_EPTD} + 1)$	Log_{10} (somma delle abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{s-w} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$ (sull'intera comunità)	0.083

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

Il calcolo dell'indice prevede i seguenti passaggi:

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

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

Indice NISECI

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

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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

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

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

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

Struttura dell'indice

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

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

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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

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

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

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

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

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

Per la metrica Presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene, le specie aliene sono state suddivise in tre gruppi in funzione della loro nocività, definita sulla base del livello di impatto sulla fauna ittica autoctona. Gli elenchi delle specie appartenenti ai tre diversi gruppi sono riportati nell'Allegato 3 del Manuale e linee guida 159/2017 "Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI)" pubblicato da ISPRA, sulla base delle valutazioni effettuate da Zerunian et al. (2009).

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 42 di 117

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

Monitoraggio diatomee

L'attività consiste nel campionamento ed analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua superficiali. La metodologia di campionamento e analisi a cui riferirsi è quella descritta nelle linee guida APAT: "PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI DELLE DIATOMEE BENTONICHE DEI CORSI D'ACQUA" (documento realizzato per la definizione dei metodi per il campionamento e l'analisi degli elementi biologici di qualità delle acque dolci superficiali coordinata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici - APAT, in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - MATTM). Il protocollo stabilisce un metodo per il campionamento, la determinazione ed il conteggio delle diatomee bentoniche come strumento per la valutazione della qualità dei corsi d'acqua. I corsi d'acqua sono popolati da alghe appartenenti a diverse classi; tra tutte le più idonee al monitoraggio delle acque correnti sono le diatomee perché presenti con un'elevata diversità in tutti i fiumi e molto sensibili alle alterazioni ambientali. Inoltre, queste alghe sono molto ben conosciute da un punto di vista sistematico ed ecologico.

Le diatomee bentoniche verranno suddivise, a seconda del substrato che colonizzano, in:

- epilittiche (su substrati duri naturali o artificiali quali ciottoli, sassi o pilastri);
- epifittiche (su macrofite, muschi, altre alghe);
- epipelliche (su detrito più fine quale limo o argilla),
- epipsammiche (su sabbia);
- epizoiche (su animali, es. copepodi).

Di seguito viene data una breve descrizione delle attività suddivise in campionamento e analisi.

Campionamento

Deve essere selezionato un tratto di fiume che presenti habitat e substrati di campionamento idonei, in particolare raschi. La lunghezza deve essere di almeno 10 m; maggiori estensioni possono andare bene, a seconda dell'uniformità fisica del corso d'acqua e della disponibilità di substrati. L'estensione dovrà comunque superare o essere almeno pari alla larghezza dell'alveo bagnato. Ai fini di una

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

caratterizzazione di maggior dettaglio della stazione, devono essere rilevati ed annotati sulla scheda di rilevamento e registrazione i valori relativi ad alcuni parametri fortemente condizionanti la distribuzione e la composizione delle comunità diatomiche come da tabella qui di seguito.

Parametri idromorfologici	Parametri fisico-chimici	Tipologia di substrato campionato
Substrato: granulometria (%Roccia – Massi – Ciottoli – Ghiaia – Sabbia - Limo)	Temperatura	Ciottoli o massi, con/senza alghe filamentose
Corrente: Impercettibile o molto lenta - lenta-media e laminare - media e con limitata turbolenza-elevata e quasi laminare - elevata e turbolenta - molto elevata	Conducibilità	Substrati artificiali (tipologia)
	pH	Macrofite emergenti (tipologia)
Torbidità: determinazione qualitativa (chiara-leggermente torbida – torbida - opaca)	Ossigeno disciolto	Macrofite e/o macroalghe sommerse (tipologia)
	Nutrienti (facoltativo): Nitrati, ammonio, fosfati	% copertura alghe filamentose
	Parametri fisico – chimici (facoltativo): solidi sospesi, Ca ⁺ , Cloruri, BOD, COD	

Tabella 4-3 Parametri idromorfologici finalizzati al monitoraggio delle Diatomee

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

- Scheda di rilevamento n°
- Fiume/Lago
- Data e ora del campionamento
- Campione n°
- Operatore
- Sito
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo
- Nome taxa (non obbligatorio in caso di utilizzo della targhetta in campo)
- specificare la tipologia di substrato campionato e il tipo di conservante usato.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno sottoposti a conservazione sia chimicamente che termicamente tramite refrigerazione a 4 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore successive al prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate. Allegare il corrispondente report compilato durante il prelievo. Infine, dovranno essere effettuate una o più fotografie che permettano la visione della zona del prelievo e delle sezioni dove è avvenuto il campionamento.

4.2.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Il monitoraggio verrà eseguito in 3 fasi:

- Ante – Operam (AO);
- Corso d’Opera (CO);
- Post – Operam (PO).

Il Monitoraggio Ante Operam (AO) delle acque superficiali ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche dei corsi d’acqua, in termini qualitativi, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dalle opere in progetto.

Il Monitoraggio AO ha infine 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.

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.

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

Le “Indicazioni tecniche per la predisposizione di piani di monitoraggio ambientale”, stilate da ARPA Lombardia, specificano, oltre alla durata, le frequenze minime di monitoraggio di ciascun elemento per le fasi AO e PO:

- Parametri chimico-fisici in situ: 4 misure (trimestrale)

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 45 di 117

- Parametri di laboratorio: 4 misure (trimestrale)
- Macroinvertebrati: 4 misure all'anno
- Macrofite diatomee: 2 misure all'anno
- Fauna ittica: 2 misure all'anno
- Idromorfologia: 1 misura in Ante Operam e 1 in Post Operam

Nella fase CO le frequenze di monitoraggio degli elementi biologici sono:

- Macroinvertebrati: trimestrali per tutta la durata del CO, con campionamenti aggiuntivi nel caso di anomalie segnalate dai misuratori in continuo;19
- Macrofite: 2 rilievi, qualora la fase di CO interessi il periodo idoneo al campionamento (indicativamente da aprile a ottobre);
- Diatomee: due volte l'anno

Il Monitoraggio su un corso d'acqua, in ognuna delle suddette fasi, si esegue attraverso una sezione, composta da due punti di monitoraggio, uno a monte ed uno a valle 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 in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola allegata "NB1R00D22P5MA0001001-2C_Planimetria localizzazione punti di monitoraggio" con le metodiche riportate in tabella 4 con durata e frequenza come di seguito riportato:

Fase Ante Operam

- Durata 1 anno;
- Frequenza: (trimestrale) 4 volte nell'anno precedente l'inizio lavori per postazione;

Fase Corso d'opera

- Durata: per tutta la durata dei lavori;
- Frequenza: (trimestrale) quattro volte l'anno per tutta la durata dei lavori, con le misure svolte negli analoghi periodi, estivi e invernali, in cui sono state svolte le rilevazioni ante-operam;

Fase Post Operam

- Durata: 1 anno;
- Frequenza: (trimestrale) 4 volte nei mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

Tabella 4-4 Programmazione del monitoraggio delle acque superficiali

MISURE	CORSO D'ACQUA DA MONITORARE/PK	ANTE OPERAM (1 ANNO)	CORSO D'OPERA N. CAMPAGNE	POST OPERAM (1 ANNO)
ASU_01	Roggia Serio 3+340	Trimestrale	9	Trimestrale
ASU_02				

Per la fase Ante Operam e Post Operam i campionamenti e le analisi chimico-fisiche speditive in-situ e le analisi chimiche di laboratorio avranno frequenza trimestrale per la durata di un anno.

Nella fase Corso d'Opera i campionamenti e le analisi chimico-fisiche speditive in-situ avranno frequenza trimestrale durante tutto il periodo di durata del cantiere.

Appare evidente che la frequenza del monitoraggio della componente acque superficiali in fase CO e PO potrà essere variata in funzione delle caratteristiche torrentizie/stagionali dei diversi corsi d'acqua impattati e sulla base degli esiti del monitoraggio eseguito in fase AO.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

4.3 Acque sotterranee

4.3.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto dell'opera sul sistema idrogeologico, al fine di prevenirne le alterazioni, ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

4.3.2 Normativa di riferimento

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 seguenti riferimenti:

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.

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).

4.3.3 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" ed 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;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

- 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,

Si riportano di seguito i punti di monitoraggio scelti:

Tabella 4-5 Punti di monitoraggio per la componente acque sotterranee

MISURE	TIPOLOGIA	PROGR. KM	PROFONDITÀ FALDA DAL P.C. [M] LIVELLO PIEZOM. MAX-MIN	CODICE SONDAGGIO (IN PROSSIMITÀ)	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE
ASO 01	Monte	3+340	8,85 – 10,14	L1-S10	VI05
ASO 02	Valle	3+340	8,85 – 10,14	L1-S10	

Sono stati individuati i punti di monitoraggio nelle aree di potenziale impatto, atti a caratterizzare i parametri delle acque sotterranee nei punti ritenuti più critici.

I punti di misura sono stati scelti secondo il criterio monte-valle rispetto l'infrastruttura ferroviaria, al fine di poter valutare e individuare "tempestivamente" eventuali variazioni di un determinato parametro tra punti di misura ubicati a monte e valle, delle aree di cantiere e conseguentemente eventuali impatti legali alle pressioni riconducibili, o meno, alle azioni di progetto.

Si specifica che il punto di misura denominato ASO02 corrisponde al sondaggio L1-S10 realizzato nel

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

corso di una campagna geognostica 2019 – 2020.

4.3.4 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, ad eventuali sversamenti accidentali.

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.

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 chimici e microbiologici acqua

Verranno rilevati i seguenti parametri:

Calcio

Sodio

Potassio

Magnesio

Cloruri

Fluoruri

Solfati

Bicarbonati

Nitrati

Nitriti

Ammonio

Solidi disciolti totali (TDS)

Solidi sospesi totali (TSS)

Ferro

Cromo totale

Piombo

Zinco

Rame

Nichel

Cadmio

Idrocarburi totali

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 13.

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). Per il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei presenti nel territorio in esame è stato scelto di valutare i parametri di base definiti dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e di indagare soprattutto i parametri che

consentano di valutare i possibili effetti di inquinamento dovuti alle attività ed agli scarichi di cantiere ed eventuali sversamenti accidentali.

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>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 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>solidi disciolti totali (TDS)</i>	<i>UNI EN 15216:2008</i>	<i>mg/l</i>
<i>Solidi sospesi totali (TSS)</i>	<i>APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003</i>	<i>mg/l</i>
<i>ferro</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>cromo totale</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

ATTIVITÀ DI CAMPO	METODICA	U.M.
<i>piombo</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>zinco</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>rame</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>nicel</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>cadmio</i>	<i>EPA6020</i>	<i>µg/l</i>
<i>idrocarburi totali (cone n-esano)</i>	<i>EPA5021 8015 UNI 9377</i>	<i>µg/l</i>

4.3.5 Specifiche e strumentazione di monitoraggio

Misure in situ

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

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

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

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

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

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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.

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.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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.

4.3.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

I punti di monitoraggio sono stati determinati individuando per ogni area critica una coppia di punti di rilevazione che consentano di valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo.

La rete di monitoraggio sarà costituita da n. 1 coppia di punti, secondo i criteri di sopra esplicitati, per un totale di 2 postazioni di rilievo.

Le coppie di punti saranno posizionate secondo la direzione di deflusso prima e dopo quelle opere o aree di cantiere che possono provocare interferenza con la falda.

Qualora emergesse la necessità di installare ulteriori punti, l'esatta ubicazione dovrà essere decisa in situ tenendo conto di tutte le operazioni che verranno effettuate nel tempo in tale area.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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.

Ogni postazione dovrà infatti essere posizionata in una zona protetta ma accessibile e dovrà essere protetta in superficie da danni accidentali o atti di vandalismo.

Le misure saranno condotte in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole "NB1R00D22P5MA0001001-2C_Planimetria localizzazione punti di monitoraggio" con durata e frequenza come di seguito riportato:

Fase Ante Operam:

- durata 6 mesi;
- frequenza: due volte precedente l'inizio lavori;

Fase Corso d'opera:

- durata: per tutta la durata dei lavori;
- frequenza: quattro volte l'anno per tutta la durata dei lavori;

Fase Post Operam:

- durata: 6 mesi
- frequenza: trimestrale, per un totale di due campagne da eseguirsi nei mesi successivi all'entrata in esercizio dell'infrastruttura

Tabella 4-7 Punti di monitoraggio e frequenza per la componente acque sotterranee

MISURE	TIPOLOGIA	PROGR. KM	Ao (6 MESI)	Co	Po (6 MESI)
ASO 01	Monte	3+340	2 volte	Trimestrale	2 volte
ASO 02	Valle	3+340	2 volte	Trimestrale	2 volte

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

4.4 Suolo e sottosuolo

4.4.1 Obiettivi del monitoraggio

Le operazioni di monitoraggio della componente suolo consentiranno di valutare principalmente le modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni dovute alle relative lavorazioni in corso d'opera. Le alterazioni della qualità dei suoli conseguenti alle lavorazioni di cantiere possono essere sintetizzate come segue:

- modifica delle caratteristiche fisiche dei terreni;
- variazione di fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, etc.).

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.

Nell'ambito della componente suolo e sottosuolo il monitoraggio della fase di Corso d'Opera (CO) è pertanto riferito ai cumuli di terreno che a seguito dell'attività di scotico, vengono formati, in attesa di riutilizzo nell'ambito dei lavori. Infatti i parametri oggetto di monitoraggio per la fase di CO sono rappresentativi per verificare l'efficacia delle cure manutentive attuate dall'appaltatore sui cumuli per assicurare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità del terreno scotico.

4.4.2 Normativa di riferimento

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

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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)”.

4.4.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio della componente suolo avrà la funzione di garantire:

- il controllo dell’evoluzione della qualità del suolo intesa sia come capacità agro-produttiva che come funzione protettiva;
- il rilevamento di eventuali alterazioni dei terreni al termine dei lavori al fine di garantire la restituzione delle aree temporaneamente occupate ed il corretto ripristino dei suoli;
- un adeguato ripristino ambientale (agricolo e forestale) delle aree di cantiere;
- il controllo delle possibili alterazioni e/o modifiche al regime di scorrimento delle acque superficiali e/o scalzamento al piede di aree affette da dissesto e di conseguenza la verifica dell’efficacia degli interventi di stabilizzazione.

Coerentemente con l’obiettivo di verificare l’impatto delle aree di cantiere sulla componente in oggetto, il monitoraggio del suolo riguarderà in particolare le aree destinate allo stoccaggio del materiale. All’interno di queste aree è previsto un punto di monitoraggio destinato alle indagini in situ.

Per le fasi di ante operam e corso d’opera sarà previsto l’accertamento dei seguenti parametri:

- parametri pedologici;
- parametri chimico – fisici;
- parametri topografico-morfologici e piezometrici.

Più in dettaglio, nei punti di monitoraggio scelti e localizzati in base a criteri di rappresentatività, 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 il 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, 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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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.

4.4.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Come già anticipato, preliminarmente dovranno essere definiti i parametri stazionali del punto di indagine e raccolte le informazioni relative all'uso attuale del suolo, la valutazione della capacità d'uso e la definizione delle pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere; seguiranno la descrizione del profilo e la classificazione pedologica.

Dovranno essere determinati i seguenti parametri del sito durante le fasi Ante Operam (AO) e Post Operam (PO), ovvero 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
(rilie vi e mis)	Designazione orizzonte

PARAMETRI SUOLO E SOTTOSUOLO (FASI AO E PO)	
	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
	Fosforo assimilabile
	Carbonati totali
	Sostanza organica
	Capacità di ritenzione idrica
	Conducibilità elettrica
	Permeabilità
	Densità apparente

4.4.5 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

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 60 di 117

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.

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

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

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 62 di 117

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.

Descrizione del profilo

La descrizione del profilo, nonché il rilievo dei parametri fisici e la analisi dei parametri chimici richiesti, saranno effettuati come di seguito descritto.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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

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

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

CLASSE	DESCRIZIONE
Rapido	L'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente
Moderatamente rapido	L'acqua è rimossa dal suolo rapidamente
Buono	L'acqua è rimossa dal suolo prontamente ma non rapidamente
Mediocre	In alcuni periodi dell'anno l'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Lento	L'acqua è rimossa dal suolo lentamente
Molto lento	L'acqua è rimossa così lentamente che i suoli sono

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

CLASSE	DESCRIZIONE
	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)

Classe tessiturale (codice)
Franco argillosa (FA)
Franco limoso argillosa (FLA)
Argillosa (A)
Argilloso sabbiosa (AS)
Argilloso limosa (AL)

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

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

- **Contenuto in scheletro:** frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo, rilevato quanto ad "abbondanza" (percentuale riferita al totale del suolo), "dimensioni" (classe dimensionale prevalente), "forma" (predominante nella classe dimensionale prevalente), "litologia" (natura prevalente dei frammenti di roccia);
- **Concrezioni e noduli:** presenza di cristalli, noduli, concrezioni, concentrazioni, cioè figure d'origine pedogenetica definite quanto a "composizione", "tipo", "dimensioni" e "quantità";
- **Efflorescenze saline:** determinazione indiretta della presenza (e stima approssimata della

quantità) di carbonato di calcio, tramite effervescenza all'HCl ottenuta facendo gocciolare poche gocce di HCl (in concentrazione del 10%) e osservando l'eventuale sviluppo di effervescenza, codificata come segue:

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

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


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

Parametri chimici

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

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

Capacità Scambio Cationico (C.S.C.)	
Bassa	< 10 meq/100 g

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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.

4.4.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

I punti di monitoraggio sono stati definiti nelle aree dei cantieri non pavimentate ove si svolgono le lavorazioni principali e in tutti i siti interessati dai depositi temporanei e/o definitivi del materiale di scavo.

La fase di AO e PO avrà durata 6 mesi.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "NB1R00D22P5MA0001001-2C_Planimetria localizzazione punti di monitoraggio".

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei punti di misura

Tabella 4-9 Punti di monitoraggio della componente suolo e sottosuolo

MISURE	AREA DI CANTIERE	AO (6 MESI)	PO (6 MESI)
SUO 01	Area stoccaggio – 1.AS.09	1 volta	1 volta
SUO 02	Cantiere operativo – 1.CO.05	1 volta	1 volta
SUO 03	Area stoccaggio – 1.AS.02	1 volta	1 volta

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 22	RG	MA0001 001	C	69 di 117

MISURE	AREA DI CANTIERE	Ao (6 MESI)	Po (6 MESI)
SUO 04	Cantiere operativo – 1.CO.03	1 volta	1 volta
SUO 05	Deposito Temporaneo – 1.DT.01	1 volta	1 volta
SUO 06	Area stoccaggio – 1.AS.11	1 volta	1 volta
SUO 07	Cantiere operativo – 1.CO.02	1 volta	1 volta
SUO 08	Cantiere base – 1.CB.01	1 volta	1 volta
SUO 09	Area stoccaggio – 1.AS.04	1 volta	1 volta
SUO 10	Area stoccaggio – 1.AS.05	1 volta	1 volta
SUO 11	Area stoccaggio – 1.AS.10	1 volta	1 volta
SUO 12	Area stoccaggio – 1.AS.07	1 volta	1 volta
SUO 13	Area stoccaggio – 7.AS.01	1 volta	1 volta
SUO 14	Cantiere operativo – 7.CO.01	1 volta	1 volta
SUO 15	Area stoccaggio – 2.AS.04	1 volta	1 volta
SUO 16	Area stoccaggio – 2.AS.05	1 volta	1 volta
SUO 17	Cantiere operativo – 2.CO.02	1 volta	1 volta
SUO 18	Area stoccaggio – 2.AS.06	1 volta	1 volta
SUO 19	Cantiere operativo – 2.CO.03	1 volta	1 volta
SUO 20	Area stoccaggio – 2.AS.07	1 volta	1 volta
SUO 21	Cantiere base – 2.CB.01	1 volta	1 volta

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

4.5 Rumore

4.5.1 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 il disturbo sui ricettori nelle aree limitrofe alle aree di lavoro ed intervenire tempestivamente con misure idonee durante la fase costruttiva. Per la fase post operam l'obiettivo del monitoraggio è quello di verificare gli impatti acustici dovuti all'esercizio della nuova linea, accertare la reale efficacia degli interventi di mitigazione e predisporre le eventuali nuove misure per il contenimento del rumore.

Le misure dovranno essere effettuate ante operam, corso d'opera e post operam, ossia dopo l'ingresso in esercizio dell'opera in progetto, in aree con o senza necessità di opere di mitigazione.

In fase di corso d'opera, le misure di rumore verranno eseguite soltanto in presenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze.

4.5.2 Normativa di riferimento

Leggi nazionali

- 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 del Presidente della Repubblica 30 Marzo 2004, n. 142 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 (GU n. 127 del 1-6-2004) testo in vigore dal 16-6-2004;
- 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;
- Decreto 23 Novembre 2001 Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore. (GU n. 288 del 12-12-2001);
- Decreto Ministero Ambiente 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore" (Gazzetta Ufficiale n. 285 del 6 dicembre 2000);
- D.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;
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 -Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 -Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO";
- 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 descritto di seguito è stato redatto in conformità agli "Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Agenti fisici – Rumore REV. 1 del 30 dicembre 2014".

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

4.5.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Il monitoraggio del rumore 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.

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

In caso di criticità riscontrate, attribuibili all'opera in oggetto, sarà segnalato il superamento registrato in modo da intervenire tempestivamente con misure preventive o di mitigazione.

La metodica di misura si fonda sul rilievo del rumore in postazioni di differenti tipologie:

- RUC, per il monitoraggio del rumore prodotto dalle attività di cantiere (ante operam - corso d'opera);
- RUL, per il monitoraggio del rumore prodotto dal FAL (corso d'opera);
- RUF, per il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario (ante operam - post operam) o nel caso di concorsualità con altre infrastrutture di trasporto

Nel caso in oggetto, in funzione della tipologia dell'opera da realizzare, della dotazione infrastrutturale e del territorio in cui si inserisce, si prevedono tutte le tipologie di misure.

Nella fase ante-operam saranno monitorati tutti i punti al fine di caratterizzare lo stato di fondo.

In base alla finalità della misura ed alla tipologia di rumore monitorato (ferroviario, cantieri) si prevede di eseguire per la tipologia di punti RUC e RUL, delle misure di 24 ore, con postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore; le misure saranno eseguite in fase ante operam ed in corso d'opera per il controllo e la caratterizzazione del rumore nelle aree di cantiere e sulla viabilità di cantiere.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

Saranno inoltre eseguite delle misure settimanali del tipo RUL in prossimità del fronte avanzamento lavori e delle misure di 24 ore del tipo RUF per il monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario.

Le postazioni RUC sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi maggiormente esposti alle attività di cantiere rumorose (realizzazione di opere in elevazione, trincee e rilevati).

Le postazioni RUL sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi più prossimi al fronte avanzamento lavori e quindi maggiormente esposti alle attività di realizzazione delle opere.

Le postazioni RUF, su cui saranno effettuate campagne di misura di 24h o - se del caso - settimanali, saranno volte a valutare l'efficacia degli interventi di mitigazione acustica nella fase di post operam.

La dislocazione dei punti tiene conto della disposizione dei ricettori rispetto alle sorgenti di rumore, della classificazione acustica e della densità abitativa dell'area, aumentando opportunamente la densità dei punti di monitoraggio, posizionati in corrispondenza degli edifici più esposti.

4.5.4 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

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

Nella tabella seguente sono indicati i principali parametri acustici oggetto del monitoraggio.

Distanza	distanza del microfono dalla sorgente
Altezza	altezza del microfono rispetto al piano campagna
LAE, TR	<p>SEL complessivo dovuto al contributo energetico di tutti i transiti. Esso è ricavato dalla somma logaritmica degli LAEi relativi a ciascun transito nel periodo di riferimento in cui si sono verificati (diurno o notturno). Si ricava dalla formula seguente:</p> $L_{AE} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AEi})}$ <p>LAEi è il livello sonoro di un singolo evento (SEL), che riassume il contributo energetico di un transito.</p>
LAeq, TR	è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento. Si calcola dalla formula seguente:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NB1R</td> <td>00 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0001 001</td> <td>C</td> <td>74 di 117</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NB1R	00 D 22	RG	MA0001 001	C	74 di 117
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NB1R	00 D 22	RG	MA0001 001	C	74 di 117								
	$L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AFi})} - k$ <p>dove:</p> <p>TR è il periodo di riferimento diurno o notturno;</p> <p>n è il numero di transiti avvenuti nel periodo TR;</p> <p>k = 47,6 dB(A) nel periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e k = 44,6 dB(A) nel periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).</p>												
LA	<p>(livello di rumore ambientale) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. Esso deve essere distinto tra periodo diurno (06:00 ÷ 22:00) e periodo notturno (22:00 ÷ 06:00).</p>												
LR	<p>(livello di rumore residuo) è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici. Nel nostro caso è il livello ambientale depurato dal contributo sonoro di tutti i transiti ferroviari.</p>												
Treni N	<p>numero di treni transitati nel periodo di riferimento diurno e notturno.</p>												
LAeq, F	<p>è il livello continuo equivalente riferito solo al passaggio di tutti i convogli nelle 24 ore</p>												

4.5.5 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Nel corso delle campagne di monitoraggio acustico verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

- parametri acustici;
- parametri di inquadramento territoriale (localizzazione, classificazione acustica prevista dalla zonizzazione, documentazione fotografica, principali caratteristiche territoriali).

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore è, pertanto, composta dai seguenti elementi:

- analizzatori di precisione real time o fonometri integratori;
- microfoni per esterni con schermo antivento;

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 22	RG	MA0001 001	C	75 di 117

- calibratori;
- cavalletti, stativi o aste microfoniche;
- minicabine o valigette stagne, antiurto, complete di batterie e per il ricovero della strumentazione;
- centralina meteorologica.

Nella tabella seguente si riportano i punti di monitoraggio della componente rumore, nonché la tipologia di punto (RUC, RUL, RUF). L'esatta localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata negli elaborati grafici "NB1R00D22P5MA0001001-2C_Planimetria localizzazione punti di monitoraggio".

Nel complesso si prevedono:

- 7 RUC
- 2 RUL
- 8 RUF

Per un totale di 17 postazioni.

Tabella 4-10 Punti di monitoraggio sulla componente rumore

PUNTO	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE	FASE	FREQUENZA	DURATA
RUC 01	1.AT.01	AO	1 volta	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUC 02	1.AT.03	AO	1 volta	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUC 03	1.AT.04	AO	1 volta	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUC 04	1.AS.06	AO	1 volta	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUC 05	1.AR.01 bis	AO	1 volta	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUC 06	7.CO.01	AO	1 volta	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUC 07	2.AT.04	AO	1 volta	24 h
		CO	trimestrale	24 h
RUL 01	RI 05	AO	1 volta	24 h
		CO	1 volta	24 h
RUL 02	RI 02	AO	1 volta	24 h

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 22	RG	MA0001 001	C	76 di 117

PUNTO	CANTIERE/OPERA DA MONITORARE	FASE	FREQUENZA	DURATA
		CO	1 volta	24 h
RUF 01	7+800	AO	1 volta	24 h
		PO	1 volta	24 h
RUF 02	1+250	AO	1 volta	24 h
		PO	1 volta	24 h
RUF 03	1+050	AO	1 volta	24 h
		PO	1 volta	24 h
RUF 04	SS 342	AO	1 volta	Settimanale
		PO	1 volta	Settimanale
RUF 05	SS 591	AO	1 volta	Settimanale
		PO	1 volta	Settimanale
RUF 06	SS 42	AO	1 volta	Settimanale
		PO	1 volta	Settimanale
RUF 07	SS470	AO	1 volta	Settimanale
		PO	1 volta	Settimanale
RUF 08	SS 498	AO	1 volta	Settimanale
		PO	1 volta	Settimanale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

4.6 Vibrazioni

Le principali sorgenti di vibrazioni nei cantieri sono generalmente connesse alle attività di demolizione, scavo, perforazione e palificazione. Nel caso specifico, per le opere in esame, gli impatti da vibrazione significativi durante l'esecuzione delle opere risultano essere prodotti dalle attività di realizzazione di trincee, dalle attività di palificazione e di perforazione.

4.6.1 Obiettivi del monitoraggio

L'obiettivo del monitoraggio vibrazionale proposto nel presente PMA è quello di prevenire e controllare il disturbo provocato dalle vibrazioni prodotte nella fase costruttiva sugli edifici più esposti e verificare l'eventuale disturbo indotto. In fase di corso d'opera, le misure di vibrazioni non verranno eseguite in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze.

4.6.2 Normativa di riferimento

Il problema delle vibrazioni negli ambienti di vita, attualmente, non è disciplinato da alcuna normativa nazionale. Pertanto, qualora si intenda procedere ad una valutazione strumentale di tale fenomeno fisico è bene affidarsi alle corrispettive norme tecniche. Nello specifico, il riferimento è costituito dalla normativa tecnica in capo alla UNI 9614 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, aggiornata alla recente versione in vigore.

ISO 2631 "Valutazione sull'esposizione del corpo umano alle vibrazioni"

La ISO 2631-2:2003 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1-80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione a_{rms} definito come:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

dove $a(t)$ è l'accelerazione in funzione del tempo, T è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione. La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava) che rappresentano le curve

approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X,Y e alla combinazione dei tre assi. Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante.

UNI 9614:2017 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2:2003. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore della vibrazione della sorgente V_{sor} (vibrazioni immesse negli edifici dalla specifica sorgente oggetto di indagine. Sono caratterizzate dal valore dell'accelerazione $a_{w,95}$) il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (*giorno*, dalle 06:00 alle 22:00, e *notte*, dalle 22:00 alle 06:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici. I livelli di soglia indicati dalla suddetta norma sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 4-11 Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017)

	AMBIENTE AD USO ABITATIVO	ASILI CASE DI RIPSO	LUOGHI LAVORATIVI	SCUOLE UNIVERSITA	OSPEDALI, CASE DI CURA. CLINICHE ED AFFINI
DIURNO	7,2 mm/s ²	3,6 mm/s ²	-	-	-
NOTTURNO	3,6 mm/s ²	3,6 mm/s ²	-	-	-
GIORNATE FESTIVE	5,4 mm/s ²	-	-	-	-
LIMITATAMENTE AI PERIODI DI ESERCIZIO	-	-	14 mm/s ²	5,4 mm/s ²	-
INDIPENDENTEMENTE DALL'ORARIO	-	-	-	-	2 mm/s ² (misurate ai piedi del letto del paziente)

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 79 di 117

Le misure devono essere eseguite in conformità alla suddetta norma tecnica. In particolare, la durata complessiva è legata al numero di eventi del fenomeno in esame necessaria ad assicurare una ragionevole accuratezza statistica, tenendo conto non solo della variabilità della sorgente ma anche dell'ambiente di misura.

Nel caso di fenomeni caratterizzati da un elevato numero di eventi distinti devono essere acquisiti i segnali relativi ad almeno 15 eventi scelti con i criteri indicati dall'appendice A della suddetta norma tecnica (appendice A2 "Vibrazioni prodotte da traffico ferrotranviario" e A4 "Vibrazioni prodotte da attività di cantiere").

4.6.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Per la definizione della rete di monitoraggio si sono individuate aree sensibili tenendo conto dei ricettori posti nella fascia di territorio circostante le fonti di emissione e dei seguenti parametri:

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

La distribuzione dei punti di monitoraggio sarà più fitta nelle zone maggiormente edificate e laddove le attività lavorative impattanti per la componente vibrazione (es: scavo, fondazioni pali, etc.) sono svolte nelle immediate vicinanze dei ricettori.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 80 di 117

4.6.4 Strumentazione

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

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

Più in particolare sono da rispettare i seguenti requisiti:

- sensibilità nominale non minore di 10 mV/(m/s²);
- risposta in frequenza della catena di misura, comprensiva dell'acquisizione, lineare con tolleranza $\pm 5\%$ da 0,5 Hz a 250 Hz;
- acquisizione in forma digitale con frequenza di campionamento non minore di 1 500 Hz, presenza di filtro anti-aliasing con frequenza non minore di 600 Hz, risoluzione preferenziale di 24 bit e minima di 16 bit;
- valore efficace del rumore strumentale, legato al complesso di fenomeni di natura casuale presenti nella catena di misurazione e non dipendenti né dalle vibrazioni immesse né da quelle residue, almeno cinque volte inferiore al minimo valore efficace dei segnali da misurare.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

4.6.5 Modalità di monitoraggio e parametri

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

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

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

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

Equazione 1 Massima accelerazione ponderata al 95° percentile

Dove:

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

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

Equazione 2 accelerazione massima

σ = è lo scarto tipo della distribuzione delle massime accelerazioni ponderate $a_{w,max,j}$ calcolate mediante

l'equazione:

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

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

Mentre:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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

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

Equazione 4 Accelerazione ponderata globale lungo i tre assi

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

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

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

Equazione 5 Calcolo del valore efficace dell'accelerazione ponderata

4.6.6 Elaborazioni delle misure

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

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

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

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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

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

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

Equazione 6 Calcolo delle vibrazioni generate dalla sorgente oggetto di indagine

Ad evidenza della buona applicazione della metodica è importante riportare, in formato tabellare nella scheda elaborazione della misura, sia per le vibrazioni residue (V_{res}) che per quelle immesse (V_{imm}), tutti gli eventi individuati con i rispettivi valori efficaci totali valutati all'istante t sui tre assi $a_{w,rms,j}(t)$ da cui è possibile ricavare, previo calcolo dello scarto tipo della distribuzione (σ) delle massime accelerazioni ponderate di accelerazione ($a_{w,max,j}$), il rispettivo valore dell'accelerazione $a_{w,95}$ (Equazione 1) da associare sia per le Vibrazioni residue (V_{res}) che per quelle immesse (V_{imm}). Si precisa che qualora le vibrazioni residue V_{res} abbiano un valore maggiore del 50% di quelle immesse di V_{imm} allora il disturbo prodotto della Vibrazione della sorgente V_{sor} è da considera trascurabile.

4.6.7 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Per la componente vibrazioni si prevedono tre tipologie di postazioni di misura:

- le postazioni di tipo VIC, specifiche per la verifica delle attività di cantiere, da monitorare nelle fasi AO e CO;
- le postazioni di tipo VIL, specifiche per la verifica delle attività del FAL, da monitorare nella fase CO;
- le postazioni di tipo VIF, specifiche per la verifica del traffico ferroviario, da monitorare nelle fasi AO e PO.

In particolare, i VIC si prevedono in corrispondenza di quei ricettori maggiormente esposti alle attività di palificazione e perforazione.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

Nella tabella seguente si riportano i punti di monitoraggio della componente vibrazioni, nonché la tipologia di punto (VIC, VIL, VIF).

Nel complesso si prevedono:

- 3 VIC;
- 2 VIL;
- 1 VIF;

per un totale di 6 postazioni di misura.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "NB1R00D22P5MA0001001-2C Planimetria localizzazione punti di monitoraggio".

Nella fase Ante Operam sarà svolta una campagna di misura sui punti VIC, VIL e VIF. Nella fase Corso d'Opera sono previste due campagne di misura per i punti VIC e VIL, mentre nella fase post operam una misura per i punti VIF.

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

Tabella 4-12 Punti di monitoraggio della componente vibrazioni

PUNTO	OPERA DA MONITORARE	FASE	FREQUENZA	DURATA
VIC 01	VI 05	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIC 02	NV 02	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIC 03	GA01	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIL 01	RI 05	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 22	RG	MA0001 001	C	85 di 117

PUNTO	OPERA DA MONITORARE	FASE	FREQUENZA	DURATA
VIL 02	RI 02	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIF 01	1+050	AO	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagne	24 h

E' doveroso precisare che la durata delle misure è correlata al numero degli eventi, tuttavia un monitoraggio di 24 consente un'ampia finestra temporale in cui individuare il maggior numero di eventi (garantendo sempre un minimo 15) in entrambi periodi di riferimento; anche per le misure di tipo VIF la durata di 24 ore permette un monitoraggio del traffico ferroviario quotidiano da cui estrapolare gli eventi significativi ai fini della valutazione del disturbo in ottemperanza a quanto prescritto nell'appendice A2 della norma tecnica UNI 9614:2017.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

4.7 Campi elettro – magnetici

4.7.1 Obiettivi del monitoraggio

L'obiettivo del monitoraggio dei campi elettromagnetici è quello di controllare i livelli di inquinamento elettromagnetico al fine di tutelare la popolazione esposta agli effetti derivanti dal sistema di alimentazione elettrica.

Il monitoraggio dei campi elettrici e magnetici di frequenza nominale di 50 Hz permetterà di valutare le variazioni di detti campi.

4.7.2 Normativa di riferimento

Leggi nazionali

- DPCM 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti”;
- DM 29.05.2008 Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica.;

Leggi internazionali

- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (Up to 300 GHz). Health Physics 1998; 74: 494-522.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric and Magnetic Fields (1 Hz to 100 kHz). Health Physics 2010; 99(6): 818-836.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields. Health Physics 96(4):504-514; 2009.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

4.7.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Le aree di monitoraggio sono state individuate in funzione della presenza di ricettori sensibili e/o possibili fonti d'inquinamento e sono specificate in ciascun P.M. relativo ad ogni singolo O.D.A.

4.7.4 Modalità di monitoraggio e parametri

Il monitoraggio sarà sviluppato con riferimento alle vigenti normative regionali, nazionali e comunitaria, in particolar modo per ciò che concerne i valori di soglia relativi ai parametri monitorati.

I parametri individuati per il monitoraggio dovranno derivare dalle indicazioni normative e dall'analisi degli impatti previsti.

In particolare dovranno essere rilevati i seguenti parametri:

- il campo elettrico in V/m
- il campo magnetico in μ T

Da tali parametri dovranno essere ottenuti e/o scorporati i valori minimi, medi, massimi, la media quadratica (valore efficace), oltre al valore delle singole componenti assiali. Inoltre, se necessario e se disponibili, dovranno essere acquisiti dai gestori delle linee elettriche monitorate i valori di intensità di corrente in transito.

La strumentazione da utilizzare per i rilievi dovrà essere una sonda isotropica con possibilità di lettura delle singole componenti.

La sonda dovrà essere autoalimentata allo scopo di ridurre l'influenza dei cavi di alimentazione nella misura del campo. Inoltre, la sonda dovrà essere dotata di un sistema di controllo a distanza al fine da ridurre gli errori sistematici dovuti agli effetti di prossimità.

La strumentazione dovrà essere provvista di un documento che ne descriva le caratteristiche tecniche e comprovi la rispondenza alle normative nazionali ed in mancanza internazionali, in vigore al momento dell'esecuzione delle misure.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 88 di 117

Gli strumenti di misura devono essere provvisti di un documento che ne attesti l'avvenuta taratura, effettuata da parte di un laboratorio riconosciuto (centro SIT), in epoca non anteriore a un anno dalla data delle misure.

La taratura dello strumento dovrà essere effettuata in sistemi che creino campi uniformi, come, ad esempio, un condensatore formato da piastre di dimensioni lineari molto maggiori della loro distanza (per quanto riguarda il campo elettrico) e una bobina di Helmholtz (per quanto riguarda il campo magnetico).

A causa delle diverse configurazioni che si vuole controllare, la taratura andrà differenziata con riferimento ad ogni specifico ambito.

L'imprecisione globale della strumentazione di misura dovrà essere inferiore al 10%.

Le campagne di rilievo comprendono una o più delle seguenti attività:

- Sopralluogo e riconoscimento dei punti di monitoraggio e individuazione della sezione tipo
- Espletamento di tutte le attività relative all'ottenimento dei permessi necessari.
- Campagne di rilevamento
- Restituzione dei risultati, dopo ogni campagna, nelle schede di rilievo
- Valutazione dei risultati di ogni singola campagna
- Produzione di bollettini dei risultati relativi ad ogni singola campagna,
- Inserimento dei dati nel Sistema Informativo
- Redazione del rapporto finale

4.7.5 Elaborazioni delle misure

I dati raccolti, come di seguito descritto, saranno illustrati in report che dovranno essere organizzati come di seguito indicato.

Report da emettere entro 72 ore per ogni singola misura (per singola misura viene intesa la rilevazione dei campi elettrici e dei campi magnetici), che comprenda almeno le seguenti informazioni:

- Codice identificativo del punto di monitoraggio
- Coordinate geografiche

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 89 di 117

- Data e ora di inizio e fine rilievo
- Responsabile del rilievo
- Altezza di campionamento
- Stralcio cartografico
- Comune
- Località
- Via e numero civico
- Note sulla localizzazione del punto (testo libero)
- Posizione rispetto all'infrastruttura
- Note sulle caratteristiche dell'area e sulla presenza di eventuali altre fonti di inquinamento
- Foto del punto di monitoraggio
- Caratterizzazione delle sorgenti di campo elettromagnetico
- Tipologia dei ricettori presenti nella zona di misurazione
- Risultati del monitoraggio
- Distanze tra la strumentazione e le sorgenti d'inquinamento
- Schema di orientamento della sonda

Report periodici (per uno o più punti di monitoraggio), che comprenda almeno le seguenti informazioni:

- Tutto quanto previsto nel report da emettere entro 72 ore
- Relazione di sintesi sulle attività di monitoraggio
- Riferimento alle situazioni ambientali relative ai periodi di campionamento, in particolare per quanto riguarda altre fonti potenzialmente inquinanti. Se richiesto e se disponibili, dovranno essere acquisiti dai gestori delle linee elettriche monitorate i valori di intensità di corrente in transito
- Interpretazioni dei risultati con riferimento alle situazioni precedenti

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 90 di 117

- Sintesi dei risultati (devono esser sempre riportati almeno valori massimi, efficaci e i valori delle singole componenti assiali)
- Descrizione delle eventuali criticità riscontrate.
- Indicazione sul metodo di trattamento statistico dei dati
- Grafici e tabelle
- Planimetrie
- Normativa di riferimento

Sia i report di fine misura sia i report periodici dovranno essere consegnati in formato cartaceo ed informatico (file editabili) e comunque compatibili con il Sistema Informativo nel quale potranno essere immessi successivamente.

4.7.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Per la componente campi elettro - magnetici si prevede una tipologia di postazione di misura:

- le postazioni di tipo CE, specifiche per la verifica del traffico ferroviario, da monitorare nelle fasi AO e PO.

In particolare, i VIC si prevedono in corrispondenza di quei ricettori maggiormente esposti alle attività di palificazione e perforazione.

Nella tabella seguente si riportano i punti di monitoraggio della componente vibrazioni, nonché la tipologia di punto (CE).

Nel complesso si prevedono:

- 1 CE;

per un totale di 1 postazioni di misura.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "NB1R00D22P5MA0001001-2C_Planimetria localizzazione punti di monitoraggio".

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

Nella fase Ante Operam sarà svolta una campagna di misura sul punto CE, nella fase post operam.

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

Tabella 4-13 Punti di monitoraggio della componente vibrazioni

PUNTO	OPERA DA MONITORARE	FASE	FREQUENZA	DURATA
CE 01	SSE di Ambivere Mapello	AO	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagne	24 h

4.7.7 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Per la componente vibrazioni si prevedono tre tipologie di postazioni di misura:

- le postazioni di tipo VIC, specifiche per la verifica delle attività di cantiere, da monitorare nelle fasi AO e CO;
- le postazioni di tipo VIL, specifiche per la verifica delle attività del FAL, da monitorare nella fase CO;
- le postazioni di tipo VIF, specifiche per la verifica del traffico ferroviario, da monitorare nelle fasi AO e PO.

In particolare, i VIC si prevedono in corrispondenza di quei ricettori maggiormente esposti alle attività di palificazione e perforazione.

Nella tabella seguente si riportano i punti di monitoraggio della componente vibrazioni, nonché la tipologia di punto (VIC, VIL, VIF).

Nel complesso si prevedono:

- 2 VIC;
- 2 VIL;
- 1 VIF;

per un totale di 5 postazioni di misura.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "NB1R00D22P5MA0001001-2C_Planimetria localizzazione punti di monitoraggio".

Nella fase Ante Operam sarà svolta una campagna di misura sui punti VIC, VIL e VIF. Nella fase Corso d'Opera sono previste due campagne di misura per i punti VIC e VIL, mentre nella fase post operam una misura per i punti VIF.

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

Tabella 4-14 Punti di monitoraggio della componente vibrazioni

PUNTO	OPERA DA MONITORARE	FASE	FREQUENZA	DURATA
VIC 01	VI 05	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIC 01	NV 02	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIL 01	RI 05	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIL 02	RI 02	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIF 01	1+050	AO	n. 1 campagna	24 h
		PO	n. 1 campagne	24 h

E' doveroso precisare che la durata delle misure è correlata al numero degli eventi, tuttavia un monitoraggio di 24 consente un'ampia finestra temporale in cui individuare il maggior numero di eventi (garantendo sempre un minimo 15) in entrambi periodi di riferimento; anche per le misure di tipo VIF la durata di 24 ore permette un monitoraggio del traffico ferroviario quotidiano da cui estrapolare gli eventi significativi ai fini della valutazione del disturbo in ottemperanza a quanto prescritto nell'appendice A2 della norma tecnica UNI 9614:2017.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 93 di 117

4.8 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

4.8.1 Obiettivi del monitoraggio

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

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

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

Le aree da monitorare sono state scelte in funzione della sensibilità del territorio attraversato e della presenza di ambiti con maggior pregio ecologico: quali aree naturali protette, aree boscate e alvei di fossi e torrenti che solcano un territorio caratterizzato da una elevata utilizzazione del terreno per fini agricoli.

Il monitoraggio permetterà di attenzionare lo stato della vegetazione presente e il suo decorso nelle fasi AO, CO, PO.

Con particolare riferimento alla fase di Post Operam, il monitoraggio ambientale delle componenti vegetazionali avrà inoltre la finalità di verificare che l'impianto sia stato realizzato in coerenza con il progetto e con il capitolato speciale delle opere a verde di RFI (Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili – Parte II – Sezione 15 "Opere a Verde" Prot. RFI DTC SICS SP IFS 001 A del 30/06/2014), oltre che la manutenzione degli impianti sia eseguita secondo il piano di manutenzione.

4.8.2 Normativa di riferimento

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:


	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

Normativa comunitaria

- Direttiva 97/62/CE del Consiglio del 27 ottobre 1997: G.U.C.E n. L 305 dell'8/11/1997, recante adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Regolamento CEE 1390/97 della Commissione del 18/07/97 (G.U.C.E. 19/07/97, L.190) che modifica il Regolamento CEE 1021/94 della Commissione relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 1091/94 della Commissione del 29/04/94 (G.U.C.E. 18/06/94, L.126) relativo, alle modalità di applicazione del Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio sulla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Regolamento CEE 2157/92 del Consiglio del 23/07/92 (G.U.C.E. 31/07/92, L. 217) che modifica il Regolamento CEE 3528/86 del Consiglio relativo alla protezione delle foreste della Comunità contro l'inquinamento atmosferico;
- Direttiva (CEE) 92/43 del Consiglio, 21 maggio 1992: G.U.C.E. 22 luglio 1992, n. L 206. Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche;
- Direttiva (CEE) 79/409 del Consiglio, 2 aprile 1979: G.U.C.E. 25 aprile 1979, n. L 103 (e s.m.i.) Conservazione degli uccelli selvatici;
- 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.

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 seminaturali, 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

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 95 di 117

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”.

4.8.3 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

La scelta delle aree è stata effettuata sulla base di criteri differenziati come sotto descritti:

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

Le aree da monitorare sono state scelte in funzione della sensibilità del territorio attraversato e della eventuale presenza di ambiti di pregio naturalistico; considerata la bassa sensibilità di un territorio a vocazione prettamente urbanizzata, particolare attenzione è stata rivolta alla presenza di aree naturali e vincolate. Sono state previste delle misure di monitoraggio anche in corrispondenza degli interventi di

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 96 di 117

ripristino e di mitigazione ambientale, con l'obiettivo di verificare il conseguimento delle finalità per le quali sono stati progettati.

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

4.8.4 Parametri oggetto del monitoraggio

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

Vegetazione e flora

Indagini larga scala – Retinature territorio

L'indagine in questione è finalizzata all'identificazione degli habitat presenti sul territorio secondo i principali sistemi di classificazione adottati dall'Unione Europea (CORINE Biotopes, Physis Palaeartic, EUNIS, NATURA 2000), assunti come strumento di codifica degli ambienti di rilevamento di flora, vegetazione e fauna. Tali sistemi permettono la classificazione della copertura vegetale e dei sistemi antropici.

A tal fine si farà riferimento al "Protocollo operativo per il monitoraggio regionale degli habitat di interesse comunitario in Lombardia", (Università degli Studi dell'Insubria- Dipartimento di Scienze Teoriche e Applicate):

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).

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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 rinvencono comunemente ai bordi delle strade o presso i ruderi, le avventizie naturalizzate, le specie sfuggite a coltura ed inselvatichite, alcune infestanti di campi ed incolti.

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

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

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

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

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

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

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.

Fauna

Fauna mobile terrestre

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

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

Saranno inoltre evidenziate le specie animali presenti nelle Liste Rosse.

Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche degli ecosistemi

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

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

4.8.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Vegetazione e flora

La caratterizzazione della vegetazione e della flora sarà effettuata attraverso la seguente indagine:

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 99 di 117

Censimento e analisi floristica

Le aree verranno georeferenziate mediante l'utilizzo del GPS, al fine di rendere agevole il ritrovamento dell'area esatta negli anni successivi di monitoraggio. Verrà disposto, possibilmente presso ogni area, un cartello identificativo dell'area di rilevamento al fine di evitare che i paletti vengano rimossi da ignoti. All'interno di queste aree verranno effettuate le analisi come nel seguito descritto.

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

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

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

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

- I censimenti della flora saranno effettuati lungo fasce di interesse, di larghezza non superiore ai 30 m, opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine;
- Il censimento delle specie vegetali sarà realizzato, percorrendo due itinerari nella fascia distale, dove si ritiene persista, almeno in parte, la composizione floristica originaria (o quanto meno più intatta). Si procede per tratti successivi 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. Nel caso di ambienti di elevata complessità topografica, o comunque laddove non risulti agevole l'individuazione di tali itinerari ideali, è possibile procedere muovendosi in modo normale al tracciato e definendo con "fascia distale" la fascia costituita dalla medesima (o funzionalmente analoga) formazione vegetale, anch'essa decorrente lungo il tracciato dell'opera, situata ad una distanza tale per cui l'impatto legato alle lavorazioni previste risulti scarso o nullo.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

- I campioni per i quali sussistono dubbi dovranno essere prelevati e portati in laboratorio per un'analisi più approfondita con l'ausilio di un binoculare stereoscopico. Nel caso in cui i campioni siano rinvenuti con caratteri diagnostici non sufficienti per il loro riconoscimento (fiori, frutti) a livello di specie a causa del periodo fenologico non coincidente con quello dei rilevamenti; di essi si indica unicamente il Genere seguito da "SP." Viceversa, quando l'attribuzione specifica è possibile, ma qualche carattere sistematico non collima esattamente con quanto descritto nella Flora di S.Pignatti, si può utilizzare il simbolo cfr. Occorre precisare che il censimento floristico, effettuato nell'arco di una giornata consente unicamente la redazione di una flora indicativa della realtà ambientale dell'area in esame.
- Si dovranno segnalare le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico.

In fase di ante operam la presenza delle specie sinantropiche avrà lo scopo di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituendo un riferimento per il confronto nelle fasi successive.

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

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.

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

L'identificazione delle specie alloctone ed infestanti sarà condotta sulla base della "Lista nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione" di cui alla DGR. n. XI/2658 del 16.12.2019, avente ad oggetto "Aggiornamento delle liste nere delle specie alloctone animali

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 101 di 117

e vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione (ai sensi dell'art. 1, comma 3 della legge regionale 10/2008)".

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
- la presenza e diffusione di specie alloctone invasive

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.

Nello specifico, per quanto riguarda la verifica del grado di attecchimento ed accrescimento, e, in particolare, 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".

Relativamente al controllo delle specie infestanti, la metodologia da applicare deve consentire la redazione di una lista delle specie reperite, specificando per ciascuna di esse l'eventuale carattere sinantropico-opportunista-ruderale.

A tal fine si farà riferimento alla citata "Lista nera", in allegato alla DGR XI/2658 del 16.12.2019 di Regione Lombardia.

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

Fauna

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

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 102 di 117

Vista la tipologia a carattere prevalentemente agricolo del territorio si ritiene di poter effettuare l'indagine della fauna in corrispondenza dei tratti a maggior naturalità.

Pertanto, nell'ambito del presente PMA, si prevedono censimenti volti ad individuare la presenza dei seguenti Taxa:

- Mammiferi terrestri;
- Anfibi e Rettili
- Avifauna

Per quanto riguarda il monitoraggio dell'ittiofauna è stato già considerato nella componente acqua superficiali, mediante la determinazione dell'indice NISECI.

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

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

Fauna mobile terrestre – Mammiferi grandi e piccoli

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

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

1. I metodi utilizzati per la componente dei grandi mammiferi devono consentire la determinazione di parametri ecologici delle popolazioni in esame (es. densità, struttura di popolazione, densità relativa, distribuzione della popolazione, uso dell'habitat). I metodi per il monitoraggio della microteriofauna (talpe, toporagni, arvicole, ghiri, topi, ratti) non permettono, di solito, di ottenere una stima della densità delle popolazioni in esame, in quanto risulta spesso impossibile ricondurre il campionamento ad una determinata misura di superficie; il conteggio e l'identificazione degli individui catturati forniscono tuttavia un indice di abbondanza della popolazione, nonché una rappresentazione della biodiversità dei micromammiferi in una data regione

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

2. Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:

- Il censimento estensivo mediante unità di osservazione (block count)
- Il rilevamento di indici di presenza (target: grandi carnivori, mustelidi, ungulati, lagomorfi)
- Il conteggio delle tane attive (target: grandi carnivori, mustelidi)
- Le analisi delle borre, con raccolta e dissezione delle borre, dei frammenti delle prede indigeriti e che vengono regolarmente rigurgitati da alcuni uccelli rapaci

3. Al fine di ottenere un campionamento meno condizionato dalla casualità delle osservazioni, sarebbe necessario effettuare numerosi rilevamenti in diversi periodi dell'anno, almeno uno per stagione

4. L'indagine sarà inoltre estesa sia in ante operam che nei controlli delle fasi successive, a tappeto sull'intera area di indagine e non soltanto lungo itinerari all'interno di fasce di interesse parallele alla linea ferroviaria

I parametri che verranno raccolti saranno i seguenti:

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

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

Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento.

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

Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili

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

1. Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 104 di 117

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

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

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

Avifauna

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

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

1. Lo studio sull'avifauna sarà condotto nel corso dei mesi primaverili-estivi e riguarderà la raccolta di dati sulla comunità delle specie nidificanti attraverso il metodo dei sentieri campione (Transect Method)
2. Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 105 di 117

- Il rilievo mediante stazioni di ascolto (point counts), metodo qualitativo, è particolarmente adatto per ambienti boschivi e/o specie difficili da osservare
- Il rilievo su transetti lineari, con registrazione dei contatti (visivi od auditivi) ottenuti da un osservatore durante il tempo impiegato a percorrere un transetto di lunghezza predeterminata
- Le tecniche di inanellamento, basata sul marcaggio individuale degli uccelli

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

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

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

- S = ricchezza di specie, numero totale di specie nel biotopo o nell'area esaminata; questo valore è direttamente collegato all'estensione del biotopo campionato ed al grado di maturità e complessità, anche fisionomico-vegetazionale, dello stesso (Mac Arthur & Mac Arthur, 1961);
- H = indice di diversità calcolato attraverso l'indice Shannon & Wiener (1963) già in precedenza descritto
- J = indice di equiripartizione di Lloyd & Ghelardi (1964) in cui $J = H/H_{max}$, dove $H_{max} = \ln S$; l'indice misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità o in altri termini il grado di lontananza da una equiripartizione (una comunità costituita da specie con eguale numero di individui); l'indice varia tra 0 e 1;
- % non-Pass. = percentuale delle specie non appartenenti all'ordine dei Passeriformi; il numero di non-Passeriformi è direttamente correlato, almeno, negli ambienti boschivi, al grado di maturità della successione ecologica (Ferry e Frochet, 1970);
- d = dominanza; sono state ritenute dominanti quelle specie che compaiono nella comunità con una frequenza relativa uguale o maggiore di 0,05 (Turcek, 1956; Oelke, 1980); si tratta del numero di individui della specie i-esima sul numero totale di individui presenti lungo il transetto

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

effettuato. Le specie dominanti diminuiscono con l'aumentare del grado di complessità e di maturità dei biotopi.

- **Abbondanza:** numero di individui/15' = numero di individui osservati di una determinata specie nell'unità di tempo di 15'; numero di individui/1000 m = numero di individui osservati di una determinata specie in 1000 metri di transetto. Si utilizzeranno entrambi gli indici per effettuare confronti e verifiche con rilievi svolti da altri autori in ambienti analoghi del comprensorio padano-veneto.

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

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

4.8.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Flora e vegetazione

Il monitoraggio della vegetazione e flora riguarderà le fasi di AO, CO e PO. Per l'intero periodo di monitoraggio sono previste le seguenti frequenze di misura:

Tabella 4-15 Tipologia di rilievi e frequenza prevista per la componente Flora e vegetazione

ATTIVITÀ	ANTE OPERAM (12 MESI) (FREQUENZA)	CORSO D' OPERA (FREQUENZA)	POST OPERAM (12 MESI) (FREQUENZA)
<i>Censimento floristico</i> <i>Flora - analisi floristica</i> <i>distale all'opera (c)</i>	semestrale (Primavera/ tarda estate)	semestrale (Primavera/ tarda estate)	semestrale (Primavera/ tarda estate)
<i>Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora</i> <i>(Indagine di tipo "3")</i>	-	-	semestrale (Primavera/ tarda estate)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale		COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 107 di 117
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)					

Il monitoraggio del corso d'opera seguirà tutto lo sviluppo delle lavorazioni mentre quello relativo alla fase ante-operam e post operam, avranno una durata di 12 mesi prima e alla fine delle lavorazioni.

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.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "NB1R00D22P5MA0001001-2C_Planimetria localizzazione punti di monitoraggio".

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei punti individuati.

Tabella 4-16 Punti di monitoraggio per la componente Flora e Vegetazione

Punto	Tipo di indagine	Progr. Km/Area di cantiere	A.O. (12 mesi)	C.O. (~ 1,4 anni)	P.O. (12 mesi)
VEG_01	VEG9 – Indagine di tipo "4"	1.AS.09	-	X	-
VEG_02	VEG9 – Indagine di tipo "4"	1.DT.01	-	X	-
VEG_03	VEG9 – Indagine di tipo "4"	1.AS.10	-	X	-

Punto	Tipo di indagine	Progr. Km/Area di cantiere	A.O. (12 mesi)	C.O. (~ 1,4 anni)	P.O. (12 mesi)
VEG_04	VEG9 – Indagine di tipo “4”	7.AS.01	-	X	-
VEG_05	VEG9 – Indagine di tipo “4”	2.AS.05	-	X	-
VEG 06	VEG.4.1 – Indagine di tipo “C”	3+650	X	X	X
VEG 07	VEG.4.1 – Indagine di tipo “C”	2+750	X	X	X
VEG 08	VEG.4.1 – Indagine di tipo “C”	1+950	X	X	X
VEG 09	VEG.4.1 – Indagine di tipo “C”	7+780	X	X	X
VEG 10	VEG8 – Indagine di tipo “3”	3+670	-	-	X
VEG 11	VEG8 – Indagine di tipo “3”	2+500	-	-	X
VEG 12	VEG8 – Indagine di tipo “3”	7+780	-	-	X

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”: Analisi floristica della fascia campione distale alla linea ferroviaria
- VEG9 - indagine di tipo “4”: Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere
- VEG8 – Indagine di tipo “3”: Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora

Per quanto attiene alle metodiche relative ai tipi di indagine corrispondenti alle sigle identificative sopra indicate, si rimanda a quanto a tal riguardo illustrato al precedente paragrafo 4.8.5 della presente relazione.

In merito al nesso alle motivazioni che hanno condotto alla scelta dei punti riportati nella precedente Tabella 4-16, come meglio si comprende dalla lettura degli elaborati “Planimetria localizzazione punti di monitoraggio” (NB1R00D22P5MA0001001-2C) ed “Analisi delle risorse naturali: suolo, vegetazione, biodiversità” (NB1R00D22P4SA0001002A), nella loro individuazione si è tenuto conto della presenza di formazioni vegetali naturali e, in particolare, di quelle boschive, sebbene poco diffuse nel contesto di localizzazione dell’opera in progetto, nonché dei filari, così come identificati negli strati informativi di DUSAF 6.0, e della Rete Ecologica Regionale, approvata con la DGR n.VIII/10962 del 30.12.2009.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

Fauna

Le misure, condotte in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole "NB1R00D22P5MA0001001-2C_Planimetria localizzazione punti di monitoraggio", avranno la durata e frequenza di seguito riportata nella seguente Tabella 4-17.

Tabella 4-17 Tipologia di rilievi e frequenza prevista per la componente Fauna

Attività	A. O. (12 mesi)	C.O. (~ 1,4 anni)	P. O. (12 mesi)
Fauna mobile terrestre – Mammiferi di medie e piccole dimensioni (MT)	3 volte	3/anno	3 volte
Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili (MT)	5 volte	5/anno	5 volte
Avifauna	2 volte	2/volte	2 volte

Tabella 4-18 Punti di monitoraggio per la componente Fauna

Punto	Tipo di indagine		Progr. Km	Classe			Indagini previste		
				Anfibi e rettili	Mammiferi	Avifauna	A.O. (12 mesi)	C.O. (~ 1,4 anni)	P.O. (12 mesi)
FAU 01	FAU.1	Indagine di tipo "E"	3+650	X	X	-	X	X	X
	FAU.2	Indagine di tipo "E"							
FAU 02	FAU.1	Indagine di tipo "E"	2+750	X	X	-	X	X	X
	FAU.2	Indagine di tipo "E"							
FAU 03	FAU.1	Indagine di tipo "E"	1+950	X	X	-	X	X	X
	FAU.2	Indagine di tipo "E"							
FAU 04	FAU.1	Indagine di tipo "E"	7+780	X	X		X	X	X
	FAU.2	Indagine di tipo "E"							
FAU 05	FAU.4	Indagine tipo "F"	3+290	-	-	X	X	X	X
FAU 06	FAU.4	Indagine tipo "F"	NV03	-	-	X	X	X	X

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 110 di 117

4.9 Paesaggio

4.9.1 Obiettivi del monitoraggio

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

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

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

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

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 111 di 117

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

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

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

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

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

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

4.9.2 Normativa di riferimento

Non essendovi una normativa specifica che detta riferimenti e standard, per la predisposizione del monitoraggio del Sistema paesaggistico si è fatto riferimento alle indicazioni preposte dalle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale" redatto dal MATTM in collaborazione con il MiBACT e l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

Ai fini della redazione del presente PMA sono stati presi in considerazione i seguenti documenti inerenti agli aspetti paesaggistici:

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 112 di 117

- Convenzione Europea del Paesaggio adottata dal Comitato dei Ministri della Cultura e dell'Ambiente del Consiglio d'Europa il 19 luglio 2000 e firmata a Firenze il 20 ottobre 2000;
- DLgs. n. 42 del 22/1/2004 c.d. "Codice dei beni culturali e del paesaggio", così come modificato dal DLgs. 24 marzo 2006, n. 156 e DLgs. 24 marzo 2006, n. 157, nonché dal DLgs. 26 marzo 2008, n. 62 e DLgs. 26 marzo 2008, n. 63;
- DPCM 12 Dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica";
- DPCM 27 dicembre 1988 "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986 n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del DPCM 10 agosto 1988 n. 377;
- "La relazione paesaggistica: finalità e contenuti" curata dal Ministero per i beni e le attività culturali nel 2006;
- "Verso le Linee guida sul monitoraggio VAS – Documento di riferimento metodologico" predisposte da ISPRA nel 2010;
- "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (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 il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al DLgs. 163/2006" predisposte nel 2007 dalla Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio;
- Workshop "Linee Guida per la Verifica di Assoggettabilità a VIA (art. 23 Legge n. 97/2013) e per il Monitoraggio Ambientale delle opere soggette a VIA - Indirizzi specifici Paesaggio e Beni culturali" Ministero per i beni e le attività culturali e del turismo - 22 ottobre 2013, Roma.

4.9.3 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.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 113 di 117

Partendo dal DPCM del 27 dicembre 1988, 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;
- i vincoli ambientali, archeologici, architettonici, artistici e storici.

4.9.4 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 la individuazione della qualità paesistica sta 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 a seguito dell'inserimento 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;

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

- 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:

Tabella 4-19 Parametri oggetto di monitoraggio per il Sistema paesaggistico

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

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

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

4.9.5 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

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C	FOGLIO 115 di 117

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.

Facendo riferimento a quanto espressamente previsto dal DPCM 12.12.2005, il presente PMA prevede l'esecuzione dell'indagine da "luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici". Ne consegue quindi che la prima operazione da condursi risulta essere quella della individuazione di quei punti di vista individuati come sensibili secondo i parametri precedentemente elencati (cfr. 4.9.4).

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA DA CURNO A BERGAMO, SISTEMAZIONE DEL PRG DI PONTE S. PIETRO, VIABILITA' BERGAMO - MONTELLO, SSE AMBIVERE MAPELLO PROGETTO DEFINITIVO					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NB1R	LOTTO 00 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0001 001	REV. C

4.9.6 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 autunnale e comunque in condizioni meteorologiche favorevoli. La presenza di fenomeni meteorologici perturbativi può alterare la qualità e i risultati dell'indagine.

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati grafici "NB1R00D22P5MA0001001-2C_Planimetria localizzazione punti di monitoraggio".

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei punti individuati.

Tabella 4-20 Sistema paesaggistico: Programmazione del monitoraggio

Punto	Cantiere/Opera da monitorare	Fase Frequenza					
		AO	Frequenza	CO	Frequenza	PO	Frequenza
PAE 1	1.CB.01	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	1.CO.01	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	RI04	●	1 volta	-	-	●	1 volta
	TR01	●	1 volta	-	-	●	1 volta
PAE 2	BA09P	●	1 volta	-	-	●	1 volta
PAE 3	1.AS.10	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	BA07P	●	1 volta	-	-	●	1 volta

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	00 D 22	RG	MA0001 001	C	117 di 117

Punto	Cantiere/Opera da monitorare	Fase Frequenza					
		AO	Frequenza	CO	Frequenza	PO	Frequenza
PAE 4	BA18P	●	1 volta	-	-	●	1 volta
PAE 5	2.CO.02	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	2.AS.05	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	NV02	●	1 volta	-	-	●	1 volta
PAE 6	2.CO.02	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	2.AS.05	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	NV02	●	1 volta	-	-	●	1 volta
PAE 7	2.CO.02	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	2.AS.05	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	NV02	●	1 volta	-	-	●	1 volta
PAE 8	2.AS.06	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	2.CO.03	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	2.AT.05	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	2.AS.07	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	NV03	●	1 volta	-	-	●	1 volta
PAE 9	2.AS.07	●	1 volta	●	semestrale	-	-
	NV03	●	1 volta	-	-	●	1 volta