

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

**S.O. AMBIENTE**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA**

**TRATTA PIADENA - MANTOVA**

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Relazione Generale

SCALA:

-

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

N M 2 5 0 3 D 2 2 R G M A 0 0 0 0 0 0 0 1 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	F. Massari	Luglio 2020	G. Tucci G. Dajelli	Luglio 2020	M. Berlingeri	Luglio 2020	C. Ergolani Febbraio 2023
B	Emissione in fase di integrazioni MiTE	F. Massari	Giugno 2022	S. Potena G. Dajelli	Giugno 2022	M. Berlingeri	Giugno 2022	ITALFERR S.p.A. Dott.ssa Clelia Ergolani Ordine Agronomi e Agronomi Laureati di Roma, Bari e Viterbo L. 4/45
C	Emissione definitiva	E. Tesser F. Pallucco	Febbraio 2023	F. Nigro G. Dajelli	Febbraio 2023	M. Berlingeri	Febbraio 2023	

File: NM2503D22RGMA0000001C.doc


n. Elab:

## INDICE

1.	PREMESSA .....	5
2.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	7
2.1	GLI INTERVENTI IN PROGETTO .....	7
2.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE.....	9
3.	IL MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	13
3.1	I RICETTORI.....	13
3.2	PUNTI DI MISURA .....	13
3.3	TEMPI E FREQUENZE.....	14
3.4	RESTITUZIONE DEI DATI .....	14
3.5	MODALITÀ DI INTERVENTO IN CASO DI SUPERAMENTI O ANOMALIE.....	14
4.	COMPONENTI AMBIENTALI DI MONITORAGGIO .....	15
4.1	ATMOSFERA.....	15
4.1.1	<i>Obiettivi del monitoraggio .....</i>	<i>15</i>
4.1.2	<i>Normativa di riferimento.....</i>	<i>15</i>
4.1.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....</i>	<i>17</i>
4.1.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio.....</i>	<i>18</i>
4.1.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio.....</i>	<i>19</i>
4.1.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio .....</i>	<i>21</i>
4.2	ACQUE SUPERFICIALI.....	23
4.2.1	<i>Obiettivi del monitoraggio .....</i>	<i>23</i>
4.2.2	<i>Normativa di riferimento.....</i>	<i>23</i>
4.2.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare .....</i>	<i>26</i>

4.2.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i> .....	27
4.2.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i> .....	34
4.2.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> .....	42
4.3	ACQUE SOTTERRANEE .....	44
4.3.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	44
4.3.2	<i>Normativa di riferimento</i> .....	44
4.3.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i> .....	45
4.3.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i> .....	47
4.3.5	<i>Specifiche e strumentazione di monitoraggio</i> .....	49
4.3.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> .....	51
4.4	SUOLO.....	52
4.4.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	52
4.4.2	<i>Normativa di riferimento</i> .....	52
4.4.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i> .....	53
4.4.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i> .....	53
4.4.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i> .....	54
4.4.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i> .....	61
4.5	RUMORE .....	63
4.5.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	63
4.5.2	<i>Normativa di riferimento</i> .....	63
4.5.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i> .....	64
4.5.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i> .....	65

4.5.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	66
4.5.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	67
4.6	<b>VIBRAZIONI</b>	70
4.6.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	70
4.6.2	<i>Normativa di riferimento</i>	70
4.6.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	70
4.6.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	71
4.6.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	72
4.6.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	76
4.7	<b>VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA</b>	77
4.7.1	<i>Obiettivi del monitoraggio</i>	77
4.7.2	<i>Normativa di riferimento</i>	77
4.7.3	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare</i>	78
4.7.4	<i>Parametri oggetto del monitoraggio</i>	79
4.7.5	<i>Metodiche e strumentazione di monitoraggio</i>	81
4.7.6	<i>Articolazione temporale delle attività di monitoraggio</i>	86

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>5 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	5 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	5 di 88								


## 1. **PREMESSA**

La presente relazione fa parte degli elaborati relativi al progetto del raddoppio della tratta ferroviaria "Piadena - Mantova", parte integrante degli interventi più generali della linea Codogno – Cremona - Mantova.

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".

Inoltre, si è fatto riferimento ai "Criteri per la valutazione dei piani di monitoraggio ambientale - Matrice atmosfera" (Dicembre 2019), ai "Criteri per la predisposizione di piani di monitoraggio ambientale (PMA) - Infrastrutture lineari di trasporto" (Rev. 1 gennaio 2020) e ai "Criteri per la predisposizione e la valutazione dei Piani di Monitoraggio Ambientale (PMA) – Acque superficiali e sotterranee" (Rev. 18 dicembre 2017) di ARPA Lombardia.

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

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>6 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	6 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	6 di 88								

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

La presente revisione è emessa in ottemperanza alle prescrizioni degli Enti contenute nei seguenti documenti:

- Parere della Regione Lombardia del 25 ottobre 2022, espresso con Deliberazione di Giunta n. XI/7211 del 24 ottobre 2022;
- Parere della Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA e VAS n. 339 del 24 ottobre 2022;
- D.M. 377 MASE-MIC del 06 dicembre 2022.

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1 Gli interventi in progetto

L'opera si sviluppa nella bassa pianura lombarda, ad una quota compresa tra i 60 e i 20 metri s.l.m. andando da ovest verso est; lo sviluppo della tratta è di circa 34 km tra le località di Piadena (km 55+286 LS) e Mantova (km 89+557 LS).




Figura 1 - Tracciato di progetto.

L'intera opera si sviluppa in affiancamento alla linea storica ad eccezione di due tratti in cui i due binari si distaccano dalla linea esistente e vanno in variante, come di seguito descritto:

- dalla pk 57+500 alla pk di progetto 62+300 circa, per superare il Canale Dugale mediante il viadotto VI01;
- dalla pk 66+650 alla pk 67+350, per ottimizzare l'attraversamento del fiume Oglio, mediante il viadotto VI02.

In sintesi, l'intervento ha un'estesa complessiva di circa 34 km e comprende principalmente:

- nuova linea all'aperto (trincea o rilevato);
- adeguamenti degli attraversamenti stradali;
- 4 viadotti di sviluppo complessivo pari a circa 347,5 m;
- interventi alle stazioni di Piadena, Bozzolo, Marcaria e Castellucchio;
- 3 nuovi fabbricati tecnologici IS presso le stazioni di Bozzolo, Marcaria e Mantova.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>8 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	8 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	8 di 88								

L'intervento comprende oltre alle opere civili, le opere di sovrastruttura ferroviaria e impianti tecnologici, compresi fabbricati tecnologici ed il relativo allestimento.

Il progetto ha origine in corrispondenza dell'impianto di Piadena (km 54+500 – estremo asta lato Cremona) ove i binari I e II di stazione (rispettivamente dispari e pari), poco oltre la fine del II marciapiede, proseguendo in direzione Mantova ad interasse 4.00 m, vanno di fatto a realizzare il raddoppio della linea Codogno-Cremona-Mantova per la tratta Piadena-Mantova.

All'uscita da Piadena, si ha un progressivo innalzamento di quota, studiato in modo tale da:

- non realizzare differenze di quota notevoli fra i nuovi binari e la linea in esercizio, permettendo quindi l'inserimento di opere di sostegno della linea esistente durante le lavorazioni ai nuovi binari;
- poter superare il Canale Dugale alla quota di 34.90 m.

In particolare, per il primo tratto in uscita da Piadena, il binario pari di raddoppio si posiziona ad una distanza variabile dal binario esistente, da pochi centimetri fino ad un valore massimo di 9.50 m, raggiunto poco prima del Canale Dugale. Al fine di attraversare in modo ottimale il Canale Dugale stesso (posto alla progressiva km 57+950 circa), il tracciato procede in variante dalla progressiva km 57+500 circa secondo un flesso a contatto di ampio raggio, con il quale ci si riporta planimetricamente paralleli alla linea esistente ad una distanza di circa 24.00 m fino alla progressiva km 61+750.

Dal km 61+750 il binario pari si avvicina alla linea storica portandosi in affiancamento ad una distanza di 5.50 m e dalla progressiva km 62+300 si avvicina ulteriormente (stretto affiancamento a 4.00 m) entrando nella Stazione di Bozzolo sul I binario di stazione.


In uscita dalla stazione di Bozzolo, progressiva km 64+200 circa, fino alla progressiva km 66+650, il nuovo tracciato si mantiene in affiancamento alla distanza di 5.50 m per spostarsi poi, in variante plano-altimetrica, verso sud, portandosi ad una distanza di 26.50 m fino alla progressiva km 67+350; tale variante si è resa necessaria al fine di attraversare in modo ottimale il Fiume Oglio (posto alla progressiva km 67+300 circa), in rettilineo, a pendenza nulla ed a una quota di 33.03 m.

Dal km 67+350, il binario pari si riavvicina alla linea storica portandosi, dalla progressiva km 67+950 circa, in affiancamento alla distanza di 4.00 m fino ad entrare nella stazione di Marcaria sul I binario.

Dalla stazione di Marcaria il binario pari si mantiene praticamente parallelo alla linea storica, alla distanza di 4.00 m e, attraversando la fermata di Castellucchio sul II binario, giunge nella stazione di Mantova sul III e IV binario.

Il parallelismo a 4.00 m di quest'ultimo tratto, ci permette di attraversare, senza modificarli, i cavalcaferrovie alle progressive km 72+422 linea storica (SP78), km 85+957 linea storica (Tangenziale Sud) e km 88+582 linea storica (Via Cremona) già predisposti per un raddoppio a 4.00 m.



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<b>COMMESSA</b> NM25	<b>LOTTO</b> 03 D 22	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> MA0000 001	<b>REV.</b> C

Anche gli interventi in Mantova alle linee Monselice-Mantova e Modena-Verona, non interessando le curve di accesso esistenti, non comportano modifiche alle opere di Via Cremona.

I viadotti previsti in progetto sono sintetizzati nella seguente tabella:

*Tabella 1 - Opere d'arte principali previste dal progetto.*

WBS	Descrizione	Inizio pk	Fine pk	L <sub>TOT</sub>	Comune
VI01	Viadotto Canale Dugale	57+907	57+975	68.25	Piadena
VI02	Viadotto Oglio	67+161	67+407	246.48	Bozzolo/Marcaria
VI03	Ponte a doppia vasca	71+360	71+374	14.50	Marcaria
VI04	Ponte a travi incorporate	83+865	83+884	19.00	Curtatone

## 2.2 Descrizione del sistema di cantierizzazione

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

- *cantiere base* (CB): fungono da supporto logistico per tutte le attività relative alla realizzazione degli interventi in oggetto;
- *cantiere operativo* (CO): contiene gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere;
- *aree tecniche* (AT): 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* (AS): 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;
- *aree di armamento e attrezzaggio tecnologico* (CA): tali aree sono di supporto alla esecuzione dei lavori di armamento ed attrezzaggio tecnologico della linea.
- *aree di deposito temporaneo* (DT): sono quelle aree destinate all'eventuale accumulo temporaneo delle terre di scavo. Tale stoccaggio temporaneo è stato previsto con funzione di "serbatoio" in caso di interruzioni temporanee della ricettività dei siti esterni di destinazione definitiva. Le predette aree di deposito sono state proporzionate per 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 sensibili e da aree densamente abitate;
- facilità di collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (strada statale ed autostrada);
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione degli effetti sull'ambiente naturale ed antropico;
- minimizzazione degli effetti sul patrimonio culturale esistente.

La tabella seguente illustra il sistema di cantieri previsto per la realizzazione delle opere.

Oltre alle aree riportate in tabella, il quadro delle aree di cantierizzazione è completato dalle aree di lavoro, corrispondenti in linea di principio con l'ingombro delle lavorazioni sulla linea da realizzare o adeguare e con il fronte di avanzamento dei lavori.


Relativamente al sistema di cantierizzazione riportato si evidenzia che, al termine dei lavori, tutte le aree occupate temporaneamente dai cantieri saranno ripristinate allo status quo - ante e restituite al territorio.

Tabella 2 – Aree di cantiere.

Codice	Descrizione	Comune	Superficie
3.CB.01	Campo Base	Bozzolo (MN)	33.500 mq
3.CB.02	Campo Base	Castellucchio (MN)	26.700 mq
3.CO.01	Cantiere Operativo	Piadena (CR)	6.000 mq
3.CO.02	Cantiere Operativo	Tornata (CR)	4.250 mq
3.CO.03	Cantiere Operativo	Bozzolo (MN)	3.000 mq
3.CO.04	Cantiere Operativo	Bozzolo (MN)	65.650 mq
3.CO.05	Cantiere Operativo	Marcaria (MN)	11.950 mq
3.CO.06	Cantiere Operativo	Marcaria (MN)	3.500 mq
3.CO.08	Cantiere Operativo	Marcaria (MN)	5.280 mq
3.CO.09	Cantiere Operativo	Castellucchio (MN)	6.580 mq
3.CO.10	Cantiere Operativo	Castellucchio (MN)	73.100 mq
3.CO.11	Cantiere Operativo	Castellucchio (MN)	6.100 mq
3.CO.12	Cantiere Operativo	Curtatone (MN)	4.350 mq
3.CO.13	Cantiere Operativo	Curtatone (MN)	3.300 mq
3.CO.14	Cantiere Operativo	Mantova	3.600 mq
3.AT.01	Area Tecnica	Piadena (CR)	900 mq
3.AT.02	Area Tecnica	Piadena (CR)	4.860 mq
3.AT.04	Area Tecnica	Piadena (CR)	4.300 mq
3.AT.05	Area Tecnica	Piadena (CR)	3.600 mq
3.AT.06	Area Tecnica	Tornata (CR)	3.400 mq
3.AT.07	Area Tecnica	Bozzolo (MN)	900 mq
3.AT.08	Area Tecnica	Bozzolo (MN)	3.260 mq
3.AT.09	Area Tecnica	Bozzolo (MN)	4.920 mq
3.AT.10	Area Tecnica	Bozzolo (MN)	5.850 mq
3.AT.11	Area Tecnica	Marcaria (MN)	5.500 mq
3.AT.12	Area Tecnica	Marcaria (MN)	3.600 mq
3.AT.13	Area Tecnica	Marcaria (MN)	850 mq
3.AT.15	Area Tecnica	Marcaria (MN)	7.600 mq
3.AT.16	Area Tecnica	Marcaria (MN)	12.830 mq

Codice	Descrizione	Comune	Superficie
3.AT.17	Area Tecnica	Castellucchio (MN)	10.580 mq
3.AT.18	Area Tecnica	Castellucchio (MN)	14.360 mq
3.AT.19	Area Tecnica	Castellucchio (MN)	850 mq
3.AT.20	Area Tecnica	Castellucchio (MN)	8.600 mq
3.AT.21	Area Tecnica	Curtatone (MN)	9.240 mq
3.AT.22	Area Tecnica	Curtatone (MN)	4.500 mq
3.AT.23	Area Tecnica	Curtatone (MN)	7.050 mq
3.AT.25	Area Tecnica	Mantova	6.515 mq
3.AT.26	Area Tecnica	Marcaria (MN)	5.060 mq
3.AT.27	Area Tecnica	Piadena (CR)	1.000 mq
3.AT.28	Area Tecnica	Mantova	1.000 mq
3.AS.01	Aree di stoccaggio	Piadena (CR)	4.600 mq
3.AS.02	Aree di stoccaggio	Piadena (CR)	6.500 mq
3.AS.03	Aree di stoccaggio	Piadena (CR)	3.000 mq
3.AS.04	Aree di stoccaggio	Piadena (CR)	5.000 mq
3.AS.05	Aree di stoccaggio	Piadena (CR)	3.250 mq
3.AS.06	Area di stoccaggio	Tornata (CR)	2.600 mq
3.AS.07	Area di stoccaggio	Tornata (CR)	3.800 mq
3.AS.08	Area di stoccaggio	Bozzolo (MN)	3.900 mq
3.AS.09	Area di stoccaggio	Bozzolo (MN)	1.700 mq
3.AS.10	Area di stoccaggio	Bozzolo (MN)	32.600 mq
3.AS.11	Area di stoccaggio	Bozzolo (MN)	2.720 mq
3.AS.12	Area di stoccaggio	Bozzolo (MN)	8.250 mq
3.AS.13	Area di stoccaggio	Marcaria (MN)	12.300 mq
3.AS.14	Area di stoccaggio	Marcaria (MN)	2.720 mq
3.AS.15	Area di stoccaggio	Marcaria (MN)	4.820 mq
3.AS.16	Area di stoccaggio	Marcaria (MN)	4.400 mq
3.AS.17	Area di stoccaggio	Marcaria (MN)	6.900 mq
3.AS.18	Area di stoccaggio	Marcaria (MN)	1.100 mq
3.AS.19	Area di stoccaggio	Marcaria (MN)	11.350 mq
3.AS.20	Area di stoccaggio	Marcaria (MN)	4.000 mq
3.AS.21	Area di stoccaggio	Marcaria (MN)	3.320 mq
3.AS.22	Area di stoccaggio	Castellucchio (MN)	12.910 mq
3.AS.23	Area di stoccaggio	Castellucchio (MN)	5.865 mq
3.AS.24	Area di stoccaggio	Castellucchio (MN)	10.280 mq
3.AS.25	Area di stoccaggio	Castellucchio (MN)	11.900 mq
3.AS.26	Area di stoccaggio	Castellucchio (MN)	3.600 mq
3.AS.27	Area di stoccaggio	Castellucchio (MN)	2.600 mq
3.AS.28	Area di stoccaggio	Curtatone (MN)	7.350 mq
3.AS.29	Area di stoccaggio	Curtatone (MN)	5.700 mq
3.AS.30	Area di stoccaggio	Curtatone (MN)	8.100 mq
3.AS.31	Area di stoccaggio	Curtatone (MN)	4.150 mq
3.AS.32	Area di stoccaggio	Curtatone (MN)	2.840 mq
3.AS.33	Area di stoccaggio	Mantova	4.755 mq
3.AS.34	Area di stoccaggio	Mantova	5.400 mq
3.AS.35	Area di stoccaggio	Mantova	10.500 mq
3.AS.36	Area di stoccaggio	Marcaria (MN)	2.180 mq
3.AR.01	Cantiere Armamento	Piadena (CR)	4.100 mq
3.AR.02	Cantiere Armamento	Bozzolo (MN)	6.100 mq
3.AR.03	Cantiere Armamento	Marcaria (MN)	5.800 mq

Codice	Descrizione	Comune	Superficie
3.AR.04	Cantiere Armamento	Castellucchio (MN)	4.900 mq
3.AR.05	Cantiere Armamento	Mantova	10.700 mq
3.DT.01	Deposito Temporaneo	Bozzolo (MN)	40.175 mq
3.DT.02	Deposito Temporaneo	Castellucchio (MN)	62.500 mq

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<b>COMMESSA</b> NM25	<b>LOTTO</b> 03 D 22	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> MA0000 001	<b>REV.</b> C	<b>FOGLIO</b> 13 di 88

### 3. **IL MONITORAGGIO AMBIENTALE**

#### 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. Il tracciato di progetto di raddoppio della linea ferroviaria si sviluppa interamente allo scoperto per circa 34 km, per lo più a raso e in rilevato, all'interno del territorio della provincia di Cremona e Mantova.

Le zone attraversate sono poco o mediamente abitate, fatta eccezione per le aree densamente abitate nei pressi delle stazioni ferroviarie e nei comuni di Piadena e di Mantova. I ricettori presenti sul territorio attraversato dalle opere in progetto, nonché dal sistema di cantierizzazione progettato, individuati all'interno di una fascia di 250 m dall'asse del tracciato, sono costituiti principalmente da edifici residenziali raggruppati in piccoli nuclei abitati. L'indagine è stata estesa anche oltre tale fascia, fino a 300 m, in caso di fronti edificati prossimi alla stessa.


Per la localizzazione dei ricettori sensibili si rimanda alla consultazione degli elaborati grafici allegati allo studio acustico "NM2503D22P6IM0004001-22A\_Planimetria localizzazione dei ricettori censiti".

#### 3.2 **Punti di misura**

Nel presente PMA per le aree di controllo e per ciascuna area di cantiere sono individuate le componenti ambientali da monitorare, la tipologia di monitoraggio (orario, giornaliero, settimanale, bisettimanale) e la frequenza delle campagne di misura (una sola volta, mensile, trimestrale, ecc.) nelle diverse fasi ante-operam (AO), corso d'opera (CO) e post-operam (PO).

Per ognuna delle componenti ambientali selezionate, i siti presso i quali eseguire le misure ed i prelievi sono individuati sulla base di un'analisi di dettaglio riguardo la rappresentatività della specifica indagine come previsto dal PAC e, al contempo, effettuando una preventiva valutazione sulla accessibilità dei luoghi per l'espletamento delle attività di controllo. Si fa presente che l'ubicazione finale in situ può subire delle variazioni a seguito di necessità logistiche quali indisponibilità dei proprietari/recettori, indisponibilità di allaccio alla rete elettrica per l'alimentazione della strumentazione di monitoraggio, variazione della posizione dei cantieri in fase esecutiva, ecc.

La localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle planimetrie allegata al presente PMA (codifica doc. NM2503D22P5MA0000001-6C).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA												
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>14 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	14 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	14 di 88								

### 3.3 Tempi e frequenze

Nel presente PMA sono individuate le frequenze delle campagne di misura nelle diverse fasi AO, CO e PO per ogni componente ambientale in funzione delle aree monitorate.


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 e/o ai tempi di permanenza dei cantieri. La durata complessiva del monitoraggio in corso d'opera, quindi, dipende dai tempi di realizzazione delle opere stesse ma soprattutto dalla durata delle lavorazioni più impattanti legate alle componenti da monitorare.

### 3.4 Restituzione dei dati

Al fine di garantire una più efficace gestione dei dati di monitoraggio e una più rapida consultazione di tutte le informazioni disponibili in relazione alle specifiche opere, Italferr è fornita di una banca dati ambientale, denominata SIGMAP, che, attraverso un portale web GIS, consente la centralizzazione, l'archiviazione, l'analisi, la consultazione e il download dei dati ambientali. Tale banca dati è consultabile online attraverso un profilo utente, attivabile agli stakeholder coinvolti nel progetto. I risultati dei monitoraggi ambientali previsti dal PMA sono raccolti in rapporti periodici e archiviati nel sopraccitato sistema informativo SIGMAP, che rappresenta il sistema di trasmissione degli esiti dei monitoraggi con gli Enti (MITE, ARPA Lombardia, Comuni, ...). All'avvio delle attività di monitoraggio sono fornite le necessarie credenziali per l'accesso agli stakeholder interessati.

### 3.5 Modalità di intervento in caso di superamenti o anomalie

In linea generale, il monitoraggio in Corso d'Opera (CO) ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori non induca alterazioni nell'ambiente, quindi nel caso di superamenti dei valori limite normativi o dei valori soglia eventualmente individuati per le singole componenti o nel caso di eventi/dati di monitoraggio anomali potenzialmente correlabili alle lavorazioni di cantiere, il Direttore dei Lavori emette un Ordine di Servizio nei confronti dell'Appaltatore per verificare se tale circostanza sia generata dalle lavorazioni eseguite, dal mancato rispetto o dalla insufficienza delle mitigazioni ambientali. In caso di accertata responsabilità dell'Appaltatore, quest'ultimo provvede ad eliminare le cause di perturbazione dell'ambiente idrico per far rientrare i parametri di indagine nei limiti prestabiliti.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA												
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>15 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	15 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	15 di 88								

#### 4. COMPONENTI AMBIENTALI DI MONITORAGGIO

##### 4.1 ATMOSFERA

###### 4.1.1 Obiettivi del monitoraggio

Le finalità del monitoraggio ambientale per la componente atmosfera sono:

- valutare l'effettivo contributo delle attività di cantiere sullo stato di qualità dell'aria;
- 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, permettono una corretta e tempestiva gestione della componente ambientale in oggetto nella fase di cantiere.

La valutazione degli eventuali impatti è effettuata utilizzando come termine di confronto le rilevazioni delle stazioni della Rete Regionale Qualità dell'Aria (es. stazione di via Camillo Benso Conte di Cavour a Piadena, stazioni di via Sant'Agnese, piazzale Antonio Gramsci, via Ludovico Ariosto a Mantova) e non il semplice confronto con i limiti normativi, per determinare l'eventuale incremento delle concentrazioni degli inquinanti monitorati a causa dell'impatto dell'opera.


Le modalità sono quelle previste dai "Criteri per la predisposizione di piani di monitoraggio ambientale (PMA) - Infrastrutture lineari di trasporto" (Revisione 1 – gennaio 2020) e "Criteri per la valutazione dei piani di monitoraggio ambientale (matrice atmosfera, Dicembre 2019)" redatti da ARPA Lombardia.

###### 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;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td><b>COMMESSA</b></td> <td><b>LOTTO</b></td> <td><b>CODIFICA</b></td> <td><b>DOCUMENTO</b></td> <td><b>REV.</b></td> <td><b>FOGLIO</b></td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>16 di 88</td> </tr> </table>	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	16 di 88
<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	16 di 88								

- D.M. 15/4/1994 - Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli artt. 3 e 4 del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203 e dell'art. 9 del D.M. 20 maggio 1991;
- D.M. 25/11/1994 - Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994;
- D.M. 16/5/1996 - Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono;
- D.Lgs. 4/8/99 n. 351 - Attuazione della direttiva 96/62 in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria;
- D.M. 1/10/2002 n.261 - Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione dei piani e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351;
- D. Lgs. 3/8/2007 n.152 - Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente;
- D. Lgs. 13/8/2010 n.155, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D. Lgs. 250/2012, Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

### **Normativa regionale**


I principali riferimenti sono rappresentati da:

- DGR n. 593 del 6/9/2013, Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria (aggiornato con D.G.R. n. 449 del 2 agosto 2018)
- DGR n. 2605 del 30/11/2011, Zonizzazione del territorio regionale e classificazione di cui all'art. 3 e art. 4 del D.Lgs 155/2010 delle zone e agglomerati ai fini della redazione del programma di valutazione, aggiornamento
- LR n. 24 dell'11/12/2006, Norme per la prevenzione e la riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell'ambiente

### **Norme tecniche**

- UNI EN 12341:2014 - Aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub>.



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>17 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	17 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	17 di 88								

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 dei documenti “Criteri per la predisposizione di piani di monitoraggio ambientale (PMA) - Infrastrutture lineari di trasporto” (Revisione 1 – gennaio 2020) e “Criteri per la valutazione dei piani di monitoraggio ambientale (matrice atmosfera, Dicembre 2019)” redatti da ARPA Lombardia.

#### **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, 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 in base alle analisi e alle valutazioni condotte mediante modelli e stime nell’ambito del 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).

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>18 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	18 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	18 di 88								

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

Nel caso in esame, considerando l'estensione delle aree interessate da potenziale impatto emissivo delle attività di cantiere, il numero di ricettori presenti all'interno delle aree di potenziale impatto e la durata delle attività connesse alla realizzazione dell'opera, la rete di monitoraggio è composta da n. 7 punti di misura di tipo ATC influenzati dalle attività di cantiere.

Tutti i punti sono monitorati in fase CO. 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 PO, per detta componente.

La localizzazione dei punti di monitoraggio con indicazione dei possibili punti di monitoraggio è rappresentata nelle planimetrie allegate al presente PMA (*codifica doc. NM2701D22P5MA0000001-6C "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio"*).

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è determinata dall'analisi dei risultati delle misure ambientali di progetto e può essere modificata durante la fase di corso d'opera con la finalità di monitorare con maggiore efficacia il contributo delle emissioni di cantiere.

La stessa ubicazione dei punti di monitoraggio deve essere confermata a seguito delle reali aree oggetto di cantierizzazione che sarà effettuata in sede di approfondimento del progetto esecutivo.


#### **4.1.4 Parametri oggetto del monitoraggio**

I parametri della qualità dell'aria oggetto di indagine sono:

- particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM<sub>10</sub>);
- particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM<sub>2,5</sub>);
- biossido e ossidi di Azoto - NO<sub>2</sub> e NOx.

Inoltre, è prevista la misura dei parametri meteorologici necessari a valutare i fenomeni di diffusione e di trasporto a distanza dell'inquinamento atmosferico:

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- umidità relativa;
- temperatura;
- precipitazioni atmosferiche;
- pressione barometrica;
- radiazione solare.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>19 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	19 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	19 di 88								

#### 4.1.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

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

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

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

L'analisi gravimetrica su base giornaliera (24 ore) viene effettuata con campionatori (vedi ad esempio Figura 2) automatici o semiautomatici che impiegano linee di campionamento (teste di taglio comprese) e sistemi di misura dei parametri di campionamento "conformi" alla normativa (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.). A tale fine, possono essere utilizzati sistemi che consentono la misura diretta basata su principi di tipo fisico (ad es. assorbimento di raggi beta) coerenti con la legislazione attualmente in vigore (con certificazione di equivalenza) o strumenti che prevedono il campionamento su membrane filtranti da sottoporre a misura gravimetrica secondo i dettami della norma UNI EN 12341:2014. La corretta esecuzione delle procedure ivi descritte è garantita dalla Certificazione del Laboratorio e dal Sistema di Gestione della Qualità dell'Azienda che le svolge, ai sensi della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018 (Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura).

Le membrane filtranti (dette anche "filtri") possono essere composte di vari materiali (vetro, quarzo, PTFE, ecc.) ma sempre con caratteristiche conformi alla norma UNI EN 12341:2014 e sono preparate in laboratorio secondo quanto previsto dalla medesima norma mediante l'utilizzo di pinzette smussate al fine di evitare contaminazione e/o danni. Di seguito si riportano le procedure di preparazione dei filtri:

- controllo dei filtri per rilevare imperfezioni o possibile contaminazione dovuta al trasporto;
- condizionamento dei filtri per 48 ore su speciali piatti forati, protetti dal materiale particellare presente nell'aria all'interno di una camera di pesata con aria condizionata ed esposti a condizioni di termoigrometriche di  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidità relativa di  $50 \pm 5\%$  costanti;

- pesata dei filtri usando una bilancia con risoluzione di almeno 10 µg;
- conservazione dei filtri in cassette etichettate e sigillate;
- redazione di un rapporto di laboratorio dove è indicato il peso del filtro.

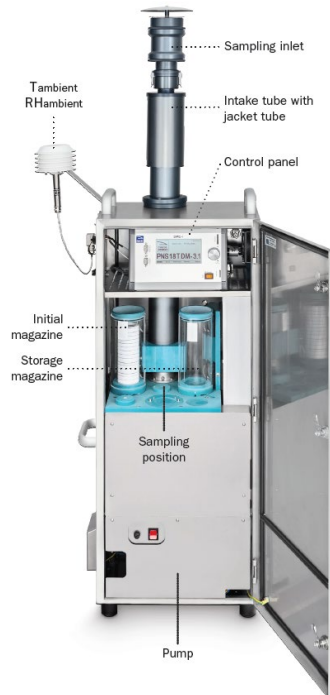


Figura 2 - Campionatore sequenziale automatico.

Tali filtri “bianchi” sono successivamente caricati nei campionatori automatici per effettuare il monitoraggio e al termine della campagna sono inviati al laboratorio per essere nuovamente sottoposti alla procedura illustrata sopra e determinarne il peso a seguito del campionamento.

La differenza in peso pre- e post- campionamento, congiuntamente al valore del volume campionato (restituito dal campionatore automatico) permette di determinare delle concentrazioni PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>. In Figura 3 è riportata una fotografia di esempio di un filtro bianco e un filtro campionato a confronto.

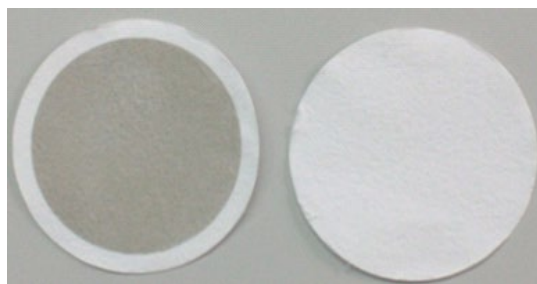

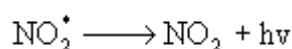


Figura 3 - Filtro campionato (sinistra) – Filtro bianco (destra).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NM25	LOTTO 03 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

Il metodo di riferimento per la misurazione degli ossidi di Azoto come indicato nell'Allegato VI del D.Lgs. 155/2010 è descritto nella norma UNI EN 14211:2012.

Il principio per la misura della concentrazione del NO<sub>2</sub> nell'aria ambiente, si basa sulla misura della radiazione caratteristica emessa per chemiluminescenza dalla reazione in fase gassosa tra monossido di azoto e ozono:



Poiché la reazione implica solamente l'NO, il biossido di azoto deve essere trasformato in monossido prima di poter essere misurato; a tale scopo, si utilizza un convertitore che converte in NO tutto l'NO<sub>2</sub> contenuto nel campione da analizzare.

Il campione d'aria aspirato a flusso costante viene fatto passare attraverso un filtro prima di entrare nell'analizzatore per escludere interferenze causate da contaminazione con particelle, che possono essere presenti, ed è successivamente condotto alla camera di reazione (condizione di misura di NOx) o, saltando il convertitore, direttamente alla camera di misura (condizione di misura di NO). All'interno della camera questi si trovano miscelati con ozono, proveniente da un generatore interno allo strumento stesso, e quindi nelle condizioni ideali perché avvenga la reazione tra NO e O<sub>3</sub>.

La chemiluminescenza risultante è rilevata attraverso un filtro ottico da un tubo fotomoltiplicatore o un fotodiodo che, producendo un segnale proporzionale al contenuto di NO, consente le misure nelle rispettive condizioni di NO e NOx, quindi il relativo valore in contenuto di NO<sub>2</sub> dato dalla loro differenza.

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

Il monitoraggio della componente atmosfera viene svolto nella fase di Corso d'Opera, durante la realizzazione delle attività di cantiere che avranno una durata di circa 4,6 anni.

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 corso d'opera**

Le attività di monitoraggio in CO sono precedute da un'analisi dell'effettiva cantierizzazione realizzata in fase esecutiva, che permette di confermare o eventualmente modificare le ubicazioni delle stazioni di monitoraggio.

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

- verifica della tempistica di campionamento in funzione delle fasi di costruzione dell'opera e delle relative attività di lavorazione;
- sopralluogo e riconoscimento dei punti di monitoraggio;
- espletamento di tutte le attività relative al reperimento in situ delle connessioni alla rete elettrica necessaria alla strumentazione e all'ottenimento dei permessi necessari con particolare riferimento all'installazione delle centraline per il monitoraggio (in continuo, se previsto);
- esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche;
- restituzione dei risultati nelle schede di rilievo;
- valutazione dei risultati;

Le misure sono condotte secondo le metodiche di riferimento indicate al par. 4.1.5 e con le durate e frequenze indicate di seguito.

Fase corso d'opera (CO):

- Durata: per tutta la durata dei lavori;
- Frequenza campagne: 4 campagne a cadenza trimestrale/stagionale nell'arco dell'anno solare;
- Durata campagne: 2 settimane (massimo 3 settimane/21 gg);
- Rendimento atteso per ciascun parametro/inquinante: almeno 14 gg di misure valide (in assenza di pioggia, cioè con massimo 1 mm di pioggia cumulata al giorno).


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

*Tabella 3 - Atmosfera: punti e campagne di monitoraggio.*

Codice punto	Frequenza	Corso d'opera	Localizzazione
ATC 01	trimestrale	19 campagne	NV22
ATC 02	trimestrale	19 campagne	NV24
ATC 03	trimestrale	19 campagne	VI02 / 3.AT.10 / 3.AS.12
ATC 04	trimestrale	19 campagne	BA17-H3BV / 3.AS.17
ATC 05	trimestrale	19 campagne	3.AS.25
ATC 06	trimestrale	19 campagne	78+200 (TRI04)
ATC 07	trimestrale	19 campagne	NV34 / 3.AT.25 / 3.AS.34

Nella successiva fase progettuale i punti individuati possono subire variazioni a seguito di ulteriori affinamenti 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.).

Per quanto concerne la Rete Regionale della Qualità dell'Aria si prevede di utilizzare le stazioni di via Camillo Benso Conte di Cavour a Piadena e le stazioni di via Sant'Agnese, piazzale Antonio Gramsci, via Ludovico Ariosto a Mantova al fine di definire la curva limite per individuare dati anomali, così come previsto dalle "Criteri per la valutazione dei piani di monitoraggio ambientale (matrice atmosfera, Dicembre 2019)" redatti da ARPA Lombardia.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>23 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	23 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	23 di 88								

## 4.2 ACQUE SUPERFICIALI

### 4.2.1 Obiettivi del monitoraggio

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

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

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

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

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


Per quanto riguarda la valutazione dell'eventuale impatto ambientale dei lavori/dell'opera vale il principio di non decadimento dello stato ambientale, di conseguenza il "valore soglia" da rispettare per ogni indice/parametro monitorato è definito dal raffronto con le condizioni di riferimento stabilite durante il monitoraggio in AO nelle stazioni di monte. Per gli elementi di qualità biologica sono effettuate valutazioni relative al salto della classe di qualità.

### 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;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td><b>COMMESSA</b></td> <td><b>LOTTO</b></td> <td><b>CODIFICA</b></td> <td><b>DOCUMENTO</b></td> <td><b>REV.</b></td> <td><b>FOGLIO</b></td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>24 di 88</td> </tr> </table>	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	24 di 88
<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	24 di 88								

- 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 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;

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td><b>COMMESSA</b></td> <td><b>LOTTO</b></td> <td><b>CODIFICA</b></td> <td><b>DOCUMENTO</b></td> <td><b>REV.</b></td> <td><b>FOGLIO</b></td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>26 di 88</td> </tr> </table>	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	26 di 88
<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	26 di 88								


- 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;
- 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.

### **Riferimenti normativi regionali**

- L.R. del 12/12/2003, n. 26 e s.m.i. “Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche”.
- D.G.R. n. 2244 del 19 marzo 2006 “Approvazione del programma di tutela e uso delle acque, ai sensi dell’art. 44 del D.Lgs.152/99 e dell’art. 55 comma 19 della l.r. 26/2003”.
- D.G.R. n. 3297 dell’11 ottobre 2006 “Nuove aree vulnerabili ai sensi del D.Lgs.152/06: criteri di designazione e individuazione”.
- Deliberazione di Giunta Regionale n. 8/9275 del 8 aprile 2009. Determinazioni relative alle misure di conservazione per la tutela delle ZPS lombarde in attuazione della Direttiva 92/43/CEE e del D.P.R. 357/97 ed ai sensi degli articoli 3, 4, 5, 6 del D.M.17 ottobre 2007, n. 184 – Modificazioni alla D.G.R. n. 7884/2008.
- D.G.R. n. 11096 del 27 gennaio 2010 “Modifiche delle previsioni del programma di tutela uso delle acque (PTUA) in materia di disciplina dell’utilizzo delle riserve di acqua naturale”.
- L.R. del 11/03/2015, n.12 e s.m.i. “Legge per il governo del territorio”.
- D.G.R. n. 699 del 31 luglio 2017 “Approvazione del programma di tutela e uso delle acque, ai sensi dell’articolo 121 del D.Lgs. 152/06 e dell’articolo 45 della legge regionale 26/2003”.

### **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”. Inoltre, si è fatto riferimento ai “Criteri per la predisposizione e la valutazione dei Piani di Monitoraggio Ambientale (PMA) – Acque superficiali e sotterranee” (Rev. 18 dicembre 2017) di ARPA Lombardia.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>27 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	27 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	27 di 88								

In base ai dettami di tali documenti, le aree oggetto di monitoraggio sono individuate in ragione della tipologia di opera e della sensibilità e/o vulnerabilità dell'area potenzialmente interferita; pertanto, l'individuazione dei punti è strettamente connessa a:

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

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

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


#### **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.

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, sono 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:

- quantitative: misure di portata;
- qualitative, a loro volta articolate in:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>28 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	28 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	28 di 88								

- parametri chimico-fisici;
- parametri chimici e batteriologici;
- parametri biologici e fisiografico-ambientali.

### **Indagini quantitative**

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

#### *Portata (in situ)*

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

### **Indagini qualitative**

#### *Parametri chimico-fisici*


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

- temperatura acqua;
- temperatura aria;
- pH;
- conducibilità elettrica;
- ossigeno disciolto;
- solidi disciolti totali (TDS);
- solidi sospesi totali (TSS).

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

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

La concentrazione di ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali/parametri ambientali, quali: pressione atmosferica, temperatura, salinità, attività fotosintetica, condizioni cinetiche di deflusso.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>29 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	29 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	29 di 88								

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

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

#### *Parametri chimici e microbiologici acqua*

Le analisi chimiche e microbiologiche danno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua. Sono analizzati parametri tipicamente legati alle lavorazioni e secondariamente all'esercizio dell'infrastruttura ferroviaria, quali:

- Calcio;
- Sodio;
- Potassio;
- Magnesio;
- Cloruri;
- Cloro attivo;
- Fluoruri;
- Solfati;
- Bicarbonati;
- Nitrati;
- Nitriti;
- Ammonio;
- Ferro;
- Cromo VI;

- Cromo totale;
- Idrocarburi BTEX;
- Idrocarburi Totali;
- Piombo;
- 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*

##### *Indice STAR.ICMI*

L'indice STAR\_ICMI si basa sull'analisi della struttura della comunità di macroinvertebrati bentonici. Tali organismi in prevalenza larve di insetti, molluschi e crostacei colonizzano il fondo dei corsi d'acqua e presentano differenti sensibilità all'inquinamento. Quindi tale metodo è utile alla valutazione della qualità ecologica dei corsi d'acqua. Il suo indice viene calcolato attraverso la combinazione di sei metriche correlate alle caratteristiche di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità/ricchezza della componente macrobentonica riscontrabile nei siti fluviali ed è espresso in termini di Rapporto di Qualità ecologica (RQE), ossia del rapporto tra il valore del parametro biologico osservato e il valore dello stesso parametro corrispondente alle condizioni di riferimento, ovvero le condizioni che si ritrovano in corrispondenza del "tipo" inalterato di corpo idrico considerato. L'RQE relativo allo STAR-ICMI assume valori tra 0 (stato pessimo) e 1 (stato elevato) ed è suddiviso in 5 intervalli corrispondenti ad altrettante

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>31 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	31 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	31 di 88								

classi di stato ecologico, per fornire un risultato in accordo con quanto richiesto dalla legislazione Europea per i sistemi di classificazione.

### *Indice NISECI*

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


### *Diatomee*

Le diatomee sono alghe brune, unicellulari, eucariote e autotrofe, appartenenti alla Classe delle Bacillariophyceae, generalmente delle dimensioni di pochi  $\mu\text{m}$ , 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 lentici, 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 epilittiche, epifittiche ed epipeliche.

### *Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (IQMm)*

La metodica dell'Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (IQMm) è stata messa a punto da Rinaldi et al. (2014) come strumento specifico per il monitoraggio utile a quantificare variazioni della qualità morfologica di un corso d'acqua alla scala di alcuni anni. Rappresenta quindi uno strumento adatto a verificare le modifiche che la realizzazione del progetto possono determinare nelle condizioni morfologiche dell'alveo.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>32 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	32 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	32 di 88								

Il metodo, in analogia a quanto previsto per l'Indice IQM utilizzato a scopo di classificazione, è basato sulla valutazione dei processi e non delle forme fluviali e prevede un'analisi della documentazione cartografica e fotografica (da telerilevamento), specifici rilievi in campo e il reperimento di informazioni bibliografiche.

### *Metodo CARAVAGGIO*

Il metodo CARAVAGGIO (Core Assessment of River hAbitat VALue and hydro-morpholoGical cOndition) propone una raccolta il più possibile oggettiva delle informazioni ritenute necessarie ad una caratterizzazione ampia ed estensiva dell'ambiente fluviale, in modo che esse possano essere utilizzate per la valutazione di un elevato numero di habitat specifici altrove definiti, oltre che del "carattere" e della "qualità" generale del tratto fluviale considerato, come espresso attraverso una serie di descrittori sintetici.

Con particolare riferimento agli scopi della Direttiva Quadro e della direttiva Habitat, il metodo CARAVAGGIO consente la raccolta di dati ambientali che possono essere utilizzati, in autonomia o in combinazione con altre informazioni, per molteplici finalità tra le quali:

- Descrizione degli habitat fluviali e classificazione della loro qualità.
- Selezione di siti di riferimento e descrizione delle condizioni di riferimento tipo- e sito-specifiche.
- Supporto all'interpretazione dei dati relativi agli Elementi di Qualità Biologica (BQE), sensu WFD.
- Caratterizzazione degli habitat per la gestione delle risorse alieutiche e per la pesca in ambiente fluviale.
- Individuazione di habitat di pregio a supporto della Direttiva HABITAT e di altra legislazione in materia di tutela dell'ambiente.
- Tutela della biodiversità nei sistemi fluviali.
- Raccolta di informazioni per la valutazione delle capacità naturali di ritenzione dei nutrienti.
- Approfondimenti di terzo livello della tipizzazione nazionale (D.M. 131/2008).
- Definizione del carattere lenco-lotico dei fiumi.
- Didattica ambientale e insegnamento dell'ecologia fluviale.
- Valutazione di pressioni e impatti nei corpi idrici fluviali.
- Procedure di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e Valutazione Ambientale Strategica (VAS) che interessino le aree fluviali.
- Quantificazione degli impatti dei prelievi idrici sugli habitat e sulle biocenosi fluviali.
- Valutazione degli impatti di impianti idroelettrici.
- Supporto alla definizione di portate ecologicamente accettabili per le biocenosi acquatiche.



- Stima del rischio di fallire gli obiettivi di qualità e il raggiungimento dello Stato Ecologico Buono nei fiumi.
- Caratterizzazione degli habitat in corpi idrici fortemente modificati o artificiali.
- Individuazione di misure di risanamento e tutela e verifica della loro efficacia.
- Ausilio nella predisposizione di piani di tutela e di gestione.

Una serie di indici sintetici può essere calcolata a partire dai dati raccolti con il metodo CARAVAGGIO, ognuno dei quali riassume l'informazione relativa ad un particolare aspetto di habitat dei siti investigati. Al momento i principali indici disponibili sono:

- Habitat Quality Assessment (HQA): quantificazione della diversificazione e della qualità dell'alveo e delle rive;
- Habitat Modification Score (HMS): misura del livello di alterazione morfologica causata da strutture artificiali;
- Land Use Index (LUI): livello di antropizzazione dell'uso del territorio e nelle aree riparie;
- Indice di Qualità dell'Habitat (IQH): valore medio in EQR dei tre indici precedenti;
- Lentic-lotic River Descriptor: definizione del carattere lenco-lotico nel tratto fluviale.

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

Il set di parametri-indicatori oggetto del monitoraggio e le metodiche di analisi per le acque superficiali sono riassunte nella tabella seguente.

*Tabella 4 - Acque superficiali: parametri di monitoraggio (fasi AO, CO e PO).*

<b>Parametro</b>	<b>Metodo</b>	<b>U.M.</b>
Temperatura acqua	APAT2100-campo	°C
Temperatura aria	Strumentale - campo	°C
pH	APAT2060-campo	upH
Conducibilità elettrica	APAT2030-campo	µS/cm
Ossigeno disciolto	ASTM D888-campo	mgO2/l
Solidi disciolti Totali (TDS)	UNI 15216	mg/l
Solidi Sospesi Totali (TSS)	APAT2090 B	mg/l
Portata	Correntometro - strumentale	mc/s
Calcio	EPA 6010D	mg/l
Sodio	EPA 6010D	mg/l
Potassio	EPA 6010D	mg/l
Magnesio	EPA 6010D	mg/l
Cloro attivo	APAT4080	mg/l
Fluoruri	APAT4020	mg/l
Solfati	APAT4020	mg/l
Bicarbonati	APAT2010B	mg/l
Nitrati	APAT4020	mg/l
Nitriti	APAT4020	mg/l

Parametro	Metodo	U.M.
Ammonio	APAT 4030 B	mg/l
Ferro	EPA6020	µg/l
Cromo VI	EPA7199	µg/l
Cromo totale	EPA6020	µg/l
BTEX	EPA5030 + EPA8260	µg/l
Idrocarburi totali (come n-esano)	EPA5021 + EPA8015 + UNIENISO9377	mg/l
Piombo	EPA6020	mg/l
Zinco	EPA6020	mg/l
Rame	EPA6020	mg/l
Nichel	EPA6020	µg/l
Cadmio	EPA6020	mg/l
Indice STAR-ICMI	MANUALE ISPRA 2017	-
Indice NISECI	Protocollo Ispra	-
Diatomee	APAT	-
IQMm	Protocollo Ispra	-
CARAVAGGIO	Manuale CNR IRSA	-

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


#### 4.2.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

##### Misure di Portata

Nelle campagne di monitoraggio la rilevazione della portata viene generalmente eseguita tramite misure correntometriche a guado con l'utilizzo di mulinelli provvisti di idonei set di eliche.

Prima di ogni campagna di misura con mulinello viene verificata l'efficienza e lo stato manutentivo della strumentazione e la sezione di misura viene predisposta al rilievo eseguendo la pulizia del fondo, delle sponde e dei manufatti esistenti per applicare i dispositivi di supporto e di calata. La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore, tuttavia le verticali sono più frequenti laddove il fondo è irregolare. In linea di massima il numero totale di verticali da eseguire per le diverse larghezze del corso d'acqua è:

- per sezioni inferiori a 1 metro: 3 - 5 verticali;
- per sezioni tra 1 e 2 metri: 5 - 8 verticali;
- per sezioni tra 2 e 5 metri: 8 - 15 verticali;
- per sezioni tra 5 e 10 metri: 15 - 25 verticali;
- per sezioni tra 10 e 20 metri: 20 - 30 verticali;
- per sezioni tra 20 e 50 metri: 25 - 40 verticali;
- per sezioni tra 50 e 100 metri: 35 - 50 verticali.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td><b>COMMESSA</b></td> <td><b>LOTTO</b></td> <td><b>CODIFICA</b></td> <td><b>DOCUMENTO</b></td> <td><b>REV.</b></td> <td><b>FOGLIO</b></td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>35 di 88</td> </tr> </table>	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	35 di 88
<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	35 di 88								

In generale la distanza tra due verticali non deve essere superiore a 2,5 metri o ad 1/20 della larghezza del corso d'acqua per sezioni superiori a 50 metri. Il numero di punti di misura per ogni verticale è determinato dal diametro dell'elica o dalle caratteristiche del peso (se utilizzato).

Quando non è possibile utilizzare il mulinello (metodo correntometrico) a causa delle condizioni idrauliche, la portata può essere determinata con strumentazione Doppler, che sfrutta l'omonimo principio secondo il quale quando una sorgente sonora si muove rispetto ad un ricevente fermo avviene uno spostamento della frequenza sonora fra trasmittente e ricevente. Il correntometro usa il principio Doppler misurando lo spostamento di frequenza del suono riflesso dalle particelle (limi, microalghe, ecc.) che vengono trasportate in sospensione dalla corrente.

Per effettuare le misure di portata di corpi idrici caratterizzati da deflussi ridotti è possibile utilizzare anche il metodo volumetrico, che consiste nel misurare il tempo di riempimento di un recipiente di volume noto.

Nel caso di misure ripetute in periodi diversi sulla medesima sezione fluviale, le metodiche e le condizioni di misura sono il più possibile replicate al fine di favorire la confrontabilità dei dati.

Le misure di portata sono corredate con una descrizione del regime idrologico complessivo del periodo precedente il campionamento utili a contestualizzare gli esiti delle altre indagini (analisi chimico-fisiche, STAR-ICMI, NISECI) svolte nell'ambito del monitoraggio.

### **Campionamento per Analisi di Laboratorio**

Il campionamento è realizzato tramite sonda a trappola immersa nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero. Si preferiscono 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 utilizza una scheda predisposta e viene redatto un verbale di campionamento che è trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

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

Tutte le misure sono effettuate previa taratura degli strumenti.

I contenitori utilizzati sono contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo che riportano 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td><b>COMMESSA</b></td> <td><b>LOTTO</b></td> <td><b>CODIFICA</b></td> <td><b>DOCUMENTO</b></td> <td><b>REV.</b></td> <td><b>FOGLIO</b></td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>36 di 88</td> </tr> </table>	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	36 di 88
<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	36 di 88								

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

### **Indice STAR ICMI**

L'indice STAR-ICMI è stato derivato come strumento per l'esercizio di intercalibrazione dei fiumi europei in relazione alla comunità dei macroinvertebrati bentonici. Il suo nome deriva dal Progetto STAR ("Standardisation of river classifications: Framework method for calibrating different biological survey results against ecological quality classifications to be developed for the Water Framework Directive"), co-finanziato dalla Comunità Europea, nell'ambito del quale è stato sviluppato.

La metodologia STAR-ICMI è utilizzata in Italia e altri Paesi Europei per:


- valutare della qualità ecologica dei corsi d'acqua;
- definire i limiti di classe per tutti i metodi sviluppati o applicati successivamente e poter svolgere l'esercizio di intercalibrazione.

L'indice è costruito per valutare la qualità generale dei siti fluviali e viene calcolato direttamente come Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), definito dal rapporto del parametro biologico "osservato" ed il valore dello stesso parametro corrispondente alle "condizioni di riferimento" per la tipologia di corpo idrico considerato. Esso può assumere valori tra 0 e 1 suddivisi in 5 intervalli di classi di stato ecologico (elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo) in accordo alla legislazione Europea per i sistemi di classificazione.

Lo STAR-ICMI è un indice multimetrico composto da sei metriche opportunamente normalizzate e ponderate, che includono i principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare. Le sei metriche sono: ASPT,  $\text{Log}_{10}(\text{sel\_EPTD}+1)$ , 1-GOLD, Numero Famiglie di EPT, Numero totale di Famiglie e indice di diversità di Shannon-Weiner (vedi Tabella 5). Il livello di identificazione tassonomica richiesto per il calcolo dell'indice è la Famiglia. Alcune delle metriche componenti necessitano, per poter essere calcolate correttamente, di dati relativi all'abbondanza delle singole famiglie di organismi bentonici.

Il calcolo dell'indice STAR-ICMI prevede 4 passaggi:

- calcolo dei valori grezzi delle sei metriche che compongono l'indice;
- conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE, dividendo il valore osservato per il valore di riferimento propri del tipo fluviale analizzato;
- calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche secondo i pesi forniti in Tabella 5;

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<b>COMMESSA</b> NM25	<b>LOTTO</b> 03 D 22	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> MA0000 001	<b>REV.</b> C

- normalizzazione del valore ottenuto dividendo il valore del campione in esame per il valore di STAR-ICMI nelle condizioni di riferimento.

Al valore calcolato di STAR-ICMI viene quindi attribuito un giudizio di qualità (elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo) come descritto sopra.

*Tabella 5 - Metriche e peso attribuito per il calcolo STAR-ICMI.*


Metriche che compongono lo STAR\_ICMI e peso loro attribuito nel calcolo (da Buffagni et al., 2005; 2007, 2008; DM 260/2010).

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. Bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	e.g. Armitage et al., 1983	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\log_{10}(\text{Sel\_EPTD} + 1)$	$\log_{10}$ (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae + 1)	Buffagni et al., 2004; Buffagni & Erba, 2004	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al., 2004	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	e.g. Ofenböck et al., 2004	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	e.g. Ofenböck et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{s-w} = -\sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left( \frac{n_i}{A} \right)$	e.g. Hering et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083

## **Indice NISECI**

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

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>38 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	38 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	38 di 88								

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:

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

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".

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	$0.80 \leq RQ_{E_{NISECI}}$	$0.80 \leq RQ_{E_{NISECI}}$
Buono	$0.52 \leq RQ_{E_{NISECI}} < 0.80$	$0.60 \leq RQ_{E_{NISECI}} < 0.80$
Moderato	$0.40 \leq RQ_{E_{NISECI}} < 0.52$	$0.40 \leq RQ_{E_{NISECI}} < 0.60$
Scadente	$0.20 \leq RQ_{E_{NISECI}} < 0.40$	$0.20 \leq RQ_{E_{NISECI}} < 0.40$
Cattivo	$RQ_{E_{NISECI}} < 0.20$	$RQ_{E_{NISECI}} < 0.20$

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).

Per quanto riguarda il metodo di calcolo delle metriche e submetriche, si fa 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 DIATOMEI 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<b>COMMESSA</b> NM25	<b>LOTTO</b> 03 D 22	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> MA0000 001	<b>REV.</b> C

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

- epilittiche (su substrati duri naturali o artificiali quali ciottoli, sassi o pilastri);
- epifitiche (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 diatomee*


Per il 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 deve comunque superare o essere almeno pari alla larghezza dell'alveo bagnato. Ai fini di una 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 riportati nella seguente tabella.

*Tabella 6 - Parametri idromorfologici finalizzati al monitoraggio delle Diatomee.*

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

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



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>41 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	41 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	41 di 88								

- N° scheda di rilevamento;
- Fiume/Lago;
- Data e ora del campionamento;
- N° campione;
- 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.

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi vanno sottoposti a stabilizzazione sia chimicamente che termicamente, tramite refrigerazione a 4 °C, e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore successive al prelievo congiuntamente ai report compilati durante il prelievo. Inoltre, vanno scattate una o più fotografie che permettano la visione della zona del prelievo e delle sezioni dove è avvenuto il campionamento.


### **Indice IQMm**

Il metodo prevede che vengano effettuate una serie di valutazioni sia sulla base di un'analisi della documentazione cartografica e fotografica (da telerilevamento), sia attraverso specifici rilievi in campo, oltre che mediante il reperimento di informazioni bibliografiche.

Per ciascun aspetto considerato nell'analisi è prevista la restituzione di un punteggio, che per alcuni parametri è definito tramite classi discrete, mentre in altri casi il valore è calcolato mediante funzioni matematiche continue. Il metodo valuta esclusivamente i processi fisici senza introdurre alcuna valutazione di tipo ecologico, anche quando prende a riferimento la vegetazione.

Il calcolo dell'indice si basa sull'integrazione di due componenti: la funzionalità geomorfologica, rilevata mediante l'osservazione delle forme e dei processi del corso d'acqua, e l'artificialità, definita sulla base di presenza, frequenza e continuità di opere o interventi antropici che possono avere effetti sui vari aspetti morfologici considerati.

L'attività di monitoraggio richiede il giudizio di un esperto e prevede il rilievo in campo percorrendo l'intero tratto di fiume in esame (comprensivo dei tratti a monte e a valle dell'area di intervento) e analisi cartografiche utilizzando le ortofoto a colori in ambiente GIS, nonché la compilazione delle schede di rilevamento, che vanno compilate in base al numero di tratti omogenei per caratteristiche morfologiche (ambito fisiografico, confinamento, forma planimetrica, configurazione del fondo) del corso d'acqua.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA												
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>42 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	42 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	42 di 88								

## **Metodo CARAVAGGIO**

Il protocollo di raccolta dati per il rilevamento delle caratteristiche idromorfologiche e degli habitat fluviali prevede la registrazione su schede di campo di caratteristiche degli habitat fluviali e ripari lungo un tratto di 500 m lungo l'asse longitudinale del fiume. Sono considerati i seguenti compartimenti fluviali: alveo, sponde e aree perifluviali. Il metodo è diviso in due parti. La prima parte prevede che vengano rilevate caratteristiche di riva e alveo in 10 transetti (Spot-Checks, SC), posizionati ogni 50 m. Vengono rilevate caratteristiche come:

- uso del suolo alla sommità della sponda e struttura della vegetazione della riva;
- attributi fisici della sponda;
- caratteristiche di erosione/deposito (canale principale, sponde e canale secondario);
- larghezza totale del pelo libero e dell'alveo (barre incluse);
- Habitat e modificazioni del canale (e.g. tipo di flusso, tipo di substrato);
- tipi di vegetazione in alveo.

La seconda parte (sweep-up) prevede che vengano registrate determinate caratteristiche rilevate lungo l'intero tratto di 500 m. In questa sezione vengono rilevate caratteristiche come:

- caratteristiche artificiali in alveo;
- uso del suolo in 50 m dalla sommità della sponda;
- profili della sponda;
- copertura arborea e caratteristiche associate;
- caratteristiche selezionate dell'alveo;
- altre caratteristiche di alveo e sponde.

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

Il monitoraggio dei corpi idrici superficiali è eseguito nelle 3 fasi AO, CO e PO e, per ogni fase, prevede:

- analisi chimico-fisiche speditive in-situ, campionamenti e analisi chimiche di laboratorio con frequenza trimestrale;
- due campagne annuali di monitoraggio delle diatomee e di rilievo dell'indice NISECI (evitando di interferire con i periodi riproduttivi e le esigenze biologiche delle specie presenti) previa opportuna autorizzazione da parte degli Enti competenti;
- tre campagne annuali di rilievo dell'indice STAR-ICMI nelle seguenti stagioni: inverno (febbraio, inizio marzo), tarda primavera (maggio, inizio giugno), tarda estate (settembre) con la possibilità di rimodulare tali frequenze in base agli esiti delle indagini, come previsto da "Metodi Biologici per le acque superficiali interne", Manuali e Linee Guida 111/2014, ISPRA;

- una campagna AO e una campagna PO di rilievo degli indici IQMm e CARAVAGGIO (solo sul Fiume Oglio, ASU\_03 e ASU\_04).


Per le fasi AO e PO è prevista una durata di 1 anno, mentre per la fase di CO è prevista una durata di circa 4,6 anni.

La frequenza del monitoraggio in CO e in PO può variare in funzione delle caratteristiche torrentizie/stagionali dei corsi d'acqua interessati e sulla base degli esiti del monitoraggio eseguito in fase AO. Inoltre, per quanto riguarda la fase CO, le indagini sono svolte a seguito dell'inizio delle lavorazioni che possono avere delle ricadute sui corpi idrici monitorati.

Le misure sono condotte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie allegate al presente PMA (codifica doc. NM2701D22P5MA0000001-6C).

Tabella 7 – Acque superficiali: punti e campagne di monitoraggio.

Misure	Posizione	Corso d'acqua/Pk	Ante Operam (1 anno)	Corso d'opera (~4,6 anni)	Post operam (1 anno)
ASU_01	Monte	Dugale Delmona (Roggia) 57+950	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASU_02	Valle				
ASU_03	Monte	Fiume Oglio 67+200			
ASU_04	Valle				
ASU_05	Monte	71+365			
ASU_06	Valle				
ASU_07	Monte	83+870			
ASU_08	Valle				

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA												
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>44 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	44 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	44 di 88								

## 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.

Per quanto riguarda la valutazione dell'eventuale impatto ambientale dei lavori/dell'opera vale il principio di non decadimento dello stato ambientale, di conseguenza il "valore soglia" da rispettare per ogni indice/parametro monitorato è definito dal raffronto con le condizioni di riferimento stabilite durante il monitoraggio AO nelle stazioni di monte.

### 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.
- 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.

#### 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).
- Riferimenti normativi regionali

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>45 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	45 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	45 di 88								

- L.R. del 12/12/2003, n. 26 e s.m.i. “Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche”.
- D.G.R. n. 2244 del 19 marzo 2006 “Approvazione del programma di tutela e uso delle acque, ai sensi dell’art. 44 del D.Lgs.152/99 e dell’art. 55 comma 19 della l.r. 26/2003”.
- D.G.R. n. 3297 dell’11 ottobre 2006 “Nuove aree vulnerabili ai sensi del D.Lgs.152/06: criteri di designazione e individuazione”.
- Deliberazione di Giunta Regionale n. 8/9275 del 8 aprile 2009. Determinazioni relative alle misure di conservazione per la tutela delle ZPS lombarde in attuazione della Direttiva 92/43/CEE e del D.P.R. 357/97 ed ai sensi degli articoli 3, 4, 5, 6 del D.M.17 ottobre 2007, n. 184 – Modificazioni alla D.G.R. n. 7884/2008.
- D.G.R. n. 11096 del 27 gennaio 2010 “Modifiche delle previsioni del programma di tutela uso delle acque (PTUA) in materia di disciplina dell’utilizzo delle riserve di acqua naturale”.
- L.R. del 11/03/2015, n.12 e s.m.i. “Legge per il governo del territorio”.
- D.G.R. n. 699 del 31 luglio 2017 “Approvazione del programma di tutela e uso delle acque, ai sensi dell’articolo 121 del D.Lgs. 152/06 e dell’articolo 45 della legge regionale 26/2003”.

#### **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” e ai “Criteri per la predisposizione e la valutazione dei Piani di Monitoraggio Ambientale (PMA) – Acque superficiali e sotterranee” (Rev. 18 dicembre 2017) di ARPA Lombardia.

In linea generale il monitoraggio della componente acque sotterranee è rivolto ai seguenti ambiti:

- aree di captazione idrica, sorgenti e/o pozzi, per uso idropotabile, industriale e irriguo;
- zone interessate da rilevanti opere in sottterraneo 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, ecc.

Il criterio utilizzato per la localizzazione dei punti di monitoraggio, coppie di punti Monte-Valle rispetto alla direzione di deflusso della falda, ha tenuto conto delle caratteristiche idrogeologiche del contesto territoriale di intervento (vedi Carta Idrogeologica RS3V40D69N5GE0002001÷003), delle opere e delle lavorazioni previste, privilegiando le aree di lavoro caratterizzate da terreni aventi maggiore grado di permeabilità lungo l'intero tracciato in progetto.

In questo modo è possibile valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo ed individuare "tempestivamente" eventuali variazioni di un determinato parametro e, possibilmente, valutare se tali impatti siano riconducibili alla realizzazione dell'opera.


La rete di monitoraggio, come riportato in Tabella 8, è costituita da 22 piezometri di captazione delle acque sotterranee suddivisi in coppie M-V.

I prelievi delle acque sotterranee sono previsti in corrispondenza dei punti riportati in Tabella 8 e localizzati nelle planimetrie allegate al presente PMA (codifica doc. NM2701D22P5MA0000001-6C).

*Tabella 8 - Acque sotterranee: punti di monitoraggio.*

Misure	Tipologia	Pk	Codice Sondaggio	Cantiere/Opera da monitorare
ASO 01	Monte	57+800	nuovo piezometro	VI01
ASO 02	Valle	58+100	L3-S4	
ASO 03	Monte	59+580	nuovo piezometro	IV23
ASO 04	Valle	59+580	nuovo piezometro	
ASO 05	Monte	63+975	nuovo piezometro	IV24
ASO 06	Valle	64+175	L3-S42	
ASO 07	Monte	65+360	nuovo piezometro	IV25
ASO 08	Valle	65+360	L3-S44	
ASO 09	Monte	67+300	nuovo piezometro	VI02
ASO 10	Valle	67+300	nuovo piezometro	
ASO 11	Monte	68+000	nuovo piezometro	IV26
ASO 12	Valle	68+350	nuovo piezometro	
ASO 13	Monte	71+350	L3-S48	VI03
ASO 14	Valle	71+350	nuovo piezometro	
ASO 15	Monte	76+200	nuovo piezometro	IV29
ASO 16	Valle	76+200	nuovo piezometro	
ASO 17	Monte	78+050	nuovo piezometro	IV30
ASO 18	Valle	78+100	nuovo piezometro	
ASO 19	Monte	82+100	nuovo piezometro	IV32
ASO 20	Valle	82+100	nuovo piezometro	
ASO 21	Monte	84+515	nuovo piezometro	IV33
ASO 22	Valle	64+600	nuovo piezometro	

Si specifica che n. 4 punti di prelievo delle acque coincidono con i piezometri esistenti realizzati per sondaggi di precedenti campagne geognostiche; i restanti piezometri saranno realizzati in tempo utile per poter permettere le attività di monitoraggio Ante Operam.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA												
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>47 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	47 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	47 di 88								

I punti di monitoraggio saranno quotati con precisione almeno centimetrica per quanto riguarda la quota piano campagna e quella di riferimento per la misura di soggiacenza (boccaforo).

#### **4.3.4 Parametri oggetto del monitoraggio**

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

Il monitoraggio sulla presente componente prevede indagini quantitative e indagini qualitative.

#### **Indagini quantitative**

##### *Livello piezometrico su pozzi*

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

#### **Indagini qualitative**

##### *Parametri chimico-fisici (Temperatura, pH, Conducibilità)*

La determinazione dei parametri chimico-fisici fornisce 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 ricondotte 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*

I parametri chimici e microbiologici analizzati nell'ambito del presente monitoraggio sono: Ammonio, Arsenico, Bicarbonati, BTEX, Cadmio, Calcio, Cloro attivo, Cloruri, Cromo esavalente, Cromo totale,

Ferro, Fluoruri, IPA, Magnesio, Manganese, Mercurio, MTBE, Nichel, Nitrati, Nitriti, Piombo, Potassio, Rame, Sodio, Solfati, Solidi disciolti totali (TDS), Solidi sospesi totali (TSS), Solventi clorurati, Zinco.

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 determinano, tramite misure di campagna o di laboratorio, i parametri riportati nella tabella Tabella 9.


I parametri si riferiscono a tutte le fasi: Ante Operam (AO), Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO).

*Tabella 9 – Acque sotterranee: parametri monitorati.*

<b>Attività di campo</b>	<b>Metodica</b>	<b>U.M.</b>
Misura del livello statico/piezometrico	-	m
Misure speditive dei parametri chimico-fisici	Multiparametrica	-
Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche	-	-
<b>Indagini di laboratorio</b>	<b>Metodica</b>	<b>U.M.</b>
Alluminio	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
Ammonio	ISO 15923-1:2013	mg/l
Arsenico	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
Bicarbonati	APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003	meq/l HCO <sub>3</sub>
Composto organici aromatici (BTEX)	APAT CNR IRSA 5140	µg/l
Cadmio	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
Calcio	UNI EN ISO 14911:2001	mg/l
Cloro attivo	APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003	mg/l
Cloruri	ISO 15923-1:2013	mg/l
Cromo esavalente	EPA 7199 1996	µg/l
Cromo totale	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
Ferro	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
Fluoruri	EPA 300.1 1999	µg/l
IPA	EPA5021 8015 UNI 9377	µg/l
Magnesio	UNI EN ISO 14911:2001	mg/l
Manganese	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
Mercurio	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
MTBE metiliterbutilene	UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018	µg/l
Nichel	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
Nitrati	ISO 15923-1:2013	mg/l
Nitriti	ISO 15923-1:2013	µg/l
Piombo	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
Potassio	UNI EN ISO 14911:2001	mg/l
Rame	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l
Sodio	UNI EN ISO 14911:2001	mg/l
Solfati	ISO 15923-1:2013	mg/l
Solidi disciolti totali (TDS)	UNI EN 15216:2008	mg/l
Solidi sospesi totali (TSS)	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	mg/l
Solventi clorurati	UNI EN ISO 10301:1999	µg/l
Zinco	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l

Preliminarmente, in fase AO, sono inoltre eseguite tutte le operazioni finalizzate all'installazione dell'attrezzatura di perforazione per la realizzazione dei sondaggi, fatto salvo quanto anticipato sopra



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA												
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>49 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	49 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	49 di 88								

relativamente all'eventuale presenza di piezometri già esistenti e ritenuti idonei allo scopo del monitoraggio.

#### **4.3.5 Specifiche e strumentazione di monitoraggio**

##### **Misure in situ**

Le misure del livello statico sono effettuate mediante sonda elettrica con cavo marcato almeno ogni centimetro. La misura è effettuata dalla bocca del piezometro (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile, la cui l'altezza rispetto al suolo è registrata e riportata sulla scheda di misura. Il livello statico è indicato con l'approssimazione del centimetro.

La misura della temperatura dell'aria e dell'acqua può essere effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico ed è riportata con l'approssimazione del mezzo grado; l'ossigeno disciolto è determinato tramite apposita sonda, il pH e la conducibilità elettrica sono determinati con pH-metro e conducimetro elettronico. La strumentazione utilizzata per le misurazioni è calibrata all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della calibrazione sono annotati su apposite schede. In relazione agli strumenti da utilizzare per la determinazione di questi parametri, possono essere impiegate, in alternativa, anche sonde multi-parametriche.

I rilievi ed i campionamenti sono 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 deve essere identico.


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

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

Il rilievo dei parametri fisici - chimici da valutare in campo su ciascun campione d'acqua è 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.

Al fine di consentire una definizione della variabilità stagionale dei parametri, si cerca 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.).

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>50 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	50 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	50 di 88								

### Prelievo campioni per analisi di laboratorio

Il campionamento da piezometri è 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 provvede 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 è 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 campiona attraverso l'immersione della bottiglia sterile sotto il pelo libero dell'acqua. Analoghe precauzioni, nei limiti delle possibilità, sono adottate per il campionamento da piezometri.

I contenitori utilizzati sono contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo che riportano le seguenti informazioni:

- sigla identificativa del pozzo o del piezometro;
- data e ora del campionamento.

Per ogni prelievo è redatto un verbale di campionamento che viene trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

Inoltre, per impedire il deterioramento dei campioni, questi sono 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 sono effettuate in accordo agli standard in uso, presso laboratori certificati che seguono metodiche standard, quali ad esempio le procedure indicate da APAT, ISPRA, CNR, IRSA, ISO, EPA, UNI. Le misurazioni sono accompagnate da idoneo certificato. L'affidabilità e la precisione dei risultati sono 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 sono accreditati ad operare in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.


#### 4.3.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Le misure sono condotte in corrispondenza dei punti individuati dal PMA con durata e frequenza come di seguito riportato:

- fase Ante operam (AO): durata 1 anno con frequenza trimestrale;
- fase Corso d'opera (CO): durata circa 4,6 anni con frequenza trimestrale;
- fase Post operam (PO): durata 1 anno con frequenza trimestrale.

Tabella 10 – Acque sotterranee: punti di monitoraggio e numero campagne di misura.

Misure	Tipologia	Pk	AO (12 mesi)	CO (~4,6 anni)	PO (12 mesi)
ASO 01	Monte	57+800	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 02	Valle	58+100	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 03	Monte	59+580	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 04	Valle	59+580	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 05	Monte	63+975	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 06	Valle	64+175	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 07	Monte	65+360	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 08	Valle	65+360	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 09	Monte	67+300	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 10	Valle	67+300	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 11	Monte	68+000	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 12	Valle	68+350	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 13	Monte	71+350	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 14	Valle	71+350	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 15	Monte	76+200	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 16	Valle	76+200	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 17	Monte	78+050	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 18	Valle	78+100	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 19	Monte	82+100	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 20	Valle	82+100	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 21	Monte	84+515	4 campagne	19 campagne	4 campagne
ASO 22	Valle	64+600	4 campagne	19 campagne	4 campagne

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>52 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	52 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	52 di 88								

## 4.4 SUOLO

### 4.4.1 *Obiettivi del monitoraggio*

Il monitoraggio della componente suolo ha la funzione di:

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

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


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

- ante-operam (AO), al fine di costituire un database di informazioni sugli aspetti pedologici iniziali di confronto per la restituzione all'uso pregresso (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 consente di individuare le eventuali aree in cui è necessario effettuare le operazioni di bonifica dei terreni superficiali prima della risistemazione definitiva.

### 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 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)".

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA												
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>53 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	53 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	53 di 88								

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

I punti di monitoraggio in situ sono localizzati in corrispondenza di quelle aree di cantiere che insistono su aree non antropizzate/naturali allo stato ante operam, per le quali sia prevista una pavimentazione ancorché temporanea, e delle quali sia previsto il ripristino allo stato pregresso al termine dei lavori.

L'ubicazione dei punti è riportata nelle planimetrie allegate al presente PMA (codifica doc. NM2701D22P5MA0000001-6C).

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

#### 4.4.4 Parametri oggetto del monitoraggio

Per le fasi AO e PO è previsto l'accertamento dei seguenti parametri:

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

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

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

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

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

Durante le fasi Ante Operam e Post Operam, ossia prima di eseguire lo scotico del terreno e, a fine lavori, dopo aver eseguito i ripristini, sono determinati i seguenti parametri al fine di verificare le caratteristiche dei suoli riportati.


Tabella 11 - Set di analisi per la componente suolo.

Parametri suolo (AO e PO)	
Parametri pedologici	Esposizione
	Pendenza
	Uso del suolo
	Microrilievo
	Pietrosità superficiale
	Roccosità affiorante
	Fenditure superficiali
	Vegetazione
	Stato erosivo
	Permeabilità
	Classe di drenaggio
	Substrato pedogenetico
	Profondità falda
	Parametri chimico – fisici (rilievi e misure in situ e/o in laboratorio)
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)	
	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) –

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td><b>COMMESSA</b></td> <td><b>LOTTO</b></td> <td><b>CODIFICA</b></td> <td><b>DOCUMENTO</b></td> <td><b>REV.</b></td> <td><b>FOGLIO</b></td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>55 di 88</td> </tr> </table>	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	55 di 88
<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	55 di 88								

Soil survey field handbook. SoilSurv. Tech. Monogr. No. 5, Silsoe], che viene esposto per mezzo di un taglio verticale attraverso il suolo realizzato a mano o tramite un escavatore. L'ampiezza di un profilo varia da pochi decimetri ad alcuni metri, o più e 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 sono studiate mediante l'esecuzione di uno scavo, da effettuarsi con escavatore meccanico a benna rovescia, e la descrizione del profilo. Preliminarmente allo scavo si registrano, in corrispondenza del punto, oltre ai riferimenti geografici e temporali, anche i caratteri stagionali dell'area di appartenenza. Il contesto areale del punto di monitoraggio ed il profilo del suolo sono inoltre documentati fotograficamente. Contemporaneamente, in corrispondenza di ogni punto di monitoraggio è prelevato un campione di terreno da destinare alle successive determinazioni di laboratorio, chimico-fisiche ed eco-tossicologiche. Preliminarmente alle attività in campagna, si effettuano 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, sono 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 considera una profondità standard del profilo di 1.5 metri, mentre la larghezza è di almeno 2 metri. Nello scavo della fossa, realizzabile sia a mano che con pala meccanica (escavatore a braccio rovescio) si tiene separata la parte superficiale con lo scotico erboso dal resto dei materiali scavati, in due mucchi ben distinti; nella fase di riempimento lo scotico erboso è riposizionato per ultimo in modo da lasciare la superficie nelle condizioni migliori. I mucchi sono appoggiati su fogli di plastica o teloni.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>56 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	56 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	56 di 88								


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



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<b>COMMESSA</b> NM25	<b>LOTTO</b> 03 D 22	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> MA0000 001	<b>REV.</b> C

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 passa 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, sono 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 sono 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:

<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>
RA	Da ribaltamento di alberi
AG	Da argille dinamiche (ad es. Gilgai)
CE	Cuscinetti erbosi (crionivali)
CP	"suoli" poligonali (crionivali)
CT	Terrazette (crionivali)
CS	"suoli" striati (crionivali)
MM	Cunette e rilievi da movimenti di massa
AL	Altro tipo di microrilievo (specificare in nota per ampliare i codici)
Z	Assente

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

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

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

Tale attività 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. Tale analisi riporta le seguenti informazioni:

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

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

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

- Umidità: condizioni di umidità dell'orizzonte al momento del rilevamento, definite mediante i codici numerici corrispondenti alle seguenti suddivisioni:

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

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

Codice	Descrizione	Stima quantità carbonato di calcio
0	Nessuna effervescenza	$\text{CaCO}_3 \leq 0,1\%$
1	Effervescenza molto debole	$\text{CaCO} \approx 0,5\%$
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 sono rilevati in situ o in laboratorio; quando possibile si determinano in entrambi i contesti.

### **Parametri chimici**

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

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

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

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

#### 4.4.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio


Le attività di monitoraggio del suolo nelle fasi di AO e PO prevedono una sola campagna da effettuarsi nell'anno antecedente e successivo alle lavorazioni di cantiere.

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

Tabella 12 - Suolo: punti e numero delle campagne di monitoraggio.

Misure	Area di cantiere	AO (1 anno)	PO (1 anno)
SUO 01	Area stoccaggio – 3.AS.01	1 volta	1 volta
SUO 02	Cantiere operativo – 3.CO.01	1 volta	1 volta
SUO 03	Area stoccaggio - 3.AS.02	1 volta	1 volta
SUO 04	Area stoccaggio - 3.AS.03	1 volta	1 volta
SUO 05	Area stoccaggio - 3.AS.04	1 volta	1 volta
SUO 06	Area stoccaggio - 3.AS.05	1 volta	1 volta
SUO 07	Cantiere operativo – 3.CO.02	1 volta	1 volta
SUO 08	Area stoccaggio - 3.AS.06	1 volta	1 volta
SUO 09	Area stoccaggio - 3.AS.07	1 volta	1 volta
SUO 10	Area stoccaggio - 3.AS.08	1 volta	1 volta
SUO 11	Cantiere operativo – 3.CO.03	1 volta	1 volta

Misure	Area di cantiere	AO (1 anno)	PO (1 anno)
SUO 12	Area stoccaggio - 3.AS.09	1 volta	1 volta
SUO 13	Cantiere operativo – 3.CO.04	1 volta	1 volta
SUO 14	Deposito terre – 3.DT.01	1 volta	1 volta
SUO 15	Cantiere base – 3.CB.01	1 volta	1 volta
SUO 16	Area stoccaggio - 3.AS.10	1 volta	1 volta
SUO 17	Area stoccaggio - 3.AS.10	1 volta	1 volta
SUO 18	Area stoccaggio - 3.AS.11	1 volta	1 volta
SUO 19	Area stoccaggio - 3.AS.12	1 volta	1 volta
SUO 20	Cantiere operativo – 3.CO.05	1 volta	1 volta
SUO 21	Area stoccaggio - 3.AS.13	1 volta	1 volta
SUO 22	Cantiere operativo – 3.CO.06	1 volta	1 volta
SUO 23	Area stoccaggio - 3.AS.14	1 volta	1 volta
SUO 24	Area stoccaggio - 3.AS.15	1 volta	1 volta
SUO 25	Area stoccaggio - 3.AS.16	1 volta	1 volta
SUO 26	Area stoccaggio - 3.AS.17	1 volta	1 volta
SUO 27	Area stoccaggio - 3.AS.18	1 volta	1 volta
SUO 28	Area stoccaggio - 3.AS.36	1 volta	1 volta
SUO 29	Area stoccaggio - 3.AS.19	1 volta	1 volta
SUO 30	Area stoccaggio - 3.AS.20	1 volta	1 volta
SUO 31	Area stoccaggio - 3.AS.21	1 volta	1 volta
SUO 32	Cantiere operativo – 3.CO.08	1 volta	1 volta
SUO 33	Cantiere operativo – 3.CO.09	1 volta	1 volta
SUO 34	Area stoccaggio - 3.AS.22	1 volta	1 volta
SUO 35	Area stoccaggio - 3.AS.23	1 volta	1 volta
SUO 36	Cantiere base – 3.CB.02	1 volta	1 volta
SUO 37	Cantiere operativo – 3.CO.10	1 volta	1 volta
SUO 38	Area stoccaggio - 3.AS.24	1 volta	1 volta
SUO 39	Deposito terre – 3.DT.02	1 volta	1 volta
SUO 40	Area stoccaggio - 3.AS.25	1 volta	1 volta
SUO 41	Cantiere operativo – 3.CO.11	1 volta	1 volta
SUO 42	Area stoccaggio - 3.AS.26	1 volta	1 volta
SUO 43	Area stoccaggio - 3.AS.27	1 volta	1 volta
SUO 44	Area stoccaggio - 3.AS.28	1 volta	1 volta
SUO 45	Cantiere operativo – 3.CO.12	1 volta	1 volta
SUO 46	Area stoccaggio - 3.AS.29	1 volta	1 volta
SUO 47	Area stoccaggio - 3.AS.30	1 volta	1 volta
SUO 48	Area stoccaggio - 3.AS.31	1 volta	1 volta
SUO 49	Cantiere operativo – 3.CO.13	1 volta	1 volta
SUO 50	Area stoccaggio - 3.AS.32	1 volta	1 volta
SUO 51	Area stoccaggio - 3.AS.33	1 volta	1 volta
SUO 52	Area stoccaggio - 3.AS.34	1 volta	1 volta
SUO 53	Cantiere operativo – 3.CO.14	1 volta	1 volta

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA												
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>63 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	63 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	63 di 88								

## 4.5 RUMORE

### 4.5.1 Obiettivi del monitoraggio


Il monitoraggio del rumore ha l'obiettivo di controllare, in ottemperanza ai limiti normativi vigenti, l'impatto acustico generato dal cantiere durante la costruzione dell'opera e dall'esercizio della nuova infrastruttura.

Il monitoraggio di Corso d'Opera è finalizzato alla misura dei livelli di rumore prodotti dalle lavorazioni e impattanti sui ricettori ubicati nelle aree limitrofe ai cantieri e, nel caso di superamenti dei limiti normativi (norme nazionali e/o locali), a consentire l'attuazione dei sistemi di mitigazione disponibili per ridurre l'impatto acustico delle sorgenti di rumore di cantiere. Nella fase Post Operam il monitoraggio acustico è finalizzato alla misura dei livelli di rumore generati dal transito dei convogli ferroviari sulla nuova infrastruttura e ad accertare la reale efficacia degli interventi di mitigazione e predisporre le eventuali nuove misure per il contenimento del rumore. In fase CO le misure di rumore sono eseguite in presenza di attività di cantiere significative dal punto di vista acustico nelle immediate vicinanze dei ricettori monitorati.

### 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

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>64 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	64 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	64 di 88								

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;
- 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;
- Decreto Ministeriale 16 marzo 1998 -Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "LEGGE QUADRO SULL'INQUINAMENTO ACUSTICO";
- Il DPCM 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.


Come anticipato in premessa, il progetto di monitoraggio della componente rumore 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".

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

La dislocazione dei punti di monitoraggio 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 in corrispondenza delle aree più esposte.

La metodica di misura del rumore prevede il rilievo in postazioni di differente tipologia:



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>					
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<p>COMMESSA NM25</p>	<p>LOTTO 03 D 22</p>	<p>CODIFICA RG</p>	<p>DOCUMENTO MA0000 001</p>	<p>REV. C</p>	<p>FOGLIO 65 di 88</p>

- monitoraggio delle attività di cantiere, RUC;
- monitoraggio del fronte avanzamento lavori RUL;
- monitoraggio dei transiti ferroviari RUF.

Nel caso in esame, in funzione della tipologia dell'opera da realizzare e del contesto territoriale dell'opera in progetto, sono previste tutte le tipologie di misura sopracitate (RUC, RUL e RUF).

Le postazioni RUC, finalizzate a verificare l'impatto acustico generato dai cantieri fissi e l'efficacia delle barriere antirumore (fisse e mobili) di cantiere, sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi maggiormente esposti (realizzazione di opere in elevazione, trincee e rilevati).

Le postazioni RUL, volte a monitorare i livelli acustici prodotti dalle lavorazioni dei cantieri mobili, sono localizzate in corrispondenza dei ricettori abitativi più prossimi al fronte avanzamento lavori.

Le postazioni RUF, finalizzate al monitoraggio del rumore prodotto dal transito ferroviario ed alla verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione acustica, sono localizzate presso i ricettori più prossimi alla linea ferrata ed in particolare presso i ricettori per i quali gli studi acustici hanno indicato un superamento dei limiti normativi, rendendo necessari degli interventi di mitigazione diretta.

In ogni caso sono previsti punti di misura nei pressi di tutti i cantieri e ove emergano situazioni critiche. Nel caso di superamenti dei limiti normativi o delle prescrizioni comunali poste in fase di rilascio di autorizzazione alla deroga, si procede con interventi di mitigazione quali, ad esempio: turni di lavoro/sospensioni a fasce orarie prestabilite, gestione della contemporaneità delle lavorazioni maggiormente rumorose e/o predisposizione di barriere acustiche provvisorie.

#### **4.5.4 Parametri oggetto del monitoraggio**

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

Nella Tabella 13 sono indicati i principali parametri acustici oggetto del monitoraggio.

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

- parametri acustici;
- parametri meteorologici (temperatura, velocità e direzione del vento, piovosità, umidità);
- parametri di inquadramento territoriale (localizzazione, classificazione acustica prevista dalla zonizzazione, documentazione fotografica, principali caratteristiche territoriali).

Tabella 13 - Parametri acustici.

<b>Distanza</b>	distanza del microfono dalla sorgente
<b>Altezza</b>	altezza del microfono rispetto al piano campagna
<b>LAE, TR</b>	<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>
<b>LAeq, TR</b>	<p>è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento. Si calcola dalla formula seguente:</p> $L_{Aeq,TR} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{AFi})} - k$ <p>dove: TR è il periodo di riferimento diurno o notturno; n è il numero di transiti avvenuti nel periodo TR; 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>
<b>LA</b>	<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>
<b>LR</b>	<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>
<b>Treni N</b>	numero di treni transitati nel periodo di riferimento diurno e notturno.
<b>LAeq, F</b>	è il livello continuo equivalente riferito solo al passaggio di tutti i convogli nelle 24 ore


#### 4.5.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

Il monitoraggio acustico nelle diverse fasi (AO, CO e PO) 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.

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;
- calibratori;

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</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>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>67 di 88</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	67 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	67 di 88								

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

Le attività di monitoraggio sono documentate attraverso apposite schede, contenenti le seguenti indicazioni:

- localizzazione del punto di misura;
- codice del ricettore oggetto di monitoraggio, per come indicato nello studio acustico, e fascia di pertinenza acustica all'interno della quale questo è localizzato;
- fasce di pertinenza (infrastruttura principale e infrastrutture concorsuali) in cui ricade il ricettore;
- fase di monitoraggio (AO, CO, PO);
- tipologia di sorgenti rilevate;
- numero dei transiti di convogli ferroviari invalidati da altri fenomeni rumorosi, che, come richiesto dal DM 16/03/98 ai fini della validità del valore di LAeq,TR, non deve superare il 10% del numero complessivo dei transiti;
- dati metereologici;
- livelli misurati e relative elaborazioni;
- confronto con i limiti normativi di riferimento;
- nominativo del Tecnico competente che ha svolto le misure.

Le schede sono, inoltre, accompagnate dai certificati di taratura della strumentazione utilizzata.

Per tutte le tipologie di misura citate, sono previsti rilievi di 24 ore con postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore.

Per i punti di tipo RUF i rilievi fonometrici sono effettuati nelle condizioni di traffico ferroviario a regime, mentre nel caso delle postazioni RUC/RUL le misure sono svolte in concomitanza delle attività più impattanti dal punto di vista acustico.

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

Come indicato in Tabella 14, le attività di monitoraggio del rumore sono previste in tutte le fasi.

Nella fase AO viene svolta una campagna di monitoraggio su tutti i punti al fine di caratterizzare lo stato di fondo. Nella fase CO sono previsti rilievi trimestrali presso le postazioni RUC e RUL. Infine, nella fase PO sono previste due campagne semestrali di indagine per la verifica del rumore generato dal traffico ferroviario a regime sulla linea ferroviaria.

Nella Tabella 14 si riportano i punti di monitoraggio della componente rumore, nonché la tipologia di punto (RUC, RUL, RUF). L'ubicazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle planimetrie allegare al presente PMA (codifica doc. NM2701D22P5MA0000001-6C).

Nel complesso si prevedono:

- n. 10 postazioni fonometriche di tipo RUC, misure a cadenza trimestrale;
- n. 10 postazioni fonometriche di tipo RUL, misure a cadenza trimestrale;
- n. 15 postazioni fonometriche di tipo RUF.


Il numero totale delle postazioni è pari a 35.

Tabella 14 - Rumore: punti e frequenze di monitoraggio.

Punto	Codice recettore	Cantiere/Opera da monitorare	Fase	Frequenza	Durata
RUC 01	1100-2	3.AT.27	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUC 02	2062-6	3.AT.08	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUC 03	-	67+200 3.AT.10 / 3.AS.12	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUC 04	2067-1	3.AT.13	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUC 05	1160-2	3.CO.08	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUC 06	2092-2	3.AS.25	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUC 07	1239-2	3.CO.13	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUC 08	4210-2	3.AT.28	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUC 09	2149-4	3.AS.34	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUC 10	2150-3	3.AT.25	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUL 01	2018-2	55+270	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUL 02	1094-2	56+050	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUL 03	4105-2	NV24	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUL 04	2071-2	69+100	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUL 05	2084-2	72+300	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUL 06	3253-3	NV30	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUL 07	1171-1	78+400	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUL 08	2121-2	85+600	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUL 09	2161-2	88+100	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h

RUL 10	1286-2	88+350	AO	1 volta	24 h
			CO	trimestrale	24 h
RUF 01	2012-4	55+230	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 02	1064-1	55+550	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 03	5035-3	55+950	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 04	11042	56+150	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 05	2062-6	64+000	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 06	2076-2	69+400	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 07	6050-2	69+200	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 08	2086-3	74+850	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 09	1171-1	78+400	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 10	1249-2	86+600	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 11	4209-1	86+500	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 12	2161-2	88+000	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 13	3424-4	88+500	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 14	4330-4	88+700	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h
RUF 15	2206-5	89+460	AO	1 volta	24 h
			PO	semestrale	24 h

*Punti corrispondenti: RUC02-RUF05, RUL07-RUF09, RUL09-RUF12.*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA												
PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>70 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	70 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	70 di 88								

## 4.6 VIBRAZIONI

### 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 sono eseguite in assenza di attività di cantiere significative svolte nelle immediate vicinanze.

In caso di evidenze di situazioni di disturbo per le popolazioni potenzialmente esposte, si prevedono azioni di mitigazione quali, ad esempio: gestione delle tempistiche e delle modalità lavorative con eventuali turni di lavoro/sospensioni a fasce orarie prestabilite e/o gestione della contemporaneità delle lavorazioni maggiormente impattanti atte a riportare la situazione entro i limiti di norma.

### 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 ISO 2631-2:2003 ("Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 2: Vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz)") e dalla UNI 9614 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo, aggiornata alla recente versione in vigore.

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

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

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>71 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	71 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	71 di 88								

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

- le postazioni di tipo VIC, per la verifica delle attività di cantiere, da monitorare nelle fasi AO e CO;
- le postazioni di tipo VIF, 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.

I punti di monitoraggio delle vibrazioni indotte dal traffico ferroviario (VIF) sono scelti sulla base dei seguenti criteri:

- distanza ridotta dalla linea;
- velocità di percorrenza, punti di accelerazione e decelerazione;
- tipologia della linea;
- ingresso e uscita da centri abitativi.

#### **4.6.4 Parametri oggetto del monitoraggio**

##### **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 sono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano ed è 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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA					
	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale	COMMESSA NM25	LOTTO 03 D 22	CODIFICA RG	DOCUMENTO MA0000 001	REV. C

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 15 - Valori di soglia di vibrazione relativi al disturbo alle persone (UNI 9614:2017).

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

Le misure sono 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 sono 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 ferroviario" e A4 "Vibrazioni prodotte da attività di cantiere").

#### 4.6.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

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



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>73 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	73 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	73 di 88								

implementati i filtri “*band limiting*” con le caratteristiche indicate nella UNI EN ISO 8041-1 e di ponderazione  $W_m$  definita dalla ISO 2631-2 [3].

Più in particolare sono da rispettare i seguenti requisiti:

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

I rilievi sono eseguiti posizionando la strumentazione a centro stanza e comunque sulla base delle reali condizioni di utilizzo degli ambienti da parte degli abitanti. Per i rilievi è prevista l'installazione di due terne di accelerometri, che misurano in contemporanea al piano terra e al piano più alto abitabile del ricettore. Le misure sono presidiate secondo la disponibilità di accesso alle private abitazioni da parte dei ricettori individuati ed hanno una durata non inferiore a 2 ore. Al termine del monitoraggio Post Operam delle vibrazioni verrà predisposta una relazione sugli esiti del monitoraggio riportante i livelli di vibrazioni rilevati, la valutazione rispetto alle soglie assunte a tutela dei recettori, le eventuali situazioni di disturbo da vibrazioni segnalate e le misure adottate per la loro risoluzione.

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 gli eventi considerati (minimo 15) ovvero:

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

*Equazione 2 - Accelerazione massima.*

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

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

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

Mentre:

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

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

*Equazione 4 - Accelerazione ponderata globale lungo i tre assi.*


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

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

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

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<b>COMMESSA</b> NM25	<b>LOTTO</b> 03 D 22	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> MA0000 001	<b>REV.</b> C

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 immerse è 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.

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


Una volta misurati i 15 eventi per le vibrazioni residue e 15 eventi per quelle immerse, 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 immerse ( $V_{imm}$ ), tutti gli eventi individuati con i rispettivi valori efficaci totali valutati all'istante  $t$  sui tre assi  $a_{w,rms,j}(t)$  da cui è possibile ricavare, previo calcolo dello scarto tipo della distribuzione ( $\sigma$ ) delle massime accelerazioni ponderate di accelerazione ( $a_{w,max,j}$ ), il rispettivo valore dell'accelerazione  $a_{w,95}$  (Equazione 1) da associare sia per le vibrazioni residue ( $V_{res}$ ) che per quelle immerse ( $V_{imm}$ ). Si precisa che qualora le vibrazioni residue  $V_{res}$  abbiano un valore maggiore del 50% di quelle immerse di  $V_{imm}$  allora il disturbo prodotto dalla Vibrazione della sorgente  $V_{sor}$  è da considera trascurabile.

La fase di elaborazione della misura prevede il riconoscimento degli eventi (lavorazioni di cantiere, transiti dei convogli) al fine della correlazione dei livelli di vibrazione registrati con gli eventi intercorsi.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<b>COMMESSA</b> NM25	<b>LOTTO</b> 03 D 22	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> MA0000 001	<b>REV.</b> C

#### 4.6.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

Ai fini del monitoraggio delle vibrazioni, in considerazione della tipologia delle lavorazioni previste ai fini della realizzazione dell'opera in progetto e dell'assetto insediativo proprio del contesto di sua localizzazione, si prevedono le seguenti tipologie di misure:

- n. 2 punti di monitoraggio di tipo VIC (misura dedicata alla verifica del disturbo prodotto dalle attività di cantiere fisso)
- n. 3 punti di monitoraggio di tipo VIF (misura dedicata alla verifica del disturbo prodotto dal transito ferroviario)

per un totale di 5 postazioni di misura.

L'ubicazione dei punti di misura è riportata nelle planimetrie allegate al presente PMA (*codifica doc. NM2701D22P5MA0000001-6C*).


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

Relativamente ai punti VIF, è condotta una campagna di monitoraggio in fase Ante operam ed una in quella Post operam, a valle dell'entrata in esercizio della linea secondo il modello di esercizio di progetto.

Tabella 16 – Vibrazioni: punti di monitoraggio.

Punto	Opera da monitorare	Fase	Frequenza	Durata
VIC 01	IV24	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIC 02	IV34	AO	n. 1 campagna	24 h
		CO	n. 2 campagne	24 h
VIF 01	56+150	AO	1 campagna	24 h
		PO	1 campagna	24 h
VIF 02	78+400	AO	1 campagna	24 h
		PO	1 campagna	24 h
VIF 03	88+000	AO	1 campagna	24 h
		PO	1 campagna	24 h

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

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</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>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>77 di 88</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	77 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	77 di 88								

## 4.7 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA

### 4.7.1 Obiettivi del monitoraggio

Il monitoraggio ambientale relativamente all'ambito vegetazionale consiste nel documentare lo stato della componente nella fase AO al fine di definire, nelle fasi successive del monitoraggio (CO e PO), l'evolversi delle caratteristiche che lo connotano e attenzionare lo stato della vegetazione presente. In particolare, gli accertamenti non sono finalizzati esclusivamente agli aspetti botanici, ma anche a verificare la situazione ambientale durante la costruzione, in modo da rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste e predisporre le necessarie azioni correttive.


Le aree da monitorare sono 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 è eseguito nelle tre fasi AO, CO e PO. Durante quest'ultima fase (PO) è effettuato un controllo sullo stato manutentivo degli interventi di ripristino e di mitigazione ambientale nelle aree oggetto di interventi di rinaturalizzazione.

### 4.7.2 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:

#### 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;

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td><b>COMMESSA</b></td> <td><b>LOTTO</b></td> <td><b>CODIFICA</b></td> <td><b>DOCUMENTO</b></td> <td><b>REV.</b></td> <td><b>FOGLIO</b></td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>78 di 88</td> </tr> </table>	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	78 di 88
<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	78 di 88								

- 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 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”.

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

La scelta delle aree è stata effettuata sulla base dei criteri di seguito descritti:

- rappresentatività delle diverse unità di vegetazione intese come ambiti naturalistici a diversa idoneità/identità faunistica;

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>79 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	79 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	79 di 88								

- sensibilità delle 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 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 agricola, particolare attenzione è stata rivolta alla presenza di aree naturali, che conservano habitat e specie a valenza conservazionistica. Sono previste delle misure di monitoraggio anche in corrispondenza degli interventi di 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 (AO, CO e PO) per la vegetazione e la flora.

#### **4.7.4 Parametri oggetto del monitoraggio**

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


#### **Vegetazione e flora**

##### *Analisi floristica mediante fasce campione prossimali/distali alla linea ferroviaria*

L'indagine in oggetto è finalizzata all'individuazione delle variazioni che la realizzazione dell'infrastruttura produce nella flora. L'obiettivo finale della procedura è la caratterizzazione in senso sinantropico dei transetti floristici rispettivamente distali e prossimali al tracciato dell'opera in progetto, al fine di stimare nel tempo la variazione floristica quali-quantitativa dovuta ad interferenze esterne.

##### *Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere e della presenza di specie alloctone nelle aree di 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, ecc.), si effettuano analisi per definire le specie autoctone, sinantropiche ed infestanti.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>80 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	80 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	80 di 88								

Inoltre, è prevista la gestione delle specie alloctone vegetali in tutta l'area di pertinenza del cantiere e nelle zone perimetrali, intervenendo tempestivamente sui focolai, con azioni atte al contenimento/eradicazione, tenendo in considerazione i contenuti della "Lista nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione" di cui alla D.G.R. n. 2658 del 16 dicembre 2019. Nel caso in cui si rilevi la presenza di nuovi nuclei di specie vegetali esotiche invasive è prevista la segnalazione tempestiva agli Enti (mail: [aliene@biodiversita.lombardia.it](mailto:aliene@biodiversita.lombardia.it)).

#### *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 è verificata con la consultazione della più aggiornata documentazione bibliografica (manuali, atlanti, guide scientifiche e lavori scientifici). Sono 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.



	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>					
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<b>COMMESSA</b> NM25	<b>LOTTO</b> 03 D 22	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> MA0000 001	<b>REV.</b> C	<b>FOGLIO</b> 81 di 88

#### 4.7.5 Metodiche e strumentazione di monitoraggio

##### Vegetazione e flora


La caratterizzazione della vegetazione e della flora è effettuata attraverso le seguenti indagini.

##### *Analisi floristica mediante fasce campione prossimali/distali alla linea ferroviaria*

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

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

Il riconoscimento delle specie è effettuato in campo quando il campione è certo al livello di specie; viceversa, quando sussistono dubbi i campioni vengono portati in laboratorio per un'analisi più approfondita. La nomenclatura di riferimento è quella riportata in Pignatti, 1982, aggiornata a Pignatti, 2017. Per ciascuna area di indagine vengono segnalate e fotodocumentate le specie rare e molto rare sensu Pignatti, 1982/2017, nonché quelle protette o di particolare interesse naturalistico ai sensi del quadro normativo nazionale e regionale vigente. Nelle schede di restituzione le specie vegetali rare o molto rare in Italia sono contrassegnate con la definizione "R/Rara" o "RR/Molto rara", quelle rare o molto rare a livello della regione interessata con le definizioni "r/Rara a livello regionale" o "rr/Molto rara a livello regionale"; viene altresì specificato il livello di protezione nazionale e/o regionale. Al fine di evidenziare le variazioni che la realizzazione dell'infrastruttura produce nella compagine floristica, vengono distinte le entità sinantropiche presenti, che comprendono sia le specie riferibili alla regione biogeografica di riferimento e caratteristiche degli habitat ruderali (es. bordi stradali, ruderi a altri ambienti disturbati), sia specie aliene al contesto biogeografico in esame (es. specie avventizie naturalizzate, specie alloctone sfuggite a coltura e inselvatichite o infestanti di coltivi e incolti), la cui presenza e diffusione è ragionevolmente incentivata dalle lavorazioni relative alla realizzazione dell'infrastruttura in esame (cfr. Progetto Dryades, Università degli Studi di Trieste/Progetto Acta Plantarum, 2007). Tutte le specie con tali caratteristiche sono contrassegnate, nelle schede di restituzione, con la definizione "Sin./Sinantropica": per ciascuna di esse è specificata l'ulteriore

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <tr> <td><b>COMMESSA</b></td> <td><b>LOTTO</b></td> <td><b>CODIFICA</b></td> <td><b>DOCUMENTO</b></td> <td><b>REV.</b></td> <td><b>FOGLIO</b></td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>82 di 88</td> </tr> </table>	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	82 di 88
<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	82 di 88								

definizione sulla base dell'informazione corologica (es. "Sinantropica: ruderale" / "Sinantropica: neofita invasiva"). Il rapporto specie sinantropiche/totale specie censite costituisce il parametro di valutazione per il confronto dei risultati delle fasi di monitoraggio, ed evidenzia le variazioni nell'ambiente naturale connesse alla realizzazione dell'infrastruttura. In fase di Post Operam la presenza delle specie sinantropiche permette di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituisce un riferimento per il confronto con quanto rilevato nella fase di Ante Operam e di Corso d'Opera.

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

<b>Risultati attesi</b> Lista floristica: Fascia distale Emergenze floristiche Specie sinantropiche Specie invasive/banalizzatrici Mappatura percorsi Indice di variazione: <b>Specie sinantropiche / tot. specie censite</b>
--

*Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere e della presenza di specie alloctone nelle aree di cantiere*


La metodologia da applicare consente la redazione di una lista delle specie reperite sui cumuli e nelle aree di cantiere, specificando per ciascuna di esse l'eventuale carattere sinantropico-opportunista-ruderale. Le verifiche sono effettuate con cadenza semestrale (due volte all'anno) durante la stagione vegetativa, indicativamente nel periodo aprile-settembre; i dati raccolti sono riassunti in tabelle di sintesi che riportano alcuni parametri/informazioni riferiti ai cumuli campionati.

L'identificazione delle specie alloctone ed infestanti è 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 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 indagini finalizzate al controllo della correttezza ed efficacia degli impianti con finalità di mitigazione ambientale, prevedono:

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

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>												
<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>83 di 88</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	83 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	83 di 88								

I dati raccolti sono riassunti in tabelle e grafici di sintesi in cui sono 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 prevede di utilizzare una scala qualitativa a 3 livelli: "condizioni buone", "condizioni precarie", "condizioni pessime".

Le verifiche sono effettuate con una frequenza semestrale, nel periodo primaverile e in quello tardo-estivo nei primi 2 anni di esercizio dell'opera in progetto.

## **Fauna**

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

Vista la tipologia a carattere prevalentemente agricolo del territorio, le indagini della fauna sono previste in corrispondenza dei tratti a maggior naturalità. I rilievi sono svolti con condizioni meteo-climatiche di tempo sereno e nei mesi da marzo/aprile a settembre/ottobre.

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 è effettuata attraverso le metodologie descritte nei paragrafi seguenti.

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

Relativamente alla Fauna mobile terrestre - Mammiferi, le specie sono 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 procede secondo le seguenti indicazioni.

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

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>84 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	84 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	84 di 88								

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.

Le specie sono 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.

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

Per ogni punto di campionamento le specie sono rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, tramite:

- 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;
- 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).


Sia nel caso dei mammiferi che di anfibi e rettili, i parametri raccolti riguardano l'elenco delle specie presenti e la loro frequenza e distribuzione all'interno dell'area campionata.

Tutte le indagini effettuate si traducono in cartografie (ad es. scala 1:1.000) contenenti i luoghi di ritrovamento dei campioni fotografati con i relativi coni visuali, nonché in apposite schede di rilevamento. Le indagini sono eseguite in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte nei mesi di aprile, maggio, giugno, luglio e settembre.

#### *Avifauna*

Per quanto riguarda l'avifauna, lo studio è 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 procede secondo le seguenti indicazioni.

Lo studio sull'avifauna è condotto nel corso dei mesi primaverili-estivi e riguarda la raccolta di dati sulla comunità delle specie nidificanti attraverso il metodo dei sentieri campione (Transect Method).

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA</p>												
<p>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE Relazione Generale</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM25</td> <td>03 D 22</td> <td>RG</td> <td>MA0000 001</td> <td>C</td> <td>85 di 88</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	85 di 88
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM25	03 D 22	RG	MA0000 001	C	85 di 88								

Le specie sono rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso:

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

Per le specie particolarmente elusive o rare (es. rapaci) potranno essere applicate metodiche particolari, quali ad esempio battute di ascolto in particolari momenti della giornata (es. al tramonto per gli strigiformi), ricerca dei nidi o dei segni di presenza, induzione di risposta canora (censimento Play-Back). In AO sono 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 effettuano i controlli di quanto osservato preliminarmente, per verificare eventuali scostamenti.

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 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA CODOGNO - CREMONA - MANTOVA</b> <b>TRATTA PIADENA - MANTOVA</b>					
	<b>PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b> Relazione Generale	<b>COMMESSA</b> NM25	<b>LOTTO</b> 03 D 22	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> MA0000 001	<b>REV.</b> C

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

#### 4.7.6 Articolazione temporale delle attività di monitoraggio

##### Flora e vegetazione

Il monitoraggio della vegetazione e flora riguarda le fasi di AO, CO e PO con le seguenti frequenze di misura.

Tabella 17 - Flora e vegetazione: tipologia e frequenza dei rilievi.

Attività	AO (1 anno)	CO (~4,6 anni)	PO (2 anni)
Monitoraggio piante infestanti	2 campagne (aprile/maggio-agosto/settembre)	2 campagne/anno (aprile/maggio-agosto/settembre)	2 campagne/anno (aprile/maggio-agosto/settembre)
Analisi floristica mediante fasce campione	2 campagne (aprile/maggio-agosto/settembre)	Aprile/maggio-agosto/settembre	2 campagne (aprile/maggio-agosto/settembre) nel primo anno di PO
Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora	-	-	2 campagne/anno (aprile/maggio-agosto/settembre)
Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli depositati in cantiere	-	2 campagne/anno (aprile/maggio-agosto/settembre)	-

L'ubicazione dei punti di monitoraggio è riportata nelle planimetrie allegate al presente PMA (codifica doc. NM2701D22P5MA0000001-6C).

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei punti individuati.

Tabella 18 - Flora e Vegetazione: punti di monitoraggio.

Punto	Tipo di indagine	Pk/Area di cantiere
VEG01	Monitoraggio cumuli	3.AS.02
VEG02	Monitoraggio specie a dimora	57+900
VEG03	Analisi floristica fasce campione	57+975
VEG04	Monitoraggio cumuli	3AS.07
VEG05	Monitoraggio specie a dimora	62+200
VEG06	Monitoraggio cumuli	3.AS.08
VEG07	Monitoraggio specie a dimora	64+100
VEG08	Monitoraggio cumuli	3.DT.01
VEG09	Monitoraggio cumuli	3.AS.12
VEG10	Analisi floristica fasce campione	67+350
VEG11	Monitoraggio specie a dimora	67+350
VEG12	Monitoraggio cumuli	3.AS.17
VEG13	Monitoraggio specie a dimora	69+550
VEG14	Monitoraggio specie a dimora	71+450
VEG15	Monitoraggio specie a dimora	72+100
VEG16	Monitoraggio cumuli	3.AS.20
VEG17	Monitoraggio specie a dimora	75+500
VEG18	Monitoraggio cumuli	3.AS.22

Punto	Tipo di indagine	Pk/Area di cantiere
VEG19	Monitoraggio specie a dimora	78+150
VEG20	Monitoraggio cumuli	3.DT.02
VEG21	Monitoraggio specie a dimora	78+850
VEG22	Monitoraggio specie a dimora	80+050
VEG23	Monitoraggio cumuli	3.AS.28
VEG24	Monitoraggio specie a dimora	83+150
VEG25	Monitoraggio cumuli	3.AS.31
VEG26	Monitoraggio specie a dimora	85+150
VEG27	Analisi floristica fasce campione	87+150
VEG28	Monitoraggio specie a dimora	87+600
VEG29	Monitoraggio cumuli	3.AS.33

Si precisa che i punti di monitoraggio previsti per lo stato di conservazione dei cumuli vegetale depositati in cantiere, per come indicati nella precedente tabella e riportati nei citati elaborati grafici "NM2701D22P5MA0000001-6C Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio", sono da ritenersi indicativi: la puntuale ed esatta localizzazione è condotta nella successiva fase progettuale sulla base della corretta individuazione delle aree di stoccaggio nelle quali è previsto il deposito dei cumuli di terreno che saranno riutilizzati come terreno vegetale al termine delle lavorazioni.

Durante la fase di cantiere è previsto il monitoraggio e la gestione delle specie alloctone vegetali su tutta l'area di pertinenza del cantiere e nelle zone perimetrali al fine di intervenire tempestivamente su eventuali focolai con azioni atte al contenimento/eradicazione. Per quanto riguarda le specie vegetali si fa riferimento ai contenuti della "Lista nera delle specie alloctone vegetali oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione" di cui alla D.G.R. n. 2658 del 16 dicembre 2019. Si evidenzia che i punti VEG11 e VEG15 sono espressamente finalizzati a monitorare l'esito degli interventi di ripristino dell'habitat 6510.

## Fauna

Il monitoraggio della Fauna riguarda le fasi di AO, CO e PO con le seguenti frequenze di misura.

Tabella 19 - Fauna: tipologia di rilievi e frequenza delle attività di monitoraggio.

Attività	AO (1 anno)	CO (~4,6 anni)	PO (2 anni)
Fauna mobile terrestre – Mammiferi grandi e piccoli	5 campagne (aprile, maggio, giugno, luglio e settembre)	5 campagne/anno (aprile, maggio, giugno, luglio e settembre)	5 campagne (aprile, maggio, giugno, luglio e settembre)
Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili			
Avifauna	6 campagne (primavera tarda estate)	14 campagne (primavera tarda estate)	6 campagne (primavera tarda estate)

Per un'analisi dettagliata dell'ubicazione dei punti si rimanda agli elaborati "NM2701D22P5MA0000001-6C Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio", ove è possibile individuare i punti previsti. Di seguito si riporta una tabella esplicativa.

Tabella 20 - Fauna: punti di monitoraggio.

Punto	Pk	Anfibi e rettili	Mammiferi	Avifauna
FAU01	57+975	X	X	X
FAU02	67+200	X	X	X
FAU03	69+900	X	X	X
FAU04	71+500	X	X	X
FAU05	81+750	X	X	X
FAU06	89+000	X	X	X